



**ANALISIS DISPERSI KROMATIK TERHADAP RUGI-RUGI DAYA  
TRANSMISI PADA SERAT OPTIK *SINGLE MODE***

**SKRIPSI**

Oleh

**Ila Nurmawati  
NIM 131910201113**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**



**ANALISIS DISPERSI KROMATIK TERHADAP RUGI-RUGI DAYA  
TRANSMISI PADA SERAT OPTIK *SINGLE MODE***

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh

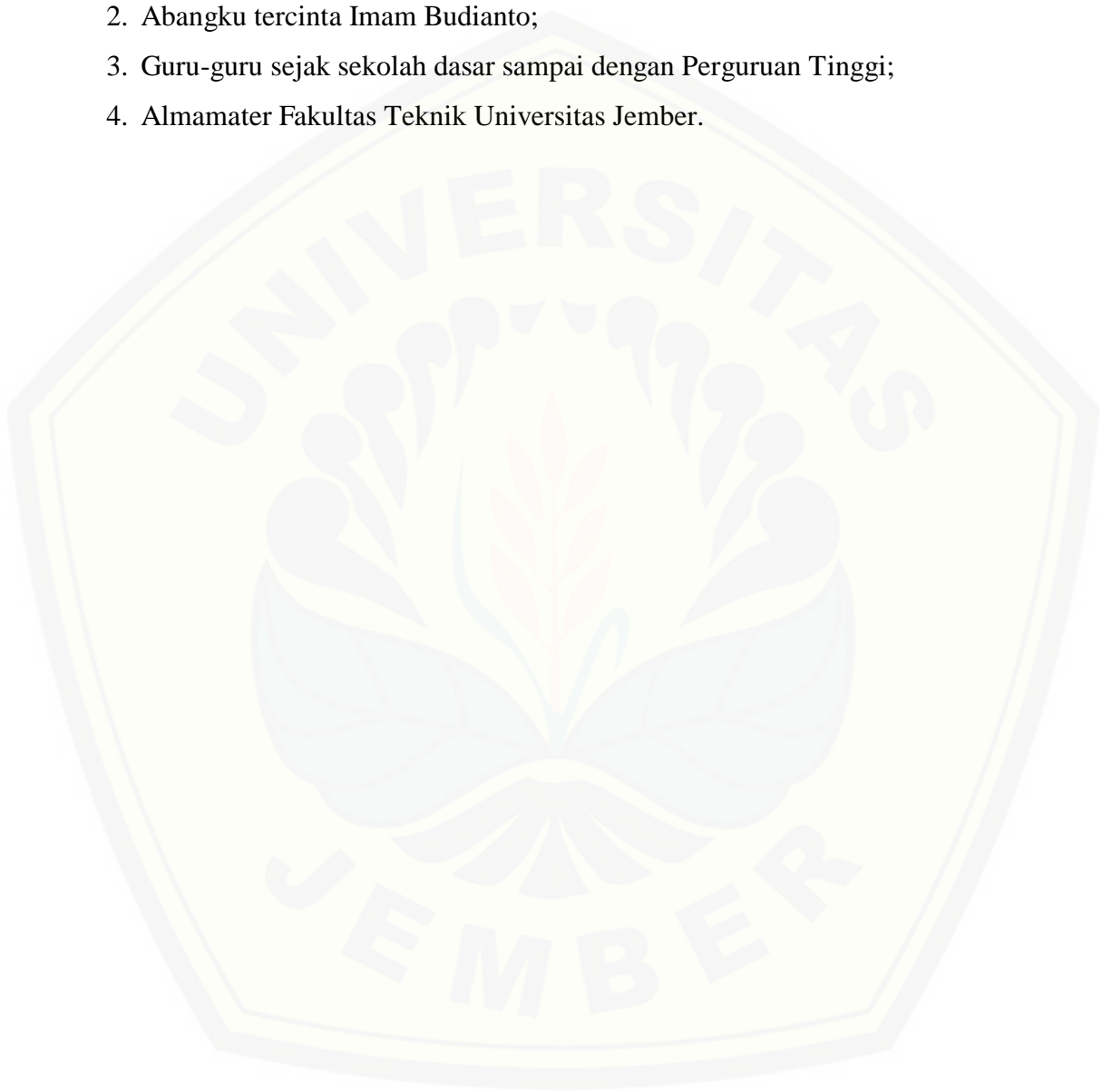
**Ila Nurmawati  
NIM 131910201113**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Sayati dan Ayahanda Saridin yang tercinta dan tersayang;
2. Abangku tercinta Imam Budianto;
3. Guru-guru sejak sekolah dasar sampai dengan Perguruan Tinggi;
4. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.



## MOTO

Sembahlah Allah dan janganlah kamu mempersekutukan-Nya dengan sesuatupun. Dan berbuat baiklah kepada dua orang ibu-bapa, karib-kerabat, anak-anak yatim, orang-orang miskin, tetangga yang dekat dan tetangga yang jauh, dan teman sejawat, ibnu sabil dan hamba sahayamu. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang sombong dan membangga-banggakan diri.\*)

وَالصَّلَاةِ بِالصَّبْرِ وَاسْتَعِينُوا

Mintalah pertolongan dengan sabar dan shalat.\*\*)

“Akal dan belajar adalah itu seperti raga dan jiwa. Tanpa raga, jiwa hanyalah udara hampa. Tanpa jiwa, raga adalah kerangka tanpa makna.”\*\*\*)

---

\*)”, (Q.S An Nisaa’, 4:36)..

\*\*)QS Al-Baqarah: 45.

\*\*\*)Kahlil Gibran)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Ila Nurmawati

NIM : 131910201113

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Dispersi Kromatik Terhadap Rugi-rugi Daya Transmisi Pada Serat Optik *Single Mode*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan dalam institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 5 Juni 2017  
Yang menyatakan,

Ila Nurmawati  
NIM 131910201113

**SKRIPSI**

**ANALISIS DISPERSI KROMATIK TERHADAP RUGI-RUGI DAYA  
TRANSMISI PADA SERAT OPTIK *SINGLE MODE***

oleh

Ila Nurmawati  
NIM 131910201113

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Sumardi, S.T., M.T.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Analisis Dispersi Kromatik Terhadap Rugi-rugi Daya Transmisi Pada Serat Optik *Single Mode*” karya Ila Nurmawati telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 5 Juni 2017

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

**Tim Penguji:**

Ketua,

Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si.  
NIP 196801191997021001

Anggota II,

Widya Cahyadi, S.T., M.T.  
NIP 198511102014041001

Anggota I,

Sumardi, S.T., M.T.  
NIP 196701131998021001

Anggota III,

Dodi Setiabudi, S.T., M.T.  
NIP 198405312008121004

Mengesahkan  
Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.  
NIP 196612151995032001



## RINGKASAN

**Analisis Dispersi Kromatik Terhadap Rugi-rugi Daya Transmisi Pada Serat Optik *Single Mode***; Ila Nurmawati, 131910201113; 2017; 100 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Berkembangnya teknologi telekomunikasi merupakan titik tolak dan potensi besar untuk dapat meningkatkan dan mewujudkan berbagai jenis pelayanan komunikasi yang lebih canggih dengan akses yang cepat dan murah. 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 serat optik sulit keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Dalam komunikasi serat optik terdapat banyak rugi-rugi salah satunya adalah rugi-rugi penyambungan, rugi-rugi konektor dan dispersi. Dispersi adalah suatu distorsi yang terjadi jika suatu berkas cahaya melintas di dalam inti serat optik yang disebabkan adanya mode (modus), panjang gelombang ataupun kecepatan yang berbeda. Dispersi akan menyebabkan setiap pulsa yang tadinya berbentuk sempit, akan melebar setelah menempuh jarak tertentu.

Cara melihat rugi-rugi yang terjadi pada fiber optik yaitu dengan menggunakan alat JDSU MTS-8000. JDSU merupakan modul transport yang menggunakan bahan kemasan anti statis untuk menghubungkan modul ke unit dasar. Pada penelitian ini dilakukan dua metode yaitu dengan metode pengukuran dan perhitungan, dan kabel yang digunakan yaitu kabel serat optik tipe G.655 *single mode* dan kabel serat optik tipe G.652 *single mode*.

Pengukuran yang pertama yaitu mengukur *power link budget* dengan alat *optical time domain reflector (OTDR)* yaitu supaya mengetahui besar *loss* kabel, *loss connector* dan *loss splice*. Analisis dilakukan setelah selesai pengukuran antara kabel serat optik tipe G.655, kabel serat optik tipe G.652 dan



penyambungan antara kabel serat optik G.655 dan kabel serat optik tipe G.652. pengukuran yang kedua yaitu mengukur dispersi kromatik dengan alat JDSU MTS-8000 pada kedua kabel yang sudah ditentukan. Metode perhitungan digunakan untuk pembandingan antara hasil teori dan hasil pengukuran langsung di lapangan.



## SUMMARY

*Analysis of Chromatic Dispersion For Transmission Power Losses in Single Mode Fiber Optics*; Ila Nurmawati, 131910201113; 2017; 100 pages; Departement of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Jember University.

The development of telecommunication technology is a great starting point and potential to be able to improve and realize more sophisticated communication services with quick and cheap access. Optical Fiber is a transmission line made of glass or plastic used to transmit light signals from one place to another. The light inside the optical fiber is difficult to exit because the refractive index of the glass is greater than the refractive index of the air. Light source used is laser because laser has a very narrow spectrum. The optical fiber transmission speed is so high that it is great for use as a communication channel.

In fiber-optic communication there are many losses, one of which is connection losses, connector losses and dispersion. Dispersion is a distortion that occurs when a light beam passes through an optical fiber core due to different modes (mode), wavelength or speed. The dispersion will cause each pulse to be narrow in size, to widen after a certain distance.

How to see the losses that occur in optical fiber is by using tools JDSU MTS-8000. JDSU is a transport module that uses anti-static packaging materials to connect modules to the base unit. In this research, two methods are measured and calculated, and the cable used is fiber optic cable type G.655 single mode and fiber optic cable type G.652 single mode.

The first measurement is to measure the power link budget with optical time domain reflector (OTDR) tool that is to mengetahui large loss of cable, loss connector and loss splice. The analysis was performed after the measurement of the G.655 type fiber optic cable, G.652 type fiber optic cable and the connection between the G.655 fiber optic cable and the G.652 type fiber optic cable. The second measurement is to measure the chromatic dispersion with the JDSU MTS-

8000 device on both predetermined cables. The calculation method is used to compare between the results of the theory and the results of direct measurement in the field.



## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Dispersi Kromatik Terhadap Rugi-rugi Daya Transmisi Pada Serat Optik *Single Mode*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, Sumardi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Widya Cahyadi, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I, Dodi Setiabudi, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membangun demi penyempurnaan skripsi ini;
3. M. Agung Prawira N., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si., dan Widya Cahyadi, S.T., M.T., selaku Komisi Bimbingan S1 yang telah membantu penulisan skripsi secara administratif;
5. Bunda Sayati dan ayahanda Saridin yang telah memberikan dukungan moril dan materiil serta kasih sayang yang tak terhingga sepanjang masa;
6. Abangku tercinta Imam Budianto yang telah memberikan motivasi dan semangat;
7. Agus Harsanto S.T., Sebagai pembimbing lapangan di P.T Telkom Sidoarjo yang bersedia membimbing saya selama melakukan pengambilan data di P.T Telkom Sidoarjo;
8. Keluarga besar INTEL UJ 13 “Ikatan Teknik Elektro Universitas Jember 2013” atas kekeluargaan yang kalian berikan;
9. Dulur Teknik Elektro Universitas Jember atas kebersamaannya;

10. Rihuh Andry Hermawan, S.T., yang telah memberi semangat dan membantu penulis dalam mengerjakan skripsi ini;
11. Teman kuliah dari semester 1 sampai saat ini yang telah memberikan motivasi untuk lebih semangat belajar;
12. Keluarga Telkom INTEL 13;
13. Terima kasih kepada keluarga kontrakan mangga yang telah bersedia menjadi rekan dan keluarga saya selama di jember;
14. Terima kasih untuk mas Helmy Rachim, S.T., selaku kakak angkatan yang bersedia meluangkan waktunya untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan saya.
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 5 Juni 2017

Penulis

**DAFTAR ISI**

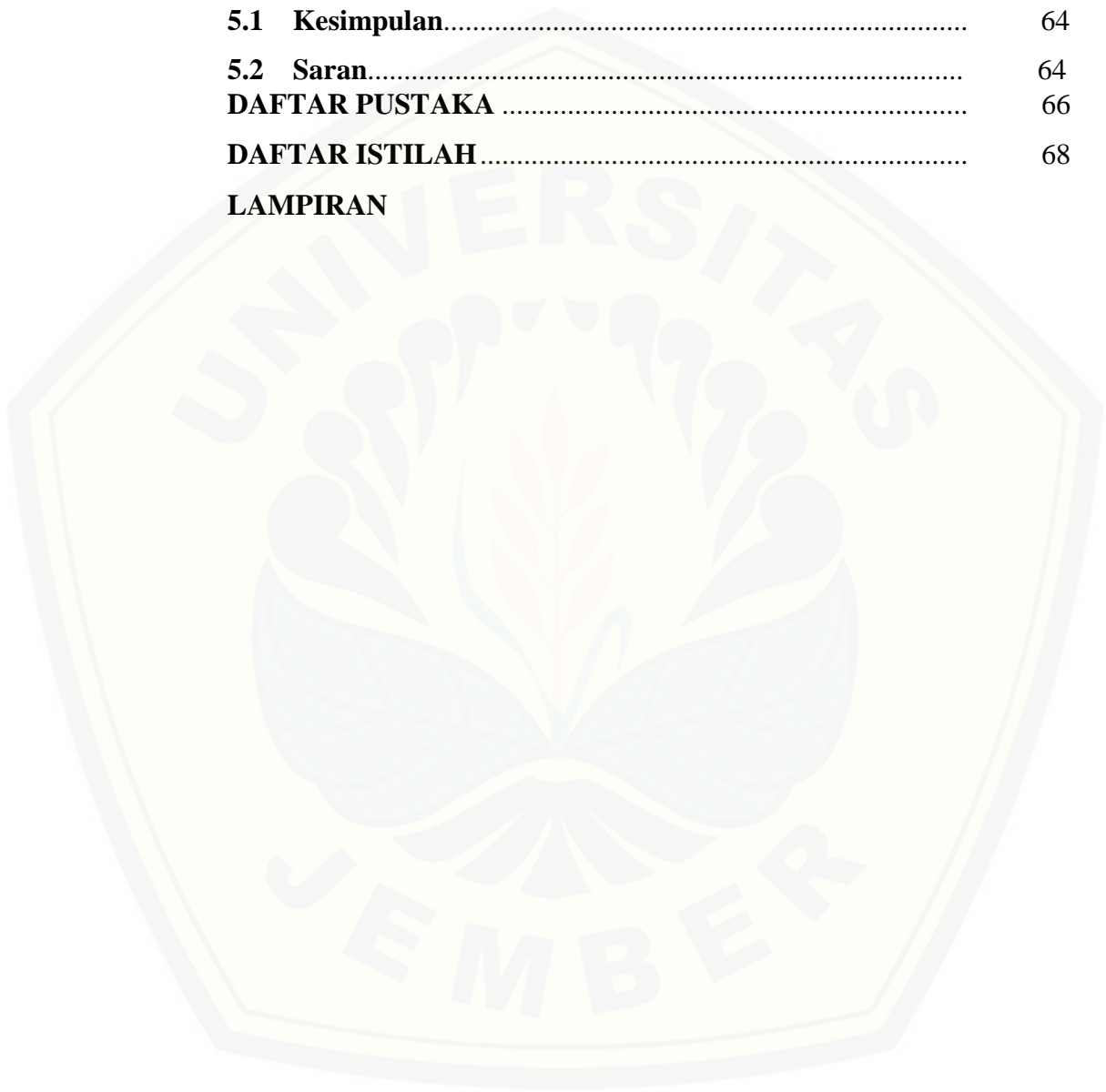
	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>SUMMARY</b> .....	x
<b>PRAKATA</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>1.6 Sistematika Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Penelitian Yang Telah Dilakukan</b> .....	5
<b>2.2 Serat Optik</b> .....	7
<b>2.3 Bagian Serat Optik</b> .....	8
<b>2.4 Jenis Serat Optik</b> .....	10
<b>2.5 Kelebihan Dan Kekurangan Serat Optik</b> .....	12
<b>2.6 Kode Warna Pada Serat Optik</b> .....	13
<b>2.7 Teknik Penyambungan Serat Optik</b> .....	13



<b>2.8</b>	<b>Rugi-Rugi Transmisi</b> .....	14
2.8.1	<i>Power Link Budget</i> .....	16
2.8.2	Jarak transmisi maksimum <i>optical amplifier</i> .....	16
<b>2.9</b>	<b>Dispersi Pada Serat Optik</b> .....	16
2.9.1	Dispersi Intermodal.....	17
2.9.2	Dispersi Intramodal.....	17
<b>2.10</b>	<b>Dispersi Kromatik</b> .....	18
<b>2.11</b>	<b>Rise Time Budget</b> .....	19
<b>2.12</b>	<b>Dispersi Power Penalty</b> .....	19
<b>2.13</b>	<b>JDSU MTS-8000</b> .....	21
<b>BAB 3.</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	23
<b>3.1</b>	<b>Jalur Pengukuran Jaringan Serat Optik</b> .....	23
<b>3.2</b>	<b>Flowchart Penelitian</b> .....	24
<b>3.3</b>	<b>Tahapan Penelitian</b> .....	25
<b>3.4</b>	<b>Rancangan Penelitian</b> .....	26
<b>3.5</b>	<b>Topologi Jaringan Penelitian</b> .....	26
<b>3.6</b>	<b>Power Link Budget</b> .....	34
<b>3.7</b>	<b>Dispersi Kromatik</b> .....	34
3.7.1	<i>Rise Time Budget</i> .....	34
3.7.2	<i>Dispersion Power Penalty</i> .....	35
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	36
<b>4.1</b>	<b>Analisis Masalah Dan Perhitungan Power Link Budget</b> 37	
4.1.1	Perhitungan <i>Power Link Budget</i> .....	37
4.1.2	Hasil Pengambilan Data <i>Power Link Budget</i> .....	38
4.1.3	Analisis Redaman.....	39
4.1.4	Analisis <i>Power Link Budget</i> .....	41
4.1.5	Jarak Transmisi Maksimum Tanpa Penguat .....	41
<b>4.2</b>	<b>Analisis Dispersi Kromatik, Rise Time Budget Dan Dispersi Power Penalty Di PT.Telkom Sidoarjo</b> .....	45
4.2.1	Analisis Dispersi Kromatik.....	46
<b>4.3</b>	<b>Analisis Rise Time Budget</b> .....	57



4.3.1 Pengaruh Dispersi Kromatik Terhadap Panjang Gelombang .....	46
<b>4.4 Analisis <i>Disperse Power Penalty</i></b> .....	58
<b>BAB 5. KESIMPULAN</b> .....	64
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	64
<b>5.2 Saran</b> .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	66
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	68
<b>LAMPIRAN</b>	



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 <i>Bit Rate</i> dan Jarak <i>Repeater</i> pada Serat Optik ( <i>Fiber Optic</i> ).....	12
2.2 Warna Selubung Luar / <i>Jacket</i> .....	13
4.1 Pengambilan Data Power Link Budget Link Purwosari - Rungkut ....	37
4.2 Perbandingan <i>loss</i> antara fiber optik G.655 . .....	39
4.3 Perbandingan <i>loss</i> antara fiber optik G.652. ....	39
4.4 Perbandingan <i>loss</i> antara fiber optik Campuran (Mix) .....	39
4.5 Perbandingan redaman fiber optik G.655 dan fiber optik G.652.....	40
4.6 Perbandingan redaman antara fiber optik (Mix).....	41
4.7 Parameter pengukuran dari <i>rise time budget</i> PT.Telkom.....	44
4.8 Perbandingan Nilai Perhitungan dan Pengukuran Dispersi Kromatik PT.Telkom Dengan Panjang Gelombang 1550,12 nm. ....	47
4.9 Perbandingan Nilai Perhitungan dan Pengukuran Dispersi Kromatik PT.Telkom Dengan Panjang Gelombang 1550,12 nm. ....	47
4.10 Perbandingan Nilai Perhitungan dan Pengukuran Dispersi Kromatik PT.Telkom Dengan Panjang Gelombang 1540,56 nm. ....	47
4.11 Perbandingan Nilai Perhitungan dan Pengukuran Dispersi Kromatik PT.Telkom Dengan Panjang Gelombang 1540,56 nm. ....	48
4.12 Perbandingan Nilai Perhitungan dan Pengukuran Dispersi Kromatik PT.Telkom Dengan Panjang Gelombang 1530,33nm. ....	48
4.13 Perbandingan Nilai Perhitungan dan Pengukuran Dispersi Kromatik PT.Telkom Dengan Panjang Gelombang 1530,33nm.....	48
4.14 Hasil Perhitungan <i>Rise Time Budget</i> .....	55

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Penampang Serat Optik .....	8
2.2 Bagian Serat Optik.....	8
2.3 Jenis Serat Optik.....	10
2.4 Skema Jalannya Sinar Dalam Serat Optik.....	12
2.5 OTB <i>wallmount</i> .....	13
2.6 OTB <i>rackmount</i> .....	14
2.7 Konektor kabel serat optik.....	14
2.8 Gelombang Sebelum dan Sesudah Dispersi .....	16
2.9 JDSU MTS-8000 .....	22
3.1 Jalur Pengukuran .....	24
3.2 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	24
3.3 Pengukuran dispersi kromatik Dengan JDSU MTS-8000.....	26
3.4 Konfigurasi Serat Optik Link Purwosari – Rungkut serat optik G.655.....	27
3.5 Konfigurasi Serat Optik Link Purwosari – Rungkut serat optik G.652.....	27
3.6 Konfigurasi Serat Optik Link Purwosari – Rungkut serat optik Campur.....	28
3.7 Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo – Gondang Wetan serat optik G.655.....	28
3.8 Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo – Gondang Wetan serat optik G.652.....	29
3.9 Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo – Gondang Wetan serat optik mix.....	29
3.10 Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo – Pasuruan serat optik G.655.....	30
3.11 Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo – Pasuruan serat optik G.652.....	30

3.12	Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo – Pasuruan serat optik Mix.....	31
3.13	Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo – Malang serat optik G.655.....	32
3.14	Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo – Malang serat optik G.652.....	32
3.15	Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo – Malang serat optik Mix.....	33
4.1	Hasil Pengukuran Loss Serat Optik mix PWS-RKT .....	39
4.2	Hasil Pengukuran Loss Serat Optik G.655 PWS-RKT .....	39
4.3	Hasil Pengukuran Loss Serat Optik G.652 PWS-RKT .....	40
4.4	Grafik Perbandingan Power Link Budget Fiber Optik G.652 .....	44
4.5	Grafik Perbandingan Power Link Budget Fiber Optik G.655.....	45
4.6	Grafik Perbandingan Power Link Budget Fiber Optik mix.....	45
4.7	Perbandingan Nilai Perhitungan dan Pengukuran Dispersi Kromatik pada kabel mix Dengan Panjang Gelombang 1520,12nm. ....	52
4.8	Grafik Perbandingan Nilai Perhitungan Dan Pengukuran Dispersi Kromatik pada kabel G.655 dengan panjang gelombang 1550,12 nm .....	53
4.9	Grafik Perbandingan Nilai Perhitungan Dan Pengukuran Dispersi Kromatik pada kabel G.652 dengan panjang gelombang 1550,12 nm .....	53
4.10	Grafik Perbandingan Nilai Perhitungan Dan Pengukuran Dispersi Kromatik pada kabel Mix dengan panjang gelombang 1540,56 nm .....	54
4.11	Grafik Perbandingan Nilai Perhitungan Dan Pengukuran Dispersi Kromatik pada kabel G.655 dengan panjang gelombang 1540,56 nm .....	54
4.12	Grafik Perbandingan Nilai Perhitungan Dan Pengukuran Dispersi Kromatik pada kabel G.652 dengan panjang gelombang 1540,56 nm .....	55
4.13	Grafik Perbandingan Nilai Perhitungan Dan Pengukuran Dispersi Kromatik pada kabel Mix dengan panjang gelombang 1530,33 nm .....	55
4.14	Grafik Perbandingan Nilai Perhitungan Dan Pengukuran Dispersi Kromatik pada kabel G.655 dengan panjang gelombang 1530,33 nm .....	56

4.15 Grafik Perbandingan Nilai Perhitungan Dan Pengukuran Dispersi Kromatik pada kabel G.652 dengan panjang gelombang 1530,33 nm ..... 56



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan komunikasi data pada sistem komunikasi serat optik berkembang pesat. Kebutuhan layanan internet dan multimedia dengan menggunakan kabel serat optik sebagai media transmisi data, masih mengalami rugi-rugi daya yang salah satunya di akibatkan oleh dispersi, rugi-rugi penyambungan, rugi-rugi konektor. Berkembangnya teknologi telekomunikasi merupakan titik tolak dan potensi besar untuk dapat meningkatkan dan mewujudkan berbagai jenis pelayanan komunikasi yang lebih canggih dengan akses yang cepat dan murah.

Serat optik merupakan media transmisi fisik yang terbuat dari serat kaca yang dilapisi dengan isolator dan pelindung yang berfungsi untuk menyalurkan informasi dalam bentuk gelombang cahaya. Cahaya yang ada di dalam serat optik sulit keluar karena indek bias dari kaca lebih besar daripada indek bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser. Laser digunakan karena mempunyai spektrum yang sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Dispersi kromatik adalah akibat adanya sejumlah *mode* (sinar) yang berlainan yang merambat bersama di dalam serat optik dengan kecepatan berbeda-beda. Dispersi kromatik di dalam serat optik menjadi faktor dominan yang membatasi kecepatan transmisi pada sistem telekomunikasi masa kini. Dispersi ini menyebabkan pelebaran pulsa-pulsa yang ditransmisikan pada ujung serat optik. Bila pulsa-pulsa tersebut diterima pada ujung yang lain akan membatasi jumlah *bit rate* atau pulsa-pulsa per-unit waktu yang dapat dideteksi pada jarak tertentu. Nilai Dispersi kromatik pada sistem harus lebih kecil dari nilai *bit rate* agar tidak mengganggu kinerja dari sistem. Untuk mengatasi dispersi kromatik perlu dilakukan *dispersion power penalty* yaitu dengan menaikkan daya input pada *receiver* untuk mengurangi *degradasi* pada *bit error rate* (BER).



Penelitian sebelumnya dengan judul “Analisis pengaruh dispersi terhadap media transmisi pada serat optik *single mode* Di PT Telkom Rungkut Surabaya”. Pada jurnal ini membahas pengaruh dispersi pada kabel serat optik *single mode* G.655 dengan membandingkan metode pengukuran dan perhitungan, menganalisis dispersi pada media transmisi serat optik dengan pusat di PT Telkom Rungkut Surabaya (Augyna, 2016).

Berdasarkan latar belakang di atas bahwa banyak potensi besar dalam mengembangkan analisis dispersi kromatik. Pada serat optik untuk media transmisi terdapat beberapa macam rugi-rugi seperti rugi-rugi penyerapan, rugi-rugi pada inti dan *cladding*, rugi-rugi penyambungan dan rugi-rugi konektor. Dari penjelasan di atas dapat diangkat tema untuk dijadikan skripsi dengan judul “ANALISIS PENGARUH DISPERSI KROMATIK TERHADAP RUGI-RUGI DAYA TRANSMISI PADA SERAT OPTIK *SINGLE MODE* ”. Melalui skripsi ini langkah yang dilakukan yaitu menganalisis dispersi kromatik dan *power Budget* pada media transmisi serat optik pada panjang gelombang  $\lambda=1530,33$  nm dan  $\lambda=1550,12$  nm dan  $\lambda=1540,56$  nm pengukuran dan analisis dispersi kromatik yang dilakukan adalah antar kota di daerah Jawa Timur dengan pusat di PT Telkom Sidoarjo dengan 4 link yang berbeda, jenis kabel yang digunakan yaitu kabel serat optik *single mode* G.655 dan G.652. Pengukuran dilakukan pada dispersi kromatik, *rise time budget*, *power link Budget*. Menggunakan metode pengukuran dan perhitungan sehingga dapat mengetahui performansi kinerja sistem akibat adanya dispersi tersebut. Tujuan dari menentukan link Purwosari – Rungkut, Sidoarjo – Gondang Wetan, Sidoarjo – Pasuruan, Sidoarjo – Malang karena pada 4 link tersebut sebelumnya tidak pernah dilakukan *maintenance* atau pengukuran dispersi kromatik. Maka dari itu penulis memilih 4 link tersebut bertujuan untuk mengetahui kapasitas jaringan pada link tersebut. Dan pada 4 link ini perlu dilakukan pengukuran *power link budget* secara rutin karena rentan dengan *loss* tinggi yang diakibatkan oleh rugi-rugi yang terjadi akibat kesalahan dari instalasi awal.



## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dari analisis dispersi kromatik terhadap rugi-rugi daya transmisi pada serat optik *single mode* maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana menganalisa besarnya nilai dispersi kromatik pada media transmisi serat optik G.655 dan G.652 di PT Telkom Sidoarjo?
- b. Bagaimana menganalisa besarnya nilai *power link budget*, *rise time budget*, dispersi *power penalty*. pada media transmisi serat optik di PT Telkom Sidoarjo?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar dalam penulisan skripsi ini dapat mencapai sasaran dan tujuan yang diharapkan, maka dalam pembahasan penelitian ini membatasi pembahasan menjadi beberapa permasalahan berikut :

- a. Menganalisis data *riil* dari PT. Telkom Sidoarjo
- b. Pengambilan data dan menganalisa menggunakan JDSU MTS-8000.

## 1.4 Tujuan

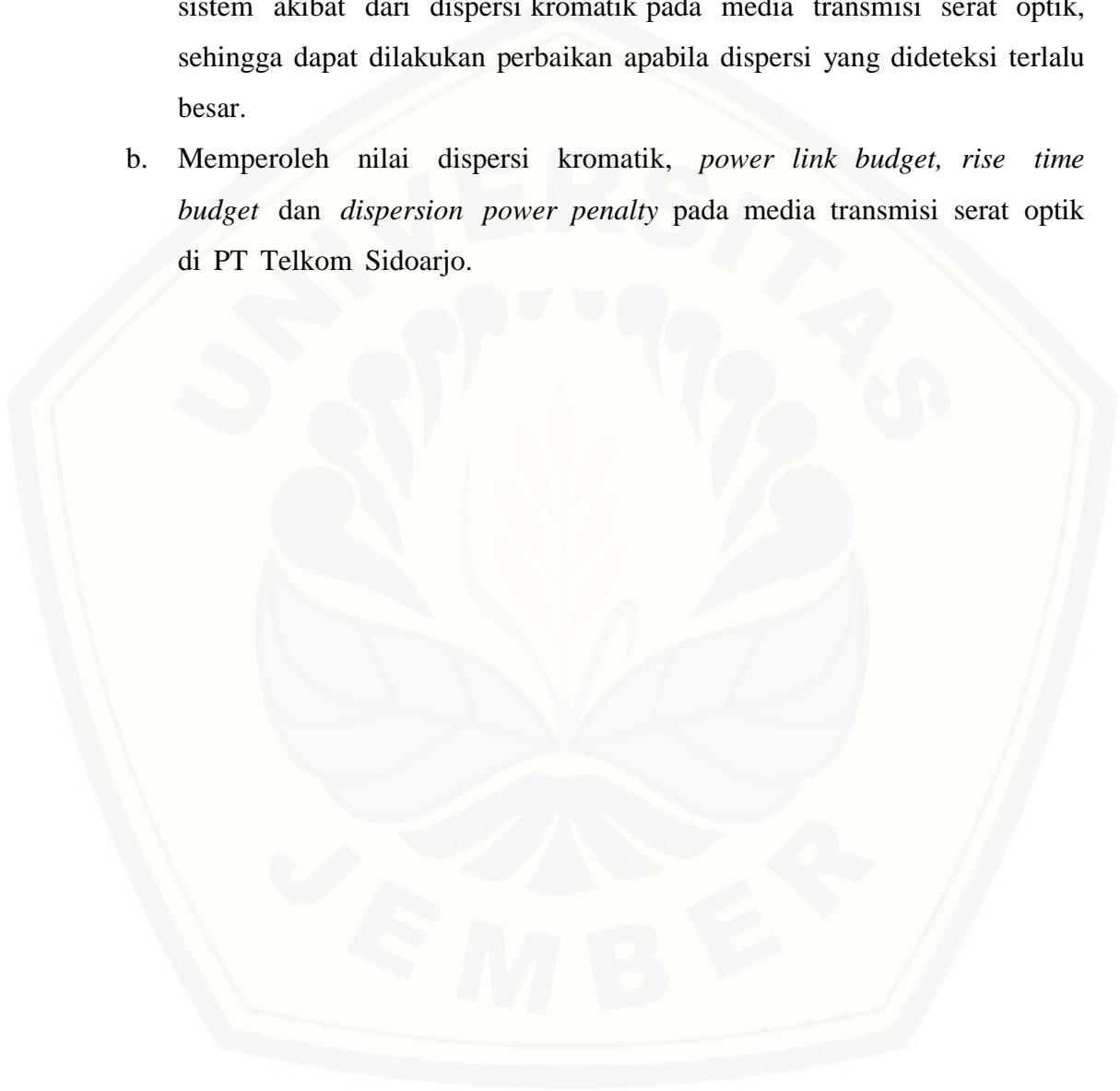
Adapun tujuan yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk menganalisa nilai dispersi kromatik pada kabel serat optik yaitu pada kabel serat optik G.655, G.652 dan *mixing of G.652 And G.655*.
- b. Mengetahui besarnya nilai *power link budget*, *rise time budget* dan *dispersion power penalty* pada media transmisi serat optik di PT Telkom Sidoarjo.
- c. Menganalisa pengaruh dispersi kromatik terhadap kinerja sistem pada media transmisi serat optik di PT Telkom Sidoarjo.

### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan informasi kepada PT Telkom Sidoarjo tentang kinerja sistem akibat dari dispersi kromatik pada media transmisi serat optik, sehingga dapat dilakukan perbaikan apabila dispersi yang dideteksi terlalu besar.
- b. Memperoleh nilai dispersi kromatik, *power link budget*, *rise time budget* dan *dispersion power penalty* pada media transmisi serat optik di PT Telkom Sidoarjo.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem komunikasi serat optik (SKSO) adalah sistem komunikasi yang dalam pengiriman informasinya menggunakan sumber optik sedangkan proses penerimaan informasinya menggunakan detektor optik, dalam proses pengiriman informasi tersebut menggunakan media transmisi kabel serat optik.

Dalam perkembangan teknologi serat optik saat ini, telah menghasilkan pelemahan (*attenuation*) dan juga menghasilkan rugi – rugi yang disebabkan oleh berbagai faktor. Rugi – rugi pada serat optik yaitu rugi – rugi fiber, rugi – rugi sambungan (*splice*), rugi – rugi konektor dan dispersi kromatik. Rugi – rugi pada serat optik dapat diketahui dengan cara melakukan pengukuran menggunakan alat JDSU MTS-8000

### 2.1 Penelitian yang telah di lakukan

Untuk paper pertama penulis yang bernama Romaria, M.Zulfin berjudul “Analisis Dispersi Terhadap Rugi-rugi Daya Transmisi Pada Serat Optik *single Mode Recommendation* ITU-T Seri G.655” dengan menggunakan kabel serat optik. Dimana cara kerja dari serat optik sendiri adalah jika seberkas sinar masuk pada suatu ujung serat optik (media yang transparan) dengan sudut kritis dan sinar itu datang dari medium yang mempunyai indek bias lebih kecil dari udara menuju inti serat optik (kuartz murni) yang mempunyai indek bias yang lebih besar maka seluruh sinar akan merambat sepanjang inti (*core*) serat optik menuju ujung yang satu. Teknologi ini melakukan perubahan sinyal listrik kedalam sinyal cahaya yang kemudian disalurkan melalui serat optik dan selanjutnya di konversi kembali menjadi sinyal listrik pada bagian penerima. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan perhitunga *power link budget* tetapi perhitungan *power link budget* memiliki *standart* untuk membatasi *loss* yang boleh ada pada suatu *link* transmisi. Pengukuran dilakukan dengan mempergunakan alat *optical time domain reflectometer* (OTDR).

Pada paper kedua penulis yang bernama Endy Kusuma W. melakukan penelitian yang berjudul “Analisa Redaman Serat Optik Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik Menggunakan Metode *Optical Link Power Budget*”. Berdasarkan tujuan meningkatnya kebutuhan akan komunikasi data, terutama sistem komunikasi serat optik yang pada akhir-akhir ini berkembang pesat mendorong untuk membuat dan mengembangkan berbagai metode dan teknologi yang dapat digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan dalam kapasitas besar dan kecepatan tinggi dari sistem tersebut. Permasalahan redaman dan daya optik juga mempunyai hubungan dengan perencanaan pemasangan instalasi sistem komunikasi kabel serat optik ketika sistem tersebut mengalami gangguan disepanjang kabel serat optik maka dilakukan penelitian untuk menganalisa kinerja sistem komunikasi serat optik yang diakibatkan oleh redaman dan daya yang bekerja di sepanjang kabel serat optik. Cara melakukan perhitungan dan perbandingan redaman serat dari jenis kabel serat optik G.652 yang merujuk pada rekomendasi *international telecommunicatin union-telecommunication* (ITU-T) tentang spesifikasi penggunaan kabel serat optik sehingga didapatkan suatu analisa redaman kabel terhadap kinerja dari sistem komunikasi serat optik dan menganalisa rugi daya yang diterima oleh *receiver* menggunakan perhitungan *link power budget* agar sesuai dengan nilai daya pada spesifikasi pada perangkat.

Penelitian ini adalah bentuk penelitian yang dilakukan secara eksperimental, dikarenakan pada penelitian ini dilakukan berdasarkan pendekatan ilmiah yang mengacu kepada *standart operasional procedure* yang diterapkan oleh PT. Telkom Indonesia Divisi Arnet Surabaya Timur. Alat bantu pengukuran untuk redaman menggunakan JDSU MTS-8000 sedangkan pengukuran daya menggunakan optikal power meter, untuk melakukan perhitungan *power link budget* maka daya yang digunakan adalah daya yang bekerja pada sistem yang terdapat pada perangkat yang dimonitoring oleh *Network Monitoring System* (NMS).

Alat Ukur Redaman yaitu berdasarkan fungsi yang digunakan pada penelitian ini alat ukur yang digunakan menggunakan JDSU MTS-8000 alat ukur ini terdapat banyak fungsi, salah satu fungsinya adalah untuk mengukur redaman

akibat *event* yang terjadi di sepanjang kabel serat optik, alat ukur ini bekerja berdasarkan domain waktu. Pada pengukuran redaman kabel ini menggunakan jenis kabel *single mode* yang merujuk pada rekomendasi *international telecommunication union-telecommunication* (ITU-T) *single mode* dibedakan menjadi berbagai jenis diantaranya G.655 dan G.652.

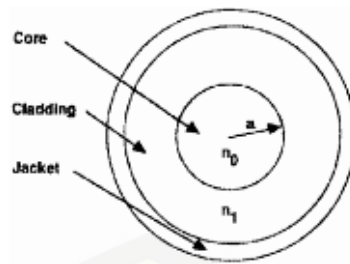
## 2.2 Serat Optik

Serat optik (*fiber optic*) adalah suatu pemandu gelombang cahaya (*light wave guide*) yang berupa suatu kabel tembus pandang (*transparent*), yang mana pemampang dari kabel tersebut terdiri dari dua bagian, yaitu : bagian tengah yang disebut “*Core*” dan bagian luar yang disebut “*Cladding*”. *Cladding* pada serat optik membungkus atau mengelilingi *core*. Adapun bentuk pemampang dari *core* dapat bermacam-macam, antara lain : pipih, segi tiga, segi empat, segi banyak atau berbentuk lingkaran.

Sebuah kabel serat optik dibuat sekecil-kecilnya (mikroskopis) agar tak mudah patah atau retak, tentunya dengan perlindungan khusus sehingga besaran wujud kabel akhirnya tetap mudah dipasang. Satu kabel serat optik disebut sebagai *core*. Untuk satu sambungan atau *link* komunikasi serat optik dibutuhkan dua *core*, satu sebagai *transmitter* dan satu lagi sebagai *receiver*. Variasi kabel yang dijual sangat beragam sesuai kebutuhan, ada kabel 4 *core*, 6 *core*, 8 *core*, 12 *core*, 16 *core*, 24 *core*, 36 *core* hingga 48 *core*. Satu *core* serat optik yang terlihat oleh mata kita adalah masih berupa lapisan pelindungnya (*coated*), sedangkan kacanya sendiri yang menjadi inti transmisi data berukuran mikroskopis, tak terlihat oleh mata.

Serat optik terdiri dari 2 bagian, yaitu *cladding* dan *core*. *Cladding* adalah selubung dari *core*. *Cladding* mempunyai indek bias lebih rendah dari pada *core* akan memantulkan kembali cahaya yang mengarah keluar dari *core* kembali kedalam *core* lagi. Adapun gambar skema pemampang dari serat optik (*serat optic*) dapat dilihat pada gambar 2.1.





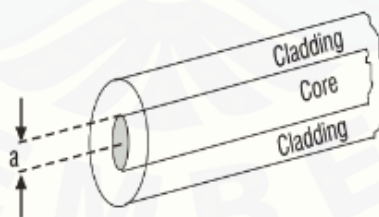
Gambar 2.1 Penampang Serat Optik (Bass, 2001)

Indeks bias bahan *core* harus lebih besar dari indeks bias bahan *cladding*. Bahan *core* tidak harus terbuat dari bahan yang sejenis dengan *cladding*, jadi serat optik (*serat optic*) bisa terbuat dari selembar senar *transparent* yang berfungsi sebagai *core* dengan *cladding* udara, sebuah air sebagai *core* dan udara sebagai *cladding*, dan lain sebagainya.

Sebagaimana namanya maka serat optik dibuat dari gelas silika dengan penampang berbentuk lingkaran atau bentuk-bentuk lainnya. Pembuatan serat optik dilakukan dengan cara menarik bahan gelas kental-cair sehingga dapat diperoleh serabut atau serat gelas dengan penampang tertentu. Proses ini dikerjakan dalam keadaan bahan gelas yang panas.

### 2.3 Bagian Serat Optik

Bagian dari serat optik dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Bagian Serat Optik (Bass, 2001)

Keterangan:

a. *Core*

*Core* merupakan bagian inti dari serat optik, yang berukuran diameter 2 – 125  $\mu\text{m}$ . Gelombang cahaya yang dikirimkan akan merambat dan mempunyai indeks bias lebih besar dari lapisan kedua. *Core* terbuat dari

bahan kuarsa atau *silica* yang sangat berkualitas dan bebas air.

b. *Cladding*

*Cladding* merupakan lapisan kedua dari serat optik, bagian ini mengelilingi bagian inti dan mempunyai indeks bias lebih kecil dibandingkan dengan bagian inti. *Cladding* mempunyai diameter 5 – 250  $\mu\text{m}$ .

c. *Coating* (jacket)

*Coating* berfungsi sebagai pelindung *core* dan *cladding* dari tekanan fisik. *Coating* tidak berpengaruh dalam perambatan cahaya.

Pada serat optik *single mode* terdapat empat macam tipe yang sering digunakan berdasarkan rekomendasi *International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector* (ITU-T) yang dahulu dikenal dengan CCITT yaitu :

- a. G.652 - Standar *Single mode Serat*
- b. G.653 - *Dispersion-Shifted Single mode Serat*
- c. G.653 - *Characteristics of Cut-Off Shifted Mode Serat Cable*
- d. G.655 - *Dispersion-Shifted Non Zero Dispersion Serat*.

Ada dua tipe serat optik yang digunakan pada sistem DWDM, yaitu :

a. *Non Dispersion Shifted Serat* (NDSF)

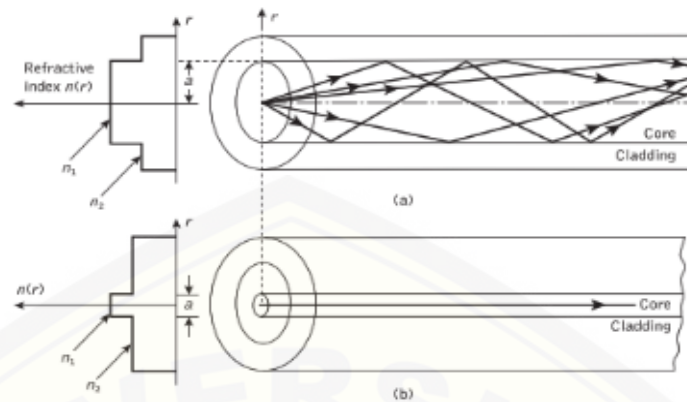
Serat optik *Non Dispersion Shifted Serat* (NDSF) merupakan rekomendasi ITUT seri G.652. NDSF memiliki nilai koefisien dispersi kromatik mendekati nol di daerah panjang gelombang 1310 nm .

b. *Non Zero Dispersion Shifted Serat* (NZDSF)

*Non Zero Dispersion Shifted Serat* (NZDSF) merupakan jenis serat yang sesuai dengan rekomendasi *international telecommunication union-telecommunication* (ITU-T) seri G.655 dengan *range* panjang gelombang 1255 – 1650 nm. NZDSF memiliki nilai dispersi tidak nol namun juga tidak lebar di daerah panjang gelombang 1550 nm dibandingkan dengan serat optik *Non Dispersion Shifted Serat* (NDSF) (Bass, 2001).



## 2.4 Jenis Serat Optik



(a) *multimode step index serat*; (b) *single-mode step index serat*

Gambar 2. 3 Jenis Serat Optik (Senior, 2009)

Serat optik merupakan saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Berdasarkan sifat dan karakteristiknya maka jenis serat optik secara garis besar dapat dibagi menjadi dua yaitu *single mode* dan *multimode*.

Pada gambar 2.3 (a) menunjukkan *multimode* step indeks serat dengan diameter inti sekitar 50  $\mu\text{m}$  atau lebih besar, yang cukup besar untuk memungkinkan penyebaran banyak *mode* dalam inti serat. Pada Gambar 2.3 (a) banyak jalur *ray* yang berbeda melalui serat. Gambar 2.3 (b) menunjukkan *single-mode* atau *monomode step indeks* yang memungkinkan penyebaran hanya satu modus elektromagnetik *transversal*, dan karenanya diameter inti harus dari urutan 2 sampai 10  $\mu\text{m}$ . Penyebaran *mode* tunggal dapat dilihat pada Gambar 2.3 (b) sesuai dengan jalur *ray* tunggal saja (biasanya ditampilkan sebagai *ray* aksial melalui serat).

Serat optik *single mode* atau *monomode* mempunyai diameter inti (*core*) yang sangat kecil 3 – 10 nm, sehingga hanya satu berkas cahaya dengan panjang gelombang 1310- 1550 nm saja yang dapat melaluinya. Oleh karena hanya satu berkas cahaya maka tidak ada pengaruh indeks bias terhadap perjalanan cahaya atau pengaruh perbedaan waktu sampainya cahaya dari ujung satu sampai ke ujung yang lainnya (tidak terjadi dispersi).

Sedangkan serat optik *multimode* seperti pada Gambar 2.3 (b) mempunyai diameter sekitar  $6,35 \times 10^{-5}$  meter atau 63,5 mikron. Panjang gelombang serat optik *multimode* yaitu 850-1300 nm. Serat ini digunakan untuk mentransmisikan banyak sinyal dalam satu serat (Senior, 2009).

Pada jenis serat optik ini penjalaran cahaya dari satu ujung ke ujung lainnya terjadi dengan melalui beberapa lintasan cahaya dengan panjang gelombang 850-1300 nm, karena itu disebut *multimode*. Diameter inti (*core*) sesuai dengan rekomendasi dari CCITT G.651 sebesar 50 mm dan dilapisi oleh jaket selubung (*cladding*) dengan diameter 125 mm. Sedangkan berdasarkan susunan *index* biasanya serat optik *multimode* memiliki dua profil yaitu *graded index* dan *step index*.

Pada serat *graded index*, serat optik mempunyai *index* bias cahaya yang merupakan fungsi dari jarak terhadap sumbu atau poros serat optik. Dengan demikian cahaya yang menjalar melalui beberapa lintasan pada akhirnya akan sampai pada ujung lainnya pada waktu yang bersamaan.

Berlainan dengan *graded index*, maka pada serat optik *step index* (mempunyai *index* bias cahaya sama) sinar yang menjalar pada sumbu akan sampai pada ujung lainnya dahulu (*disperse*) Hal ini dapat terjadi karena lintasan yang melalui poros lebih pendek dibandingkan sinar yang mengalami pemantulan pada dinding serat optik. Sebagai hasilnya terjadi pelebaran pulsa atau dengan kata lain mengurangi lebar bidang frekuensi. Oleh karena itu secara praktis hanya serat optik *graded index* sajalah yang dipergunakan sebagai saluran transmisi serat optik *multimode*.

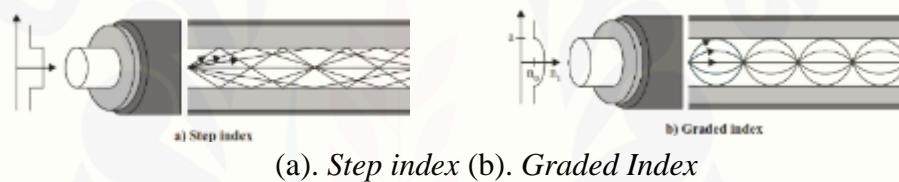
Bentuk pemampang *core* serat optik (*serat optic*) ada yang berbentuk *elips* dan ada pula yang berbentuk lingkaran. Dalam kehidupan sehari-hari kita mengenal adanya dua tipe dasar kabel serat optik (*serat optic*) yang digunakan dalam kebutuhan telekomunikasi, kedua serat optik (*serat optic*) tersebut dilihat dari ukuran diameter *core*, yaitu : *mode* tunggal (*single mode* atau *mono mode*) dan *mode* jamak (*multimode*). Kedua kabel serat optik (*fiber optic*) tersebut banyak sekali perbedaan-perbedaannya. Dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. *Bit Rate* dan Jarak *Repeater* pada Serat Optik (*fiber optic*)

<i>Bit Rate</i> (Mbit/dt )	Jarak <i>Repeater Multi Mode</i>	Jarak <i>Repeater Single mode</i>
140	30	50
280	20	35
420	15	33
565	10	31

(Senior, 2009)

Untuk serat optik (*fiber optic*) jenis *step index*, jalannya sinar adalah patah-patah dan sedangkan untuk jenis *grade index*, jalannya sinar adalah tidak patah-patah melainkan berbentuk garis lengkung yang dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Skema Jalannya Sinar Dalam Serat Optik (Agrawal, 2010).

## 2.5 Kelebihan dan Kekurangan Serat Optik

Kelebihan serat optik daripada media kabel lainnya adalah dalam hal kecepatan *transfer* datanya yang sangat tinggi. Selain itu serat optik mampu mentransfer data pada jarak yang cukup jauh yaitu 2500 meter tanpa bantuan perangkat *repeater*. Kabel ini tahan terhadap panas dengan ukurannya yang kecil dan ringan. Serat optik tidak terpengaruh oleh medan listrik yang berada disekitarnya sehingga lebih tahan terhadap gangguan.

Kekurangan serat optik ada pada tingginya tingkat kesulitan proses instalasinya dan mahalnya perangkat yang diperlukan. Mengingat media ini menggunakan gelombang cahaya untuk mentransmisikan data maka serat optik tidak dapat diinstal pada jalur yang berbelok secara tajam atau menyudut. Jika terpaksa harus berbelok, maka harus dibuat belokan yang melengkung.

## 2.6 Kode Warna Pada Kabel Serat Optik

Dalam standarisasinya kode warna dari selubung luar (*jacket*) kabel serat optik jenis *Patch Cord* ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Warna Selubung Luar / *Jacket*

Warna Selubung Luar/ <i>Jacket</i>	Pengertian
Kuning	Serat Optik <i>single-mode</i>
Orange	Serat Optik <i>multi-mode</i>
Aqua	<i>Optimallaser</i> 10 giga 50/125 mikrometer serat optik <i>multi-mode</i>
Abu-Abu	Kode warna serat optik <i>multi-mode</i> yang tidak digunakan lagi
Biru	Kadang masih digunakan dalam model perancangan

(Agrawal, 2010).

## 2.7 Teknik penyambungan serat optik

Ujung kabel serat optik berakhir di sebuah terminasi, untuk hal tersebut dibutuhkan penyambungan kabel serat optik dengan *pigtail* serat optik di *Optical Termination Board* (OTB), bisa *wallmount* atau *1U rackmount*. Dari *Optical Termination Board* (OTB) kabel serat optik tinggal disambung dengan *patchcord* serat optik ke perangkat *multiplexer*, *switch* atau *bridge* (*converter to ethernet* UTP).



Gambar 2. 5 OTB *wallmount* (Agrawal, 2002).





Gambar 2. 6 OTB rackmount (Agrawal, 2002).

Penyambungan kabel serat optik disebut sebagai *splicing*. *Splicing* menggunakan alat khusus yang memadukan dua ujung kabel seukuran rambut secara presisi, dibakar pada suhu tertentu sehingga kaca meleleh tersambung tanpa bagian *coated*-nya ikut meleleh. Setelah tersambung, bagian sambungan ditutup dengan selubung yang dipanaskan. Alat ini mudah dioperasikan, namun sangat mahal harganya. Inilah sebabnya meskipun harga kabel serat optik sudah jauh lebih murah namun alat dan biaya lainnya masih mahal, terutama pada biaya pemasangan kabel, *splicing* dan terminasinya. Pada kabel serat optik, sambungan ujung terminal atau disebut juga konektor, biasanya memiliki tipe standar seperti berikut:



Gambar 2. 7 Konektor kabel serat optik (Agrawal, 2002).

*Pigtail* yang disambungkan ke serat optik bisa bermacam-macam konektornya, yang paling umum adalah konektor FC. Dari konektor FC di *Optical Termination Board* (OTB) ini kita tinggal menggunakan *patchcord* yang sesuai untuk disambungkan ke perangkat. Umumnya perangkat optik seperti *switch* atau *bridge* menggunakan konektor SC atau LC. Cukup menyulitkan ketika menyebut jenis konektor yang kita kehendaki kepada penjual, FC, SC, ST, atau LC.

## 2.8 Rugi-Rugi Transmisi

Rugi-rugi transmisi merupakan salah satu karakteristik serat optik untuk menentukan jenis serat yang akan digunakan pada komunikasi serat optik. Rugi-rugi transmisi dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. *Scattering loss*, disebut dengan penghamburan yang terjadi sebagai akibat tidak homogenya indeks bias pada *core* serat optik. Bilamana pada *core* serat optik terjadi perubahan indeks bias yang lebih pendek dari panjang gelombang yang dirambatkan, maka akan terjadi hamburan. Molekul-molekul bergerak secara acak didalam kaca yang cair selama *manufacturing* kabel. Panas yang diberikan akan menambah tenaga untuk getaran ini, kemudian pada saat cairan tersebut mendingin, maka gerakan tersebut berhenti sampai keadaan ini mengakibatkan bervariasinya indeks bias yang dimodelkan sebagai objek penghamburan yang kecil. Suatu berkas cahaya yang melewati struktur ini akan menyebabkan hamburan.
- b. *Bending loss*, rugi-rugi ini terjadi saat cahaya melalui serat optik yang dilengkungkan. *Microbending* adalah pelengkungan pada saat makro yang diakibatkan oleh tekanan yang tidak merata pada saat optik selama proses pabrikan atau kegiatan instalasi. *Microbending* akan menyebabkan ketidaksempurnaan permukaan pantul serat optik sehingga cahaya akan di biaskan keluar.
- c. *Rayleigh Scattering*, yaitu redaman dari gelombang pendek yang diakibatkan oleh struktur kaca yang tidak teratur. Struktur ini akan memindahkan sebagian dari berkas cahaya yang seharusnya merambat langsung melalui serat optik.
- d. Rugi-rugi penyambungan pada saluran transmisi serat optik pada salah satu ujungnya harus berakhir pada pemancar sedangkan satu ujung yang lainnya ke penerima. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka setiap peralatan pemancar atau penerima dilengkapi dengan *pig tail* yang terpasang secara *permanent* dengan rugi-rugi yang timbul dibuat seminimal mungkin. Atau diakhiri dengan konektor-konektor yang dapat dibongkar pasang sehingga pemancar dan penerima dapat dilepas dengan mudah untuk keperluan



perawatan.

- e. Dispersi yaitu redaman yang disebabkan oleh pulsa-pulsa yang ditransmisikan pada ujung serat optik sebagai akibat dari panjang perambatan.

### 2.8.1 Power link budget

Merupakan perhitungan daya yang dilakukan pada suatu sistem transmisi yang didasarkan pada karakteristik saluran redaman serat optik, sumber optik dan sensitivitas detektor. Perhitungan daya penerima diformulasikan dengan persamaan 2.1 – 2.4.

$$\text{Loss Fiber } (L_f) : \alpha_f = L \times L_f \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\text{Loss Splice } (L_s) : \alpha_s = N_s \times L_s \dots \dots \dots (2.2)$$

$$\text{Loss konektor } (L_c) : \alpha_c = N_c \times L_c \dots \dots \dots (2.3)$$

Perhitungan *Power Link Budget* dapat dilihat pada persamaan 2.4.

$$P_r = P_t - \alpha_f - \alpha_s - \alpha_c \dots \dots \dots (2.4)$$

### 2.8.2 Jarak transmisi maksimum *optical amplifier*

Jarak transmisi maksimum *optical amplifier* merupakan suatu nilai batas jarak tempuh link maksimum pada sistem jaringan optik apabila sistem tersebut tidak diberikan penguat maupun diberikan penguat, batas jarak maksimum dinyatakan dengan persamaan 2.5.

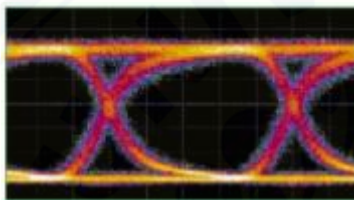
$$L_{\text{sys}} = \frac{P_r - P_t - \alpha_s - \alpha_c - M}{\alpha_f} \dots \dots \dots (2.5)$$

Apabila  $L_{\text{sys}} < L_{\text{link}}$  maka sistem tersebut memerlukan penguat.

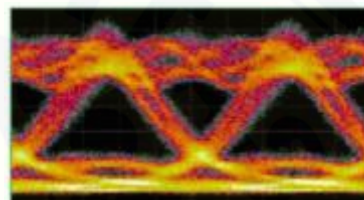
## 2.9 Dispersi Pada Serat Optik

Dispersi adalah suatu distorsi yang terjadi jika suatu berkas cahaya melintas di dalam inti serat optik yang disebabkan adanya *mode* (modus), panjang gelombang ataupun ataupun kecepatan yang berbeda. Dispersi akan menyebabkan setiap pulsa yang tadinya berbentuk sempit, akan melebar

setelah menempuh jarak tertentu. Jika pelebaran ini terlalu besar sangat mungkin pulsa-pulsa yang berdekatan tidak bisa dibedakan lagi satu dengan yang lainnya. Hal ini akan menyebabkan penerima kesulitan dalam mendeteksi bit. Ada dua tindakan jika fenomena ini tidak bisa dihindari yaitu mereduksi kecepatan kirim data (memperjauh jarak dua pulsa) atau memperpendek panjang serat optik, yang pada setiap segmennya akan dibuat regenerator yang akan mengembalikan bentuk pulsa yang melebar ke bentuk semula (Alaydrus, 2009). Seperti pada Gambar 2.8 merupakan gambaran dari sinyal yang mengalami dispersi.



(a)



(b)

(a). Gelombang Sebelum Dispersi (b). Gelombang Sesudah Dispersi

Gambar 2. 8 Gelombang Sebelum dan Sesudah Dispersi (ITU-T, 2010).

Pengaruh dispersi pada kinerja dari system transmisi serat optik dikenal dengan *intersymbol interference* (ISI). *Intersymbol interference* terjadi ketika pelebaran pulsa yang diakibatkan oleh dispersi menyebabkan pulsa *output* pada sistem menjadi *overlap* dan membuatnya tidak terdeteksi. Dispersi terbagi atas dua yaitu (Bass, 2001)

- a. Dispersi intramodal
- b. Dispersi intermodal

### 2.9.1 Dispersi Intermodal

Dispersi pandu gelombang dalam serat optik disebabkan oleh ketidaklinernya sebuah pulsa cahaya akan dirambatkan dalam beberapa *mode*. Setiap *mode* menempuh alur *zig-zag* kecuali pada *mode* terendah yaitu pada *mode* yang merambat sejajar dengan jalur pusat inti serat.

Oleh karena yang ditempuh mempunyai panjang total yang berbeda, maka

akan mempengaruhi pula waktu tempuh setiap *mode*. Akibatnya setiap *mode* yang tiba pada ujung lain mempunyai waktu yang berbeda. Pulsa yang diterima pada ujung tersebut adalah penjumlahan dari pulsa masing-masing *mode* ini.

### 2.9.2 Dispersi Intramodal

Dispersi intramodal disebabkan oleh sumber cahaya yang tidak bersifat monokromatis (tidak berfrekuensi tunggal), oleh karena itu timbul beberapa frekuensi yang membentuk spektrum sebesar  $\Delta\lambda$  dan mempunyai suatu pusat frekuensi dengan panjang gelombang  $\lambda$ .

Dispersi intramodal akan mengakibatkan perbedaan keterlambatan penjalaran di antara komponen-komponen spektrum yang berbeda, sehingga menimbulkan pelebaran pada masing-masing *mode* yang ditransmisikan. Perbedaan keterlambatan dapat disebabkan oleh:

- a. Sifat-sifat penyebaran dari padu gelombang (dispersi bahan atau material). Dispersi bahan timbul karena pulsa cahaya yang dipancarkan dari suatu sumber cahaya tidak monokromatis yang terdiri dari beberapa komponen panjang gelombang yang berbeda-beda, maka komponen pulsa cahaya yang mengandung panjang gelombang lebih panjang akan mempunyai cepat rambat lebih besar daripada komponen pulsa cahaya dengan panjang gelombang lebih pendek.
- b. Efek-efek pemanduan dalam struktur serat optik (dispersi pandu gelombang *waveguide*). Dispersi pandu gelombang dalam serat optik disebabkan oleh ketidakliniernya konstanta perambatan dengan frekuensi optik (Alaydrus, 2009).

Dispersi ini diakibatkan oleh karakteristik serat optik dengan panjang gelombang, hal ini menimbulkan *delay* antara panjang gelombang dengan pulsa transmisi cahaya sehingga sinyal yang ditransmisikan menjadi cacat dan menimbulkan distorsi dan naiknya *Bit Error Rate* (BER). Dispersi kromatik bisa diukur dengan menggunakan *chromatic dispersion meter*. Selain itu pada sebuah percobaan mengenai hubungan antara suhu dan dispersi kromatik, kesimpulan yang didapat adalah salah satu penyebab penurunan kualitas sinyal pada jaringan

serat optik adalah dispersi kromatik yang berfluktuasi yang dipengaruhi oleh suhu kabel serat optik. Dispersi kromatik bisa diatasi dengan membuat semacam *spoel* atau gulungan serat optik untuk mengkompensasi cacatnya sinyal yang ditransmisikan.

### 2.10 Dispersi Kromatik

Untuk menghitung nilai dispersi kromatik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.6.

$$D(\lambda) = \frac{S_0}{4} \left[ \lambda - \frac{\lambda_0^4}{\lambda^3} \right] \dots \dots \dots (2.6)$$

)

Keterangan :

$D(\lambda)$  = Dispersi kromatik pada  $\lambda$  (ps/km.nm)

$\lambda$  = Panjang gelombang (nm)

$\lambda_0$  = Nilai  $\lambda$  pada saat dispersi = 0 (nm)

$S_0$  = Nilai *Slope* pada saat dispersi = 0 (ps/km.nm<sup>2</sup>)

Nilai total dispersi (*Total Chromatic Dispersion*) dengan representasi *time spreading* atau *pulse spreading* akibat fenomena *chromatic dispersion*, dengan persamaan 2.7.

$$D_t = D(\lambda) \times \sigma_\lambda \times L \dots \dots \dots (2.7)$$

)

Keterangan :

$D_t$  = Total dispersi Kromatik (ps)

$D(\lambda)$  = *Chromatic Dispersion Coefficient*

$\sigma_\lambda$  = *Laser Spectral Width* (nm)

$L$  = Jarak (km) (Agrawal, 2010).

### 2.11 Rise Time Budget

*Rise time budget* merupakan metode untuk menentukan batasan dispersi maksimum pada saluran transmisi, sehingga perhitungan ini perlu dilakukan untuk mengetahui nilai laju bit maksimum agar mendukung jarak tempuh dengan

*Rise Time Budget*. Tujuan dari perhitungan *Rise Time Budget* adalah untuk menganalisis kerja sistem secara keseluruhan dan memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Perhitungan *Rise Time Budget* yaitu dengan persamaan 2.8.

$$t_{sist} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + D_t^2} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

- $t_{sist}$  = *Rise Time Budget* (ns)
- $t_{tx}$  = *Rise Time Transmitter* (ns)
- $t_{rx}$  = *Rise Time Receiver* (ns)
- $D_t$  = Total Kromatik *Dispersion* (ps)

Dari hasil perhitungan *Rise Time Budget* tersebut, dapat diketahui total *Bandwidth* (GHz) dari sistem tersebut, yaitu

$$BW_{tot} = \frac{350}{t_{sist}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Nilai  $t$  (*Bit Rate*) untuk sinyal NRZ dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$t_r = \frac{0,7}{B_r} \dots\dots\dots(2.10)$$

**2.12 Dispersion Power Penalty**

*Dispersion power penalty* digunakan untuk mengatasi dispersi. *Dispersion power penalty* yaitu kenaikan daya input yang dibutuhkan *receiver* untuk mengeliminasi degradasi pada *Bit Error Rate* (BER) karena efek dispersi serat optik. *Dispersion power penalty* tidak boleh melebihi dua *decibel* (2 dB). Dispersi yang terjadi ditentukan oleh panjang gelombang yang digunakan. Setelah diketahui besarnya dispersi yang terjadi langkah selanjutnya adalah menghitung *pulse width* ( $\tau$ ) dengan persamaan 2.11.

$$\tau = \sigma_\lambda \cdot D\lambda \tau \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

- $\tau$  = *Pulse Width* (ps/km)
- $\sigma_\lambda$  = *Spectral Width* (nm)



$D\lambda$  = Dispersi Kromatik (ps/km.nm)

Setelah didapatkan nilai *pulse width* ( $\tau$ ) pada serat optik tersebut maka dapat dicari besarnya *fiber bandwidth* ( $f$ ) dalam ps/Km, dengan persamaan 2.12.

$$f = \frac{\ln 4}{\tau \cdot \pi} \dots \dots \dots (2.12)$$

Langkah selanjutnya yaitu menghitung *fiber bandwidth-distance* ( $F$ ) dengan membagi *fiber bandwidth* ( $f$ ) yang telah didapat dengan panjang serat optik yang digunakan ( $L$ ), seperti pada persamaan 2.13.

$$F_F = \frac{f}{L} \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan :

$F_F$  = *Fiber Bandwidth-distance* (ps/km)

$f$  = *Fiber Bandwidth* (ps/km)

$L$  = panjang serat optik (km)

Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi besarnya *dispersion power penalty* adalah *bit rate* (BR) yang diperoleh dari spesifikasi serat optik yang digunakan pada sistem (dalam Gbps). Hal tersebut terlihat dalam mencari *length efficiency* atau dari serat, dimana *length efficiency* merupakan pembagian kuadrat dari *serat bandwidth-distance* dengan *bit rate* yang sama dengan 10 Gbps dikali koefisien  $c$  yang sama dengan 0.5, seperti pada persamaan 2.14.

$$\eta_L = C \times \left( \frac{F_F}{BR} \right)^2 \dots \dots \dots (2.14)$$

Setelah didapat *length efficiency* kemudian dapat dihitung besarnya *dispersion power penalty* dengan persamaan 2.15.

$$dBL = 10 \log(1 + \eta_L) \dots \dots \dots (2.15)$$

Keterangan :

$\eta_L$  = *Length Efficiency*

$dBL$  = *Dispersion Power Penalty* (dB) (Agrawal, 2010).

### 2.13 JDSU MTS-8000

Pada Gambar 2.9 merupakan gambaran dari alat JDSU MTS-8000. JDSU



merupakan modul *transport* yang menggunakan bahan kemasan anti statis untuk menghubungkan modul ke unit dasar. Terdapat tiga pengukuran yaitu:

a. *Optical Time Domain Reflektor (OTDR)*

Merupakan suatu peralatan optoelektronik yang digunakan untuk mengukur parameter-parameter seperti pelemahan (*attenuation*), panjang, kehilangan penceraian dan penyambung, dalam sistem telekomunikasi serat optik.

b. *Chromatic Dispersion (CD)*

*Chromatic Dispersion (CD)* berfungsi untuk mengukur dispersi kromatik, *delay*, dan *slope* dari sinyal optik pada panjang gelombang yang berbeda.

c. *Optical Spectrum Analyzer (OSA)*.

*Optical Spectrum Analyzer (OSA)* berfungsi untuk mengukur kerapatan spektral dari sinyal optik pada panjang gelombang yang berbeda. *Optical Spectrum Analyzer (OSA)* memiliki rentang panjang gelombang yang lebar, kalibrasi yang akurat, resolusi, sensitivitas dan akurasi pengukuran yang tinggi serta amplitudo yang stabil (Alaydrus, 2009).



Gambar 2.9 JDSU MTS-8000 (P.T Telkom, 2017).

### BAB 3. METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas tentang pengujian kinerja sistem transmisi pada PT.Telkom Sidoarjo. Perhitungan dilakukan dengan beberapa tahap seperti perhitungan *power link budget*, pada perhitungan *power link budget* sebelumnya harus menghitung rugi-rugi yang terjadi pada serat optik yaitu rugi-rugi fiber, rugi-rugi penyambungan (*Splice*), rugi-rugi konektor. Kabel yang digunakan ada dua jenis yaitu serat optik G.655 dan serat optik G.652.

Setelah melakukan perhitungan *Power Link budget* maka selanjutnya dilakukan perhitungan yang kedua yakni Dispersi Kromatik pada kabel serat optik G.655 dan serat optik G.652. Pada perhitungan ini nilai *slope* pada saat dispersi ( $S_0$ ) dan panjang gelombang pada saat dispersi ( $\lambda_0$ ) *recomendation international telecommunication union-Telecommunication* (ITU-T) G.655 dan G.652. Panjang gelombang yang digunakan untuk pengukuran atau perhitungan menggunakan rekomendasi PT.Telkom sidoarjo yaitu menggunakan C-BAND 40 *chanal*. Selanjutnya yaitu penentuan kelayakan, yaitu hasil tidak mengganggu sistem kinerja sistem jika nilai *Rise Time Budget*  $\leq 70$  ps sesuai dengan standart *Key Performance Indicator* (KPI), dan nilai *Power Link Budget* -15 dBm sesuai dengan standart yang dimiliki di PT.Telkom Sidoarjo, dan nilai *dispersion power penalty* berada pada keadaan  $P_d < 2$  dB.

#### 3.1 Jalur Pengukuran Jaringan Serat Optik

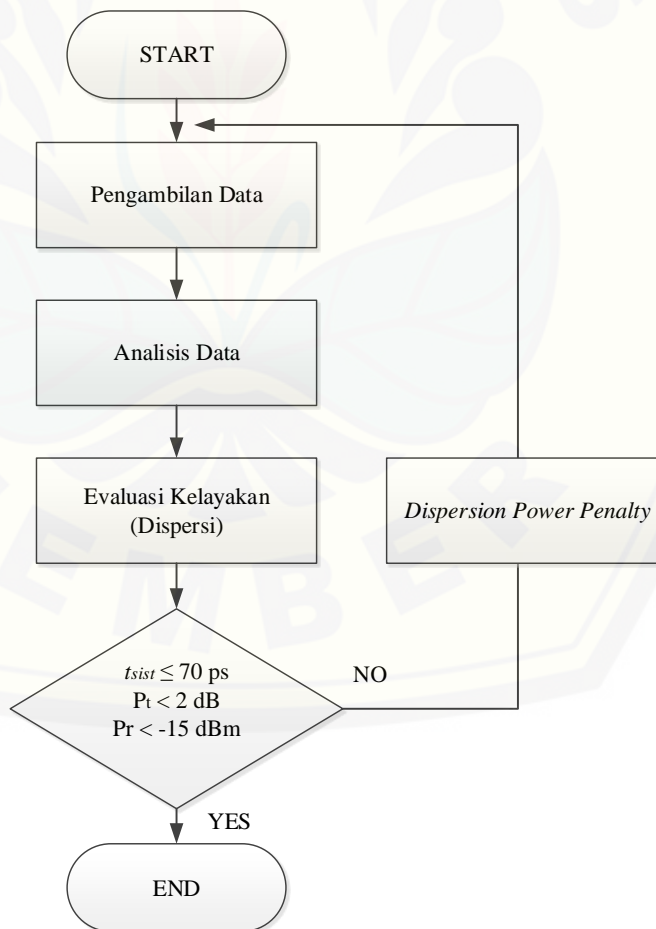
Jalur pengukuran dalam analisis dispersi yang dilakukan pada tulisan ini yaitu dari link Purwosari - Rungkut , link Gempol – Gondang Wetan, link Sidoarjo - Malang dan link Sidoarjo – Pasuruan. Pengukuran ini menggunakan alat ukur JDSU MTS–8000 yaitu merupakan alat ukur yang berfungsi untuk mengukur dispersi kromatik dengan bahan kemasan anti statis untuk menghubungkan modul ke unit dasar secara *point-to-point*. Jalur pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Jalur Pengukuran (Google earth, 2017)

### 3.2 Flowchart Penelitian

Seperti pada Gambar 3.2 dibawah merupakan gambaran dari *flowchart* penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 3.2 Flowchart Penelitian

### 3.3 Tahapan Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi :

1. Studi literatur.

Tahap awal dari penelitian ini yaitu mencari literatur dari penelitian sebelumnya. Sehingga diharapkan penelitian dapat dilaksanakan dan memberikan arahan untuk mengurangi kesalahan.

2. Pengambilan Data

Data diambil setelah dilakukan tahap analisis, hal ini dilakukan untuk mendapatkan data penelitian yang valid. Data yang diambil berupa nilai hasil pengukuran dispersi kromatik, *power link budget* dan menganalisa nilai *rise time budget* dan *dispersion power penalty* dengan cara perhitungan. Dalam pengukuran pengambilan data menggunakan alat JDSU MTS-8000, dalam proses pengambilan data ini ada 4 link yang dilakukan pengukuran yaitu link Purwosari – Rungkut, link Sidoarjo – Gondang Wetan, Sidoarjo – Pasuruan, Sidoarjo – Malang.

3. Analisis

Hal yang akan dianalisis yaitu nilai *power link budget*, analisis yang dilakukan yaitu melakukan perhitungan. Sebelum melakukan perhitungan *power link budget* yaitu melakukan perhitungan rugi-rugi fiber, rugi-rugi *splice*, dan rugi-rugi konektor. Perhitungan kedua yaitu melakukan perhitungan dispersi kromatik, *rise time budget* dan *dispersion power penalty*. Perhitungan dispersi kromatik dengan panjang gelombang pada saat dispersi ( $\lambda_0$ ) dan nilai *slope* pada saat dispersi ( $S_0$ ) mengikuti rekomendasi *international telecommunication union (ITU) G.655* dan *G.652*.

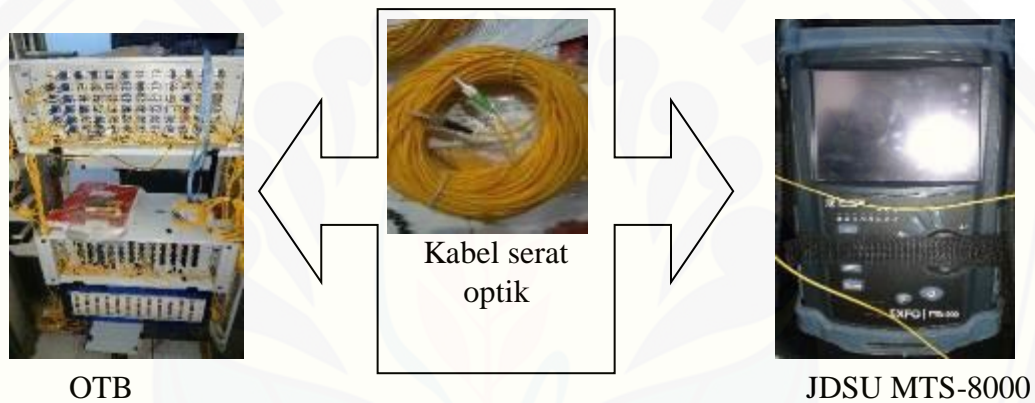
4. Penulisan Laporan

Tahap akhir yang dilakukan adalah penulisan laporan, kegiatan ini berisi pembahasan hasil dari pengukuran dispersi kromatik dan *power budget*, analisis data hingga pembahasan mengenai rumusan kesimpulan akhir dalam penelitian ini.



### 3.4 Rancangan Penelitian.

JDSU merupakan modul *transport* yang menggunakan bahan kemasan anti statis untuk menghubungkan modul ke unit dasar. Terdapat tiga pengukuran yaitu, *Optical Time Domain Reflektor* (OTDR), *Chromatic Dispersion* (CD), dan *Spectrum Analyzer* (OSA). Pada penelitian ini pengukuran digunakan hanya pada *Chromatic Dispersion*, langkah pengukurannya dengan menyambungkan ke kabel serat optik seri G.655 yang sudah terhubung pada *Optical Termination Block* (OTB) setelah itu menyambungkan kabel serat optik ke *Optical Time Domain Reflektor* (OTDR), seperti pada gambar 3.3.



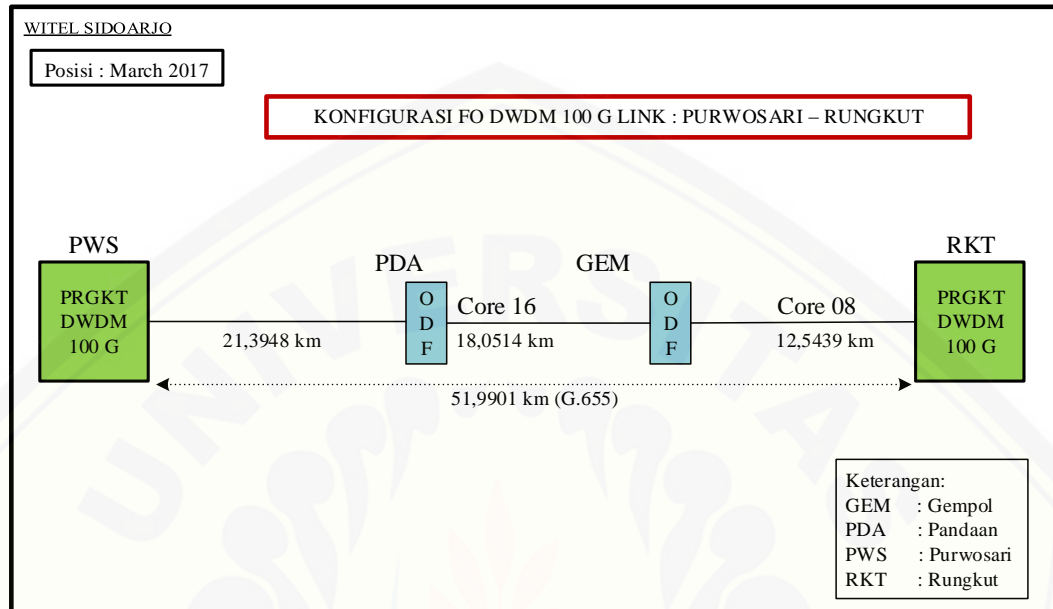
Gambar 3.3 Pengukuran dispersi kromatik Dengan JDSU MTS-8000

### 3.5 Topologi Jaringan Penelitian

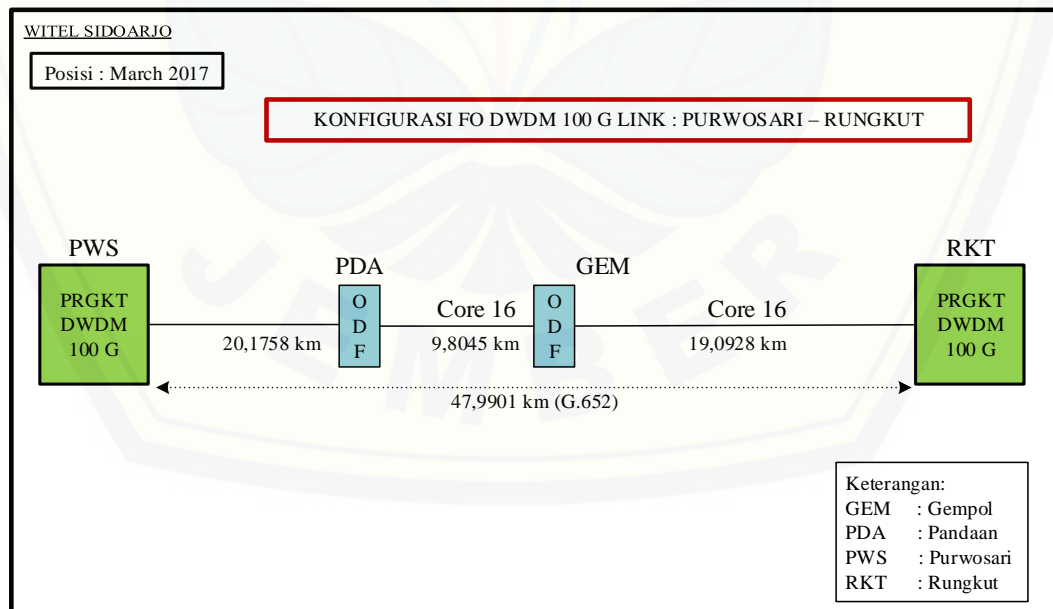
Topologi jaringan yang digunakan pada wilayah kerja PT. Telkom Sidoarjo adalah *point to point*. Terdapat 4 buah link pada penelitian ini yaitu link Purwosari-Rungkut, link Sidoarjo-Gondang Wetan, link Sidoarjo-Malang, link Sidoarjo-Pasuruan.

Pada link Purwosari-Rungkut menggunakan konfigurasi serat optik DWDM dengan *bit rate* sebesar 100 Gbps, yang terletak pada *core* 16, dengan menggunakan kabel G.655 dan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1550 nm dengan jarak 51,9901 km seperti terlihat pada gambar 3.4. Kabel serat optik G.652 dan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1550 nm menggunakan konfigurasi serat optik DWDM dengan *bit rate* sebesar 100 Gbps, yang terletak pada *core* 16 seperti terlihat pada gambar 3.5 dan campuran antara kabel serat

optik G.655 dan G.652 (Mix) dengan jarak 57,6320 km dan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1310 nm menggunakan konfigurasi serat optik DWDM dengan *bit rate* sebesar 100 Gbps. Seperti terlihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.4 Konfigurasi Serat Optik Link Purwosari – Rungkut serat optik G.655 (Sumber: PT.Telkom. 2017)

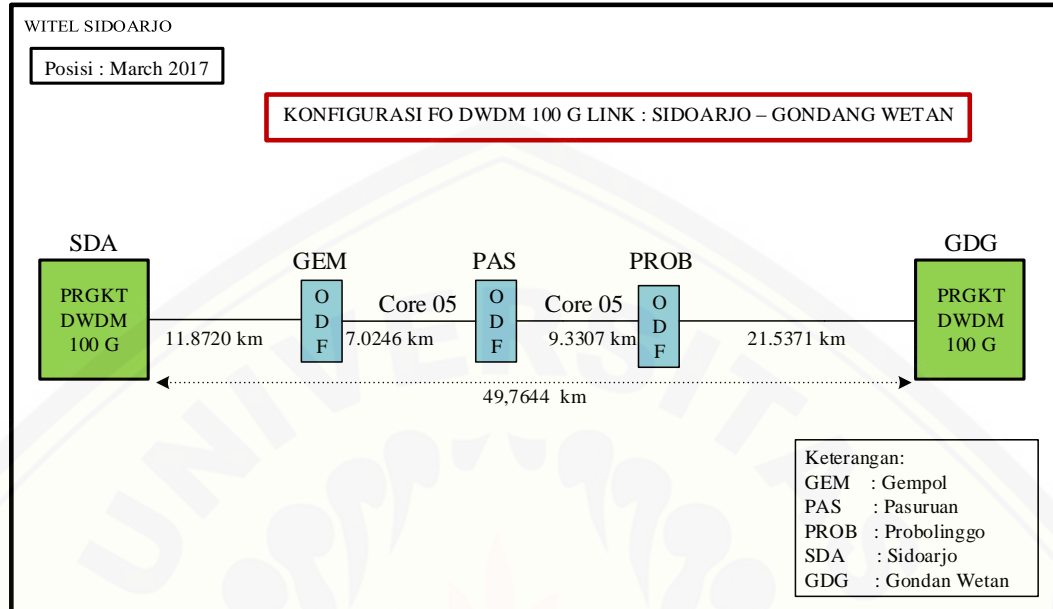


Gambar 3.5 Konfigurasi Serat Optik Link Purwosari – Rungkut serat optik G.652 (Sumber: PT.Telkom. 2017)

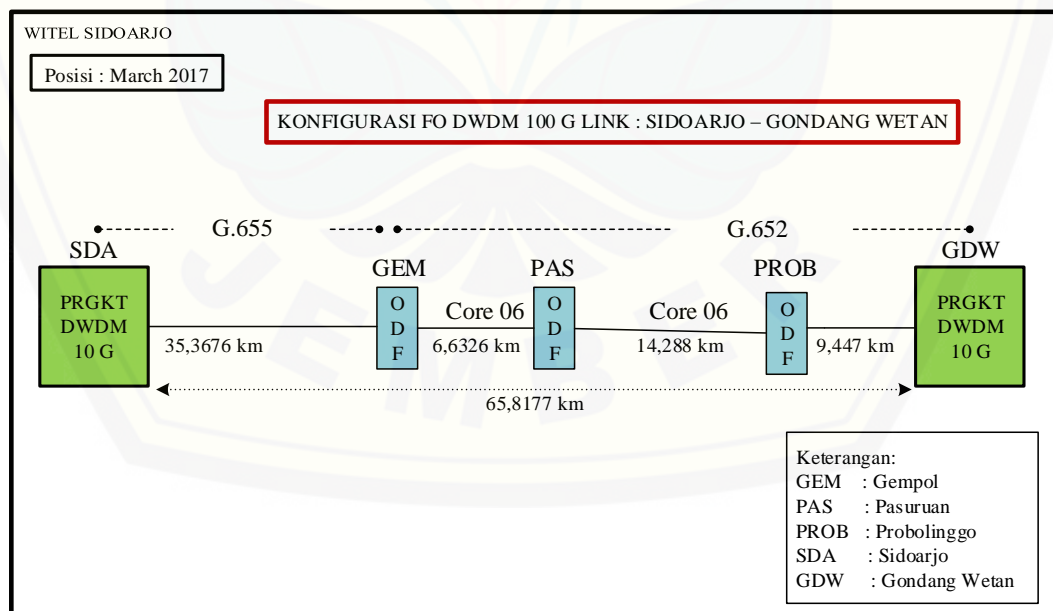




nm dengan jarak 53,8813 km menggunakan konfigurasi serat optik DWDM dengan *bit rate* sebesar 100 Gbps seperti terlihat pada gambar 3.6.

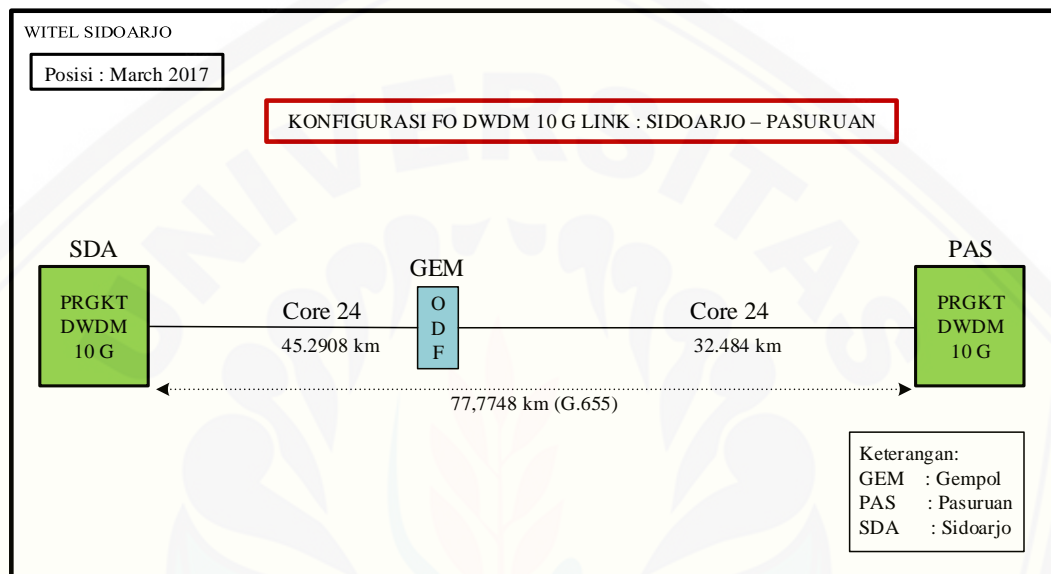


Gambar 3.8 Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo - Gondang Wetan serat optik G.652 (Sumber: PT.Telkom. 2017)

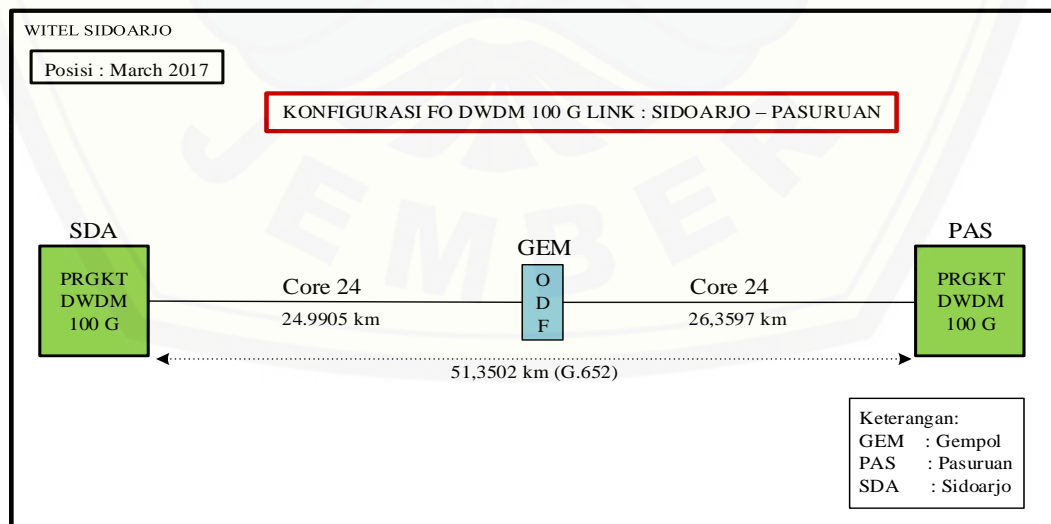


Gambar 3.9 Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo - Gondang Wetan serat optik mix (Sumber: PT.Telkom. 2017)

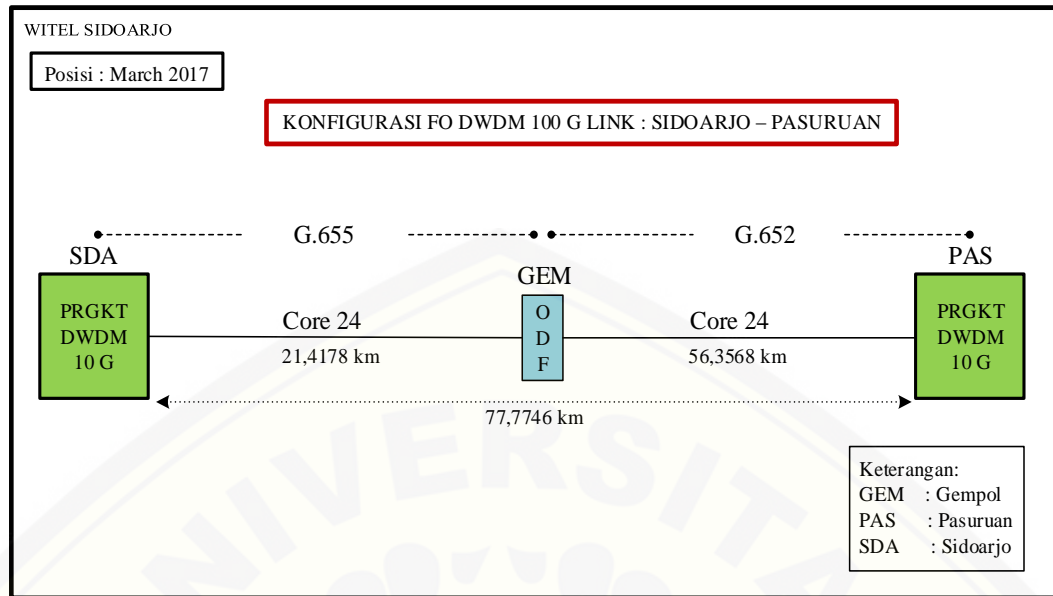
Kabel G.652 dengan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1550 nm dengan jarak 49,7644 km menggunakan konfigurasi serat optik DWDM dengan *bit rate* sebesar 100 Gbps seperti terlihat pada gambar 3.7 dan campuran antara kabel G.655 dan G.652 (Mix) dan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1310 nm menggunakan konfigurasi serat optik DWDM dengan *bit rate* sebesar 100 Gbps seperti terlihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.10 Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo - Pasuruan serat optik G.655  
(Sumber: PT.Telkom. 2017)

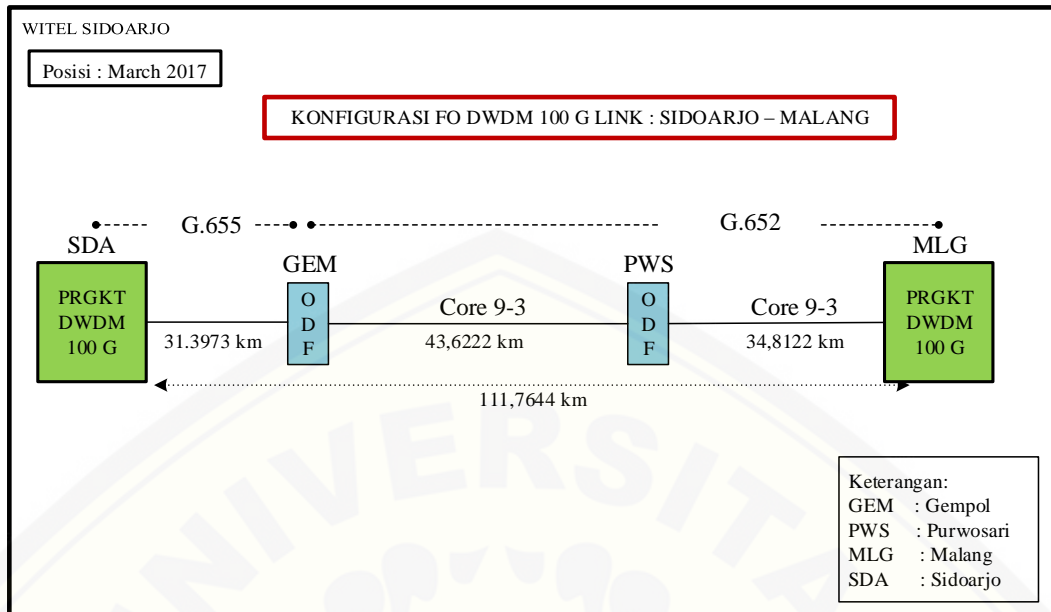


Gambar 3.11 Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo - Pasuruan serat optik G.652  
(Sumber: PT.Telkom. 2017)

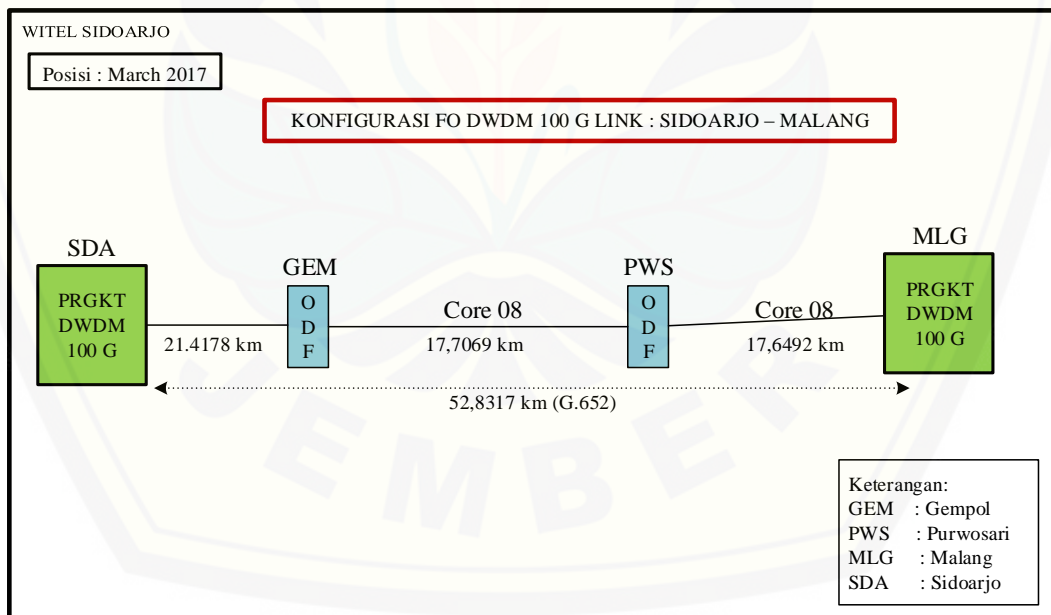


Gambar 3.12 Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo – Pasuruan serat optik mix  
(Sumber: PT.Telkom. 2017)

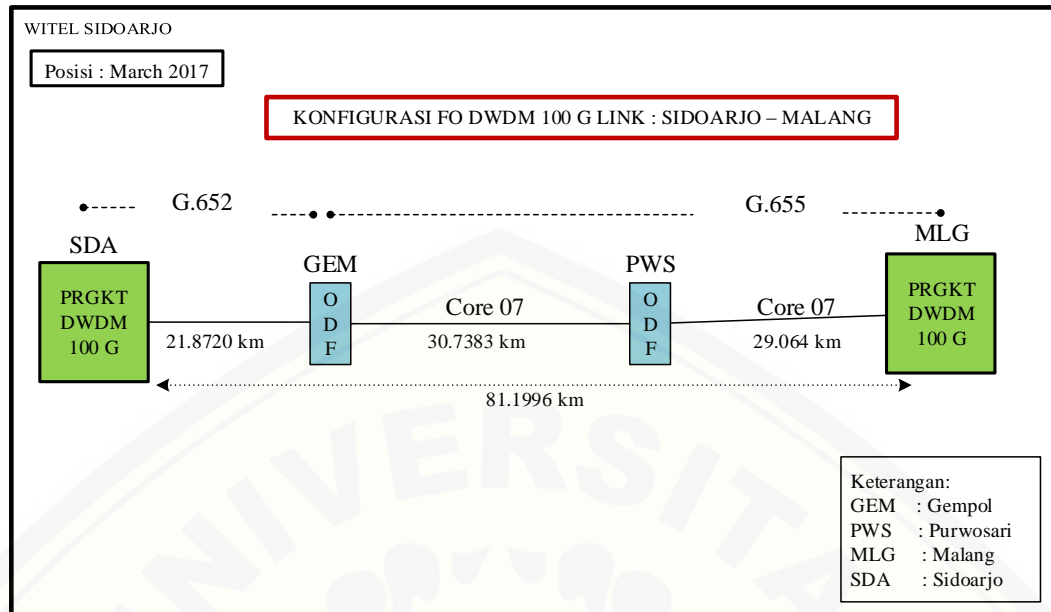
Pada link Sidoarjo-Pasuruan menggunakan konfigurasi serat optik DWDM dengan *bit rate* sebesar 100 Gbps, yang terletak pada *core* 24, dengan menggunakan kabel G.655 dan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1550 nm dengan jarak 77,7748 km terlihat pada gambar 3.9. Kabel G.652 dan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1310 nm menggunakan konfigurasi serat optik DWDM dengan *bit rate* sebesar 100 Gbps dengan jarak 51,3502 km terlihat pada gambar 3.19. Dan campuran antara kabel G.655 dan G.652 (Mix) dan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1550 nm menggunakan konfigurasi serat optik DWDM dengan *bit rate* sebesar 100 Gbps seperti terlihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.13 Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo – Malang serat optik G.655  
 (Sumber: PT.Telkom. 2017)



Gambar 3.14 Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo – Malang serat optik G.652  
 (Sumber: PT.Telkom. 2017)



Gambar 3.15 Konfigurasi Serat Optik Link Sidoarjo – Malang serat optik mix  
(Sumber: PT.Telkom. 2017)

Pada link Sidoarjo-Malang menggunakan konfigurasi serat optik DWDM dengan *bit rate* sebesar 100 Gbps, yang terletak pada *core* 9-3, dengan menggunakan kabel serat optik G.655 dan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1550 nm dengan jarak 111,7644 km seperti gambar 3.12. Kabel G.652 dan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1550 nm menggunakan konfigurasi serat optik DWDM dengan *bit rate* sebesar 100 Gbps, yang terletak pada *core* 08 seperti pada gambar 3.13 dan campuran antara kabel G.655 dan G.652 (Mix) dan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1550 nm seperti terlihat pada gambar 3.14 menggunakan konfigurasi serat optik DWDM dengan *bit rate* sebesar 100 Gbps, yang terletak pada *core* 07 dengan jarak 81,1996 km. Topologi setiap link digunakan untuk meneliti besarnya dispersi kromatik, *power link budget*, *rise time budget* dan *dispersi power penalty* untuk mengetahui kelayakan dari kinerja sistem tersebut.



### 3.6 *Power link Budget*

*Power link Budget* dilakukan dengan dua tahap yaitu dengan cara perhitungan dan pengukuran. Sampel pengukuran pada kabel G.655 link Sidoarjo - Malang dilakukan dengan menggunakan topologi pada gambar 3.12. Pengukuran dilakukan dengan cara menghubungkan serat optik ke *optical time domain reflektometer* (OTDR) yang sudah terhubung pada *Optical Termination Block* (OTB). Setelah kabel optik terpasang di *Optical Termination Block* (OTB) dilakukan pengujian *end-to-end* dengan menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR). Dengan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) akan didapatkan kualitas kabel, seberapa besar *loss* cahaya dan berapa panjang kabel totalnya. Setelah melakukan pengukuran selanjutnya melakukan perhitungan dengan menggunakan jarak sesuai link pengukuran. Perhitungan dilakukan dengan persamaan 2.1 – 2.4 pada bab sebelumnya.

### 3.7 *Dispersi Kromatik*

Pengukuran dispersi kromatik menggunakan topologi yang sama dengan pengukuran *power link budget*. Sampel pengukuran pada kabel mix link Sidoarjo - Pasuruan dilakukan dengan menggunakan topologi pada gambar 3.11. Pengukuran dilakukan dengan cara menghubungkan serat optik ke JDSU MTS-8000 yang sudah terhubung pada *Optical Termination Block* (OTB). Setelah kabel optik terpasang di *Optical Termination Block* (OTB) dilakukan pengujian *end-to-end* dengan menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR). Dengan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) akan didapatkan nilai dispersi pada panjang gelombang yang sudah ditentukan. Setelah melakukan pengukuran selanjutnya melakukan perhitungan dengan menggunakan jarak sesuai link pengukuran. Perhitungan dilakukan dengan persamaan 2.5 dan menghitung total dispersi kromatik dengan menggunakan persamaan 2.6 pada bab sebelumnya.

### 3.7.1 *Rise Time Budget*

Data *rise time budget* didapatkan dengan cara perhitungan pada persamaan 2.7 pada bab sebelumnya. Perhitungan *rise time budget* perlu dilakukan untuk mengetahui nilai laju bit maksimum agar mendukung jarak tempuh.

### 3.7.2 *Dispersi Power penalty*

Sebelum melakukan perhitungan *dispersi power penalty* langkah pertama yaitu menghitung *pulse width* ( $\tau$ ) dengan persamaan 2.8. Setelah didapatkan nilai *pulse width* ( $\tau$ ) pada serat optik tersebut maka dapat dicari besarnya *fiber bandwidth* ( $f$ ) dalam ps/Km, dengan persamaan 2.9. Langkah selanjutnya yaitu menghitung *fiber bandwidth-distance* ( $F$ ) dengan membagi *fiber bandwidth* ( $f$ ) yang telah didapat dengan panjang serat optik yang digunakan ( $L$ ), seperti pada persamaan 2.10. Setelah itu melakukan perhitungan *length efficiency* dengan besar  $c$  yaitu 0,5 cara menghitung dengan persamaan 2.11. Setelah didapat *length efficiency* kemudian dapat dihitung besarnya *dispersion power penalty* dengan persamaan 2.12.

## BAB 5. PENUTUP

Dari hasil-hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian selanjutnya.

### 1.2 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian dan analisa pada penelitian yang berjudul “ Analisis Dispersi Kromatik Terhadap Rugi – Rugi Daya Transmisi Pada Serat Optik *Single Mode*” didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil perhitungan link Sidoarjo – Malang pada kabel G.655 sebesar 6,091874 ps/km.nm sedangkan pada hasil pengukuran yaitu 5,52125 ps/km.nm. Hasil perhitungan dengan hasil pengukuran yang digunakan yaitu hasil pengukuran, karena melakukan pengukuran secara rill.
2. Pada kabel G.652 Link Sidoarjo – Gondang Wetan nilai *Rise Time Budget* sebesar 63,8907 ps dan untuk nilai *Dispersion Power Penalty*  $1,04315.10^{-9}$  dB. Hasil dari link pada kabel G.652 tidak mempengaruhi kinerja sistem karena nilai *Rise Time Budget*  $\leq 70$  ps dan *Dispersion Power Penalty* tidak mengganggu kinerja sistem.
3. Jarak transmisi maksimum untuk kabel G.655 yaitu 174,6667 Km, kabel G.652 sebesar 161,8667 Km dan pada kabel mix sebesar 149,0667 Km. Jika kabel melebihi jarak maksimum maka perlu dipasang *optical maplifier* ditengah – tengah sambungan serat optik untuk memperkuat sinyal optik yang telah melemah.

### 5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian, penulis memberikan saran untuk mengembangkan penelitian ini untuk penelitian berikutnya antara lain.

1. Membandingkan pengukuran dispersi kromatik dengan menggunakan penguat dan tidak menggunakan penguat.

2. Melakukan analisa jaringan dengan jarak yang lebih jauh.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Alaydrus, M. 2009. *Saluran Transmisi Telekomunikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Bass, M. 2001. *Fiber Optic And Nonlinear Optic*. America: McGRAW-HILL.
- G.Brown, T. 2002. *Optical Fiber And Fiber Optic Communication*. New York: University Of Rochester.
- International Telecommunication Union- Telecommunication Standardization Sector. 2009. Characteristic of A Single-Mode Optical Fibre And Cable. *Recomendation G.652*.
- International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector . 2009. Characteristic of A Non-Zero Dispersion-Shifted Single Mode Optical Fibre and Cable. *Recomendation G.655*.
- International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector . 2009. *Characteristic of A Single-Mode Optical Fibre and Cable*. fascicle III.3.
- International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector . 2015. *Serial Digital Fibre Transmission System For Signals Conforming To Recommendations ITU-R BT. 656, ITU-R BT.799, ITU-R BT.1120 And ITU-R BT.2077 (Part 3)*. Geneva.
- K.Thyagarajan, A. G. 2000. *Optical Waveguides And Fibers*. India: Indian Institute Of Technology.
- M.Senior, J. 2009. *Optical Fiber Communications Prinsiples And Practice*. Prentice: Hall International (UK) Ltd.
- OFS Fitel, L. 2014, October. Diambil kembali dari True Wave RS Low Water Peak Fiber: [www.ofsoptic.com/ofs-fiber](http://www.ofsoptic.com/ofs-fiber)
- P.Agrawal, G. 2002. *Fiber Optik Communication System*. New York: University OfRochester.
- Prihadian, A. S. 2016. *Analisis Dispersi Terhadap Media Transmisi Pada Serat Optik Singlemode Di PT Telkom Rungkut Surabaya*. Jember: Universitas Jember.

Sterlite Optical Technologies Ltd. 2003. *Mixing Of G655 And G652 Fiber In a Network*. India: Sterlite Optical Technologies Ltd.





## DAFTAR ISTILAH

### I

**ITU-T** ITU-T (*international telecommunicatin union-telecommunication*) adalah rekomendasi standart

### N

**NMS** NMS (*Network Monitoring System*) adalah perangkat yang memonitoring pengukuran daya menggunakan optikal power meter, untuk melakukan perhitungan *power link budget* maka daya yang digunakan adalah daya yang bekerja pada sistem

### P

**PWS – RKT** PWS – RKT adalah Purwosari – Rungkut

### S

**SDA – GDW** SDA – GDW adalah Sidoarjo – Gondang Wetan

**SDA – ML** SDA – ML adalah Sidoarjo Malang

**SDA – PAS** SDA – PAS adalah Sidosrjo – Pasuruan

**SKSO** SKSO (Sistem komunikasi serat optik) adalah sistem komunikasi yang dalam pengiriman informasinya menggunakan sumber optik sedangkan proses penerimaan informasinya menggunakan detektor optik, dalam proses pengiriman informasi tersebut menggunakan media transmisi kabel serat optik.

LAMPIRAN

**A. Hasil Pengukuran *Power Link Budget* Link Purwosari – Rungkut**

Parameter	Purwosari – Rungkut
Jarak G.655	51,9901 Km
Jarak G.652	47,9901 Km
Jarak Mix	57,6320 Km
Jenis Kabel	Single Mode
Tipe Kabel	G.655 G.652 G.655 dan G.652 (Mix)
Jumlah Splice G.655	5 Splice
Jumlah Splice G.652	10 Splice
Jumlah Splice Mix	17 Splice
Jumlah Konekor	2
Loss Fiber	0,15 dB
Loss Splice	0,24 dB
Loss Konektor	0,5 dB
Daya Transmitter ( $P_t$ )	23 dBm

Link purwosari – Rungkut fiber optik G.655

$$\begin{aligned}
 \text{Loss Fiber (} L_f \text{)} & : \alpha_f = L \times L_f \\
 & = 51,9901 \times 0,35 \\
 & = 7,798515 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Loss Splice (} L_s \text{)} & : \alpha_s = N_s \times L_s \\
 & = 5 \times 0,24 \\
 & = 1,2 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Loss konektor } (L_c) : \alpha_c &= N_c \times L_c \\
 &= 2 \times 0,5 \\
 &= 1 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Perhitungan *Power Link Budget*

$$\begin{aligned}
 P_r &= P_t - \alpha_f - \alpha_s - \alpha_c \\
 &= 23 \text{ (dBm)} - 7,798515 - 1,2 - 1 \\
 &= 13,00149 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

### B. Hasil Pengukuran *Power Link Budget* Link Sidoarjo – Gondang Wetan

Parameter	Sidoarjo – Gondang Wetan
Jarak G.655	53,8813 Km
Jarak G.652	49,7644 Km
Jarak Mix	65,8177 Km
Jenis Kabel	Single Mode
Tipe Kabel	G.655 G.652 G.655 dan G.652 (Mix)
Jumlah Splice G.655	7 Splice
Jumlah Splice G.652	4 Splice
Jumlah Splice Mix	4 Splice
Jumlah Konekor	2
Loss Fiber	0,15 dB
Loss Splice	0,24 dB
Loss Konektor	0,5 dB
Daya Transmitter (P <sub>t</sub> )	23 dBm

### C. Hasil Pengukuran *Power Link Budget* Link Sidoarjo - Pasuruan

Parameter	Sidoarjo – Pasuruan
Jarak G.655	77,7746 Km
Jarak G.652	51,3502 Km

Jarak Mix	77,7746 Km
Jenis Kabel	Single Mode
Tipe Kabel	G.655 G.652 G.655 dan G.652 (Mix)
Jumlah Splice G.655	2 Splice
Jumlah Splice G.652	13 Splice
Jumlah Splice Mix	7 Splice
Jumlah Konektor	2
Loss Fiber	0,15 dB
Loss Splice	0,24 dB
Loss Konektor	0,5 dB

#### **D. Hasil Pengukuran *Power Link Budget Link* Sidoarjo - Malang**

Parameter	Sidoarjo – Malang
Jarak G.655	111,7644 Km
Jarak G.652	52,8317 Km
Jarak Mix	81,1996 Km
Jenis Kabel	Single Mode
Tipe Kabel	G.655 G.652 G.655 dan G.652 (Mix)
Jumlah Splice G.655	6 Splice
Jumlah Splice G.652	1 Splice
Jumlah Splice Mix	7 Splice
Jumlah Konektor	2
Loss Fiber	0,15 dB
Loss Splice	0,24 dB
Loss Konektor	0,5 dB
Daya Transmitter ( $P_t$ )	23 dBm

**E. Perhitungan Dispersi Kromatik Link Purwosari – Rungkut**

Link purwosari – Rungkut fiber optik G.655

$\lambda = 1530,33 \text{ nm}$

$$\begin{aligned} D(\lambda) &= \frac{S_0}{4} \left[ \lambda - \frac{\lambda_0^4}{\lambda^3} \right] \\ &= \frac{0,093}{4} \left[ 1530,33 - \frac{1490^4}{1530,33^3} \right] \\ &= 0,02325 [1530,33 - 1375,275789] \\ &= 3,60501 \text{ ps/km.nm} \end{aligned}$$

$\lambda = 1540,56 \text{ nm}$

$$\begin{aligned} D(\lambda) &= \frac{S_0}{4} \left[ \lambda - \frac{\lambda_0^4}{\lambda^3} \right] \\ &= \frac{0,093}{4} \left[ 1540,56 - \frac{1490^4}{1540,56^3} \right] \\ &= 0,02325 [1540,56 - 1348,059997] \\ &= 4,72729 \text{ ps/km.nm} \end{aligned}$$

$\lambda = 1550,12 \text{ nm}$

$$\begin{aligned} D(\lambda) &= \frac{S_0}{4} \left[ \lambda - \frac{\lambda_0^4}{\lambda^3} \right] \\ &= \frac{0,093}{4} \left[ 1550,12 - \frac{1490^4}{1550,12^3} \right] \\ &= 0,02325 [1550,12 - 1323,271974] \\ &= 5,27422 \text{ ps/km.nm} \end{aligned}$$

Link purwosari – Rungkut fiber optik G.652 dan G.655 (Mix)

$\lambda = 1530,33 \text{ nm}$

$$\begin{aligned} D_{\text{Mix}} &= (D_{G.655} \times L_{G.655} + D_{G.652} \times L_{G.652}) / (L_{G.655} + L_{G.652}) \\ &= (3,60501 \times 29,9803 + 11,2406 \times 27,6517) / (29,9803 + 27,6517) \\ &= 7,26856 \text{ ps/km.nm} \end{aligned}$$

$\lambda = 1540,56 \text{ nm}$

$$D_{\text{Mix}} = (D_{G.655} \times L_{G.655} + D_{G.652} \times L_{G.652}) / (L_{G.655} + L_{G.652})$$



$$= (4,47563 \times 29,9803 + 11,95001 \times 27,6517) / (29,9803 + 27,6517)$$

$$= 7,26856 \text{ ps/km.nm}$$

$$\lambda = 1550,12 \text{ nm}$$

$$D_{\text{Mix}} = (D_{G.655} \times L_{G.655} + D_{G.652} \times L_{G.652}) / (L_{G.655} + L_{G.652})$$

$$= (5,6851 \times 29,980 + 10,8981 \times 27,6517) / (29,980 + 27,6517)$$

$$= 8,06182 \text{ ps/km.nm}$$

Perhitungan total dispersi pada link Purwosari – Rungkut pada fiber optik G.655

$$D_t = D(\lambda) \times \sigma_\lambda \times L$$

$$= 5,223804 \times 0,1 \times 51,9901$$

$$= 27,1586 \text{ ps}$$

Perhitungan Rise Time budget fiber optik G.655

$$t_{\text{sisit}} = \sqrt{t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{rx}}^2 + D_t^2}$$

$$= \sqrt{3,5^2 + 3,5^2 + 27,1586^2}$$

$$= \sqrt{762,089554}$$

$$= 27,60597 \text{ ps}$$

Perhitungan total *bandwith* G.655

$$BW_{\text{tot}} = \frac{350}{27,60597}$$

$$= 12,67842 \text{ GHz}$$

Perhitungan *Pulse Width* fiber optik G.655

$$\tau = \sigma_\lambda \cdot D\lambda$$

$$= 0,1 \times 5,27422$$

$$= 0,527422 \text{ ps/km}$$

Perhitungan *Fiber Bandwidth* G.655

$$f = \frac{\ln 4}{\tau \cdot \pi}$$

$$= \frac{1,3863}{0,527422 \times 3,14} = 0,837085 \text{ ps}$$

Perhitungan *Fiber Bandwidth-distance* G.655

$$\begin{aligned} F_F &= \frac{f}{L} \\ &= \frac{0,837085}{51,9901} \\ &= 0,016101 \text{ ps/km}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan *Length efficiency* G.655

$$\begin{aligned} \eta_L &= C \times \left( \frac{F_F}{BR} \right)^2 \\ &= 0,5 \left( \frac{0,016101}{100} \right)^2 \\ &= 1,29621 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

Perhitungan *dispersion power penalty* G.655

$$\begin{aligned} \text{dBL} &= 10 \log(1 + \eta_L) \\ &= 10 \log(1 + 1,32129 \cdot 10^{-8}) \\ &= 5,62937 \cdot 10^{-7} \text{ dB} \end{aligned}$$

Perhitungan *Error Persen*

$$\begin{aligned} \text{Fiber Optik G.655} \quad E \% &= \left| \frac{\text{Perhitungan} - \text{Pengukuran}}{\text{Pengukuran}} \right| \times 100 \% \\ &= \left| \frac{5,274217 - 5,2238}{5,2238} \right| \times 100 \% \\ &= 0,96514 \% \end{aligned}$$

## Pengukuran Link Purwosari - Rungkut (G.655)

Wavelength (nm)	Delay (Ps/km)	Dispersion (ps/km.nm)	Slope (ps/km.nm <sup>2</sup> )
1560,61	2285,19	6,084949	0,098
1559,79	2264,68	6,01823	0,097
1558,98	2244,17	5,952227	0,097
1558,17	2223,66	5,886126	0,097
1557,36	2203,15	5,819926	0,097
1556,55	2182,64	5,753628	0,097
1555,75	2162,13	5,688051	0,097
1554,94	2141,62	5,621556	0,097
1554,94	2121,11	5,621556	0,097
1554,13	2100,6	5,554961	0,097
1553,33	2080,09	5,489091	0,097
1552,52	2059,58	5,422298	0,097
1551,72	2039,07	5,356231	0,096
1550,92	2018,56	5,290067	0,096
1550,12	2006,87	5,223804	0,096
1549,32	1987,72	5,157442	0,096
1548,51	1968,66	5,090151	0,096
1547,72	1949,6	5,024423	0,095
1546,92	1930,54	4,957764	0,095
1546,12	1911,48	4,891006	0,095
1545,32	1892,42	4,824149	0,095
1544,53	1873,36	4,758028	0,095
1543,73	1854,3	4,690972	0,095
1542,94	1835,24	4,624654	0,094
1542,14	1816,18	4,557397	0,094
1541,35	1806,12	4,490882	0,094

1540,56	1783,31	4,424268	0,094
1539,77	1765,29	4,357554	0,094
1538,98	1747,27	4,290742	0,093
1538,19	1729,25	4,22383	0,093
1537,4	1711,23	4,156818	0,093
1536,61	1694,76	4,089706	0,093
1535,82	1676,61	4,022493	0,093
1535,04	1658,46	3,956033	0,093
1534,25	1640,31	3,88862	0,093
1533,47	1622,16	3,821962	0,093
1532,68	1604,01	3,754348	0,092
1531,9	1590,26	3,68749	0,092
1531,12	1573,27	3,620533	0,092
1530,33	1556,28	3,552616	0,092
1529,55	1539,29	3,485459	0,092

## Pengukuran Link Purwosari - Rungkut (G.652)

Wavelength (nm)	Delay (Ps/km)	Dispersion (ps/km.nm)	Slope (ps/km.nm <sup>2</sup> )
1560,61	2285,19	13,10902	0,098
1559,79	2264,68	13,05421	0,097
1558,98	2244,17	12,99999	0,097
1558,17	2223,66	12,9457	0,097
1557,36	2203,15	12,89133	0,097
1556,55	2182,64	12,83689	0,097
1555,75	2162,13	12,78304	0,097
1554,94	2141,62	12,72845	0,097
1554,94	2121,11	12,72845	0,097
1554,13	2100,6	12,67379	0,097
1553,33	2080,09	12,61972	0,097
1552,52	2059,58	12,5649	0,097
1551,72	2039,07	12,51069	0,096
1550,92	2018,56	12,4564	0,096
1550,12	2006,87	12,40204	0,096
1549,32	1987,72	12,34761	0,096
1548,51	1968,66	12,29242	0,096
1547,72	1949,6	12,23851	0,095
1546,92	1930,54	12,18385	0,095
1546,12	1911,48	12,12912	0,095
1545,32	1892,42	12,07431	0,095
1544,53	1873,36	12,02011	0,095
1543,73	1854,3	11,96515	0,095
1542,94	1835,24	11,9108	0,094
1542,14	1816,18	11,85569	0,094
1541,35	1806,12	11,80119	0,094



1540,56	1783,31	11,74662	0,094
1539,77	1765,29	11,69198	0,094
1538,98	1747,27	11,63725	0,093
1538,19	1729,25	11,58246	0,093
1537,4	1711,23	11,52759	0,093
1536,61	1694,76	11,47264	0,093
1535,82	1676,61	11,41762	0,093
1535,04	1658,46	11,36322	0,093
1534,25	1640,31	11,30804	0,093
1533,47	1622,16	11,25349	0,093
1532,68	1604,01	11,19816	0,092
1531,9	1590,26	11,14346	0,092
1531,12	1573,27	11,08869	0,092
1530,33	1556,28	11,03313	0,092
1529,55	1539,29	10,97821	0,092

**DOKUMENTASI**



