

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGUKURAN DAN  
PERHITUNGAN TRANSMISI JARINGAN *BACKBONE LINK*  
CIKUPA-CIWANDAN DI PT TELEKOMUNIKASI  
INDONESIA, TBK**

**SKRIPSI**

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)



**Disusun oleh:**

**ANIS TRI ZULAIKAH**

**NIM.3332150059**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
2019**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut :

Judul : Analisis Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan  
Transmisi Jaringan *Backbone Link* Cikupa Ciwandan di  
PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk.

Nama Mahasiswa : Anis Tri Zulaikah

NPM : 3332150059

Fakultas/Jurusan : Teknik/Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi tersebut di atas adalah benar-benar hasil karya asli dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya saya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 15 Agustus 2019



Anis Tri Zulaikah

3332150059

## LEMBAR PENGESAHAN

Dengan ini ditetapkan bahwa Skripsi berikut

Judul : Analisis Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan Transmisi Jaringan *Backbone Link* Cikupa Ciwandan di PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk.

Nama Mahasiswa : Anis Tri Zulaikah

NPM : 3332150059

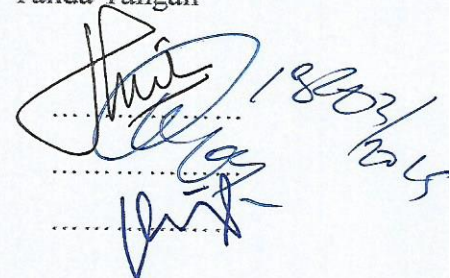
Fakultas/Jurusan : Teknik Elektro

Telah diuji dan dipertahankan pada tanggal 24 Juli 2019 melalui Sidang Skripsi di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon dan dinyatakan LULUS

Dewan Penguji

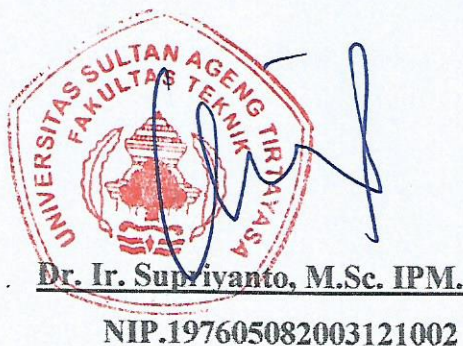
Pembimbing I : Herudin, S.T., M.T.  
Penguji I : Ir. Ri Munarto, M.Eng  
Penguji II : Dr. Ir. Supriyanto, M.Sc. IPM.

Tanda Tangan

  
18/07/2019

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

  
Dr. Ir. Supriyanto, M.Sc. IPM.  
NIP.197605082003121002

## LEMBAR PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah, atas rahmat dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Karya sederhana ini ku persembahkan untuk:*

1. Kedua orang tuaku; Bapak Samsudin dan Ibu Suyatin yang telah mendukungku, memberiku motivasi dalam segala hal serta memberikan kasih sayang yang teramat besar yang tak mungkin bisa ku balas dengan apapun.
2. Mas Sardi, Mba Beny Susilowati, Mba Vera Dwi Puspitarsari dan dek Alissa Bintang Ardhistyia, terimakasih telah memberiku motivasi dan kasih sayang yang teramat dalam.
3. Personil Subunit Khayangan (Sri Andari Damayani dan Hafidhah Nuharani) serta Rizky Wahyudi yang berjuang bersama dari seminar proposal sampai selesainya sidang akhir, terimakasih untuk perjuangan kali ini tanpa kalian mungkin aku gak bisa apa-apa. Dan SELAMAT kalian sudah hebat ...
4. Rina Tri Handayani, Kharisma Dewi Candra Wulan, Venna Vanesha Verbipratixca yang sudah mendengarkan keluh kesah saya dalam mengerjakan skripsi selama ini. Ayo semangat ngerjain skripsinya...
5. Citra, Atis, Azifa, Oya, Togi, Vivi, Via, Bagus, Arip dan RF makasih buat persahabatannya gaes, terimakasih sudah ada dalam suka dan duka, semoga diberi kelancaran dalam mengerjakan skripsinya. SEMANGATT
6. Anak anak Teknik Elektro 2015 yang tidak bisa disebutkan satu satu, terimakasih atas 4 tahunnya LOVE YOU ALL, Ayo Wisuda bareng .

## PRAKATA



Puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan semesta Alam yang telah memberikan nikmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Analisis Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan Transmisi Jaringan *Backbone Link* Cikupa Ciwandan di PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk.** Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi S1 dan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Penulisan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dari pihak lain. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu serta membatu dalam pelaksanaan, penulisan, dan penyelesaian skripsi ini, yaitu:

1. Bapak Dr. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknis Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Rian Fahrizal, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis.
3. Bapak Herudin, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan bimbingan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Dina Estining Tyas, S.T., MT., selaku Dosen Konsultan yang telah memberikan arahan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Ri Munarto, M.Eng dan Bapak Dr. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun agar skripsi ini menjadi lebih baik.
6. Bapak H.M Hartono, S.T., M.T dan Muhammad Sadikin, S.T., M.T selaku Koordinator Skripsi yang telah memberikan bimbingan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.

7. Bapak Abdul Halim Chatomy selaku Asisten Manager yang banyak membimbing di PT Telekomunikasi Indonesia.
8. Bapak Dedi Kurniadi yang banyak membantu dalam pengambilan data di lapangan bagian optik.
9. Bapak Satiman selaku ketua Squad Bravo yang banyak membantu dalam pengambilan data di STO Serang
10. Bapak Mastari, Bapak Sulaiman dan Bapak Supandi selaku karyawan unit Squad Bravo yang telah membantu selama proses pengambilan data di lapangan.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih banyak atas bantuan, dukungan dan motivasinya selama melaksanakan studi dan menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis menyadari banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kedepannya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat kepada semua kalangan khususnya pada bidang telekomunikasi.

Cilegon, Juli 2019

Penulis

## ABSTRAK

Anis Tri Zulaikah  
Teknik Elektro

Analisis Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan Transmisi Jaringan *Backbone Link* Cikupa Ciwandan di PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk.

Kabel Serat optik merupakan salah satu media transmisi yang mampu menyalurkan data dengan kapasitas besar dengan kehandalan tinggi. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran dan perhitungan terhadap jaringan serat optik *link backbone* Cikupa-Ciwandan. Metode yang digunakan adalah *Optical Link Power Budget* dan *Rise Time Budget* dengan ketentuan standar ITU-T G957 untuk *optical link power budget* sebesar  $\leq -28$  dBm dan *rise time budget*  $\leq 70$  ps. Berdasarkan hasil perhitungan *link budget* diperoleh daya penerima terbesar ada pada *link* KT96 Cikupa-Serang sebesar -11,36291262 dBm dan nilai daya penerima terendah terdapat pada *link* KU48 Cikupa-Ciwandan dengan nilai -22,856 dBm. Pada perhitungan *Rise Time Budget* didapatkan nilai *rise time* tertinggi pada *link* KT96 Cikupa-Serang dengan nilai sebesar 55,72 ps dan KT96 Serang-Ciwandan merupakan *link* dengan nilai *rise time* terendah sebesar 51,02 ps, yang mengindikasikan seluruh *link* yang telah dibangun memiliki kinerja yang baik dan sesuai dengan standar minimal yang diinginkan PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk.

**Kata kunci:** Redaman, *Rise Time Budget*, *Optical Link Power Budget*, Daya Penerima

## **ABSTRACT**

Anis Tri Zulaikah  
Electrical Engineering

Comparative Analysis of the Measurement and Calculation of Cikupa Ciwandan Backbone Link Network Transmission at PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk.

Fiber optic cable is a transmission medium that is able to transmit data with a large capacity with high reliability. In this research, measurement and calculation of the fiber-optic network backbone link-Ciwandan Cikupa. The method used is the Optical Link Power Budget and Rise Time Budget with the provisions of ITU-T G957 standard for optical power link budget of  $\leq -28$  dBm and rise time budget  $\leq 70$  ps. Based on the results obtained power link budget calculation largest recipient is in link-Serang Cikupa KT96 by -11.36291262 dBm and receiver power value was lowest for the link-Ciwandan Cikupa KU48 with value -22.856 dBm, On the Rise Time Budget calculations obtain the highest value on the rise time KT96 link Cikupa-Attacka value of 55.72 ps and Attack-Ciwandan KT96 is a link with the lowest rise time value of 51.02 ps, indicating all links that have been built have performed well and in accordance with the desired minimum standards PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk,

**Keywords: damping, Rise Time Budget, Optical Link Power Budget, Power Receiver**



# DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Sistem Komunikasi Serat Optik .....	6
2.2 Serat Optik .....	7
2.3 Struktur Kabel Serat Optik .....	8
2.4 Jenis-Jenis Serat Optik.....	9
2.5 Cara Kerja Serat Optik.....	10
2.6 Perkembangan Sistem Komunikasi Serat Optik di Indonesia .....	10
2.6.1 Perkembangan Terakhir Serat Optik di Indonesia.....	12
2.6.2 Peta Fiber Optik Indonesia .....	13
2.7 Redaman ( <i>Attenuasi</i> ) .....	14

2.8 Rugi-Rugi Karena Penggunaan Serat Optik sebagai Media.....	16
2.9 <i>Optical Link Power Budget</i> .....	17
2.10 <i>Rise Time Budget</i> .....	18
2.11 Parameter Jaringan Fiber Optik .....	19
2.12 Kajian Pustaka .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Alur Penelitian .....	24
3.2 Tahapan Penelitian.....	25
3.3 Metode Penelitian .....	26
3.3.1 Pengukuran Daya.....	26
3.3.2 Pengukuran Redaman .....	26
3.3.2.1 Pengolahan Data .....	26
3.4 Lokasi Penelitian .....	27
3.5 Komponen Penelitian.....	28
3.5.1 Komponen <i>Software</i> .....	28
3.5.2 Komponen <i>Hardware</i> .....	30
3.6 Data Penelitian.....	34
3.6.1 Data Primer .....	34
3.6.2 Data Sekunder.....	38
3.7 Tempat dan Waktu Penelitian.....	42
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Perhitungan <i>Optical Link Power Budget</i> .....	43
4.2 Analisis Hasil Penelitian <i>Optical link Power Budget</i> .....	51
4.3 Perhitungan <i>Rise Time Budget</i> .....	60
4.4 Analisis Hasil Penelitian <i>Rise Time Budget</i> .....	63
4.5 Rekomendasi Solusi .....	64
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	68
5.2 Saran .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	68
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Optical Fiber Windows</i> .....	6
Gambar 2.2 Komponen Penting SKSO .....	7
Gambar 2.3 Struktur Kabel Serat Optik .....	8
Gambar 2.4 Perambatan Cahaya pada Serat Optik Yang Lurus.....	10
Gambar 2.5 Pembagian Wilayah Fiber Optik .....	11
Gambar 2.6 Pembagian Wilayah Palapa Ring.....	14
Gambar 2.7 Ilustrasi Penyerapan ( <i>Absorption</i> ) dalam Serat optik .....	16
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Hasil Pengolahan Data <i>Software</i> AQ9732 Emulation.....	27
Gambar 3.3 Cakupan Area <i>Link</i> Cikupa-Ciwandan .....	27
Gambar 3.4 Peta Ring 1 JASUKA (Jawa, Sumatra dan Kalimantan) <i>Backbone</i> .....	28
Gambar 3.5 Tampilan Yokogawa AQ792 <i>emulation</i> .....	29
Gambar 3.6 Tampilan <i>Network Monitoring System</i> (NMS) SBCS Cikupa .....	29
Gambar 3.7 <i>Optical Time Division Reflectometer</i> (OTDR) Yokogawa.....	30
Gambar 3.8 <i>Optical Time Division Reflectometer</i> (OTDR) EXFO FTB-1 Pro ...	31
Gambar 3.9 Fiber Optik G655 96 <i>core</i> .....	32
Gambar 3.10 Konektor Serang-Ciwandan di STO Serang.....	33
Gambar 3.11 Konektor Cikupa-Serang di STO Serang .....	33
Gambar 3.12 Gambar Konfigurasi Fiber Optik Cikupa-Ciwandan KT-96C .....	39
Gambar 3.13 Kabel tanah KT-96 pada <i>link</i> Cikupa-Ciwandan.....	39
Gambar 3.14 Gambar Konfigurasi Fiber Optik Cikupa-Ciwandan KU-48C.....	40
Gambar 3.15 Kabel Udara KU-48 <i>link</i> Cikupa-Ciwandan.....	40
Gambar 3.16 Tiang Besi 9 Meter .....	41
Gambar 3.17 Pembagian <i>Joint</i> Pada Konfigurasi Fiber Optik KU48 .....	41
Gambar 4.1 Grafik Hasil Perbandingan Daya Penerima Pengukuran,Perhitungan dan standar PT Telkom <i>Core</i> 1-48 <i>link</i> Cikupa-Ciwandan.....	53

Gambar 4.2 Grafik Hasil Perbandingan Daya Penerima Pengukuran,Perhitungan dan standar PT Telkom <i>Core 49-96 link</i> Cikupa-Ciwandan .....	54
Gambar 4.3 Serat Optik putus di depan Perumahan Serang <i>City</i> .....	56
Gambar 4.4 Perbandingan Nilai Total <i>Rise time</i> dengan format modulasi NRZ .	64

## DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Karakteristik antarmuka STM-16 (ITU-T Rec. G.957).....	20
Tabel 2.2 Standar Parameter Fiber Optik menurut PT.Telekomunikasi .....	20
Tabel 3.1 Data Spesifikasi OTDR Yokogawa AQ97932.....	30
Tabel 3.2 Data Spesifikasi OTDR EXFO FTB-1 Pro .....	31
Tabel 3.3 <i>Datasheet</i> Kabel G655 .....	32
Tabel 3.4 <i>Datasheet SC-Simplex Connector</i> .....	33
Tabel 3.5 Hasil Pengukuran Redaman Cikupa-Serang KT-96.....	34
Tabel 3.6 Hasil Pengukuran Redaman Serang-Ciwandan KT-96.....	36
Tabel 3.7 Hasil Pengukuran Redaman Cikupa-Ciwandan KU-48 .....	37
Tabel 3.8 Hasil Pengukuran <i>Rise Time Budget</i> .....	38
Tabel 3.9 Data Fiber STO Cikupa-Ciwandan pada KT-96 .....	39
Tabel 3.10 Data Fiber STO Cikupa-Ciwandan pada KU-48.....	40
Tabel 3.11 Data Jumlah tiang pada <i>Joint</i> di <i>link</i> Cikupa-Ciwandan pada KU-48.....	42
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan <i>Optical Link Power Budget</i> KT96 <i>Link</i> Cikupa .....	45
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan <i>Optical Link Power Budget</i> Serang-Ciwandan.....	47
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan <i>Optical Link Power Budget</i> Cikupa-Ciwandan .....	50
Tabel 4.4 Selisih Perbandingan Daya Penerima Pengukuran dan Perhitungan.....	56
Tabel 4.5 Perbandingan hasil perhitungan dan pengukuran <i>rise time</i> pada <i>link</i> Cikupa-Ciwandan .....	63

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi telekomunikasi meningkatkan kebutuhan komunikasi berkecepatan tinggi dan berkapasitas besar di era masyarakat *modern* saat ini. Kemajuan teknologi telekomunikasi di Indonesia tidak bisa terhindar dari teknologi serat optik yang merupakan media transmisi yang dipakai oleh PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk sebagai salah satu operator yang memiliki jumlah pelanggan yang terus menerus meningkat. Maka dibutuhkan suatu teknologi transmisi yang sesuai, yang dapat mengirimkan informasi dengan kapasitas yang besar dan memperkecil biaya pengoperasian jaringan [1]. Pemilihan kabel serat optik sebagai salah satu media transmisi dalam dunia telekomunikasi merupakan sebuah solusi dari berbagai permasalahan diatas [2].

Kabel serat optik sebagai media transmisi mampu meningkatkan jumlah kanal, *bandwidth* yang besar, kemampuan mengirim data dengan kecepatan tinggi, terjaminnya kerahasiaan data yang dikirimkan, tidak terganggu oleh pengaruh gelombang elektromagnetik pada pelayanan sistem komunikasi data, suara, dan video[3] .Akan tetapi bersamaan dengan peningkatan dan pengembangan menggunakan kabel serat optik sebagai media transmisi data, maka juga sering terjadi faktor hilangnya informasi yang diakibatkan oleh rugi-rugi daya yang terjadi disepanjang kabel serat optik yang mengakibatkan perubahan daya dari pemancar optik (*Transmitter*) hingga mencapai di penerima optik (*Receiver*) [3]. Redaman adalah turunnya level tegangan sinyal yang diterima akibat karakteristik media. Redaman merupakan gangguan dalam sistem komunikasi yang mempengaruhi *performance* dari sistem komunikasi. Rugi-rugi transmisi ini adalah salah satu karakteristik yang penting dari serat optik.

Rugi-rugi ini menghasilkan penurunan daya cahaya, penurunan *bandwidth* dari sistem, dan pengurangan kapasitas sistem secara keseluruhan. Rugi-rugi serat optik meliputi rugi-rugi *absorpsi*, rugi-rugi pada inti dan *cladding*, rugi-rugi konektor dan *splice*. Pengukuran atau *power budget* adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui nilai dari parameter suatu kabel dan atau perangkat akses fiber

optik. Parameter pengukuran atau *power budget* kabel fiber optik meliputi redaman, *loss* sambungan, jarak kabel, redaman *end to end*, dan *power level*.

Adapun pengukuran perangkat aktif akses fiber optik meliputi *power transmit*, *power receiver* dan *sensitivity*. Redaman yang ditimbulkan dapat mengganggu jalannya pengiriman data dan penurunan kualitas transmisi dari kabel serat optik [4]. Jika kinerja jaringan turun dibawah standar, mengakibatkan hilangnya informasi yang cukup besar. Penurunan kualitas jaringan tidak dikehendaki oleh pihak PT Telekomunikasi Indonesia ,Tbk karena dapat mempengaruhi kualitas pelayanan data.

Faktor-faktor tersebut dapat diketahui dengan mengadakan kegiatan pengukuran kabel serat optik secara teratur dan berkesinambungan, sehingga jika terjadi masalah pada *link* transmisi kabel serat optik dapat segera dilakukan perbaikan dengan cara penyambungan (*Splice*) atau penarikan kabel serat optik baru pada jaringan *Backbone*. *Backbone* artinya koneksi atau saluran pusat yang didesain untuk mengirimkan aliran lalu lintas data yang ada di dalam suatu jaringan [5].

Dalam hal tersebut perlu adanya sebuah metode untuk mengetahui bagaimana kinerja suatu sistem komunikasi serat optik. Metode yang digunakan pada penelitian skripsi ini adalah *Optical link power budget* dan *Rise Time Budget*. *Power link budget* dilakukan untuk menganalisis kebutuhan daya untuk mentransmisikan sinyal informasi pada serat optik yang dipengaruhi oleh redaman di sepanjang kabel serat optik tersebut. Sedangkan *Rise time budget* merupakan metode untuk menentukan batasan *dispersi* (pelebaran pulsa) pada saluran transmisi, tujuannya adalah untuk menganalisis kerja sistem secara keseluruhan dan memenuhi kapasitas *bandwidth* yang diinginkan [6].

Perhitungan kembali pada jaringan *backbone* serat optik yang sudah terpasang digunakan untuk mengetahui sebagai bahan evaluasi dan kemudian dibandingkan terhadap nilai ketentuan yang dipakai sebagai bahan perencanaan dengan nilai hasil serat optik yang terpasang sehingga dapat diketahui apakah nilai ketentuan tersebut sesuai dengan kondisi di lapangan.

Pada penelitian skripsi ini, penulis memilih *link* Cikupa-Ciwandan dikarenakan jalur tersebut merupakan jalur *gateway* (gerbang) jaringan *backbone* JASUKA

(Jawa, Sumatera dan Kalimantan) sesuai dengan nota dinas PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk nomor C.Tel. 71/TK 210/DSO-20000000/2019 [7]. *Backbone* JASUKA merupakan sistem jaringan transport Sistem Komunikasi Serat Optik (SKSO) dan Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) yang menghubungkan kota-kota di Sumatera, Jawa dan Kalimantan. Sistem transmisi komunikasi serat optik *backbone* JASUKA merupakan sistem komunikasi yang dikelola oleh Divisi INFRATEL (Infrastruktur Telekomunikasi) PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk.

Pada *link* Cikupa –Ciwandan memiliki dua jenis kabel yaitu kabel udara dan kabel tanah. Pada KU48 (Kabel Udara yang memiliki kapasitas 48 *core*) memiliki jarak 88 km. Sedangkan pada KT96 (Kabel tanah yang memiliki kapasitas 96 *core*) yang terbagi menjadi 2 *link* yaitu Cikupa-Serang memiliki jarak 74,8 km dan *link* Serang-Ciwandan memiliki 43,8 km. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis mengangkat permasalahan ini untuk dijadikan sebagai skripsi dengan judul "**Analisis Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan Transmisi Jaringan Backbone Link Cikupa-Ciwandan Di PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk**"

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan, maka pada penelitian ini dirumuskan masalah yaitu:

1. .Bagaimana menganalisis dan membandingkan besarnya nilai daya penerima secara teoritis dan hasil pengukuran di sepanjang kabel serat optik setiap *core* pada jaringan *backbone link* Cikupa-Ciwandan menggunakan metode *optical link power budget* di PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk.
2. Bagaimana menganalisis performansi jaringan *backbone link* Cikupa-Ciwandan dengan menggunakan metode *rise time budget* di PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Menganalisis dan membandingkan besarnya nilai daya penerima secara teoritis dan hasil pengukuran di sepanjang kabel serat optik setiap *core* pada



jaringan *backbone link* Cikupa-Ciwandan menggunakan metode *optical link power budget* di PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk.

2. Menganalisis performansi jaringan *backbone link* Cikupa-Ciwandan dengan menggunakan metode *rise time budget* di PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah untuk dapat membantu pihak PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk dalam mengawasi jaringan *backbone* pada *link* Cikupa Ciwandan sebagai gerbang jalur Jasuka (Jawa, Sumatera dan Kalimantan) dengan mencegah hilangnya data informasi yang diakibatkan rugi rugi serat optik terhadap kinerja sistem komunikasi serat optik. Dan bisa digunakan untuk mengetahui performansi dari perangkat itu sendiri.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Cakupan area Jaringan *backbone* yang digunakan adalah dari *link* STO Cikupa sampai dengan STO Ciwandan.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.
3. Metode yang digunakan *optical link power budget* dan *rise time budget*.
4. Pengukuran dilakukan pada *core idle* (*core* yang tidak diduduki oleh sistem yang sedang beroperasi) dan dalam kondisi tidak putus.
5. Alat bantu pengukuran untuk redaman menggunakan OTDR Yokogawa AQ7932 dan OTDR EXFO FTB-1 Pro, untuk melakukan perhitungan *link power budget* maka daya yang digunakan adalah daya yang bekerja pada sistem yang terdapat pada perangkat yang dimonitoring oleh NMS (*Network Monitoring System*).

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dari skripsi diuraikan dalam 5 bab, dengan sistematika sebagai berikut:

**BAB I PENDAHULUAN**

Berisi uraian singkat mengenai isi penelitian yang meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Membahas tentang dasar teori penunjang dan dasar-dasar ilmu yang berkaitan dengan penelitian.

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Menjelaskan mengenai metode yang digunakan untuk memecahkan masalah yang telah dijelaskan pada perumusan masalah

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berisi penjelasan dan analisa dari metode yang digunakan dan hasil yang diperoleh.

**BAB V PENUTUP**

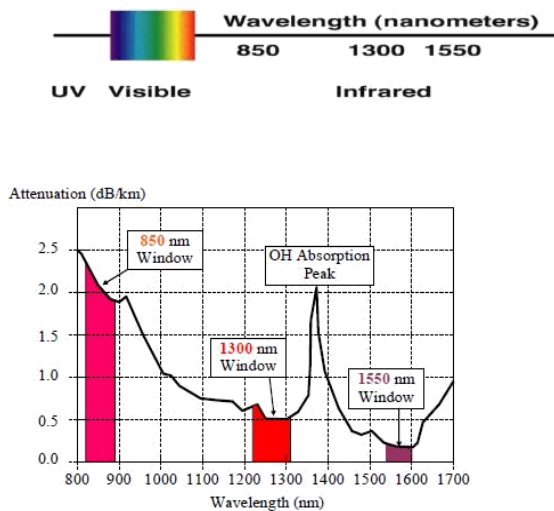
Menjelaskan kesimpulan dan saran yang di peroleh setelah dilakukan penelitian. Kesimpulan diambil dari intisari bab-bab sebelumnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sistem Komunikasi Serat Optik

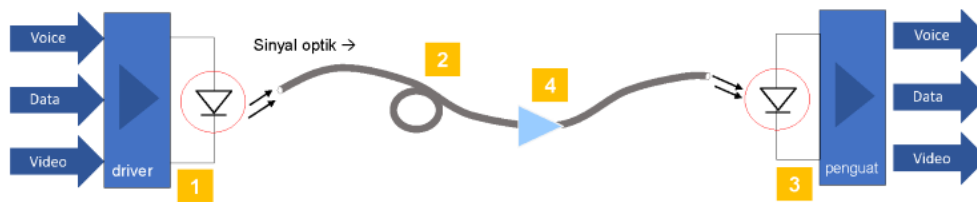
Sistem Komunikasi Serat Optik (SKSO) adalah sistem komunikasi yang dalam pengiriman dan penerimaan sinyal menggunakan sumber optik, detektor optik, dan serat optik sebagai media transmisi. Sistem komunikasi serat optik sangat berpengaruh terhadap redaman yang ditimbulkan dari komponen-komponen pengirim atau penerima dan redaman kabel serat optik sehingga mengakibatkan penurunan daya. Rentang panjang gelombang Kabel Serat Optik dengan redaman yang sangat rendah. Tautan data serat optik menggunakan sumber LED berfungsi di Jendela 1 pada 850 nm atau di jendela 2 di 1300 nm. Tautan data serat optik menggunakan sumber Laser berfungsi di jendela ke-2 pada 1310 nm atau di jendela ke-3 pada 1550 nm. Dengan menggunakan panjang gelombang cahaya 850 nm, 1300 nm dan 1550 nm seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.1 [8].



Gambar 2.1 *Optical Fiber Windows* [8]

Dalam suatu sistem komunikasi diperlukan beberapa komponen yang menyebabkan terjadinya komunikasi, begitu juga dengan sistem komunikasi serat optik. Komponen – komponen penting pada sistem komunikasi serat optik antara lain yaitu sumber optik (*light source*), media transmisi (*fiber optic*), detektor optik (*photo detector*) dan *repeater* (penguat optik) [8]. Sistematika komponen sistem

komunikasi serat optik mengirimkan data dari *driver* ke penguat seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Komponen Penting SKSO[8]

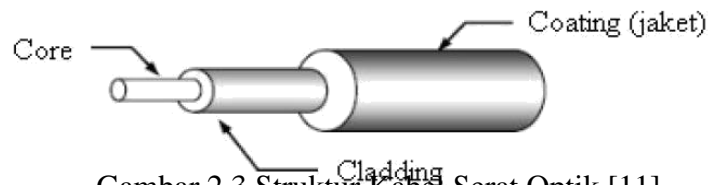
## 2.2 Serat Optik

Serat optik merupakan media saluran transmisi berbahan dasar kaca atau plastik ( $\text{SiO}_2$ ) yang digunakan untuk penyaluran gelombang dielektrik yang bekerja berdasarkan waktu, dengan menggunakan cahaya sebagai media penyampaian informasi, sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena laser mempunyai sifat pola penyebaran kecil, kecerahan dan koherensi tinggi. Bentuk dari serat optik adalah silinder, karakteristik bahan struktur penyusun serat optik mempengaruhi sifat – sifat transmisi pemandu gelombang optik. Hal ini akan berpengaruh dalam perambatan sinyal optik sepanjang serat optik. Efisiensi dari serat optik ditentukan oleh kemurnian dari bahan penyusun gelas [9].

Serat optik adalah salah satu media transmisi yang mampu menyalurkan data dengan kapasitas besar dengan kehandalan tinggi. Kehandalan serat optik (*fiber optic*) ini diperoleh karena serat optik (*fiber optic*) menggunakan gelombang optik (cahaya laser) sebagai gelombang pembawanya. Kecepatan transfer data yang mampu dilakukan melalui serat optik ini dapat mencapai 200.000 Mbps (200 Gbs). Serat optik dibuat begitu murni sehingga ketipisannya mencapai 20 dB/km atau kurang dari itu berarti 1% cahaya akan tersisa setelah menempuh 1 km, ketipisan serat optik saat ini berkisar dari 0,5 dB/km Serat optik yang digunakan adalah yang sesuai dengan standar ITU-T G.652.D dan G.675.A. Rugi-rugi pada serat optik ITU-T G.652.D dan G.675.A pada panjang gelombang 1310 nm sebesar  $\leq 0,35$  dB/Km dan pada panjang gelombang 1490 nm sebesar  $\leq 0,28$  dB/Km[10].

### 2.3 Struktur Kabel Serat Optik

Di dalam serat inilah energi listrik diubah menjadi cahaya yang akan ditransmisikan sehingga dapat diterima di ujung unit penerima (*receiver*) melalui *transducer*. Struktur serat optik terdiri dari inti(*core*), *cladding* dan jaket (*coating*) dijelaskan pada Gambar 2.3 seperti dibawah ini



Gambar 2.3 Struktur Kabel Serat Optik [11]

#### 1. Inti (*core*)

Bagian yang paling utama dinamakan bagian inti (*core*), dimana gelombang cahaya yang dikirimkan akan merambat dan mempunyai indeks bias lebih besar dari lapisan kedua. Terbuat dari kaca (*glass*) yang berdiameter antara  $2\mu\text{m}$ - $125\mu\text{m}$ , dalam hal ini tergantung dari jenis serat optiknya [12].

#### 2. *Cladding*

*Cladding* berfungsi sebagai cermin yaitu memantulkan cahaya agar dapat merambat ke ujung lainnya. *Cladding* terbuat dari bahan gelas dengan indeks bias yang lebih kecil dari *core*. *Cladding* merupakan selubung dari *core*. Diameter *cladding* antara  $5\mu\text{m}$ - $250\mu\text{m}$ , hubungan indeks bias antara *core* dan *cladding* akan mempengaruhi perambatan cahaya pada *core*, yaitu mempengaruhi besarnya sudut kritis [12].

#### 3. Jaket (*Coating*)

*Coating* berfungsi sebagai pelindung mekanis pada serat optik dan identitas kode warna terbuat dari bahan plastik. *Coating* berfungsi untuk melindungi serat optik dari kerusakan [12].

### 2.4 Jenis-jenis Serat Optik

Pembagian Serat optik dapat dilihat dari 2 macam perbedaan :

#### 1. Berdasarkan mode yang dirambatkan

##### a. *Single mode*

Serat optik dengan *core* yang sangat kecil, diameter mendekati panjang gelombang sehingga cahaya yang masuk ke dalamnya tidak dipantulkan ke dinding *cladding*.

b. *Multi mode*

Serat optik dengan diameter *core* yang agak besar yang membuat laser di dalamnya akan terpantul-pantul di dinding *cladding* yang dapat menyebabkan berkurangnya *bandwidth* dari serat optik jenis ini.

2. Berdasarkan indeks bias *core*

a. *Step indeks*

Pada serat optik step indeks, *core* memiliki indeks bias yang homogen.

b. *Graded indeks*

Pada *graded indeks* ini indeks bias *core* semakin mendekat ke arah *cladding* maka semakin kecil. Jadi pada *graded indeks*, pusat *core* memiliki nilai indeks bias yang paling besar.

Ada empat macam tipe yang sering digunakan berdasarkan ITU-T (*International Telecommunication Union of Telecommunication*) yang dahulu dikenal dengan CCITT yaitu [11] :

1. G.652 - Standar *Single Mode Fiber*
2. G.653 – *Dispersion-shifted single mode fiber*
3. G.653 – *Characteristics of cut-off shifted mode fiber cable*
4. G.655 – *Dispersion-shifted non zero Dispersion fiber.*

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

1. *Non Dispersion Shifted Fiber (NDSF)*

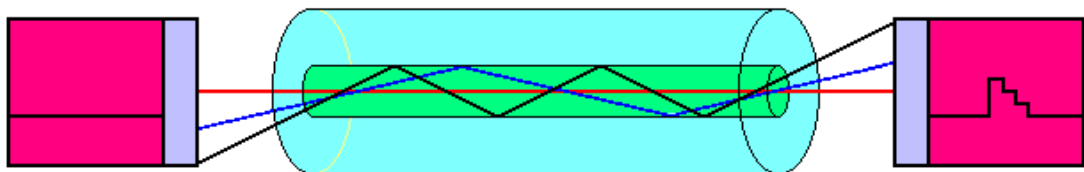
Serat optik *Non Dispersion Shifted Fiber (NDSF)* merupakan rekomendasi ITU-T seri G.652. NDSF memiliki nilai koefisien dispersi kromatik mendekati nol di daerah panjang gelombang 1310 nm.

2. *Non Zero Dispersion Shifted Fiber (NZDSF)*

*Non Zero Dispersion Shifted Fiber (NZDSF)* merupakan jenis fiber yang sesuai dengan rekomendasi ITU-T seri G.655. NZDSF memiliki perlakuan dispersi tidak nol namun juga tidak lebar di daerah panjang gelombang 1550 nm.

## 2.5 Cara Kerja Serat Optik

Prinsip kerja serat optik berdasarkan hukum *Snellius* yaitu jika seberkas sinar masuk pada suatu ujung serat optik (media yang transparan) dengan sudut kritis dan sinar itu datang dari medium yang mempunyai indeks bias lebih kecil dari udara menuju inti fiber optik (*kuartz murni*) yang mempunyai indeks bias yang lebih besar maka seluruh sinar akan merambat sepanjang inti (*core*) serat optik menuju ujung yang satu. *Cladding* berguna untuk memantulkan kembali cahaya kembali ke *core* seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.4 [13]



Gambar 2.4 Perambatan Cahaya pada Serat Optik Yang Lurus[12]

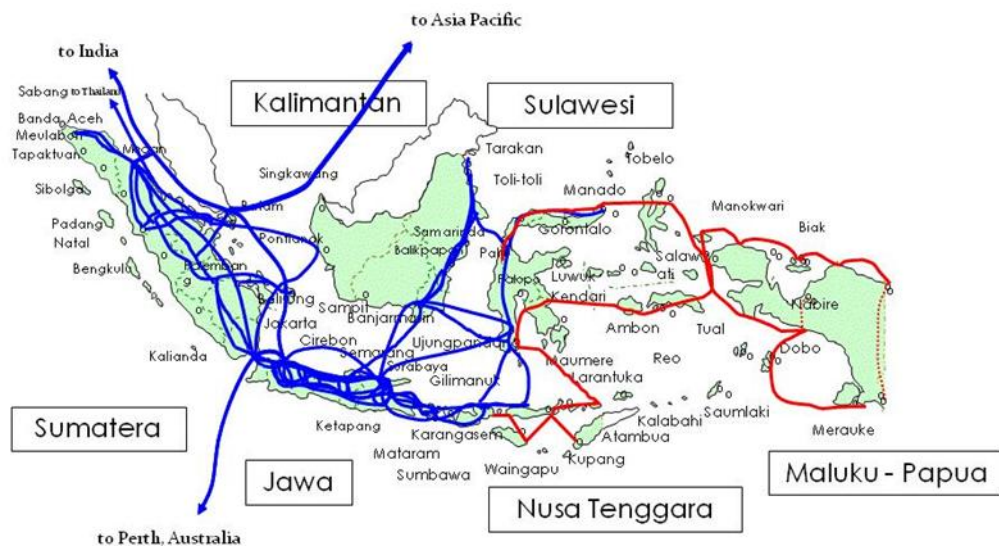
## 2.6 Perkembangan Sistem Komunikasi Serat Optik di Indonesia

Perkembangan jaringan sistem komunikasi serat optik di Indonesia tidak terlepas dari perkembangan industri telekomunikasi. Beberapa operator telekomunikasi dan penyedia jasa multimedia tercatat telah menggelar jaringan *fiber optic* ini yakni PT. Telekomunikasi Indonesia (Telkom), PT Indosat, PT Excelcomindo, dan *Indonesia Comnet Plus* (Icon+), PT. Supra Primatama Nusantara (Biznet), dan PT. Powertel. Jaringan-jaringan ini telah mencakup beberapa pulau utama di Indonesia yakni Jawa, Bali Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi [14].

Hingga saat ini, PT Telekomunikasi Indonesia masih menjadi operator telekomunikasi yang memiliki jaringan *fiber optic* terpanjang di Indonesia yakni mencapai 13.600 km diikuti oleh *Excelcomindo* dengan 9.950 km dan Icon + sepanjang 6.000 km. Jaringan lain yang dioperasikan oleh Telkom adalah jaringan internasional Thailand-Indonesia-Singapura (TIS) yang mulai dioperasikan sejak bulan Desember 2003. Jaringan TIS memiliki panjang 1.200 km melintasi Songkhla (Thailand), Batam (Indonesia), dan Changi (Singapura) dan juga akan dihubungkan dengan jaringan kabel bawah laut berkapasitas tinggi milik negara-negara lain [14].

Jaringan ini dioperasikan dengan kerjasama Telkom dengan *Singapore Telecommunications Ltd* (SingTel) dan *Communications Authority of Thailand* (CAT). Ketiga operator ini melakukan investasi masing-masing sebesar US \$ 30 juta. Setelah meresmikan proyek Palapa Ring Barat pada Februari 2016 dan Palapa Ring Tengah pada Maret 2016, pemerintah akan segera menggenapi pembangunan jaringan serat optik nasional dengan meresmikan Palapa Ring Timur pada Kamis, 29 September 2016. Perjanjian Kerjasama Proyek Palapa Ring Paket Timur akan dilakukan antara Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kemkominfo), selaku Penanggung Jawab Proyek Kerjasama (PJK), dan PT Palapa Timur Telematika (PT PTT), selaku Badan Usaha Pelaksana yang dibentuk oleh konsorsium Moratelindo, IBS dan Smart Telecom, dengan disaksikan oleh Presiden Republik Indonesia [14].

Saat ini sudah ada sekitar 400 kabupaten/kota yang telah dijangkau jaringan serat optik. Namun, ada beberapa wilayah yang masih belum tersentuh jaringan serat optik karena dianggap tidak layak secara *finansial*. Pemerintah pun menargetkan pembangunan jaringan serat optik di 57 kabupaten/kota yang tidak layak secara finansial tetapi dianggap layak secara ekonomi pada tahun 2018. Pembagian paket palapa ring bisa dijelaskan pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Pembagian Wilayah Fiber Optik[14]

### 2.6.1 Perkembangan Terakhir Serat Optik di Indonesia



Perusahaan penyedia jaringan internet fiber optik Indonesia saat ini ada banyak, diantaranya adalah fiber optik Telkom, MNC, *Biznet Network* dan *First Media*. Kelebihan internet yang menggunakan fiber optik dibanding nirkabel adalah koneksi lebih stabil dan pengiriman data jauh lebih cepat. Sehingga resiko *lost signal* sangat kecil. Namun biasanya semua tergantung paket yang dipilih. Pemanfaatan fiber optik Indonesia sebagai alat pengiriman data biasanya digunakan di pabrik, *industry* atau gedung, sehingga arus data jauh lebih lancar. Selain itu fiber optik juga digunakan untuk pengiriman data dari kamera IP CCTV. Oleh sebab itu *wired IP camera* lebih baik dibandingkan dengan *wireless IP camera*.

Selanjutnya, perkembangan fiber optik Indonesia menginspirasi PT DCT atau disebut PT Data Centric Technology untuk turut serta berkiprah di dalamnya. Seiring dengan perkembangan pemanfaatan fiber optik di Indonesia, PT DCT menjembatani urusan instalasi fiber optik secara menyeluruh, mulai dari *survey*, membuat desain, penggelaran kabel fiber optik, instalasi aplikasi, hingga menyiapkan keseluruhan infrastrukturnya. Beberapa pekerjaan penggelaran fiber optik diantaranya adalah pemasangan fiber optik di tol Bitung – Merak, dan di kapal tanker Brotojoyo. Sebagaimana pernah dikatakan sebelumnya, bahwa pemindahan data seluruhnya akan menggunakan fiber optik[14].

Penggunaan fiber optik Indonesia paling luas jangkauannya diaplikasikan oleh PT Telkom Indonesia melalui layanan Indihome yang juga dikenal dengan fiber optik Speedy. Fiber optik Telkom Indonesia dirancang untuk mengoneksikan wilayah nusantara yang terdiri dari pulau-pulau. Panjang kabel fiber optik Telkom Indonesia direncanakan menghubungkan berbagai wilayah nusantara yang terbentang dari Sabang hingga Merauke. Diperkirakan panjang bentangan fiber optik ini mencapai ribuan kilometer.

Jalur fiber optik Indonesia dengan Telkom yang terbentang dari Sabang hingga Merauke diprediksi sepanjang 81.831 kilometer. Dapat dibayangkan betapa panjang kabel optik ini terbentang. Jika dihitung lebih cermat jaringan *backbone* fiber optik milik PT. Telkom Indonesia ini setara dengan 2 kali keliling bumi. Sebuah sejarah yang cukup mengangkat nama Indonesia [14].

### 2.6.2 Peta Fiber Optik Indonesia

Proyek pengadaan jaringan backbone fiber optik Telkom Indonesia ini memungkinkan terkoneksiya Indonesia barat hingga timur. Proyek yang diinisiasi proyek SMPCS yang merupakan inisial dari sebutan pulau-pulau Sulawesi-Maluku-Papua *Cable System*. Terwujudnya jaringan fiber optik ini memungkinkan Kawasan Indonesia Timur sejajar dengan Kawasan Barat nusantara dalam hal infrastruktur telekomunikasi. Hal ini merupakan modal utama kemajuan pembangunan Indonesia Timur.

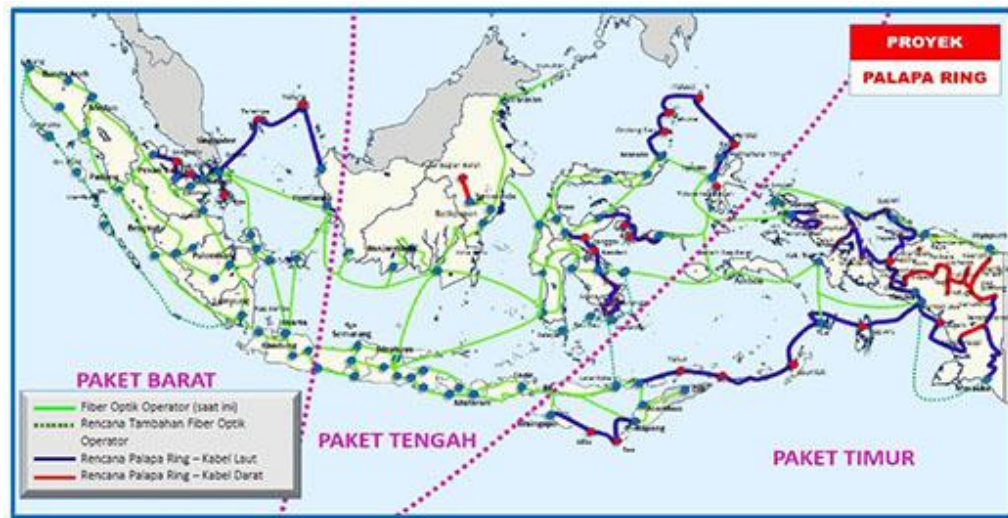
Pembangunan sistem komunikasi kabel laut SMPCS milik PT Telkom ini meliputi penggelaran kabel fiber optik di bawah laut dengan panjang mencapai 5.444 kilometer ditambah dengan kabel darat yang panjangnya mencapai panjang 655 kilometer dengan teknologi yang dipakai adalah *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM). Teknologi DWDM mampu menyediakan jaringan internet dengan yang memiliki kapasitas *bandwidth* 32 x 100 *Gigabytes* per fiber pairnya.

Pemasangan internet fiber optik Indonesia SMPCS ini merupakan proyek berkelanjutan dari pemasangan serat optik di Mataram Kupang Cable dengan system yang telah diselesaikan pada tahun 2011. Jalur pembangunan dengan serat optik ini sebagian besar termasuk dalam rute Palapa Ring yang dimiliki oleh pemerintah Indonesia. Jaringan *broadband* yang ada di Kawasan Timur Indonesia berbentuk melingkar seperti cincin yang melintang dari utara sampai dengan selatan.

Dengan pembangunan infrastruktur jaringan internet ini yang diharapkan selesai pada tahun 2019 maka diperkirakan 71% wilayah perkotaan mampu mengakses internet dengan kecepatan 20 Mbps. Sedangkan sisanya berupa wilayah pedesaan diharapkan mendapat kesempatan mengakses internet dengan kecepatan 10 Mbps, sesuai dengan rancangan pemerintah melalui Rencana Pita Lebar Indonesia. Semua itu ditujukan agar seluruh wilayah nusantara dapat menikmati sambungan internet melalui fiber optik Indonesia [14].

Palapa Ring merupakan proyek infrastruktur telekomunikasi berupa pembangunan serat optik di seluruh Indonesia sepanjang 36.000 kilometer. Proyek itu terdiri atas tujuh lingkaran kecil serat optik (untuk wilayah Sumatera, Jawa,

Kalimantan, Nusa Tenggara, Papua, Sulawesi, dan Maluku) dan satu *backhaul* untuk menghubungkan semuanya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Pembagian Wilayah Palapa Ring [13]

Proyek Palapa Ring ini akan mengintegrasikan jaringan yang sudah ada (*existing network*) dengan jaringan baru (*new network*) pada wilayah timur Indonesia (Palapa Ring-Timur). Palapa Ring-Timur akan dibangun sejauh 4.450 KM yang terdiri dari sub *marine cable* sejauh 3.850 km dan *land cable* sepanjang 600 KM dengan *landing point* sejumlah lima belas titik pada 21 kota/kabupaten.

## 2.7 Redaman (*Attenuasi*)

Redaman atau *Atenuasi* adalah rugi-rugi yang terjadi karena adanya kotoran pada bahan pembuat kaca atau *core*. Kemurnian kaca tersebut harus sangat steril agar transmisi pada serat optik tidak mengalami rugi-rugi. Pada saat ini, *atenuasi* pada serat optik adalah 0,2 dB. Kemurnian serat optik ini adalah yang terbaik untuk saat ini. *Atenuasi* sangat berpengaruh besar terhadap rugi-rugi transmisi serat optic [14].

Rugi – rugi Redaman (*Attenuation*) ini mengakibatkan terjadinya penurunan daya cahaya, kualitas transmisi yang dibawa, penurunan *bandwidth*, efisiensi dan kapasitas sistem secara keseluruhan. Rugi – rugi pada saluran transmisi pada kabel serat optik juga berasal dari pemasangan komponen konektor, splice dan komponen

lain yang disambungkan pada saluran transmisi serat optik. Redaman (A) sebuah *link* jaringan fiber optik dengan persamaan

$$A = \alpha_L + (\alpha_{s,x}) + (\alpha_{c,y}) \quad (2.1)$$

Keterangan :

A = Redaman Fiber Optik (dB)

$\alpha_L$  = Redaman panjang lintasan (dB/km)

$\alpha_{sx}$  = Hasil perkalian Redaman sambungan dengan jumlah sambungan (dB)

$\alpha_{cy}$  = Hasil perkalian Redaman konektor dengan jumlah konektor (dB)

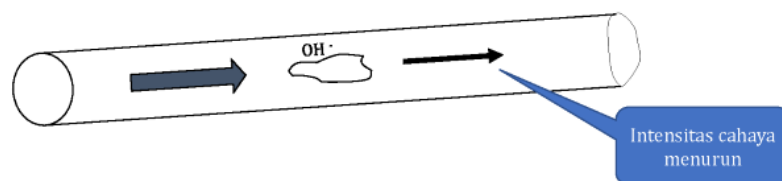
Besarnya rugi-rugi tergantung jarak yang ditempuh dan karakteristik bahan serat optik. Rugi-rugi transmisi adalah suatu karakteristik bahan serat optik. Rugi-rugi ini menghasilkan penurunan dari daya cahaya dan juga penurunan *bandwith* dari sistem, kualitas transmisi informasi yang dibawa, efisiensi dan kapasitas sistem yang secara keseluruhan. Rugi-rugi pada suatu saluran transmisi yang menggunakan serat optik juga berasal dari pemasangan komponen-komponen pendukung yang dibutuhkan dalam suatu jaringan seperti konektor, *splice* ataupun komponen lain yang disambungkan pada saluran transmisi. Rugi-rugi itu dapat terjadi karena adanya dua faktor yaitu faktor *intrinsik* dan faktor ekstrinsik.[15]

#### a. Faktor Rugi-Rugi *Intrinsik* Dari Serat Optik

Ada beberapa faktor intrinsik dari serat optik yang menyebabkan redaman, antara lain :

##### 1. *Absorption* (penyerapan)

Disebabkan karena adanya molekul-molekul air yang tertangkap di dalam *core* (inti) serat optik pada saat pembuatan serat optik. Bila cahaya mengenai sebuah partikel dari unsur yang tidak murni maka sebagian dari cahaya akan terserap seperti yang digambarkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Ilustrasi Penyerapan (*Absorption*) dalam Serat optik[15]

## 2. *Ryleigh Scattering Loss*

Disebabkan karena adanya serpihan yang memantulkan dan membiaskan cahaya. Berkas cahaya merambat dalam materi dipancarkan dan dihamburkan ke segala arah dikarenakan struktur materi yang tidak murni.

## 3. Rugi Pada *Core Dan Cladding*

## 4. Pembengkokan (*Bending*)

### b. Faktor Rugi-Rugi *Ekstrinsik* Dari Serat Optik

Ada beberapa faktor interinsik dari serat optik yang menyebabkan redaman, antara lain

#### 1. *Fresnel Reflection*

Terjadi karena ada celah udara sehingga cahaya harus melewati dua *interface* yang memantulkan sebagian karena perubahan index bias dari inti ke udara dan inti lagi [15].

#### 2. Rugi Penggandengan Ragam (*Mode Coupling Losses*)

*Mode Coupling* terjadi karena adanya sambungan antara sumber optik atau detektor optik dengan serat optik [15].

#### 3. *Macro bending*

Pembengkokan yang terjadi pada saat instalasi. Pembengkokan serat atau kabel yang terlalu kecil akan menyebabkan redaman bertambah

## **2.8 Rugi-rugi karena penggunaan Serat Optik sebagai Media Transmisi**

Dalam media transmisi terdapat rugi-rugi yang disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

### a. *Macro Bending*/Pembengkokan Makro

Rugi-rugi *macro bending* terjadi ketika sinar atau cahaya melalui serat optik yang dilengkungkan dengan jari-jari lebih lebar dibandingkan dengan diameter serat optik sehingga menyebabkan hilangnya daya. Jumlah radiasi optik dari lengkungan serat tergantung kekuatan medan dan kelengkungan jari-jari.

### b. *Micro Bending*/Pembengkokan Mikro

Pembengkokan mikro terjadi karena ketidakrataan pada permukaan batas antara inti dan selubung secara acak atau *random* pada serat optik karena proses pengkabelan ataupun ketika proses penarikan saat instalasi.

c. *Splicing Loss*

Rugi-rugi ini timbul karena adanya gap antara dua serat optik yang disambung. Hal ini terjadi karena dimensi serat optik yang demikian kecil sehingga penyambungan menjadi tidak tepat sehingga sinar dari bahan serat optik ke serat optik lainnya tidak dapat dirambatkan seluruhnya. Ada beberapa kesalahan dalam penyambungan yang dapat menimbulkan rugi-rugi *splicing*, yaitu:

- 1) Sambungan kedua serat optik membentuk sudut.
- 2) Kedua sumbu berimpit namun masih ada celah diantara keduanya.
- 3) Ada perbedaan ukuran antara kedua serat optik yang disambung [15].

d. Rugi-rugi *Coupling*

Rugi-rugi ini timbul karena pada saat serat optik dikopel/disambungkan dengan sumber cahaya atau photo detektor. Hal ini dapat terjadi karena energy yang diradiasikan oleh sumber optik dapat dimasukkan ke dalam serat optik [15].

## 2.9 Optical Link Power Budget

Didalam sistem komunikasi serat optik, parameter transmisi menjadi faktor yang penting dalam perancangan jaringan. Berjalannya daya cahaya yang tersedia untuk mengirim data dalam jaringan transmisi menjadi salah satu kunci berjalannya jaringan serat optik. Indikator lain adalah *Attenuation Fiber Optic* rugi-rugi ini adalah salah satu karakteristik yang penting dalam serat optik. Rugi - rugi ini mempengaruhi penurunan *bandwidth* dari sistem. *Power link budget* adalah cara menghitung daya pada suatu sistem transmisi yang didasarkan pada karakteristik saluran redaman serat optik, sumber optik dan sensitivitas detektor. Dalam analisis menggunakan metode ini dapat kita ketahui dengan persamaan berikut ini :

$$\alpha_{tot} = L. \alpha_F + N_C. \alpha_C + N_S. \alpha_S \quad (2.2)$$

$$P_R = P_T - \alpha_{tot} \quad (2.3)$$

Keterangan :

$$\alpha_{tot} = \text{total redaman (dB)}$$

$L$  = panjang serat optik (km)

$\alpha_f$  = *attenuasi* serat optik (dB/km)

$N_c$  = jumlah konektor

$a_c$  = *loss* konektor (dB)

$N_s$  = jumlah sambungan

$a_s$  = redaman sambungan (dB)

$a_{sp}$  = redaman *splitter* (dB)

$P_T$  = Daya *Transmitter* pada perangkat (dBm)

$P_R$  = Daya pada *Receiver* (dBm)

Perhitungan *optical link power budget* dilakukan untuk mengetahui nilai redaman total dalam suatu jaringan apakah memenuhi syarat atau standar yang ada, selain itu bisa diperoleh nilai daya keluaran dan sensitivitas penerima pada komponen [16].

## 2.10 Rise Time Budget

*Rise time budget* merupakan metode untuk mengetahui batas nilai *disperse* dari suatu hubungan serat optik. Dispersi adalah pelebaran pulsa yang terjadi ketika sinyal merambat melalui sepanjang serat optik yang disebabkan oleh keterbatasan material dan efek linear seperti polarisasi, material dan lainnya seperti pada [17]. Pulsa *output* mempunyai lebar pulsa lebih besar dari lebar pulsa input. Dispersi suatu serat optik dinyatakan sebagai pelebaran pulsa per satuan panjang (ps/nm.km)[17]. Empat elemen dasar yang dapat secara spesifik membatasi *rise time budget* adalah *rise time fiber*, *Rise time receiver*, *rise time transmitter*, dispersi kromatik dan lebar spektral.

Tujuan dari metode ini adalah untuk mengetahui apakah kerja dari sistem jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Secara umum, degradasi waktu transisi total sebuah *link* digital tidak melebihi 70 % dari sebuah perioda bit NRZ (*Non-Return to Zero*) atau 35 % sebuah perioda bit RZ (*Return to Zero*). Jika nilai  $t_{sist}$  (*rise time budget*)  $\leq$  nilai  $t_r$  (*bit rate* sinyal NRZ atau RZ) maka dapat disimpulkan bahwa sistem tersebut layak (memenuhi persyaratan nilai *rise time budget*). Nilai nilai  $t_r$  (*bit rate*) untuk sinyal NRZ dapat dihitung menggunakan persamaan 2.4

$$t_r = \frac{0,7}{BR} \quad (2.4)$$

Keterangan :

$t_r$  = nilai *rise time* NRZ (ps)

BR = *bit rate*

Untuk sinyal digital dapat berdasarkan metode *rise time*[16]. Berikut ini adalah persamaan yang digunakan untuk mengetahui nilai *rise time* ( $t_s$ ) pada suatu sistem :

$$t_f = D \times \sigma \lambda \times L \quad (2.5)$$

Keterangan :

$t_f$  = *rise time* fiber optik (ps)

D = Dispersi kromatik (ps/nm.km)

L = Jarak Fiber optik (km)

$\sigma \lambda$  = lebar spektral (nm)

Dimana untuk nilai  $t_f$  dihitung dengan menggunakan persamaan 2.6

$$t_{sist} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2} \quad (2.6)$$

Keterangan :

$t_{sist}$  = total *rise time budget* (ps)

$t_{tx}$  = *rise time transmitter* (ps)

$t_{rx}$  = *rise time receiver*(ps)

$t_f$  = *rise time* fiber optik (ps)

## 2.11 Parameter Jaringan Fiber Optik

Penelitian ini menganalisa rugi rugi serat optik dari *link* Cikupa hingga ke Ciwandan dengan menggunakan parameter meliputi redaman kabel fiber optik, redaman *splicing* dan redaman konektor. Pengambilan data ini akan menggunakan beberapa perangkat akses fiber optik yaitu OTDR (*Optical Domain Reflector Meter*). Setelah mengambil data dan mendapat nilai parameternya maka akan dibandingkan dengan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia no 14/per/m.kominfo/05/2012 dengan menggunakan Standar ITU-T REC G957 sebagai pedoman dengan tabel karakteristik sebagai berikut:



Tabel 2.1 Karakteristik antarmuka STM-16 (ITU-T Rec. G.957)

Parameter	Unit	Nilai					
Digital Signal Nominal bit rate	kbps	2,488,320 (sesuai dengan rekomendasi ITU-T G.707)					
Application code		I-16	S-16.1	S-16.2	L-16.1	L-16.2	L-16.3
Operating wavelength range	nm	1266-1360	1260-1360	1430-1580	1280-1335	1500-1580	1500-1580
Source type		MLM	SLM	SLM	SLM	SLM	SLM
Maximum -20 dB width	nm	-	1	<1	1	<1	<1
Minimum Side Mode Suppression Ratio	dB	-	30	30	30	30	30
Mean launched power:							
- maximum	dBm	-3	0	0	+3	+3	+3
- minimum	dBm	-10	-5	-5	-2	-2	-2
Minimum extinction ratio	dB	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
Minimum receiver sensitivity	dBm	-18	-18	-18	-27	-28	-27
Minimum receiver overload	dBm	-3	0	0	-9	-9	-9
Maximum receiver reflectance	dB	-27	-27	-27	-27	-27	-27

Berikut pada Tabel 2.2 akan dijelaskan standar Parameter Fiber Optik menurut PT.Telkom

Tabel 2.2 Standar Parameter Fiber Optik menurut PT.Telekomunikasi Indonesia

Parameter	Batas Standart
Redaman Kabel Fiber Optik ( $\alpha f$ )	0.35 dB ( = 1550 nm )
Redaman <i>splicing</i> ( $L_{SP}$ )	$\leq 0.1$ dB
Redaman konektor ( $L_c$ )	0.2 dB
Jumlah <i>splice</i>	1 <i>splice</i> / 3km
<i>Sensitivitas Receiver</i>	-30 dB
<i>Dispersi kromatis (D) G655 Single Mode</i>	4,3 ps/nm.km
<i>rise time transmitter (t<sub>ix</sub>)</i>	35 ps
<i>rise time receiver (tr<sub>x</sub>)</i>	35 ps
<i>Lebar spektral (<math>\sigma_\lambda</math>)</i>	0,1 nm

## 2.12 Kajian Pustaka

Dalam penulisan skripsi ini peneliti mencari informasi dari penelitian-penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan, baik mengenai kekurangan atau kelebihan yang sudah ada. Selain itu, peneliti juga menggali informasi dari buku buku maupun skripsi dalam rangka mendapatkan suatu informasi yang ada

sebelumnya tentang teori yang berkaitan dengan judul yang digunakan untuk memperoleh landasan teori ilmiah.

Penelitian dari Ade Nurhayati tahun 2014 dengan judul Pengukuran Kualitas Transmisi Serat Optik PT. Telkomsel pada ruas Telkom Kotamubagu-UPAI. Penelitian ini menggunakan metode *Link budget* pada pengukuran ruas Kotamubagu- UPAI. Dari hasil pengukuran menggunakan alat OTDR didapatkan bahwa redaman tertinggi berada pada jalur antara Telkom Kotamubagu sampai Upai pada jarak 16,19 Km jatuh pada *core 2* dengan panjang gelombang  $\lambda = 1550$  nm dengan nilai redaman total 13,02 dB. Redaman tersebut diakibatkan oleh ketidakmurnian bahwa penyusun serat optik ketika proses penyambungan (*splice*). Sedangkan untuk jalur lainnya dalam keadaan normal yaitu berada dibawah standar ITU (*International Telecommunication Union*) no. T-REC-G.651-199802-I yaitu 0,35 dB/Km pada  $\lambda = 1310$  nm dan 0,25 dB/Km pada panjang gelombang  $\lambda = 1550$  nm yang mengindikasikan seluruh jalur fiber optik yang telah dibangun memiliki kinerja yang baik dan dalam keadaan normal sehingga dapat digunakan untuk beroperasi [2].

Penelitian selanjutnya dari Endy Kusuma Wadhana tahun 2014 dengan judul Analisa Redaman Serat Optik Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik Menggunakan Metode *Optical Link Power Budget*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Optical Link Power Budget*. Pada penelitian ini telah dilakukan analisis redaman serat optik terhadap sistem komunikasi serat optik di jalur Rungkut ke Malang ruas Gempol Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa pada jalur Rungkut ke Malang ruas Gempol redaman tertinggi di sepanjang kabel serat optik jatuh di daerah gempol pada jarak 32.050 km, dengan nilai redaman total 10.119 dB, dan redaman per kilometer 0,34 dB/km, berdasarkan hasil dari pengamatan menggunakan alat JDSU MTS 8000 redaman tersebut diakibatkan oleh tekukan kabel (*Mikro Bending*) pada jarak 26,734 km. Nilai redaman tertinggi tersebut masih berada dibawah nilai dari standart ITU (*International Telecommunication Union*) no. T-REC-G.651-199802-I yaitu 0.35 dB/km. Dari nilai redaman serat optik, maka hasil analisa *link power budget* yang didapatkan adalah nilai RX dari hasil perhitungan lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai daya yang bekerja pada perangkat NMS (*Network Monitoring System*) pada saat pengukuran,

dengan nilai error 0.1%, maka kinerja dari sistem komunikasi serat optik pada jalur tersebut dalam keadaan normal dan dapat digunakan untuk beroperasi karena daya *output* masih bisa diterima oleh *Receiver* di perangkat [4].

Penelitian diambil dari Firdaus tahun 2016 dengan judul Performansi Jaringan Fiber Optik dari *Sentral Office* Hingga ke Pelanggan di Yogyakarta. Penelitian ini menganalisa *power budget* jaringan fiber optik milik PT Telkom Indonesia di Yogyakarta yang meliputi 5 STO (*Sentral Office*) dan 20 Pelanggan. STO Terdiri dari STO Kalasan, STO Godean, STO Kotabaru, STO Bantul, dan STO Pugeran. 20 Pelanggan tersebar di wilayah STO Kotabaru, STO Bantul dan STO Pugeran. Berdasarkan pengukuran di peroleh nilai redaman total antara STO hingga ke pelanggan masih kurang dari 28dB. Hasil tersebut sesuai dengan standar tetapan PT Telkom Indonesia. Nilai redaman kabel adalah 0,26 dB/Km masih sesuai dengan standart ITU (*International Telecommunication Union*) no. T-REC-G.651-199802-I. Jaringan mampu melayani pelanggan dengan kecepatan rata rata 8,23Mbps untuk *download* dan 2,04 Mbps untuk *upload* [18].

Penelitian diambil dari Salathiella Ayuning Putri tahun 2015 dengan judul Analisis Penyebab Gangguan Transmisi Sistem Komunikasi Serat Optik untuk *link* DWDM Bandung-Cianjur PT Telkom, Tbk. Metode yang digunakan ini berupa pengukuran dan memanfaatkan hasil perhitungan dari PT Telkom. Yang pertama hasil pengukuran secara *existing* menggunakan perangkat yang disediakan oleh PT. Telkom Lembong dan yang kedua perhitungan secara matematis. Dari kedua pengukuran tadi akan dilakukan analisis. Dari hasil pengukuran, hal-hal yang akan dianalisis adalah *link power budget*, *rise time budget*, *maintainability*, *availability*, *reliability*. Dari hasil evaluasi selama periode September 2014 – Agustus 2015, diketahui nilai MTTR (*Repair*) rata-rata sebesar 3,95 jam (memenuhi standar), nilai MTTR (*Recovery*) rata-rata sebesar 5,30 jam (tidak memenuhi standar), dan *availability* rata-rata sistem sebesar 99,75% (kurang memenuhi standar). Hal ini menandakan bahwa kualitas performansi sistem belum cukup baik. Diketahui juga selama periode tersebut, gangguan dominan yang terjadi adalah kabel putus yang disebabkan oleh pihak ke-3[19].

Penelitian terakhir diambil dari Fazar Guntara Praja tahun 2013 dengan judul Analisis Perhitungan dan Pengukuran Transmisi Jaringan Serat Optik

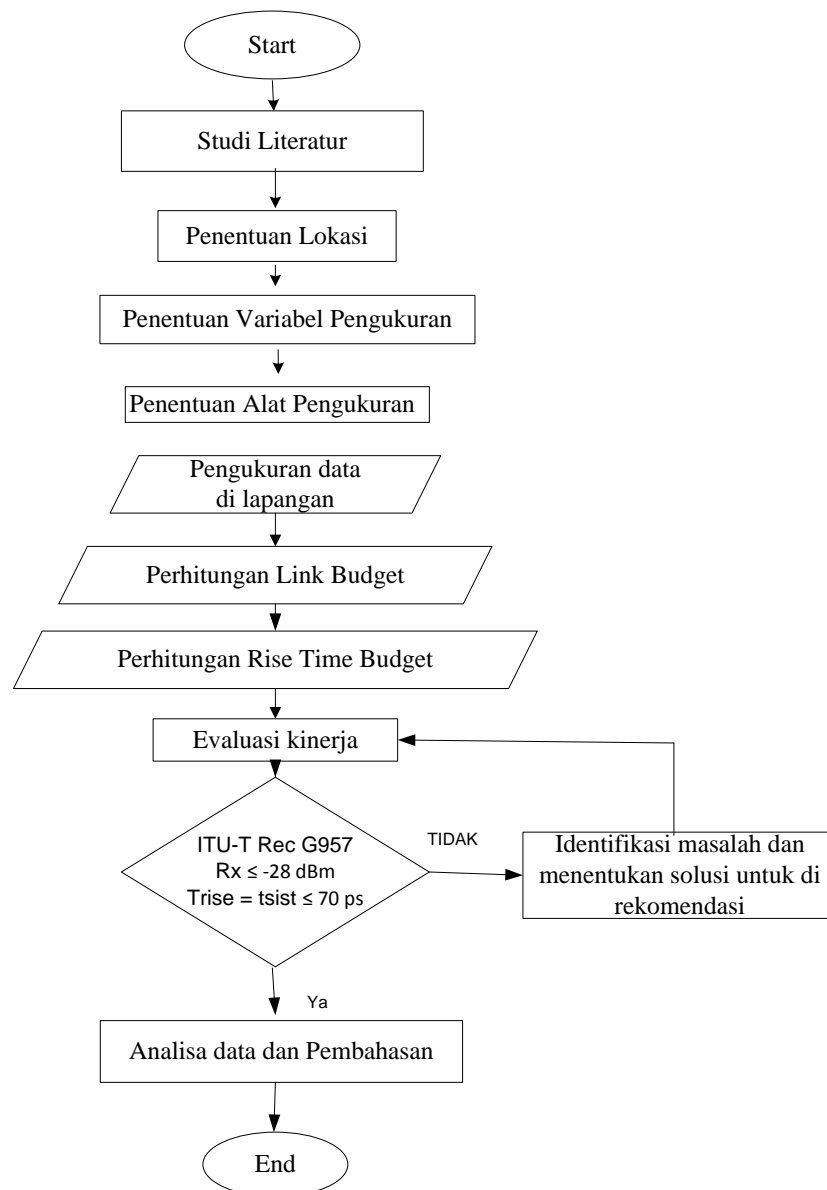
Telkomsel Regional Jawa Tengah. Perancangan transmisi jaringan serat optik Telkomsel Regional Jawa Tengah terbentang diantara Kota Bawen-Payaman yang terdiri dari empat *link*. Pengukuran dilakukan pada *power link budget* dan *rise time budget* dengan ketentuan standar KPI (*Key Performance Indicator*) Telkomsel yaitu untuk *power link budget* sebesar  $-4$  dBm dan *rise time budget* 70 ps. Hasil pengukuran *link* jaringan diperoleh nilai *power link budet* rata-rata sebesar  $-0,33$  dBm dan *rise time budget* rata-rata sebesar 45,76 Ps, yang mengindikasikan seluruh *link* yang telah dibangun memiliki kinerja yang baik dan sesuai dengan standar minimal yang diinginkan Telkomsel [20].

Penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya, penelitian ini lebih fokus pada jaringan fiber optik pada jaringan *backbone* dengan melakukan 2 metode yaitu *optical link power budget* dan *rise time budget* dengan membandingkan 2 jenis kabel yaitu kabel udara dan kabel tanah. Penelitian ini akan menganalisa data yang diperoleh dari mengambil data dari *link* Cikupa-Ciwandan untuk mengetahui nilai redaman, loss sambungan, jarak kabel, redaman *end to end*, power level. Pengambilan data ini akan menggunakan beberapa perangkat akses fiber optik yaitu OTDR dan NMS (*Network Monitoring System*). Setelah mengambil data dan mendapat nilai parameternya maka akan dibandingkan dengan standar yang sudah ditetapkan oleh PT Telkom yang merujuk pada standar internasional yaitu Standar ITU-T (*International Telecommunication Union*) REC G957 dengan nilai *Receiver Sensitivity*  $-28$  dBm kemudian memberikan solusi terbaik untuk kedepan agar performansi jaringan fiber optik lebih bagus dan tahan terhadap *loss*.

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian

Dalam penelitian ini peneliti harus membuat suatu skema langkah kerja, skema ini dibuat agar penelitian dapat dilakukan dengan lebih terarah. Berikut diagram alir dari penelitian yang akan dilakukan pada Gambar 3.1 yaitu memperlihatkan alur dari *flowchart* penelitian.



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

### 3.2 Tahapan Penelitian

Berikut ini merupakan tahapan penelitian yang akan dilakukan :

a. Studi Literatur

Hal pertama yang kali dilakukan adalah mencari sumber-sumber penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya.

b. Menentukan lokasi

Penentuan lokasi bertujuan untuk mencari *link* target yang akan digunakan serta menentukan lokasi pengukuran. Panjang pendeknya lintasan sangat mempengaruhi dalam penelitian ini.

c. Menentukan variabel

Penentuan variabel penelitian ini ada 2 yaitu rugi daya akibat redaman dan panjang gelombang. Rugi daya akibat redaman memiliki 3 jenis yaitu redaman serat, redaman konektor dan redaman sambungan.

d. Menentukan Alat Pengukuran

Penentuan alat dan bahan yan digunakan dalam penelitian skripsi ini adalah alat ukur,alat penyambungan dan perangkat transmisi

e. Melakukan Pengukuran data di lapangan

Pengukuran data menggunakan alat bantu OTDR Yokogawa AQ7932 dan OTDR EXFO Pro-1

f. Melakukan Perhitungan *link budget*

Menngunakan perhitungan metode *power link budget* dalam pengukuran dengan menggunakan parameter redaman serat optik, redaman konektor dan redaman sambungan

g. Melakukan Perhitungan *Rise time budget*

Mengunakan perhitungan metode *Rise time budget* dalam pengukuran dengan menggunakan parameter redaman serat optik, redaman konektor dan redaman sambungan.

h. Analisa data dan pembahasan

Menganalisis hasil dari data pengukuran yang dilakukan dengan perhitungan yang dilakukan secara teoritis. Jika hasil yang didapat data pengukuran lebih besar dari nilai data perhitungan maka dicarikan solusi terkait masalah tersebut.

### 3.3 Metode Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini dibutuhkan langkah langkah metode penelitian sebagai berikut:

#### 3.3.1 Pengukuran Daya

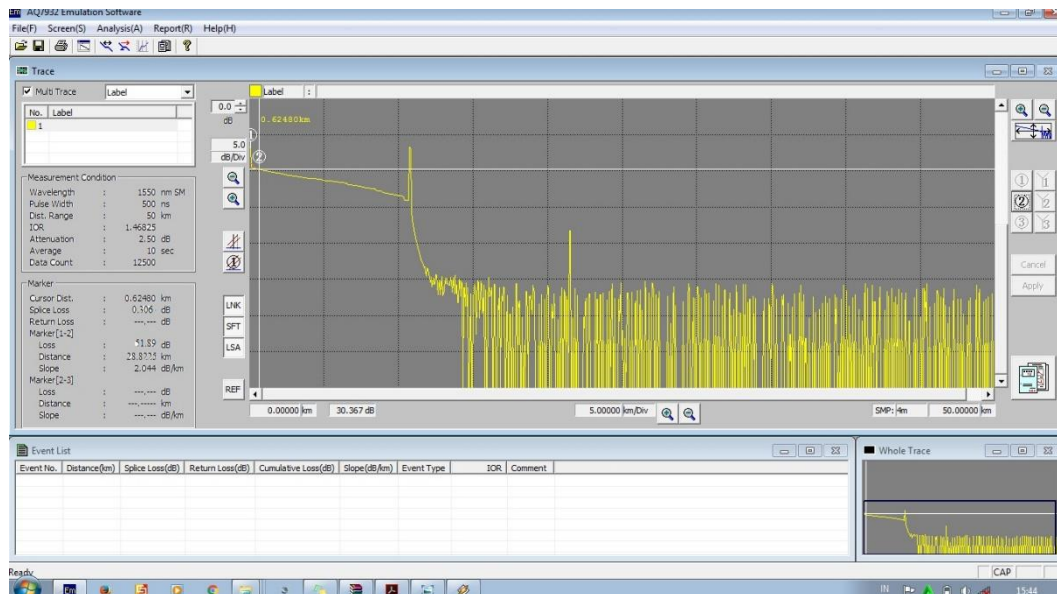
Pengukuran daya *link* Cikupa-Ciwandan (jalur gerbang JASUKA) didapatkan dari hasil monitoring NMS (*Network Monitoring System*). Monitoring NMS (*Network Monitoring System*) menggunakan jalur DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) SBCS (*Sumatra Bangka Cable System*) Cikupa. Pengukuran daya dilakukan dengan sistem *end-to-end* artinya pengukuran dapat di ambil dari STO penerima ataupun STO pengirim. Pada penelitian ini STO Cikupa berperan sebagai *transmitter* (STO Pengirim) sedangkan STO Ciwandan bertindak sebagai *receiver* (STO Penerima).

#### 3.3.2 Pengukuran Redaman

Pengukuran redaman dilakukan dengan menggunakan 2 jenis OTDR yaitu jenis OTDR Yokogawa AQ7932 yang dilakukan pada jenis kabel KT-96 dan OTDR EXFO FTB-1 Pro untuk jenis kabel KU-48. Pengukuran pada KT-96 bisa dilakukan di STO Cikupa ataupun di STO Serang dikarenakan pada KT-96 dilakukan *split*. Sedangkan pada KU-48 dilakukan pengukuran di STO Cikupa ke beberapa STO yang mengarah ke Ciwandan Pengukuran redaman mengacu pada satu jalur *backbone*. Pada kabel tanah pengukuran redaman dilakukan di STO Serang sedangkan pada kabel udara dilakukan di STO Cikupa.

##### 3.3.2.1 Pengolahan Data

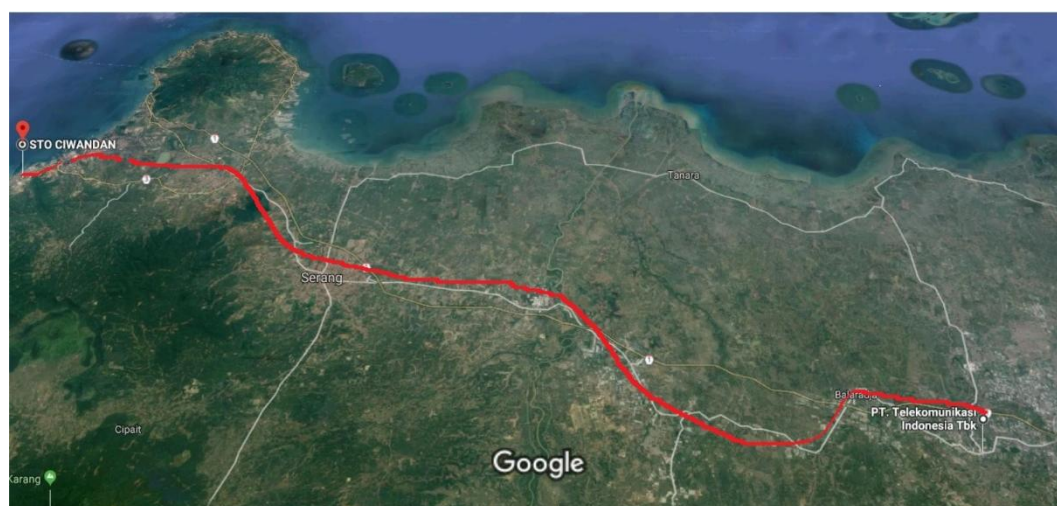
Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan perangkat OTDR kemudian data diolah menggunakan *Software AQ9732 Emulation* untuk mengetahui nilai dari pengukuran redaman *splice* dan total redaman. Contoh dari hasil prngolahan data seperti pada Gambar 3.2 yaitu *core 1* pada *link* KU48 Cikupa-Ciwandan. Pada *core-core* lainnya dilampirkan pada Lampiran 7 dan seterusnya.



Gambar 3.2 Hasil Pengolahan Data *Software* AQ9732 Emulation

### 3.4 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara mengambil data serat optik pada *link Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)* di *link* STO Cikupa hingga STO Ciwandan dengan melalui kabel tanah dan kabel udara terlihat pada Gambar 3.3 yang dilihat dari satelit.



Gambar 3.3 Cakupan Area *Link* Cikupa-Ciwandan

Didalam regional II terdapat *link transport backbone*. JASUKA masuk di dalam area ring I seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.4





Gambar 3.4 Peta Ring 1 JASUKA (Jawa, Sumatra dan Kalimantan) *Backbone*

Pada Gambar 3.4 di bagian Ring I terdapat wilayah wilayah jaringan *backbone* antara lain Batam, Dumai, Duri, Pekanbaru, Rengat, Jambi, Palembang, Baturaja, Bandar Lampung, Cikupa, Semanggi, Tanjung Pandan dan Pontianak. Pada Gambar 3.3 tidak diperlihatkan daerah Ciwandan karena *link* Ciwandan hanya digunakan sebagai penguat jaringan yang akan diteruskan ke Kalianda (Gerbang JASUKA di pulau Sumatra). Sebelum ke Cikupa lintasan di terima dari Jatinegara kemudian dari Ciwandan akan diteruskan ke Kalianda dengan menggunakan kabel laut.

### 3.5 Komponen Penelitian

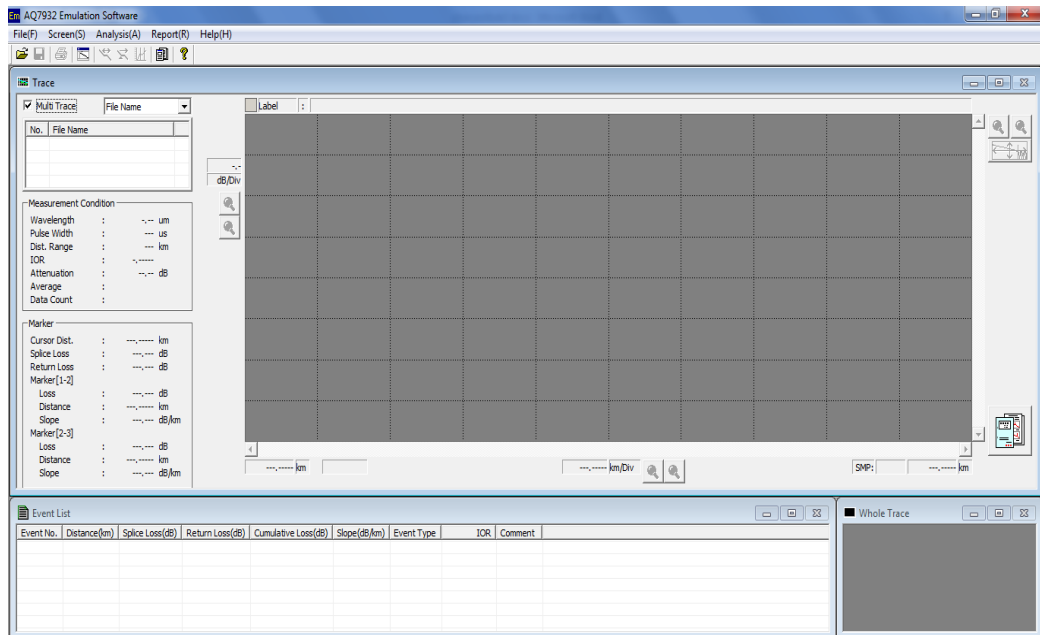
Pada penelitian rugi rugi serat optik dibutuhkan beberapa komponen penelitian untuk mempermudah kinerja proses pengerjaannya. Komponen penelitian yang dibutuhkan berupa *software* dan *hardware*.

#### 3.5.1 Komponen *Software*

Dalam penelitian ini dibutuhkan komponen *software* yaitu :

1. *Software* Yokogawa AQ792 *emulation*

*Software* Yokogawa AQ792 *emulation* ini berfungsi untuk membaca hasil data yang telah diukur sebelumnya dengan OTDR Yokogawa AQ792 yang nantinya dapat dipindahkan dan dibaca di komputer, tampilan *software* dapat dilihat pada Gambar 3.5



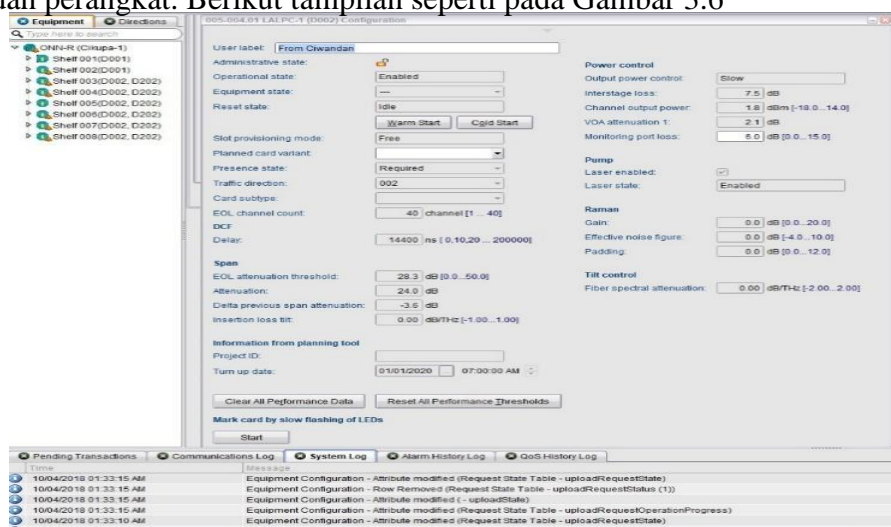
Gambar 3.5 Tampilan Yokogawa AQ792 emulation

## 2. Software EXFO Emulation

*Software EXFO Emulation* berfungsi untuk membaca hasil data yang telah diukur sebelumnya dengan OTDR EXFO FTB-1 Pro yang nantinya dapat dipindahkan dan dibaca di computer.

## 3. Network Monitoring System (NMS)

*Network Monitoring System (NMS)* digunakan untuk memonitoring kondisi pada suatu perangkat. Dalam penelitian ini NMS digunakan sebagai melihat Daya Penerima dan Daya Pengirim dalam suatu *link* fiber optik dan perangkat. Berikut tampilan seperti pada Gambar 3.6



Gambar 3.6 Tampilan *Network Monitoring System (NMS)* SBCS Cikupa

#### 4. Microsoft Excel

*Microsoft Excel* digunakan sebagai lembar kerja mengolah hasil data pengukuran yang menggunakan OTDR. *Worksheet Microsoft Excel* terdiri atas baris (*row*) dan kolom (*column*).

### 3.5.2 Komponen Hardware

Dalam penelitian skripsi ini dibutuhkan komponen *hardware* yaitu :

#### 1. OTDR YOKOGAWA AQ7932

OTDR Yokogawa AQ79322 digunakan untuk mengukur redaman serat optik pada perangkat DWDM jenis kabel KT-96 berikut tampilan perangkat pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 *Optical Time Division Reflectometer (OTDR) Yokogawa AQ7932*

Berikut spesifikasi dari OTDR yang akan digunakan, yaitu Yokogawa AQ7932 yang dijelaskan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Data Spesifikasi OTDR Yokogawa AQ7932

<i>Item</i>	<i>Specifications</i>
<i>Display</i>	8.4-inch color TFT (640 × 480 dots)
<i>Distance range</i>	*1 500 m, 1 km, 2 km, 5 km, 10 km, 20 km, 50 km, 100 km, 200 km, 300 km, 400 km, 512 km *6
<i>Reading resolution</i>	1 cm min.
<i>Sampling resolution</i>	5 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm, 1 m, 2 m, 4 m, 8 m, 16 m, 32 m
<i>Number of data samples</i>	Up to 50000 points
<i>Group refraction index</i>	1.30000 to 1.79999 (0.00001 steps)
<i>Distance unit</i>	km mile and kf for English display
<i>Dimensions</i>	287 (W) × 197 (H) × 85 (D)
<i>Temperature range</i>	0°C to 45°C

## 2. OTDR EXFO FTB-1 Pro

OTDR EXFO FTB-1 Pro digunakan untuk mengukur redaman serat optik pada perangkat DWDM jenis kabel KU-48 berikut tampilan perangkat pada Gambar 3.8



Gambar 3.8 *Optical Time Division Reflectometer (OTDR) EXFO FTB-1 Pro*

Berikut adalah spesifikasi dari OTDR yang akan digunakan, yaitu EXFO FTB-1 Pro:

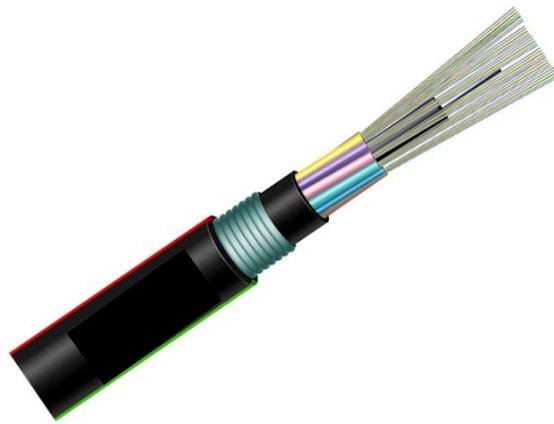
Tabel 3.2 Data Spesifikasi OTDR EXFO FTB-1 Pro

<i>Item</i>	<i>Specifications</i>
<i>Display</i>	<i>multitouch, wide-screen, color, 1280x800 TFT 203mm (8in)</i>
<i>Distance range</i>	<i>*1 500 m, 1 km, 2 km, 5 km, 10 km, 20 km, 50 km, 100 km, 200 km, 300 km, 400 km, 512 km *6</i>
<i>Reading resolution</i>	<i>1 cm min.</i>
<i>Sampling resolution</i>	<i>5 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm, 1 m, 2 m, 4 m, 8 m, 16 m, 32 m</i>
<i>Number of data samples</i>	<i>Up to 50000 points</i>
<i>Group refraction index</i>	<i>1.30000 to 1.79999 (0.00001 steps)</i>

## 3. Fiber Optik G655

Dalam penelitian skripsi *link* Cikupa Ciwandan menggunakan kabel Voksel tipe G655 seperti pada Gambar 3.9. Menurut rekomendasi ITU-T G655, kabel serat optik *singlemode* yang bekerja pada panjang gelombang 1550 nm umumnya memiliki koefisien redaman sebesar 0,35 dB/km. Nilai 0,35 dB/km merupakan nilai

maksimal yang diperbolehkan dalam sebuah sistem komunikasi serat optik, dan kemudian nilai inilah yang menjadi acuan bagi standart PT.Telkom.



Gambar 3.9 Fiber Optik G655 96 core

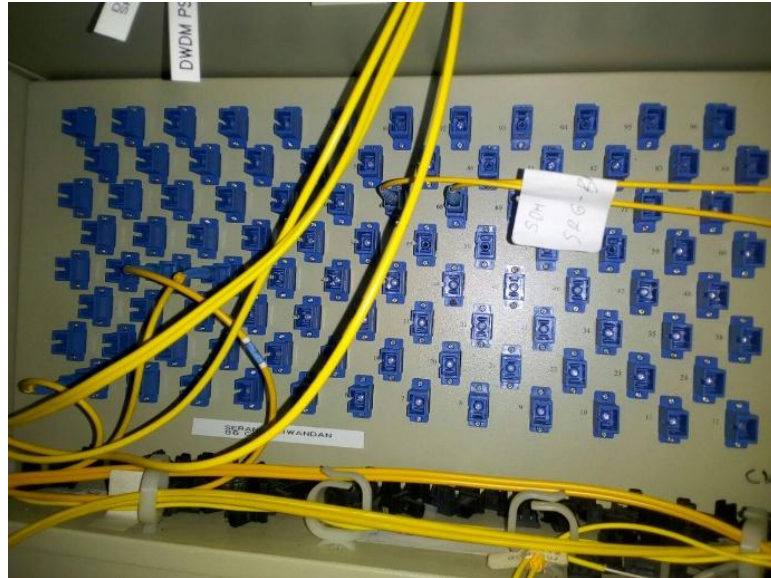
Berikut *datasheet* dari kabel G655 pada Tabel 3.3 :

Tabel 3.3 *Datasheet* Kabel G655

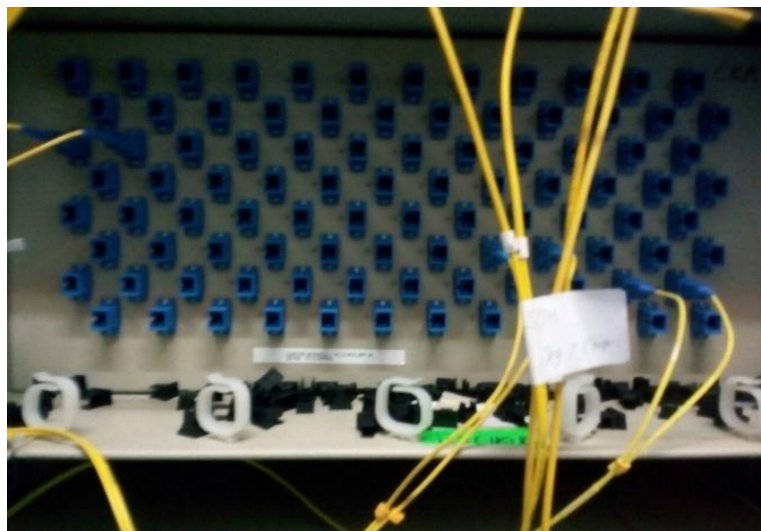
<i>Item</i>	<i>Specifications</i>
Mode Perambatan	<i>Single Mode</i>
<i>Cladding non Circularity (%)</i>	$\leq 1$
Konsentrasi error ( $\mu\text{m}$ )	$\leq 0,6$
Diameter <i>cladding</i> ( $\mu\text{m}$ )	$125 \pm 0,7$
Diameter <i>coating</i> ( $\mu\text{m}$ )	$250 \pm 15$
<i>Maximum Cut Of Wavelength (nm)</i>	1450
<i>Zero Dispersion Wavelength (nm)</i>	1530-1565
<i>Loss Fiber</i>	0,35
<i>Zero Dispersion Slope (nm)</i>	$\leq 0.092$

#### 4. Konektor

Konektor yang digunakan dalam penelitian ini adalah *SC-Simplex Connector*. Dalam penelitian ini total konektor yang terpasang adalah 390 buah kabel udara dan kabel tanah seperti pada Gambar 3.10 dan Gambar 3.11.



Gambar 3.10 Konektor Serang-Ciwandan di STO Serang



Gambar 3.11 Konektor Cikupa-Serang di STO Serang

Berikut *datasheet* dari *SC-Simplex Connector* pada Tabel 3.4 :

Tabel 3.4 *Datasheet SC-Simplex Connector*

<i>Item</i>	<i>Specifications</i>
<i>Fiber Compatibility</i>	62.5/125 $\mu$ m OM1, 50/125 $\mu$ m OM2, 10Gig™ 50/125 $\mu$ m laser optimized OM3/OM4 and 9/125 $\mu$ m OS1/OS2
<i>Fiber cable type</i>	900 $\mu$ m tight-buffered cable recommended
<i>Fiber cable size:</i>	3.0mm or 1.6mm – 2.0mm jacketed cable
<i>Ferrule type</i>	Zirconia ceramic ferrule
<i>Loss Konektor(dB)</i>	0,5

### 3.6 Data Penelitian

Data penelitian ini menggunakan 2 data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapat dari pengukuran langsung berupa pengukuran daya dan pengukuran redaman. Sedangkan data sekunder merupakan data konfigurasi jalur serat optik, data *joint* pada tiang kabel udara.

#### 3.6.1 Data Primer

##### 1. Pengukuran Daya

Pada pengukuran daya dilakukan dengan cara memonitoring *Network Monitoring System* (NMS) dengan menggunakan perangkat DWDM SBCS CIKUPA menggunakan panjang gelombang 1550 nm. Pada STO Cikupa digunakan sebagai daya Pengirim ( $P_{TX}$ ) sedangkan STO Ciwandan sebagai daya penerima ( $P_R$ ). Kemudian  $P_B$  sebagai *link power budget*. Hasil pengukuran *link* KT96 Cikupa-Serang daya Pengirim ( $P_{TX}$ ) adalah 24,3 dBm dan hasil daya penerima ( $P_R$ ) adalah 13,6 dBm.

##### 2. Pengukuran Redaman

Pada penelitian ini menggunakan data primer. Pada pengukuran redaman KU 48 (Kabel Udara yang memiliki kapasitas 48 *core*) dilakukan di STO Cikupa. Sedangkan pada pengukuran redaman KT 96 (Kabel tanah yang memiliki kapasitas 96 *core*) dilakukan di STO Serang.

Tabel 3.5 Hasil Pengukuran Redaman Cikupa-Serang KT-96

Core	Redaman Fiber (dB/km)	Redaman Konektor (dB)	Redaman Splice (dB)	Total Redaman (dB)
1	9,525	2 x 0,5	0,175	36,067
2	19,3235	2 x 0,5	1,944	24,2675
3	26,2133	2 x 0,5	2,688	30,90125
4	26,215	2 x 0,5	1,016	28,231
5	2,548	2 x 0,5	13,54	17,188
6	26,215	2 x 0,5	1,632	28,947
7	2,751	2 x 0,5	14,414	18,765
8	3,171	2 x 0,5	21,705	26,876
9	26,215	2 x 0,5	1,032	28,347
10	26,2115	2 x 0,5	3,864	31,2755
11	2,5508	2 x 0,5	13,556	17,2068
12	26,215	2 x 0,5	-1,872	25,943
13	26,215	2 x 0,5	-0,792	26,623
14	26,4471	2 x 0,5	1,075	28,92205
21	26,8582	2 x 0,5	10,825	39,12
22	11,956	2 x 0,5	2,365	16,322
23	<i>Core Used</i>			
24	<i>Core Used</i>			
25	11,1295	2 x 0,5	10	21,1

Lanjutan Tabel 3.5

<b>Core</b>	<b>Redaman Fiber (dB/km)</b>	<b>Redaman Konektor (dB)</b>	<b>Redaman Splice (dB)</b>	<b>Total Redaman(dB)</b>
26	2,36891	2 x 0,5	12,988	17,89
27	26,215	2 x 0,5	4,272	32,98
28	5,68345	2 x 0,5	12,844	17,54
29	12,133	2 x 0,5	10	22,003
30	6,2045	2 x 0,5	13,68	22,89
31	2,268	2 x 0,5	12,644	16,113
32	<i>Core Used</i>			
33	<i>Core Used</i>			
34	19,215	2 x 0,5	1,992	20,001
35	2,807	2 x 0,5	15,444	20,251
36	26,8135	2 x 0,5	1,225	30,98
37	2,156	2 x 0,5	10,994	16,43
38	10,021	2 x 0,5	10	20,899
39	26,187	2 x 0,5	2,064	30,251
45	2,877	2 x 0,5	15,76	20,113
46	26,1905	2 x 0,5	3,288	32,896
47	26,4975	2 x 0,5	3,175	31,988
48	2,142	2 x 0,5	11,552	15,988
49	26,215	2 x 0,5	3,264	32,98
50	26,3795	2 x 0,5	8,875	28,98
51	20,215	2 x 0,5	6,504	26,828
52	26,5615	2 x 0,5	2,225	28,02
53	26,215	2 x 0,5	2,64	34,39
54	12,4955	2 x 0,5	10,784	22,819
55	22,7245	2 x 0,5	0	28,123
56	19,789	2 x 0,5	1,728	22,3665
57	26,88	2 x 0,5	2,85	23,5155
58	20,1175	2 x 0,5	0,384	20,89
59	9,7855	2 x 0,5	0,63	12,891
60	16,215	2 x 0,5	6,32	24,11
61	<i>Core Used</i>			
62	<i>Core Used</i>			
68	19,229	2 x 0,5	1,224	20,098
69	20,222	2 x 0,5	1,464	23,988
70	16,215	2 x 0,5	4,104	23,988
71	16,215	2 x 0,5	3,984	24,1009
72	22,215	2 x 0,5	4,608	25,988
73	26,133	2 x 0,5	0	28,982
74	16,845	2 x 0,5	3,775	20,98
75	19,208	2 x 0,5	3,96	22,981
80	18,18	2 x 0,5	1,2	22,1295
81	12,205	2 x 0,5	13,124	22,1295
82	12,541	2 x 0,5	13,474	22,1295
83	9,946	2 x 0,5	5,378	12,1295
84	12,863	2 x 0,5	2,832	16,9365
85	10,7965	2 x 0,5	13,618	24,9876
86	20,4425	2 x 0,5	2,25	24,89
87	26,215	2 x 0,5	2,448	29,345
88	16,211	2 x 0,5	3,432	23,4
89	22,5545	2 x 0,5	0,85	24,5



Lanjutan Tabel 3.5

<i>Core</i>	<b>Redaman Fiber (dB/km)</b>	<b>Redaman Konektor (dB)</b>	<b>Redaman Splice (dB)</b>	<b>Total Redaman(dB)</b>
90	26,215	2 x 0,5	3,84	29,9876
91	19,215	2 x 0,5	13,224	22,987
92	20,215	2 x 0,5	6,328	7,123
93	2,4605	2 x 0,5	13,982	17,982
94	2,1875	2 x 0,5	11,356	24,123
95	0,1337	2 x 0,5	10	11,234
96	6,51545	2 x 0,5	13,62	18,342

Berikut merupakan hasil pengukuran redaman pada KT-96 *link* Serang-Ciwandan yang dilakukan di STO Serang pada tabel 3.6 :

Tabel 3.6 Hasil Pengukuran Redaman Serang-Ciwandan KT-96

<i>Core</i>	<b>Redaman Fiber (dB/km)</b>	<b>Redaman Konektor (dB)</b>	<b>Redaman Splice (dB)</b>	<b>Total Redaman(dB)</b>
1	<i>Core Used</i>			
2	8,5365	2 x 0,5	16,624	21,828
3	13,3945	2 x 0,5	2,36	28,02
4	13,3945	2 x 0,5	9,8	24,39
5	13,3945	2 x 0,5	8,324	21,819
6	13,3931	2 x 0,5	9,676	23,123
7	13,3945	2 x 0,5	9,672	22,3665
8	13,3945	2 x 0,5	29,02	33,5155
9	12,1114	2 x 0,5	7,589	20,89
10	12,026	2 x 0,5	9,437	22,891
11	12,11	2 x 0,5	16,96	20,11
12	12,11	2 x 0,5	12,564	18,781
13	12,1065	2 x 0,5	16,576	19,877
14	8,53013	2 x 0,5	18,281	18,91134
15	8,5295	2 x 0,5	11,487	15,1198
16	13,39555	2 x 0,5	3,336	18,9881
17	8,5505	2 x 0,5	11,272	20,988
18	13,3945	2 x 0,5	10	24,9886
19	12,11	2 x 0,5	25,982	20,098
20	13,3945	2 x 0,5	29,268	23,988
21	13,3945	2 x 0,5	9,4	23,988
22	13,3945	2 x 0,5	9,7	24,1009
23	13,3945	2 x 0,5	12,948	25,988
24	13,3945	2 x 0,5	24,168	28,982
25	16,007	2 x 0,5	0	20,98
26	12,84	2 x 0,5	0	21,981
27	19,009	2 x 0,5	108	21,19
28	18,1295	2 x 0,5	0	21,34
29	13,1295	2 x 0,5	0	21,34
30	9,0265	2 x 0,5	10,64	12,665
31	10,1295	2 x 0,5	0	12,1295
32	10,1295	2 x 0,5	0	12,1295
33	10,1295	2 x 0,5	0	12,1295
34	10,1295	2 x 0,5	0,872	11,1295
35	8,2075	2 x 0,5	1,729	10,9365
36	13,3945	2 x 0,5	3,276	14,9876
37	13,3945	2 x 0,5	3,228	14,89
38	13,3945	2 x 0,5	4,528	19,345

Lanjutan Tabel 3.6

<b>Core</b>	<b>Redaman Fiber (dB/km)</b>	<b>Redaman Konektor (dB)</b>	<b>Redaman Splice (dB)</b>	<b>Total Redaman(dB)</b>
39	<i>Core Used</i>			
40	<i>Core Used</i>			
41	13,3931	2 x 0,5	5,296	19,9876
42	13,39415	2 x 0,5	6,892	12,987
53	13,3945	2 x 0,5	5,636	10,987
54	13,391	2 x 0,5	5,136	17,982
55	0,007	2 x 0,5	0	10,2919
56	10,007	2 x 0,5	0	10,219
57	13,3945	2 x 0,5	14,736	28,2099
64	8,54	2 x 0,5	21,84	21,4
65	0,105	2 x 0,5	0	22,86
66	8,54	2 x 0,5	20,008	18,43
67	<i>Core Used</i>			
68	<i>Core Used</i>			
69	10,007	2 x 0,5	0	19,219
70	10,007	2 x 0,5	0	19,219
71	13,391	2 x 0,5	14,844	23,87
76	10,665	2 x 0,5	0	18,877
77	10,007	2 x 0,5	0	18,298
78	13,78	2 x 0,5	14,35	19,18
79	13,391	2 x 0,5	0,912	12,87
80	20,105	2 x 0,5	0	21,28
81	8,505	2 x 0,5	14,952	28
82	13,3805	2 x 0,5	25,584	21,99
83	12,007	2 x 0,5	0	12,287
84	12,007	2 x 0,5	0	12,287
85	13,3945	2 x 0,5	40,38	54,9
86	13,3945	2 x 0,5	28,776	44,12
92	15,9535	2 x 0,5	0,935	17,98
93	12,007	2 x 0,5	0	12,287
94	12,1337	2 x 0,5	0	12,298
95	12,007	2 x 0,5	0	12,287
96	20,007	2 x 0,5	0	20,287

Berikut merupakan hasil pengukuran redaman pada KU-48 *link* Cikupa-Ciwandan yang dilakukan di STO Cikupa pada tabel 3.7 :

Tabel 3.7 Hasil Pengukuran Redaman Cikupa-Ciwandan KU-48

<b>Core</b>	<b>Redaman Fiber (dB/km)</b>	<b>Redaman Konektor (dB)</b>	<b>Redaman Splice (dB)</b>	<b>Total Redaman(dB)</b>
15	29,745	2 x 0,5	4,44	22,987
16	23,625	2 x 0,5	1,656	21,281
17	25,4205	2 x 0,5	2,114	16,865
18	9,6355	2 x 0,5	1,143	25,987
19	10,66	2 x 0,5	0,097	19,987
20	<i>Core Used</i>			
21	18,392	2 x 0,2	1,534	22,987
22	19,4175	2 x 0,2	6,825	23,565
23	<i>Core Used</i>			
24	<i>Core Used</i>			
25	<i>Core Used</i>			

Lanjutan Tabel 3.6

<i>Core</i>	<b>Redaman Fiber (dB/km)</b>	<b>Redaman Konektor (dB)</b>	<b>Redaman Splice (dB)</b>	<b>Total Redaman (dB)</b>
26	<i>Core Used</i>			
27	17,1575	2 x 0,5	0,648	21,8
28	13,7055	2 x 0,5	0,414	22,987
29	18,2555	2 x 0,5	0,306	23,89
30	18,8225	2 x 0,5	1,446	21,98
31	15,473	2 x 0,5	1,928	24,186
32	20,73	2 x 0,5	2,168	25,987
33	<i>Core Used</i>			
34	<i>Core Used</i>			
35	<i>Core Used</i>			
36	18,98	2 x 0,5	2,264	26,187
37	<i>Core Used</i>			
38	<i>Core Used</i>			

### 3. Pengukuran *Rise Time Budget*

Pengukuran terhadap *rise time budget* dilakukan menggunakan perangkat OTDR di setiap *link*. Pada jenis kabel tanah dilakukan di STO Serang sedangkan kabel udara dilakukan di STO Cikupa. Hasil pengukuran *rise time budget* seperti pada Tabel 3.8.

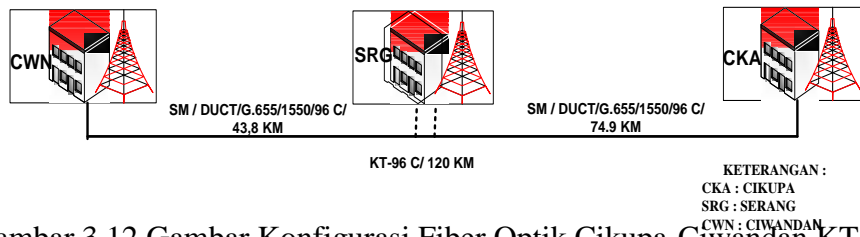
Tabel 3.8 Hasil Pengukuran *Rise Time Budget*

<b>No</b>	<b>Link</b>	<b>Pengukuran (ps)</b>
1	KT 96 Cikupa-Serang	59,1
2	KT96 Serang-Ciwandan	52,96
3	KU48 Cikupa-Ciwandan	62,30678

### 3.6.2 Data Sekunder

#### 1. Konfigurasi Jalur Serat Optik

Konfigurasi Fiber Optik Cikupa-Ciwandan dari kabel tiang 96 *core* (KT-96C) di arahkan dari Cikupa langsung 96 *core* dengan tipe kabel SM/Duct/G655/1550/96C. Kemudian di STO Serang dilakukan *splicing* lalu diteruskan ke STO Ciwandan. *Splicing* adalah metode pemasangan konektor (terminasi) atau dengan menghubungkan langsung antar kabel *fiber optic*. Tindakan *splicing* ini digunakan untuk menggabungkan dua serat optik *end-to-end* dengan menggunakan panas. Akibat dari pemasangan *splicing* di STO Serang pengukuran fiber optik pada *link* Cikupa Ciwandan KT-96 *core* juga bisa dilakukan di STO Serang.



Gambar 3.12 Gambar Konfigurasi Fiber Optik Cikupa-Ciwandan KT-96C

Berikut merupakan data fiber optik pada *link* STO Cikupa- STO Ciwandan :

Tabel 3.9 Data Fiber STO Cikupa-Ciwandan pada KT-96

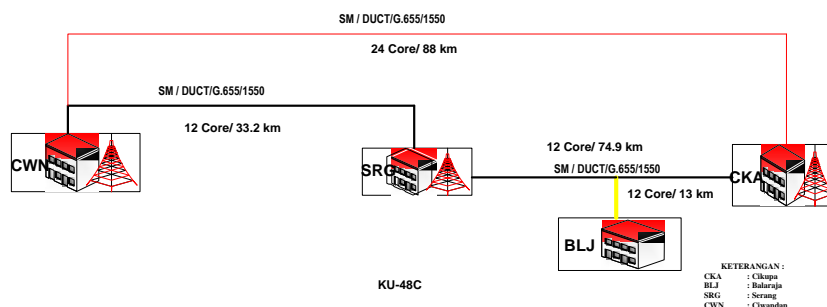
No	Link	Jarak (km)	Jumlah Core	Jumlah Konektor	Jumlah Sambungan	Mode Perambatan
1	Cikupa-Serang	74,9	70	140	24	Single Mode
2	Serang-Ciwandan	43,8	66	132	15	Single Mode

Konfigurasi jalur fiber optik KT-96 bisa dilihat pada Gambar 3.13. Pada lintasan JASUKA DARAT melewati *link* Cikupa sampai dengan Ciwandan. *Link* Cikupa-Ciwandan memiliki dua jenis kabel yaitu kabel udara dan kabel tanah. Pada KT-96 (Kabel tanah yang memiliki kapasitas 96 *core*) dibagi menjadi 2 konfigurasi yaitu *Link* Cikupa-Serang dengan jarak 74,9 km dan *link* Serang-Ciwandan jarak 43,8 km. Berikut Gambar 3.13 dari kabel tanah yang digunakan pada *link* Cikupa-Ciwandan



Gambar 3.13 Kabel tanah KT-96 pada *link* Cikupa-Ciwandan

Pada KU 48 (Kabel Udara yang memiliki kapasitas 48 *core*) memiliki jarak 88 km. Konfigurasi KU-48 bisa dilihat pada Gambar 3.14



Gambar 3.14 Gambar Konfigurasi Fiber Optik Cikupa-Ciwandan KU-48C

Pada Gambar 3.15 Konfigurasi Fiber Optik Cikupa-Ciwandan melalui kabel udara berkapasitas 48 *core* hanya 24 *core* yang dikirim langsung ke STO Ciwandan dari STO Cikupa. Gambar Kabel udara bisa dilihat pada gambar 3.6. Kemudian 24 *core* lainnya disalurkan ke beberapa STO yaitu STO Balaraja dengan menggunakan tipe kabel *Duct* sebesar 12 *core*. Kemudian Cikupa-Serang dengan 12 *core*.. Kemudian STO Serang-Ciwandan sebesar 12 *core*. Berikut merupakan data fiber optik pada *link* STO Cikupa- STO Ciwandan :

Tabel 3.10 Data Fiber STO Cikupa-Ciwandan pada KU-48

No	Parameter	Keterangan
1	Jenis Kabel	Kabel udara
2	Jumlah konektor	28
3	Jumlah sambungan	30
4	Jumlah <i>Core</i>	14
5	Tipe Kabel	G.655
6	Jarak (km)	88
7	Kapasitas <i>core</i>	48
8	Mode Perambatan	<i>Single Mode</i>

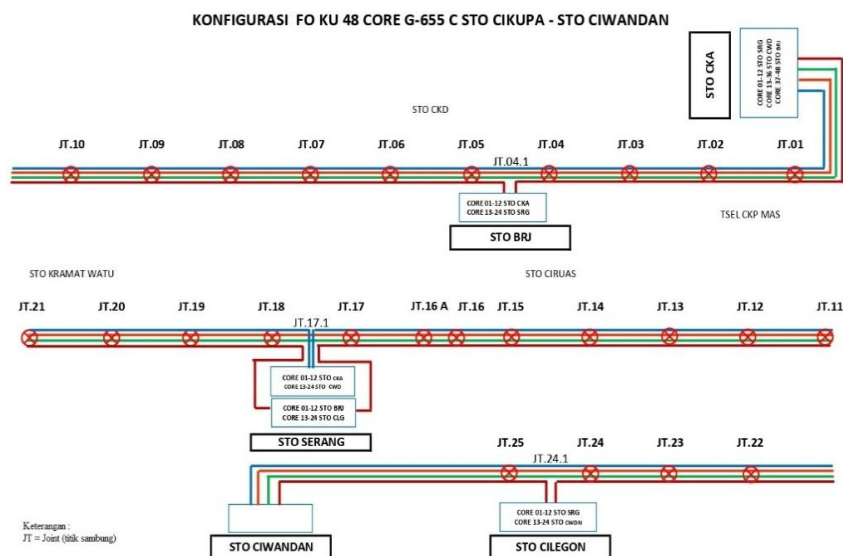


Gambar 3.15 Kabel Udara KU-48 *link* Cikupa-Ciwandan

Pada kabel udara dibutuhkan peralatan tambahan seperti tiang besi. Tiang besi yang digunakan pada kabel udara memiliki panjang 7 meter dan 9 meter. Penggunaan tiang 7 meter untuk kabel *distribution* atau kabel yang menuju ke pelanggan atau sekitar perumahan. Sedangkan tiang 9 meter digunakan untuk jarak 60 meter yang di empatkan diluar kota atau penyebrangan jalan seperti pada Gambar 3.16. Di dalam pembangunan tiang *link* Cikupa-Ciwandan terdapat 25 Jumlah titik sambung (*Joint*). Pembagian *joint* ini dilakukan sesuai dengan panjang kabel dan jarak seperti pada Gambar 3.17



Gambar 3.16 Tiang Besi 9 Meter



Pada setiap *joint* terdapat jumlah tiang yang ditanam. Berikut data *joint* pada STO Cikupa sampai dengan STO Ciwandan :

Tabel 3.11 Data Jumlah tiang pada *Joint* di *link* Cikupa-Ciwandan pada KU-48

No	Joint	Jumlah Tiang		Total Jumlah Tiang
		Tiang 7 m	Tiang 9 m	
1	JT-01	61	63	124
2	JT-02	33	33	66
3	JT-03	40	14	54
4	JT-04	50	14	64
5	JT-05	14	40	54
6	JT-06	50	24	74
7	JT-07	11	60	71
8	JT-08	30	32	62
9	JT-09	15	30	55
10	JT-10	34	34	68
11	JT-11	23	30	53
12	JT-12	28	26	54
13	JT-13	25	23	48
14	JT-14	20	27	47
15	JT-15	20	33	53
16	JT-16	32	22	52
17	JT-17	35	20	55
18	JT-18	20	35	55
19	JT-19	20	13	53
20	JT-20	20	13	53
21	JT-21	24	20	44
22	JT-22	36	20	56
23	JT-23	20	37	57
24	JT-24	10	11	21
25	JT-25	5	20	25
<b>TOTAL</b>		<b>676</b>	<b>694</b>	<b>1370</b>

### 3.7 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di STO Serang Jl. Brigjen KH Samun, Kotabaru, Kec. Serang, Kota Serang, Banten. Waktu pengerjaan skripsi ini berlangsung dari bulan Februari 2019.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membahas mengenai rugi rugi *link* Cikupa-Ciwandan yang merupakan jalur gerbang JASUKA. Hasil studi lapangan didapatkan data hasil pengukuran redaman di di STO Serang Jl. Brigjen KH Samun, Kotabaru, Kec. Serang, Kota Serang, Banten. Kemudian data ini diolah menggunakan 2 metode yaitu *optical link power budget* dan *rise time budget* dengan menggunakan persamaan-persamaan untuk dibandingkan dengan standar PT. Telekomunikasi Indonesia

#### **4.1 Perhitungan *Optical Link Power Budget***

Perhitungan *Optical Link Power Budget* dengan panjang gelombang 1550 nm dilakukan pada *link* Cikupa-Ciwandan dengan jenis kabel udara dan kabel tanah. Pada kabel tanah perhitungan *link* Cikupa-Ciwandan terbagi menjadi 2 yaitu *link* Cikupa-Serang dengan jarak 74,9 km dan *link* Serang-Ciwandan dengan jarak 43,8 km. Sedangkan kabel udara *link* Cikupa-Ciwandan dengan jarak 88 km.

Untuk menghitung nilai *optical power link budget* ada beberapa parameter yang digunakan, yaitu  $P_T$  sebagai daya pancar,  $P_R$  sebagai daya terima jumlah konektor, jumlah *splice*, panjang kabel fiber optik dan sistem margin sebesar 6 dB. Nilai  $P_T$  didapatkan dari hasil monitoring NMS (*Network Monitoring System*). Oleh karena itu, analisis dengan menggunakan metode *Optical link Power Budget* dapat mengetahui performansi jaringan yang telah di implementasikan di lapangan. Analisis ini perlu dilakukan karena faktor keberhasilan dari PT.Telkom adalah dengan memiliki performansi jaringan yang sesuai memenuhi kebutuhan konsumen.

Dalam melakukan perhitungan *optical power link budget* langkah pertama yang dilakukan adalah menghitung total redaman ( $\alpha_{tot}$ ) seperti pada Persamaan 2.2. Langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah Daya *Receiver* ( $P_R$ ) seperti pada Persamaan 2.3 kemudian di analisis dengan standar *Sensitivitas Receiver* yang dipakai oleh PT Telkom adalah ITU-T Rec G957 sebesar -28 dBm yaitu selisih besar daya terima dan sensitivitas penerima adalah lebih besar sama dengan 6 dB



( $\geq 6$  dB). Margin sistem merupakan cadangan daya yang disediakan sistem untuk mencegah terjadinya kondisi terburuk di lapangan (cadangan daya bila terjadi penurunan kualitas sistem). Kemudian langkah terakhir hasil dari perhitungan daya *receiver* dibandingkan dengan hasil monitoring daya penerima NMS (*Network Monitoring System* dan *Sensitivitas Receiver* PT. Telkom).

Sebagai contoh perhitungan *optical power link budget* dilakukan pada *CORE 1 link* Cikupa-Serang (data pada Tabel 3.8) dengan panjang kabel 35 km dengan redaman fiber 0,35 dB/km , 2 konektor yang mempunyai 25 sambungan dengan redaman sambungan 0,181 dB. Berikut adalah uraian perhitungan *Optical Link Power Budget* :

- **Perhitungan *Optical Link Power Budget core 1 Link* KT-96 Cikupa-Serang**

Total redaman *core 1 link* Cikupa-Serang menggunakan Persamaan 2.2 :

$$\alpha_{tot} = L \cdot \alpha_F + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s$$

$$\alpha_{tot} = (35 \text{ km} \times 0,35 \text{ dB/km}) + (2 \times 0,5 \text{ dB}) + (25 \times 0,181 \text{ dB})$$

$$\alpha_{tot} = 11,0785 \text{ dB} + 1 \text{ dB} + 4,525 \text{ dB}$$

$$\alpha_{tot} = 16,6035 \text{ dB}$$

Perhitungan Daya pada *Receiver* dengan menggunakan Persamaan 2.3

$$P_R = P_T - \alpha_{tot}$$

$$P_R = 24,3 \text{ dBm} - 16,6035 \text{ dB}$$

$$P_R = 7,6965 \text{ dBm}$$

Hasil perhitungan daya penerima *core 1 link* Cikupa-Serang yaitu 7,6965 dBm masuk dalam kategori layak dikarenakan selisih antara perhitungan daya penerima dengan *Safety Margin* (6 dBm) masih berada dalam batas yang diijinkan. Untuk batasan *sensitivitas receiver* ITU-T Rec G957 sebesar -28 dBm. Hal ini mengindikasikan bahwa *link* diatas memenuhi kelayakan *optical link power budget*. Dengan menggunakan perhitungan dengan cara yang sama maka diperoleh nilai *Optical Link Power Budget* untuk *core -core* yang lainnya ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan *Optical Link Power Budget* KT96 Link Cikupa-Serang

<b>CORE</b>	<b>Total Redaman (dB)</b>	<b>Daya Transmitter (dBm)</b>	<b>Daya Receiver (dBm)</b>
1	16,6035	24,3	7,6965
2	16,287	24,3	8,013
3	14,554	24,3	9,746
4	18,298	24,3	6,002
5	17,088	24,3	7,212
6	18,762	24,3	5,538
7	18,165	24,3	6,135
8	15,8827	24,3	8,4173
9	28,247	24,3	-3,947
10	31,0755	24,3	-6,7755
11	17,1068	24,3	7,1932
12	25,343	24,3	-1,043
13	26,423	24,3	-2,123
14	28,52205	24,3	-4,22205
21	16,26	24,3	8,04
22	15,321	24,3	8,979
23	<i>Core Used</i>		
24	<i>Core Used</i>		
25	17,28	24,3	7,02
26	16,356905	24,3	7,943095
27	11,293	24,3	13,007
28	16,52745	24,3	7,77255
29	12,23	24,3	12,07
30	12,22	24,3	12,08
31	15,912	24,3	8,388
32	<i>Core Used</i>		
33	<i>Core Used</i>		
34	19,207	24,3	5,093
35	19,251	24,3	5,049
36	18,298	24,3	6,002
37	14,15	24,3	10,15
38	11,01	24,3	13,29
39	19,298	24,3	5,002
45	19,637	24,3	4,663
46	16,872	24,3	7,428
47	15,873	24,3	8,427
48	16,278	24,3	8,022
49	18,2983	24,3	6,0017
50	16,87	24,3	7,43

Lanjutan Tabel 4.1

<b>CORE</b>	<b>Total redaman (dB)</b>	<b>Daya Transmitter (dBm)</b>	<b>Daya Receiver (dBm)</b>
51	13,328	24,3	10,972
52	12,3847	24,3	11,9153
53	17,23837	24,3	7,06163
54	18,983	24,3	5,317
55	19,2938	24,3	5,0062
56	12,33	24,3	11,97
57	11,223	24,3	13,077
58	12,5015	24,3	11,7985
59	11,33	24,3	12,97
60	12,234	24,3	12,066
61	<i>Core Used</i>		
62	<i>Core Used</i>		
68	18,283	24,3	6,017
69	19,2938	24,3	5,0062
70	18,2938	24,3	6,0062
71	12,398	24,3	11,902
72	11,293	24,3	13,007
73	11,998	24,3	12,302
74	11,765	24,3	12,535
75	11,168	24,3	13,132
79	18,276	24,3	6,024
80	18,38	24,3	5,92
81	16,329	24,3	7,971
82	17,015	24,3	7,285
83	18,287	24,3	6,013
84	16,695	24,3	7,605
85	17,4145	24,3	6,8855
86	12,6924	24,3	11,6076
87	19,6	24,3	4,7
88	10,287	24,3	14,013
89	18,405	24,3	5,895
90	12,298	24,3	12,002
91	10,287	24,3	14,013
92	53,543	24,3	-29,243
93	17,4425	24,3	6,8575
94	14,5435	24,3	9,7565
95	1,1337	24,3	23,1663
96	17,13545	24,3	7,16455
Redaman Tertinggi		= 53,543 dB	

Redaman Terendah	= 1,021 dB
Daya Receiver Tertinggi	= 23,279 dBm
Daya Receiver Terendah	= -29,243 dBm

• **Perhitungan *Optical Link Power Budget core 2 Link KT-96 Serang-Ciwandan***

Perhitungan *optical power link budget* dilakukan pada *core 2 link* Serang-Ciwandan (data pada Tabel 3.9) dengan panjang kabel 24,4 km dengan redaman fiber 0,35 dB/km , 2 konektor yang mempunyai 8 sambungan dengan redaman sambungan 2,578 dB. Berikut adalah uraian perhitungan *Optical Link Power Budget* :

Total redaman *core 2 link* Serang-Ciwandan menggunakan Persamaan 2.2 :

$$\alpha_{tot} = L. \alpha_F + N_c. \alpha_c + N_s. \alpha_s$$

$$\alpha_{tot} = (24,4 \text{ km} \times 0,35 \text{ dB/km}) + (2 \times 0,5 \text{ dB}) + (8 \times 1,04 \text{ dB})$$

$$\alpha_{tot} = 8,5365 \text{ dB} + 1 \text{ dB} + 8,335 \text{ dB}$$

$$\alpha_{tot} = 16,87 \text{ dB}$$

Perhitungan Daya pada *Receiver* dengan menggunakan Persamaan 2.3

$$P_R = P_T - \alpha_{tot}$$

$$P_R = 24,3 \text{ dBm} - 16,87 \text{ dB}$$

$$P_R = 7,43 \text{ dBm}$$

Hasil perhitungan daya penerima *core 2 link* Serang-Ciwandan memperoleh nilai sebesar 7,43 dBm masuk dalam kategori layak dikarenakan selisih antara perhitungan daya penerima dengan *Safety Margin* (6 dBm) masih berada dalam batas yang diijinkan. Untuk batasan *sensitivitas receiver* ITU-T Rec G957 sebesar -28 dBm. Hal ini mengindikasikan bahwa *link* diatas memenuhi kelayakan *optical link power budget*. Dengan menggunakan perhitungan dengan cara yang sama maka diperoleh nilai *Optical Link Power Budget* untuk *core –core* yang lainnya ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan *Optical Link Power Budget* Serang-Ciwandan KT-96

CORE	Total Redaman (dB)	Daya Transmitter (dBm)	Daya Receiver (dBm)
1	Core Used		
2	16,87	24,3	7,43
3	17,287	24,3	7,013
4	17,278	24,3	7,022

Lanjutan Tabel 4.2

<b>CORE</b>	<b>Total Redaman (dB)</b>	<b>Daya Transmitter (dBm)</b>	<b>Daya Receiver (dBm)</b>
5	16,23	24,3	8,07
6	16,987	24,3	7,313
7	17,67	24,3	6,63
8	13,4156	24,3	10,8844
9	10,7004	24,3	13,5996
10	12,263	24,3	12,037
11	18,134	24,3	6,166
12	18,674	24,3	5,626
13	19,6825	24,3	4,6175
14	17,8134	24,3	6,4866
15	15,0165	24,3	9,2835
16	17,7135	24,3	6,5865
17	10,8255	24,3	13,4745
18	14,3965	24,3	9,9035
19	19,098	24,3	5,202
20	13,635	24,3	10,665
21	13,876	24,3	10,424
22	14,097	24,3	10,203
23	15,4326	24,3	8,8674
24	18,5246	24,3	5,7754
25	12,26	24,3	12,04
26	19,15	24,3	5,15
27	19,9	24,3	4,4
28	20,388	24,3	3,912
29	21,287	24,3	3,013
30	12,998	24,3	11,302
31	12,98	24,3	11,32
32	12,54	24,3	11,76
33	12,12	24,3	12,18
34	11,298	24,3	13,002
35	10,9365	24,3	13,3635
36	14,6075	24,3	9,6925
37	14,7652	24,3	9,5348
38	18,267	24,3	6,033
39	<i>Core Used</i>		
40	<i>Core Used</i>		
41	19,681	24,3	4,619
42	11,398	24,3	12,902

Lanjutan Tabel 4.2

<i>CORE</i>	<i>Total Redaman (dB)</i>	<i>Daya Transmitter (dBm)</i>	<i>Daya Receiver (dBm)</i>
53	19,0305	24,3	5,2695
54	16,678	24,3	7,622
55	11,98	24,3	12,32
56	11,39	24,3	12,91
57	18,1305	24,3	6,1695
64	11,38	24,3	12,92
65	19,387	24,3	4,913
66	16,298	24,3	18,002
67	<i>Core Used</i>		
68	<i>Core Used</i>		
69	17,298	24,3	7,002
70	12,398	24,3	11,902
71	19,233	24,3	5,067
76	12,837	24,3	11,463
77	12,398	24,3	11,902
78	19,13	24,3	5,17
79	15,303	24,3	8,997
80	12,187	24,3	12,113
81	14,675	24,3	9,625
82	19,964	24,3	4,336
83	12,2817	24,3	12,0183
84	12,837	24,3	11,463
85	14,7445	24,3	9,5555
86	13,117	24,3	11,183
92	14,32	24,3	9,98
93	11,293	24,3	13,007
94	11,928	24,3	12,372
95	18,28	24,3	6,02
96	12,983	24,3	11,317
Redaman Tertinggi		= 21,287 dB	
Redaman Terendah		= 6,298 dB	
Daya Receiver Tertinggi		= 18,002 dBm	
Daya Receiver Terendah		= -29,243 dBm	

• **Perhitungan *Optical Link Power Budget* core 15 Link KU-48 Cikupa-Ciwandan**

Perhitungan *optical power link budget* dilakukan pada *core 15 link* Cikupa-Ciwandan (data pada Tabel 3.10) dengan panjang kabel 44,9857km dengan redaman fiber 0,35 dB/km , 2 konektor yang mempunyai 15 sambungan dengan

redaman sambungan 0,296 dB. Berikut adalah uraian perhitungan *Optical Link Power Budget* :

Total redaman *core* 15 *link* Cikupa-Ciwandan menggunakan Persamaan 2.2 :

$$\alpha_{tot} = L. \alpha_F + N_c. \alpha_c + N_s. \alpha_s$$

$$\alpha_{tot} = (44,9857 \text{ km} \times 0,35 \text{ dB/km}) + (2 \times 0,5 \text{ dB}) + (15 \times 0,296 \text{ dB})$$

$$\alpha_{tot} = 15,745 \text{ dB} + 1 \text{ dB} + 4,44 \text{ dB}$$

$$\alpha_{tot} = 21,185 \text{ dB}$$

Perhitungan Daya pada *Receiver* dengan menggunakan Persamaan 2.3

$$P_R = P_T - \alpha_{tot}$$

$$P_R = 24,3 \text{ dBm} - 21,185 \text{ dB}$$

$$P_R = 3,115 \text{ dBm}$$

Hasil perhitungan daya penerima *core* 15 *link* Cikupa-Ciwandan memperoleh nilai sebesar 3,115 dBm masuk dalam kategori layak dikarenakan selisih antara perhitungan daya penerima dengan *Safety Margin* (6 dBm) masih berada dalam batas yang diijinkan. Untuk batasan *sensitivitas receiver* ITU-T Rec G957 sebesar -28 dBm. Hal ini mengindikasikan bahwa *link* diatas memenuhi kelayakan *optical link power budget*. Dengan menggunakan perhitungan dengan cara yang sama maka diperoleh nilai *Optical Link Power Budget* untuk *core* -*core* yang lainnya ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan *Optical Link Power Budget* Cikupa--Ciwandan KU48

<b>CORE</b>	<b>Total Redaman (dB)</b>	<b>Daya Transmitter (dBm)</b>	<b>Daya Receiver (dBm)</b>
15	21,185	24,3	3,115
16	30,281	24,3	-5,981
17	38,0691	24,3	-29,7345
18	44,7185	24,3	-29,4185
19	46,0345	24,3	-33,7691
20	<i>Core Used</i>		
21	42,0665	24,3	-17,7665
22	33,4145	24,3	-9,1145
23	<i>Core Used</i>		
24	<i>Core Used</i>		
25	<i>Core Used</i>		
26	<i>Core Used</i>		

Lanjutan Tabel 4.4

<i>CORE</i>	Total Redaman (dB)	Daya Transmitter (dBm)	Daya Receiver (dBm)
27	30,7004	24,3	-6,4004
28	32,463	24,3	-8,163
29	22,8	24,3	-1,5
30	38,674	24,3	-14,374
31	39,6825	24,3	-15,3825
32	37,8111	24,3	-13,5111
33	<i>Core Used</i>		
34	<i>Core Used</i>		
35	<i>Core Used</i>		
36	35,0165	24,3	-10,716
37	<i>Core Used</i>		
38	<i>Core Used</i>		
Redaman Tertinggi	= 46,0345 dB		
Redaman Terendah	= 22,8 dB		
Daya Receiver Tertinggi	= 3,115 dBm		
Daya Receiver Terendah	= -33,7691 dBm		

#### 4.2 Analisis Hasil Penelitian *Optical Link Power Budget*

Analisis *optical link power budget* dihitung dengan cara menjumlah parameter redaman yaitu redaman fiber optik, redaman sambungan dan redaman konektor. Untuk menghitung nilai *optical power link budget* ada beberapa parameter yang digunakan, yaitu  $P_T$  sebagai daya pancar,  $P_R$  sebagai daya terima

Dari hasil perhitungan kedua jenis kabel didapatkan hasil redaman tertinggi pada jenis kabel udara pada *core* 19 sebesar 46,0345 dB sehingga nilai daya *receiver* terendah bernilai -33,7691dBm, sedangkan nilai redaman terendah pada *core* 15 dengan nilai redaman 21,185 dB dan daya *receiver* tertinggi sebesar 3.115 dBm. Pada jenis kabel tanah KT96 Cikupa-Serang *core* dengan nilai redaman tertinggi sebesar 53,543 dB dengan daya *receiver* sebesar -29,243 dBm pada *core* 92, sedangkan nilai redaman terendah pada *core* 88 sebesar 10,287 dB dan daya *receiver* tertinggi 14,013 dBm. Dan untuk KT96 Serang-Ciwandan redaman tertinggi senilai 21,287 dB pada *core* 29 dengan daya *receiver* terendah 3,013 dB. redaman terendah bernilai 10,7004 dB pada *core* 9 dan daya *receiver* tertinggi sebesar 13,5996 dBm

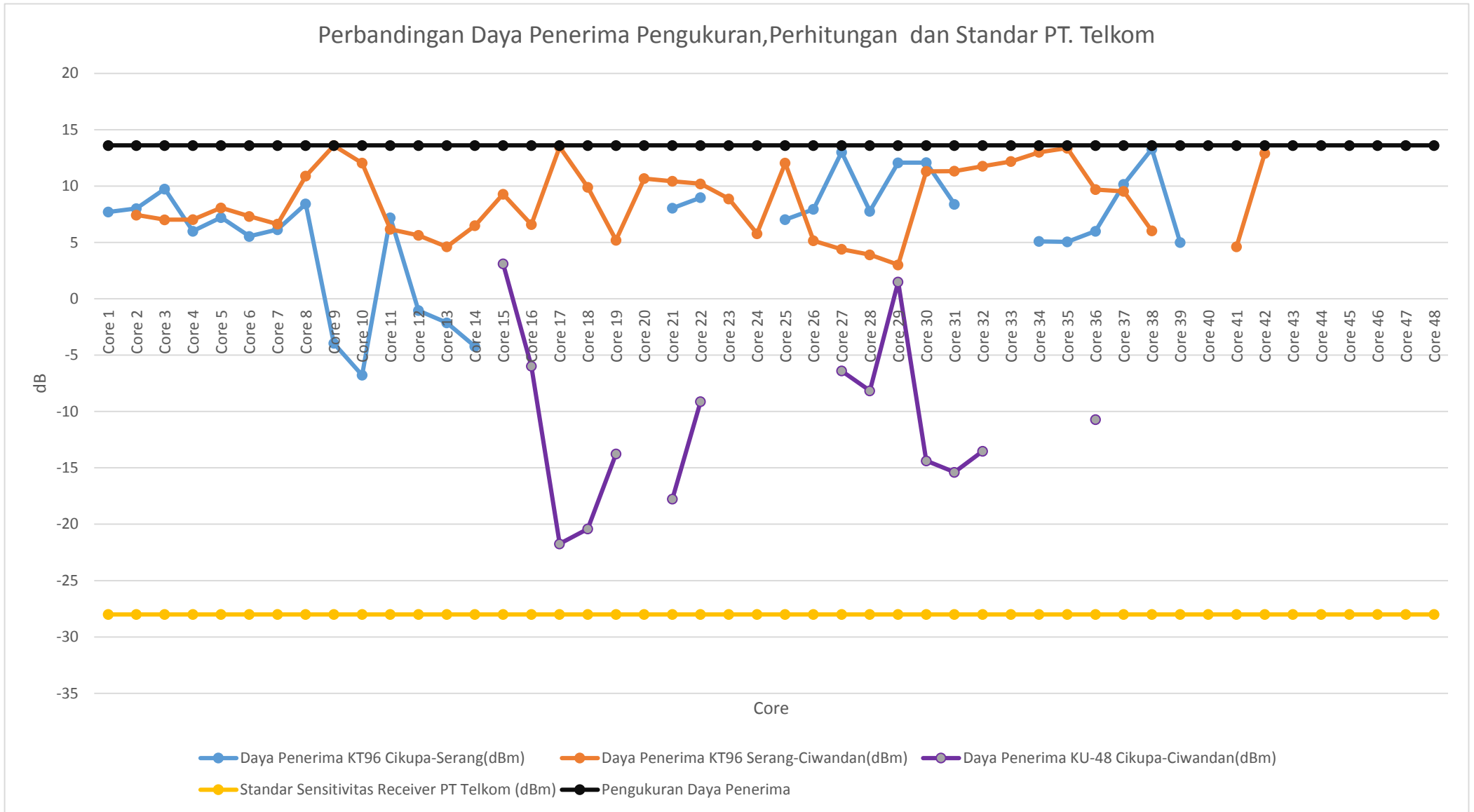


jumlah konektor, jumlah *splice*, panjang kabel fiber optik dan sistem margin sebesar 6 dB. Nilai  $P_T$  didapatkan dari hasil monitoring NMS (*Network Monitoring System*). Oleh karena itu, analisis dengan menggunakan metode *Optical link Power Budget* dapat mengetahui performansi jaringan yang telah di implementasikan di lapangan

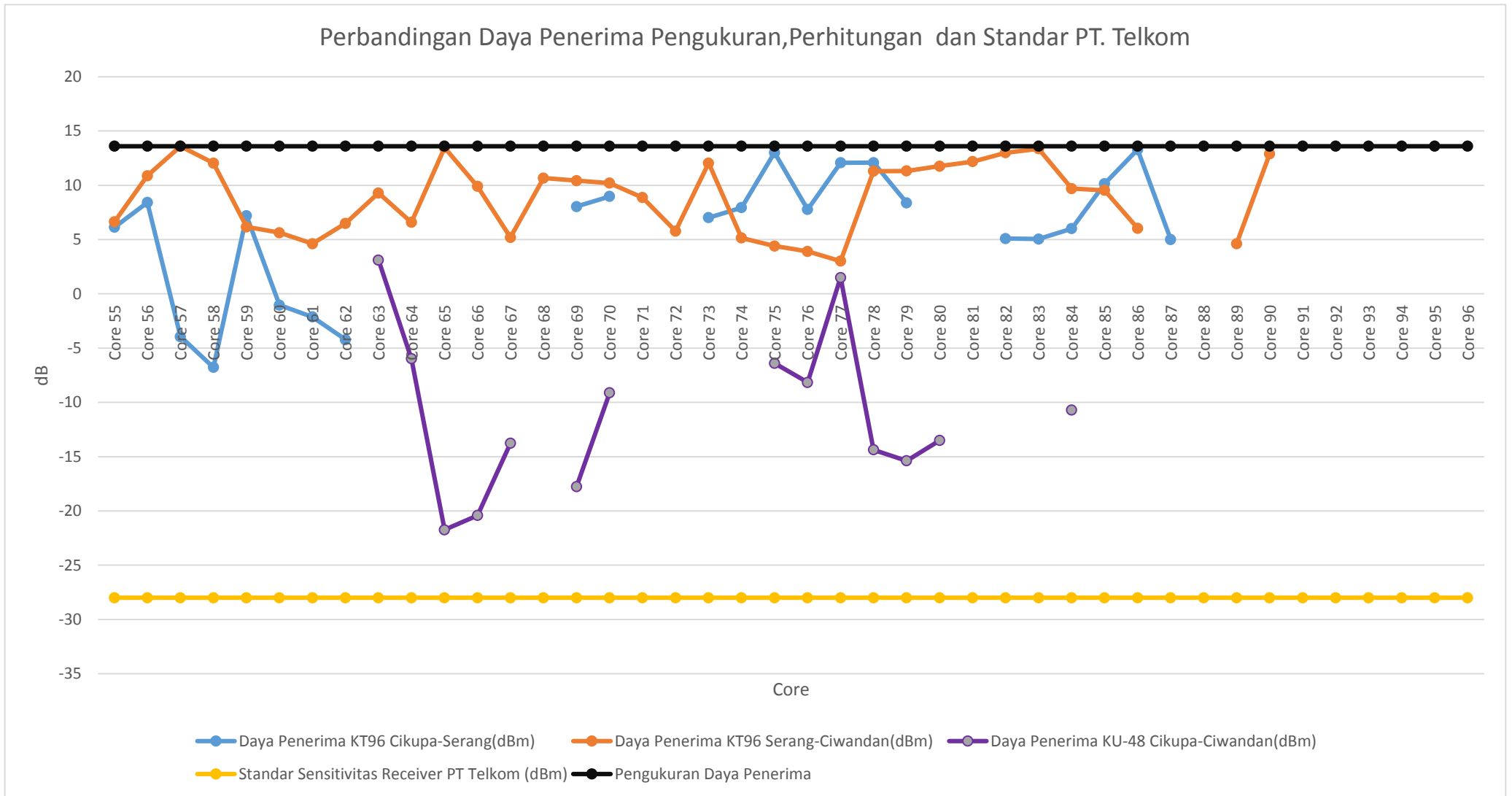
Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.1 Tabel 4.2 dan Tabel 4.3. Dari hasil perhitungan Tabel 4.1 Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 didapatkan hasil total redaman untuk setiap *core* dan pada setiap jenis kabel yang berbeda-beda seperti pada Gambar 4.1. Pada Gambar 4.1 dapat dilihat perbedaan hasil total redaman disebabkan karena jarak pada setiap *link* berbeda-beda. Jarak pada setiap *link* yang berbeda menyebabkan jumlah sambungan pada setiap *link* yang yang berbeda sehingga mempengaruhi besarnya nilai total redaman setiap *core* .

. Putusnya kabel fiber optik bisa disebabkan karena daya pemancar yang diterima di setiap *core* mengalami respon yang berbeda tergantung pada redaman sambungan. Hasil redaman sambungan yang berbeda tiap *core* disebabkan karena kualitas dari penyambungan setiap *core* sendiri sudah baik atau tidak. Dan faktor eksternal lainnya dari cuaca dan *human error*. Hasil redaman *link* yang bertambah besar menunjukkan adanya penurunan kualitas *link*. Secara fisik ini disebabkan oleh bertambahnya usia komponen sendiri seperti redaman konektor yang semakin besar, kepekaan optik yang semakin melemah dan daya pengirim yang semakin menurun dan kualitas kabel yang banyak dipengaruhi kondisi lingkungan sekitar.

Kemudian dari hasil perhitungan daya penerima pada Tabel 4.1, Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 dapat dibandingkan dengan pengukuran daya penerima yang diperoleh dari hasil monitoring NMS (*Network Monitoring System*) dengan menggunakan perangkat DWDM SBCS CIKUPA yang dilakukan di STO Cikupa sebesar 13,6 dB sedangkan daya kirim 24,3 dBm seperti yang terlihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Grafik Hasil Perbandingan Daya Penerima Pengukuran, Perhitungan dan Standar PT Telkom core 1-48 link Cikupa-Ciwandan



Gambar 4.2 Grafik Hasil Perbandingan Daya Penerima Pengukuran, Perhitungan dan Standar PT Telkom core 49-96 link Cikupa-Ciwandan

Berdasarkan hasil Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa hasil pengukuran dan perhitungan daya penerima setiap *core* pada setiap *link* jaringan *backbone* Cikupa-Ciwandan dibandingkan dengan standar ITU-T REC G6957 maka dapat dikatakan bahwa pada sistem transmisi tersebut bekerja secara normal. Pada perhitungan terdapat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 jenis kabel tanah *core* 92 dan kabel udara *core* 17,18,19 masih dibawah nilai Rx standarnya yang artinya sistem transmisi memiliki kinerja yang baik dan layak untuk digunakan secara normal sebagai media transmisi data

Hasil perbandingan terdapat perbedaan dikarenakan terdapat faktor faktor yang mempengaruhi tingkat efisiensi atau kualitas unjuk kerja suatu sistem serat optik. Faktor tersebut dapat disebabkan oleh faktor *internal* maupun faktor *eksternal*. Faktor *internal* antara lain karena struktur dari serat optik yang letak inti (*core*) tidak berkesesuaian, indeks bias inti salah, dan lain sebagainya. Faktor *eksternal* antara lain seperti sambungan serat optik yang tidak “pres” (kurang baik) dan juga adanya serat optik yang mengalami *bending* (bengkok), hal ini menambah redaman pada serat optik.

Selain itu perbedaan yang terjadi antara pengukuran dan perhitungan yang lainnya yaitu dalam melakukan perhitungan menggunakan standar *datasheet* dari tiap komponen *hardware* seperti konektor mempunyai redaman sebesar 0,5 dB, redaman serat optik G655 0,35dB sedangkan data pengukuran di *link* Cikupa-Ciwandan mendapatkan hasil berbeda (bisa kurang atau lebih dari standar *datasheet* komponen). Pengukuran dilakukan pada kabel yang sudah terpasang di lokasi penelitian sehingga sudah terdapat pengaruh oleh berbagai kondisi lingkungan sehingga menyebabkan tingginya nilai redaman.

Kemudian ada faktor ekstrinsik yaitu terdapat kesalahan dalam proyek penggalian saluran yang dilakukan di area lintasan kabel tanah sehingga berakibat putus terlihat pada Gambar 4.3 .



Gambar 4.3 Serat Optik putus di depan Perumahan Serang City

. Secara fisik penyebab ke tiga *link* ini sama yaitu disebabkan oleh bertambahnya usia komponen sendiri seperti redaman konekor yang semakin besar, kepekaan optik yang semakin melemah dan daya pengirim yang semakin menurun dan kualitas kabel yang banyak dipengaruhi kondisi lingkungan sekitarnya. Selisih perbedaan pengukuran dan perhitungan seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Selisih Perbandingan Daya Penerima Pengukuran dan Perhitungan

core	Jenis Kabel	Daya Penerima (dBm)		Standar Daya Penerima(dBm)	Selisih Perhitungan(%)
		Pengukuran	Perhitungan		
1	KT 96 CIKUPA- SERANG	13,6	7,6965	-28	4,3%
2		13,6	8,013	-28	4,1%
3		13,6	9,746	-28	2,8%
4		13,6	6,002	-28	5,6%
5		13,6	7,212	-28	4,7%
6		13,6	5,538	-28	5,9%
7		13,6	6,135	-28	5,5%
8		13,6	8,4173	-28	3,8%
9		13,6	-3,947	-28	12,9%
10		13,6	-6,7755	-28	15,0%
11		13,6	7,1932	-28	47%
12		13,6	-1,043	-28	10,8%
13		13,6	-2,123	-28	11,6%
14		13,6	-4,22205	-28	13,1%
21		13,6	8,04	-28	4,1%
22		13,6	8,979	-28	3,4%
25	13,6	7,02	-28	4,8%	
26	13,6	7,943095	-28	4,2%	
27	13,6	13,007	-28	4%	
28	13,6	7,77255	-28	4,3%	

Lanjutan Tabel 4.4

core	Jenis Kabel	Daya Penerima (dBm)		Standar Daya Penerima(dBm)	Selisih Perhitungan(%)
		Pengukuran	Perhitungan		
29		13,6	12,07	-28	1,1%
30		13,6	12,08	-28	1,1%
31		13,6	8,388	-28	3,8%
34		13,6	5,093	-28	6,3%
35		13,6	5,049	-28	6,3%
36		13,6	6,002	-28	5,6%
37		13,6	10,15	-28	2,5%
38		13,6	13,29	-28	2%
39		13,6	5,002	-28	6,3%
45		13,6	4,663	-28	6,6%
46		13,6	7,428	-28	4,5%
47		13,6	8,427	-28	3,8%
48		13,6	8,022	-28	4,1%
49		13,6	6,0017	-28	5,6%
50		13,6	7,43	-28	4,5%
51		13,6	10,972	-28	1,9%
52		13,6	11,9153	-28	1,2%
53		13,6	7,06163	-28	4,8%
54		13,6	5,317	-28	6,1%
55		13,6	5,0062	-28	6,3%
56		13,6	11,97	-28	1,2%
57		13,6	13,077	-28	4%
58		13,6	11,7985	-28	1,3%
59		13,6	12,97	-28	5%
60		13,6	12,066	-28	11%
68		13,6	6,017	-28	56%
69		13,6	5,0062	-28	63%
70		13,6	6,0062	-28	56%
71		13,6	11,902	-28	1,2%
72		13,6	13,007	-28	4%
73		13,6	12,302	-28	1,0%
74		13,6	12,535	-28	8%
75		13,6	13,132	-28	3%
79		13,6	6,024	-28	5,6%
80		13,6	5,92	-28	5,6%
81		13,6	7,971	-28	41%
82		13,6	7,285	-28	46%
83		13,6	6,013	-28	56%
84		13,6	7,605	-28	44%

Lanjutan Tabel 4.4

core	Jenis Kabel	Daya Penerima (dBm)		Standar Daya Penerima (dBm)	Selisih Perhitungan (%)
		Pengukuran	Perhitungan		
85	KT 96 CIKUPA- SERANG	13,6	6,8855	-28	49%
86		13,6	11,6076	-28	15%
87		13,6	4,7	-28	65%
88		13,6	14,013	-28	-3%
89		13,6	5,895	-28	57%
90		13,6	12,002	-28	12%
91		13,6	14,013	-28	-3%
92		13,6	-29,243	-28	31,5%
93		13,6	6,8575	-28	50%
94		13,6	9,7565	-28	28%
95		13,6	13,163	-28	3%
96		13,6	7,16455	-28	47%
2		KT 96 SERANG- CIWANDAN	13,6	7,43	-28
3	13,6		7,013	-28	48%
4	13,6		7,022	-28	48%
5	13,6		8,07	-28	41%
6	13,6		7,313	-28	46%
7	13,6		6,63	-28	51%
8	13,6		10,8844	-28	20%
9	13,6		13,5996	-28	0%
10	13,6		12,037	-28	11%
11	13,6		6,166	-28	55%
12	13,6		5,626	-28	59%
13	13,6		4,6175	-28	66%
14	13,6		6,4866	-28	52%
15	13,6		9,2835	-28	32%
16	13,6		6,5865	-28	52%
17	13,6		13,4745	-28	1%
18	13,6		9,9035	-28	27%
19	13,6		5,202	-28	62%
20	13,6		10,665	-28	22%
21	13,6		10,424	-28	23%
22	13,6		10,203	-28	25%
23	13,6		8,8674	-28	35%
24	13,6		5,7754	-28	58%
25	13,6	12,04	-28	11%	
26	13,6	5,15	-28	62%	
27	13,6	4,4	-28	68%	
28	13,6	3,912	-28	71%	
29	13,6	3,013	-28	78%	

Lanjutan Tabel 4.4

core	Jenis Kabel	Daya Penerima (dBm)		Standar Daya Penerima(dBm)	Selisih Perhitungan(%)
		Pengukuran	Perhitungan		
30	KT 96 SERANG- CIWANDAN	13,6	11,302	-28	17%
31		13,6	11,32	-28	17%
32		13,6	11,76	-28	14%
33		13,6	12,18	-28	10%
34		13,6	13,002	-28	4%
35		13,6	13,3635	-28	2%
36		13,6	9,6925	-28	29%
37		13,6	9,5348	-28	30%
38		13,6	6,033	-28	56%
41		13,6	4,619	-28	66%
42		13,6	12,902	-28	5%
53		13,6	5,2695	-28	61%
54		13,6	7,622	-28	44%
55		13,6	12,32	-28	9%
56		13,6	12,91	-28	5%
57		13,6	6,1695	-28	55%
64		13,6	12,92	-28	5%
65		13,6	4,913	-28	64%
66		13,6	8,002	-28	41%
69		13,6	7,002	-28	49%
70		13,6	11,902	-28	12%
71		13,6	5,067	-28	63%
76		13,6	11,463	-28	16%
77		13,6	11,902	-28	12%
78		13,6	5,17	-28	62%
79		13,6	8,997	-28	34%
80		13,6	12,113	-28	11%
81		13,6	9,625	-28	29%
82		13,6	4,336	-28	68%
83		13,6	12,0183	-28	12%
84		13,6	11,463	-28	16%
85		13,6	9,5555	-28	30%
86	13,6	11,183	-28	18%	
92	13,6	9,98	-28	27%	
93	13,6	13,007	-28	4%	
94	13,6	12,372	-28	9%	
95	13,6	6,02	-28	56%	
96	13,6	11,317	-28	17%	



Lanjutan Tabel 4.4

core	Jenis Kabel	Daya Penerima (dBm)		Standar Daya Penerima(dBm)	Selisih Perhitungan(%)
		Pengukuran	Perhitungan		
15	KU 48 CIKUPA- CIWANDAN	13,6	3,115	-28	77%
16		13,6	-5,981	-28	14,4%
17		13,6	-21,7345	-28	26,0%
18		13,6	-20,4185	-28	25,0%
19		13,6	-13,7691	-28	20,1%
21		13,6	-17,7665	-28	23,1%
22		13,6	-9,1145	-28	16,7%
27		13,6	-6,4004	-28	14,7%
28		13,6	-8,163	-28	16,0%
29		13,6	1,5	-28	89%
30		13,6	-14,374	-28	20,6%
31		13,6	-15,3825	-28	21,3%
32		13,6	-13,5111	-28	19,9%
33		13,6	-10,7165	-28	17,9%

### 4.3 Perhitungan *Rise time Budget*

Perhitungan *rise time budget* dilakukan setiap *link* Cikupa-Ciwandan dengan panjang gelombang 1550 nm dilakukan pada *link* Cikupa-Ciwandan dengan jenis kabel udara dan kabel tanah. Pada kabel tanah perhitungan *link* Cikupa-Ciwandan terbagi menjadi 2 yaitu *link* Cikupa-Serang dengan jarak 74,9 km dan *link* Serang-Ciwandan dengan jarak 43,8 km. Sedangkan kabel udara *link* Cikupa-Ciwandan dengan jarak 88 km.

Penelitian terhadap parameter ini diperlukan karena dalam Sistem Komunikasi Serat Optik (SKSO) terdapat dispersi yang harus diperhatikan agar informasi dalam jaringan serat optik tetap terjamin dan system dapat melewati *bit rate* yang ditransmisikan. Dengan perhitungan *rise time budget* dapat ditentukan batasan dispersi maksimum suatu jaringan transmisi dan dapat diketahui kemungkinan terjadinya *degradasi* (penurunan) sinyal digital sepanjang jaringan transmisi yang disebabkan oleh komponen yang digunakan.

Untuk menghitung nilai *rise time budget* ada beberapa parameter yang digunakan yaitu nilai total *rise time budget*, nilai *rise time transmitter*, nilai *rise time receiver*, nilai *rise time* fiber optik ( $t_f$ ), lebar spektral fiber optik dengan panjang gelombang 1550 nm tipe kabel G655 dan jarak fiber optik. Nilai *rise time transmitter* dan nilai *rise time receiver* memiliki nilai ketetapan 35 ps dikarenakan menggunakan tipe kabel G655 sedangkan nilai dispersi kromatik 4,3 ps/nm.km.

Dalam melakukan perhitungan *rise time budget* langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai *bit rate* yang digunakan pada sinyal NRZ untuk digunakan sebagai standar nilai *rise time* menggunakan Persamaan 2.4. Langkah kedua yaitu menghitung nilai *rise time* fiber optik ( $t_f$ ) seperti pada Persamaan 2.5. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai total *rise time budget* seperti pada Persamaan 2.6 kemudian dibandingkan hasil *bit rate* persamaan 2.4 dengan nilai total *rise time budget*.

• **Perhitungan *rise time budget* dilakukan pada core 1 link KT96 Cikupa-Serang (data pada Tabel 3.8) dengan diketahui parameternya :**

1. Dispersi kromatis (D) = 4,3 ps/nm.km
2. Nilai *rise time transmitter* ( $t_{tx}$ ) = 35 ps
3. Nilai *rise time receiver* ( $t_{rx}$ ) = 35 ps
4. Lebar spektral ( $\sigma\lambda$ ) = 0,1 nm
5. Jarak kabel fiber optik (L) = 74,5 km
6. *Bit Rate* = 10 Gbps

Berikut adalah uraian perhitungan *Rise time Budget* :

Mencari nilai format modulasi NRZ menggunakan Persamaan 2.4

$$t_r = \frac{0,7}{BR}$$

$$t_r = \frac{0,7}{10 \text{ Gbps}}$$

$$t_r = 7 \times 10^{11} \text{ s} = 70 \text{ ps}$$

Mencari nilai *rise time* fiber optik dengan menggunakan Persamaan 2.5

$$t_f = D \times \sigma\lambda \times L$$

$$t_f = (4,3 \text{ ps/nm.km}) \times (0,1 \text{ nm}) \times 74,9 \text{ km}$$

$$t_f = 32,207 \text{ ps}$$

Mencari nilai total *rise time budget* menggunakan Persamaan 2.6

$$t_{sist} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2}$$

$$t_{sist} = \sqrt{(0,35^2) \text{ ps} + (0,35^2) \text{ ps} + 32,207^2 \text{ ps}}$$

$$t_{sist} = \sqrt{(3487,291)} = 59,05 \text{ ps}$$

Jadi nilai *rise-time* sebesar 59,05 ps, maka dapat disimpulkan bahwa transmisi data fiber optik *CORE 1 link* Cikupa-Serang telah memenuhi kriteria persyaratan yang telah ditentukan.

• **Perhitungan core 2 link Serang-Ciwandan (data pada Tabel 3.9) dengan diketahui parameternya :**

1. Dispersi kromatis (D) = 4,3 ps/nm.km
2. Nilai *rise time transmitter* ( $t_{tx}$ ) = 35 ps
3. Nilai *rise time receiver* ( $t_{rx}$ ) = 35 ps
4. Lebar spektral ( $\sigma\lambda$ ) = 0,1 nm
5. Jarak kabel fiber optik (L) = 43,8 km
6. *Bit Rate* = 10 Gbps

Berikut adalah uraian perhitungan *Rise time Budget* :

Mencari nilai format modulasi NRZ menggunakan Persamaan 2.4

$$t_r = \frac{0,7}{BR}$$

$$t_r = \frac{0,7}{10 \text{ Gbps}}$$

$$t_r = 7 \times 10^{11} \text{ s} = 70 \text{ ps}$$

Mencari nilai *rise time* fiber optik dengan menggunakan Persamaan 2.5

$$t_f = D \times \sigma\lambda \times L$$

$$t_f = (4,3 \text{ ps/nm.km}) \times (0,1 \text{ nm}) \times 43,8 \text{ km}$$

$$t_f = 18,834 \text{ ps}$$

Mencari nilai total *rise time budget* menggunakan Persamaan 2.6

$$t_{sist} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2}$$

$$t_{sist} = \sqrt{(0,35^2) \text{ ps} + (0,35^2) \text{ ps} + 18,834^2 \text{ ps}}$$

$$t_{sist} = \sqrt{(2804,72)} = 52,9596 \text{ ps}$$

Jadi nilai *rise-time* sebesar 52,9596 ps, maka dapat disimpulkan bahwa transmisi data fiber optik *CORE 1 link* Cikupa-Serang telah memenuhi kriteria persyaratan yang telah ditentukan.

• **Perhitungan core 15 link Cikupa-Ciwandan (data pada Tabel 3.8) dengan diketahui parameternya :**

1. Dispersi kromatis (D) = 4,3 ps/nm.km
2. Nilai *rise time transmitter* ( $t_{tx}$ ) = 35 ps
3. Nilai *rise time receiver* ( $t_{rx}$ ) = 35 ps
4. Lebar spektral ( $\sigma\lambda$ ) = 0,1 nm
5. Jarak kabel fiber optik (L) = 88 km

6. *Bit Rate* = 10 Gbps

Berikut adalah uraian perhitungan *Rise time Budget* :

Mencari nilai format modulasi NRZ menggunakan Persamaan 2.4

$$t_r = \frac{0,7}{BR}$$

$$t_r = \frac{0,7}{10 \text{ Gbps}}$$

$$t_r = 7 \times 10^{11} \text{ s} = 70 \text{ ps}$$

Mencari nilai *rise time* fiber optik dengan menggunakan Persamaan 2.5

$$t_f = D \times \sigma \lambda \times L$$

$$t_f = (4,3 \text{ ps/nm.km}) \times (0,1 \text{ nm}) \times 88 \text{ km}$$

$$t_f = 37,84 \text{ ps}$$

Mencari nilai total *rise time budget* menggunakan Persamaan 2.6

$$t_{\text{sist}} = \sqrt{t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{rx}}^2 + t_f^2}$$

$$t_{\text{sist}} = \sqrt{(0,35^2) \text{ ps} + (0,35^2) \text{ ps} + 37,84^2 \text{ ps}}$$

$$t_{\text{sist}} = \sqrt{(3881,866)} = 62,30462 \text{ ps}$$

Dengan nilai *rise-time* sebesar 62,30462 ps, maka dapat disimpulkan bahwa transmisi data fiber optik *CORE 15 link* Cikupa-Ciwandan telah memenuhi kriteria persyaratan yang telah ditentukan.

Hasil dari semua kabel jenis dibandingkan dengan standar nilai *rise time* NRZ seperti pada Gambar 4.8. Berikut merupakan Tabel perbandingan hasil perhitungan dan pengukuran *rise time* pada *link* Cikupa-Ciwandan.

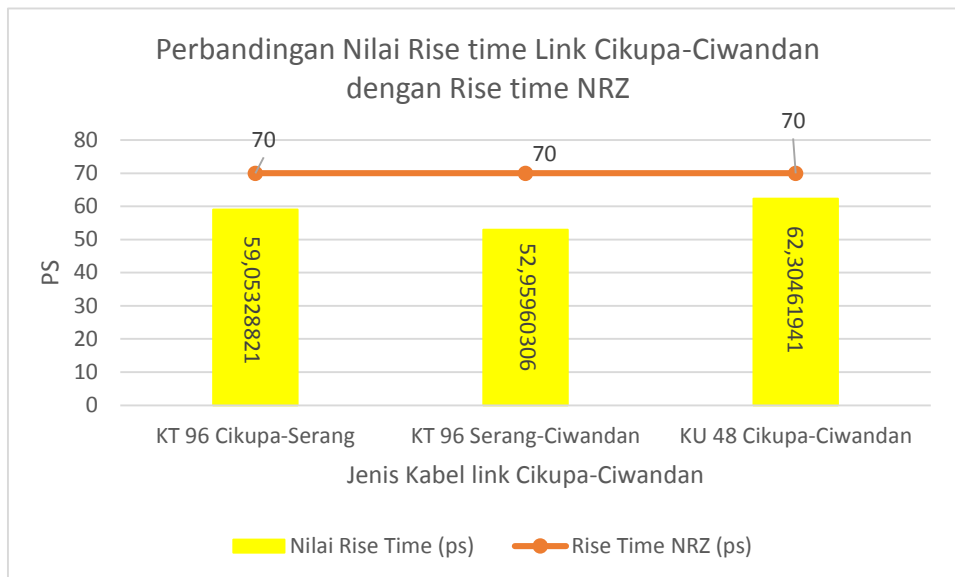
Tabel 4.5 Perbandingan hasil perhitungan dan pengukuran *rise time* pada *link* Cikupa-Ciwandan

No	Link	Total Rise time		Selisih (%)
		Perhitungan (ps)	Pengukuran (ps)	
1	KT 96 Cikupa-Serang	59,05328821	59,1	0,07%
2	KT 96 Serang-Ciwandan	52,95960306	52,96	0,749
3	KU 48 Cikupa-Ciwandan	62,30461941	62,30678	0,03%

#### 4.4 Analisis Hasil Penelitian *Rise time Budget*

Perhitungan *Rise time budget* digunakan untuk melihat kemampuan serat optik alam mendukung *bandwidth* sinyal informasi yang akan dilewatkan. Jenis pengkodeandigital yang sering digunakan dalam komunikasi serat dapat optik adalah

*Non Return to Zero* (NRZ) karena pengkodean ini membutuhkan bandwidth yang minimum. Untuk mengetahui bagaimana efek dari *rise time budget* terhadap *bandwidth system* dapat di analisis menggunakan grafik pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Perbandingan Nilai Total *Rise time* dengan format modulasi NRZ

Berdasarkan pada Gambar 4.7 terlihat dari grafik yakni semakin kecil jarak kabel serat optik maka semakin kecil *rise time* totalnya. Hal ini disebabkan bahwa semakin jarak untuk mentransmisikan data pendek maka data informasi tersebut semakin cepat pula dikirimkannya. Dari semua *link* masuk dalam kategori *Rise time Budget Ideal*. Hal ini terjadi dikarenakan hasil dari *rise time budget* fiber tergantung dari panjang fiber, nilai dispersi kromatik, *rise time* pengirim dan *rise time* penerima. Semakin nilai *rise time budget* mendekati nilai *Rise time Budget Ideal* maka semakin bagus kualitas proses pengiriman data transmisi dengan memiliki redaman yang rendah.

#### 4.5 Rekomendasi Solusi

Dari hasil analisis dan pembahasan didapatkan solusi yang direkomendasi untuk mengatasi redaman yang terjadi :

1. Terhadap *CORE* yang memiliki nilai redaman ( $\alpha_{tot}$ ) tinggi yang disebabkan oleh *bending* yaitu dengan cara memberi pelindung tambahan berupa pipa besi galvanis sehingga lebih tahan terhadap tekanan yang salah

satunya disebabkan oleh kendaraan berat. Metode lain untuk mengurangi nilai redaman yang tinggi yang disebabkan oleh banyaknya sambungan dan kualitas sambungan yang jelek seperti pada *link* KU48 Cikupa-Ciwandan adalah dengan mengganti kabel tersebut dengan yang baru atau jika ingin mempertahankan kabel yang lama maka daya kirim di tingkatkan.

2. Terhadap *link* yang memiliki presentase tidak layak tinggi karena daya penerima pada sisi *receiver* nya dibawah nilai standar *sensitivitas* penerima, cara mengatasinya adalah dengan cara meningkatkan daya kirim pada *link* yang akan dituju atau mengganti *receiver* dengan *receiver* yang memiliki *sensitivitas* yang lebih *sensitiv*. Selain itu cara lainnya adalah dengan menambahkan *attenuator* (penguat), sehingga daya yang diterima meningkat.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Penutup dari penelitian yang telah dibuat, pada bab V berisi tentang kesimpulan dan saran yang di buat berdasarkan penjelasan yang telah di uraikan pada bab-bab sebelumnya mengenai redaman serat optik *link* Cikupa-Ciwandan menggunakan metode *Optical link Power Budget* dan *Rise Time Budget*.

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan kedua jenis kabel didapatkan hasil redaman tertinggi pada jenis kabel udara pada *core* 19 sebesar 46,0345 dB sehingga nilai daya *receiver* terendah bernilai -33,7691dBm, sedangkan nilai redaman terendah pada *core* 15 dengan nilai redaman 21,185 dB dan daya *receiver* tertinggi sebesar 3.115 dBm.
2. Pada jenis kabel tanah KT96 Cikupa-Serang *core* dengan nilai redaman tertinggi sebesar 53,543 dB dengan daya *receiver* sebesar -29,243 dBm pada *core* 92, sedangkan nilai redaman terendah pada *core* 88 sebesar 10,287 dB dan daya *receiver* tertinggi 14,013 dBm.
3. Pada KT96 Serang-Ciwandan redaman tertinggi senilai 21,287 dB pada *core* 29 dengan daya *receiver* terendah 3,013 dB. redaman terendah bernilai 10,7004 dB pada *core* 9 dan daya *receiver* tertinggi sebesar 13,5996 dBm
4. Pada jenis kabel tanah dari 176 core yang diteliti terdapat 1 core yang tidak memenuhi standar ITU-T REC G6957 *sensitivity receiver* -28 dBm *core* 92 dengan nilai daya penerima sebesar -29,243 dBm. Sedangkan pada jenis kabel udara terdapat 3 *core* dari 14 *core* yang diuji yaitu *core* 17,18,19 sebesar -29,7345 dBm, -29,,4185 dBm dan -33,7691 dBm.
5. *Rise Time Budget* pada semua *link* transmisi *backbone* JASUKA Cikupa-Ciwandan masih memenuhi syarat karena dapat dilihat dari nilai

*rise time budget* total memenuhi standar minimal yang diberlakukan oleh PT Telkom kurang dari 70 ps.

6. Hasil perhitungan *rise time budget* untuk *link* Cikupa-Ciwandan dengan jenis kabel udara mempunyai nilai *rise time budget* yaitu 62,30461941 ps. Sedangkan untuk jenis kabel tanah *link* Cikupa-Serang nilai *rise time* sebesar 59,05328821 ps dan untuk *link* Serang-Ciwandan mempunyai rata-rata nilai *rise time budget* yaitu 52,95960306 ps.
7. Berdasarkan hasil analisis perhitungan dan pengukuran jenis kabel udara lebih rentan terhadap gangguan dibandingkan dengan kabel tanah. Kabel udara mudah dipengaruhi oleh keadaan cuaca, seperti cuaca buruk, hujan, angin, bahaya petir dan sebagainya. Sedangkan kabel tanah tidak mudah mengalami gangguan.

## 5.2 Saran

Ada beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mendapatkan hasil nilai pengukuran fiber optik yang sesuai maka perlu diadakan pengamatan di lapangan secara kontinyu dan optimasi fiber optik yang berkelanjutan
2. Skripsi ini bisa alat yang dikembangkan lagi dengan memperhatikan digunakan, lokasi (ruas) yang akan diukur, variabel yang akan diukur serta metode perhitungannya.



## DAFTAR PUSTAKA

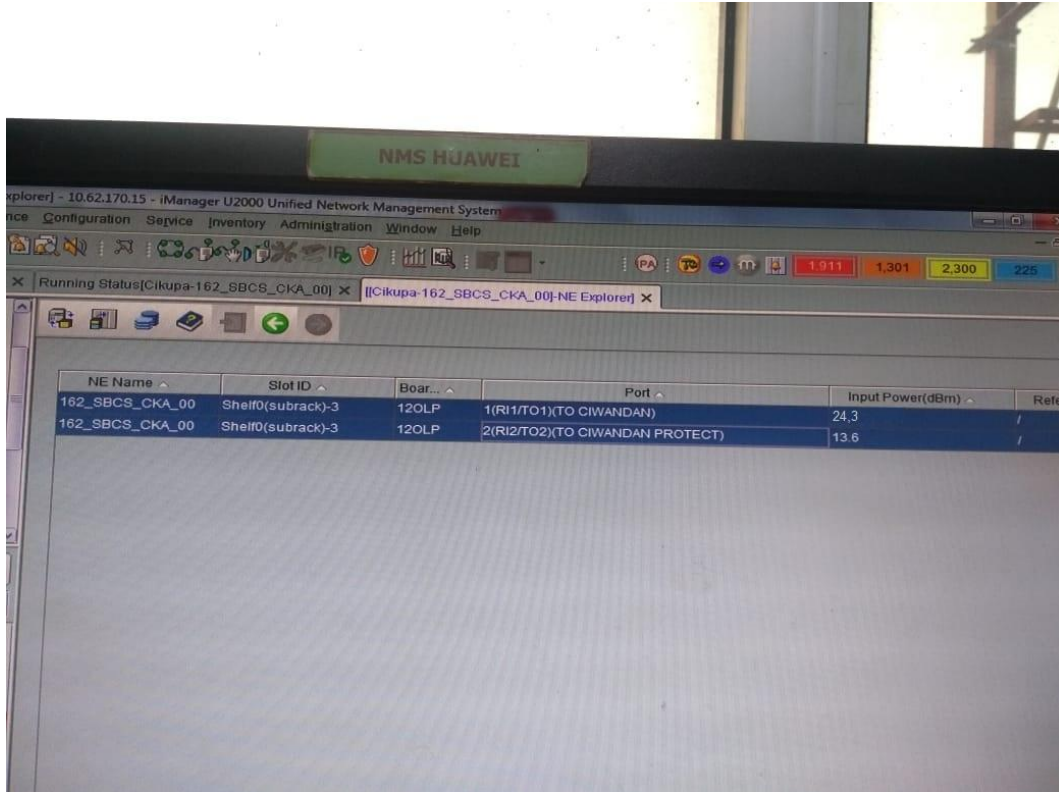
- 1 Aritonang, EP., Sugito, Sejati, Didit J, “Analisis Performansi Sistem Komunikasi Serat Optik Pada Backbone Ring Jasuka (Jawa Sumatra Kalimantan)”, Jurnal Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom S-1, 2008.
- 2 Nurhayat,Ade., Rezky KN, “Pengukuran Kualitas Transmisi Serat Optik PT. Telkomsel Pada Ruas Telkom Kotamubagu-UPAI”, Jurnal ICT Penelitian dan Penerapan Teknologi, Akademi Telkom Jakarta, 2014.
- 3 Lesmana Indra., Dasril., Suryadi Dedy, “ Analisis Pengukuran Redaman Kabel Serat Optik Antara STO Pemangkat – STO Tebas Menggunakan OTDR EXFO FTB-200”, Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknk Elektro,Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- 4 Wadhana Endy Kusuma., Setijono Heru., “Analisa Redaman Serat Optik Terhadap Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik Menggunakan Metode Optical Link Power Budget”, Bidang minat rekayasa fotonika, Jurusan Teknik Fisika,Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember-Surabaya 60111
- 5 Litalia. Jurnal Ponsel : Tersedia dari <https://www.jurnalponsel.com/pengertian-backbone/> [URL dikunjungi pada 3 Mei 2019]
- 6 Rahmansyah, Mirza. “Analisis Optical Power Budget dan Rise Time Budget Pada Jaringan Fiber To The Home Berbasis Passive Optical Network”, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- 7 Nomor Dinas PT. Telekomunikasi Indonesia, C.Tel. 155/TK 210/DSO-20000000/2018, 2018.
- 8 Kuppusamy Porsezian, Ramanathan Ganapathy, Akira Hasegawa, Life Fellow, IEEE, and Vladimir N. Serkin, “Nonautonomous Soliton Dispersion Management”, IEEE journal of quantum electronics, vol. 45, no. 12, December 2009.

- 9 Ahmad Mulia Rambe, “Penggunaan Serat Optik Plastik Sebagai Media Transmisi Untuk Alat Ukur Temperatur Jarak Jauh”,2003.
- 10 Romaria, M. Zulfin, “Analisis Pengaruh Dispersi Terhadap Rugi-Rugi Daya Transmisi Pada Serat Optik Single Mode Rekomendasi Itu-T Seri G.655”, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)VOL. 7 NO. 1/April 2014.
- 11 Sarini, Leti. 2008. Analisa Konfigurasi Kontingensi Sistem Komunikas Serat Optik (SKSO) Intercity Palembang (Studi Kasus Transmisi Talang KelapaKenten Ujung) di PT. Telkom. Poloteknik Negeri Sriwijaya
- 12 Freeman, Roger L.(2004). *Telecommunication System Engineering*. Amerika : Wiley Interscience.
- 13 Iqbal Rifki Arifandi,”Analisis jaringan Optical Distribution Cabinet menuju Optical Distribution Point menggunakan metode Link Power Budget Di Perumahan Argopuro. Jember : Universitas Jember, 2015.
- 14 Jurnal Ponsel : Tersedia dari <http://www.datacon.co.id/Kabel2009JaringanFiberoptik.html> {URL dikunjungi pada 10 Mei 2019]
- 15 Praja, Fajar Guntara., dkk. 2013. Jurnal: “Analisis Perhitungan dan Pengukuran Transmisi Jaringan Serat Optik Telkonsel Regional Jawa Tengah”. Institut Teknologi Nasional: Bandung.
- 16 Herdi Wiryanto,Ir. Hidayat Srihendayana, MT,Nielcy Tjahjamoonsih, ST, MT, “ Aplikasi Coupler Untuk Mengatasi Gangguan Trafick Data Antara Sto Pontianak Centrum – Sto Siantan Pt. Telkom Pontianak”, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura PontianakJakarta, 2014.
- 17 Perdana, A., Hambali, A., Uripno, B. 2012. Jurnal: “Analisis Dispersion Power Penalty PadaImplementasi Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON). Institut Teknologi Telkom. Bandung.
- 18 Firdaus., Ferdyan Andhika Pradana., Eka Indarto., “ Performansi Jaringan Fiber Optik dari Sentral Office Hingga ke Pelanggan di Yogyakarta”., Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan Juli 2016., Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia.

- 19 Putri, Salathiella A., Sugito., Kusnandi.,” Analisis Penyebab Gangguan Transmisi Sistem Komunikasi Serat Optik untuk Link DWDM Bandung-Cianjur PT Telkom, Tbk
- 20 Praja, FG., Aryanta D., Lidyawati, L.,” Aritonang, EP., “Analisis Perhitungan dan Pengukuran Transmisi Jaringan Serat Optik Telkomsel Regional Jawa Tengah”,Jurnal Reka Elkomika Vol 1 No.1, Institut Teknologi Nasional
- 21 Siswanto Utomo Oktavianto,”Analisis Perhitungan Rugi-Rugi Pada Serat Optik“,Universitas Diponegoro,Semarang,2005
- 22 Ramadhan Muhammad, Hambali Akhmad, Uripno Bambang,”Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) Di Perumahan Setraduta Bandung,Institut Teknologi Telkom,Bandung,2012
- 23 Zulfajri,Rhiza,Yulius Zet ,”Jaringan Lokal Akses Fiber Dengan Konfigurasi Jaringan Fiber To The Home”,Universitas Hasanuddin,Makassar,2009
- 24 Durana, G., “Dependence of Bending Losses on Cladding Thickness in Plastic Optikal Fibers Applied Optiks”, Volume 42, Issue 6, 997-1002 February 2003.
- 25 Arrue, J., “Parameter Affecting Bending Losses in Graded Index Polymer Optical Fibers”, IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics, Vol. 7, No. 5, September/October, 2001.
- 26 Yee, K., “ Numerical Solution Of Initial Boundary Value Problems Involving Maxwell’s Equations in Isotropic Media”, IEEE trans. Antenna Propagation, AP-14, 4, pp. 302-307, 1966.

# LAMPIRAN

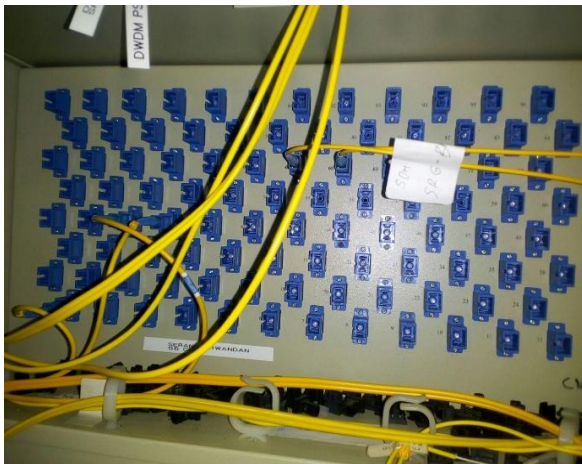
## Lampiran 1 Hasil Monitoring NMS (*Network Monitoring System*)



The screenshot shows the NMS HUAWEI interface. The browser address bar indicates the URL: 10.62.170.15 - iManager U2000 Unified Network Management System. The main content area displays a table with the following data:

NE Name	SlotID	Boar...	Port	Input Power(dBm)	Refer
162_SBCS_CKA_00	Shelf0(subrack)-3	12OLP	1(RI1/TO1)(TO CIWANDAN)	24.3	/
162_SBCS_CKA_00	Shelf0(subrack)-3	12OLP	2(RI2/TO2)(TO CIWANDAN PROTECT)	13.6	/

## Lampiran 2 Konektor di STO Serang



(a) Serang-Ciwandan



(b) Cikupa-Serang

# SC Fiber Optic Connectors



## SPECIFICATION SHEET

### specifications

SC field polish connectors are TIA/EIA-604 FOCIS-3 compliant. SC simplex and duplex connectors are field terminable. The fibers shall terminate in 2.5mm ceramic ferrules with non-optical disconnect functionality and an average insertion loss of 0.1dB (multimode) and 0.15dB (singlemode) per mated pair.



### technical information

<b>Standards requirements:</b>	TIA/EIA-604 FOCIS-3 compliant; exceeds TIA/EIA-568-B.3 requirements
<b>Fiber compatibility:</b>	62.5/125µm OM1, 50/125µm OM2, 10Gig™ 50/125µm laser optimized OM3/OM4 and 9/125µm OS1/OS2
<b>Fiber cable type:</b>	900µm tight-buffered cable recommended
<b>Fiber cable size:</b>	3.0mm or 1.6mm – 2.0mm jacketed cable
<b>Ferrule type:</b>	Zirconia ceramic ferrule
<b>Insertion loss:</b>	0.1dB average (multimode), 0.5dB (singlemode)
<b>Return loss:</b>	>20dB (multimode), >40dB (singlemode)

### key features and benefits

<b>Free floating housing</b>	Ensures complete latching even when inserted by the boot; valuable in high-density spacing applications
<b>Pre-assembled inner inner housing</b>	Fewer parts simplifies assembly and reduces installer error for lower installed cost
<b>Full length adhesive fill tube</b>	Prevents adhesive from entering internal cavity of connector to reduce installer error
<b>Non-optical disconnect</b>	Maintains data transmission under tensile loads for jacketed cable for network reliability
<b>Anaerobic adhesive field installation</b>	Simplifies and reduces installation time by 50% compared to heat cured epoxy terminations; curing oven/time not required
<b>High temperature thermoplastic design</b>	Allows use of high glass transition temperature epoxies with cure temperatures up to 150°C (302°F)
<b>Simplex available with 900µm and 3.0mm or 1.6 – 2.0mm boots</b>	One connector part number for both fiber types for easier ordering and stocking
<b>Standard 2.5mm ceramic ferrules</b>	Provide the highest durability for repeated matings

### applications

Panduit SC Fiber Optic Connectors are used for equipment cross-connects or interconnects in backbone, horizontal and work area applications. SC connectors are recommended by TIA/EIA-568-B.3 at the wall outlet and the telecommunications closet.

Multimode connectors provide a robust and easy to terminate solution for lower cost fiber-to-the-desk applications. Singlemode connectors provide added bandwidth capacity for data hungry applications.

[www.panduit.com](http://www.panduit.com)

#### SC Simplex Fiber Optic Connectors for 900µm Buffered Fiber and 3.0mm Jacketed Cable

<b>Multimode (black boots):</b>	FSCM5BL
<b>Multimode (black boots):</b>	FSCMBL
<b>Multimode (red boots):</b>	FSCMRD
<b>Singlemode (blue boots):</b>	FSCSBU

#### SC Simplex Fiber Optic Connectors for 900µm Buffered Fiber and 1.6mm – 2.0mm Jacketed Cable

<b>Multimode (black boots):</b>	FSCM2.05BL
<b>Multimode (black boots):</b>	FSCM2.0BL
<b>Multimode (red boots):</b>	FSCM2.0RD
<b>Singlemode (blue boots):</b>	FSCS2.0BU

#### SC Duplex Fiber Optic Connectors for 3.0mm Jacketed Cable

<b>Multimode (black boots):</b>	FSCDM5BL
<b>Multimode (black/red):</b>	FSCDM

#### SC Fiber Optic Adapters

<b>Duplex MM:</b>	FADSCEI-L
<b>Duplex MM:</b>	FADSCBL-L
<b>Duplex 10Gig™ (zirc):</b>	FADSCZAQ-L
<b>Simplex SM (zirc):</b>	FASSCZBU-L
<b>Simplex APC (zirc):</b>	FASSCZAG-L

L = Bag of 50 adapters; 100 per carton.

#### Mini-Com® SC Adapter Modules

<b>Duplex MM:</b>	CMDEISCEI
<b>Duplex MM:</b>	CMDBLSCBL
<b>Duplex 10Gig™ (zirc.):</b>	CMSBUSCZBU
<b>Simplex SM (zirc):</b>	CMSBUSCZBU
<b>Simplex APC (zirc):</b>	CMSAGSCZBL

#### Opticom® SC Fiber Adapter Panels

<b>6 duplex MM:</b>	FAP6WEIDSC
<b>6 duplex MM:</b>	FAP6WBLDSC
<b>6 duplex 10Gig™:</b>	FAP6WAQDSCZ
<b>6 duplex SM (zirc.):</b>	FAP6WBUDSCZ
<b>12 simplex SM (zirc.):</b>	FAP12WBUSCZ

#### Opticom® QuickNet® Pre-Terminated MTP® Cassettes

<b>12 SC to MTP® (12f):</b>	FC^12-3S
<b>6 SC to MTP® (12f):</b>	FC^12-3

#### Opti-Core® Fiber Optic Patch Cords

<b>Duplex SC to SC:</b>	F^D3-3M‡
<b>Simplex SC to SC:</b>	F^S3-3M‡
<b>Simplex SC to pigtail:</b>	F^B3-NM‡

#### SC Termination Tooling

<b>Termination kit:</b>	FJKITG
<b>Refurbishment kit:</b>	FJKITG-RFB

#### Additional Components for Singlemode

<b>1µm diamond film:</b>	FPF1-V
<b>0.05µm lapping film:</b>	FLCFPLF-X

#### HD Connector Removal Tool

<b>For LC and SC:</b>	PCRT1
-----------------------	-------

Substitute for module color:

EI = Electric Ivory	BU = Blue
IG = International Gray	WH = White
TG = Technical Gray	BL = Black
AW = Arctic White	IW = Off White
EW = European White	

^Substitute for fiber type:

X (OM3/OM4 – 10Gig™ 50/125µm), 5 (OM2 – 50/125µm), 6 (OM1 – 62.5/125µm) or 9 (OS1/OS2 – 9/125µm).

‡Substitute for length in meters: 1, 2, 3, 5 or 10 for patch cords, and 1, 2 or 3 for pigtails; singlemode patch cords are also available in 12, 15, 25 or 30 meter lengths. Contact Customer Service for other available lengths.

## Lampiran 4 Datasheet Fiber Optik G65

### OPTICAL FIBER CABLE

The number of fiber in a cable varies from 4 to 96 (more number of fibers are provided upon request). Optical fiber cables will generally undergo 4 processes of production line such as Coloring Line, secondary Coating Line, SZ- stranding Line and Sheathing Line.

**Coloring Production Line:**

Fiber Coloring Process is carried out to mark the fiber. For easy identification of individual fiber inside the tubes, they are color coded. The colors have no influence on the optical properties of the fibers. The fiber are colored using UV ink which are chosen as industry standard, easily in stripping, jointing and stability of optical loss under various stress.

**Secondary Coating Production Line:**

This process uses Polybutylene Terephthalate (PBTP) as tube material which extremely has good thermal, hydrolysis and mechanical properties. The tubes contain fibers and are filled with special typical gel. Secondary coating or tubing process is used to protect the optical fibers during cabling and installation process.

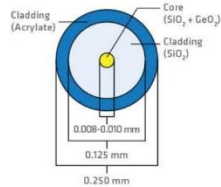
**SZ- Stranding Production line:**

Stranding process which is tube around polyethelene coated central strength member applies with SZ- Stranding Method. The stranding is filled with jelly as Flooding Compound to fill any space of the cable to block the flow of water into the cable and jelly can change water blocking yarn to block the flow of water into the cable.

**Sheathing Production Line:**

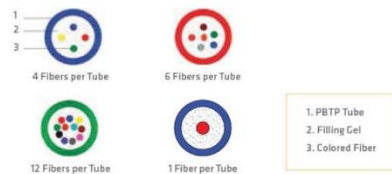
Sheathing line is an unit which its process protects the optical cable core from mechanical, thermal and chemical effects, associated with storage, installation and operation. The core covering is covered with laminated Aluminium Polyethelene (LAP) sheath containing carbon black, to provide an electrical ground and moisture barrier. Sheathing also uses armouring wire or tape between inner and outer sheath to provide a mechanical protection on direct buried cable. The sheath is usually over printed to identify the type of cable of a particular point.

#### OPTICAL FIBER DESIGN



Each fiber is made of high purity Silica (SiO<sub>2</sub>) Glass doped with Germanium (GeO<sub>2</sub>) and fused (SiO<sub>2</sub>) depressed cladding design for excellent geometrical properties for splicing and micro bending resistance. This fiber core is protected by two layers of UV-cured acrylate coating which is strong and durable enough to stand up to the challenge such as; micro bending losses, abrasion resistance, etc but remain easy to strip and splice.

#### BASIC CABLE DESIGN



The cable core consists of stranded - six or eight thermal plastic elements with a central strength member. Elements could be either tubes, filler rods.

The coloured Polybutylene Terephthalate (PBTP) tube contains 4, 6, or 12 coloured fibers with its configuration (table 1 and 2) and water blocking compound to prevent moisture/water penetration and axial migration.

Now, there is cable core consists of stranded - twelve thermal plastic elements with a central strength member. Elements could be either tubes, filler rods, and Polybutylene Terephthalate (PBTP) tube contains 1 fibers.

### THE CHARACTERISTIC OF OPTICAL FIBER CABLE

Optical Fiber No.	Color of Fiber
1	Blue
2	Orange
3	Green
4	Brown
5	Grey
6	White
7	Red
8	Black
9	Yellow
10	Violet
11	Pink
12	Turquoise

Table 1. Color Scheme of Optical Fibers

Tube No.	Color of Tube
1	Blue
2	Orange
3	Green
4	Brown
5	Grey
6	White
7	Red
8	Black
9	Yellow
10	Violet
11	Pink
12	Turquoise

Table 2. Color Scheme of PBTP Tubes

Table 3. Optical Characteristic of G.652D, G655C, G657A

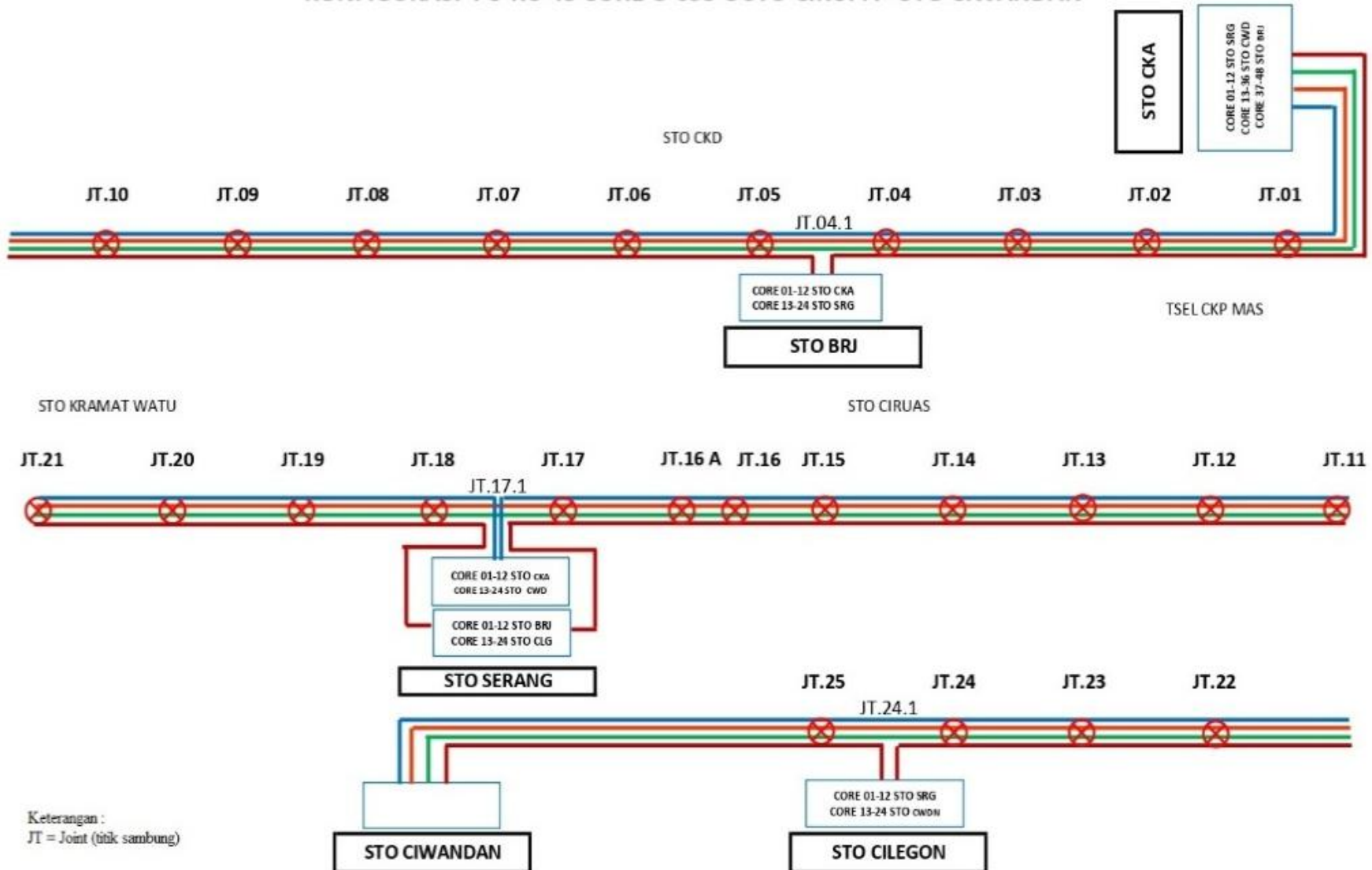
Characteristics	Unit	Value		
		G652D	G655C	G657A
Fiber Type	-	Single Mode		
Mode Field Diameter	µm	9.2 ± 0.4 (@1310 nm)	9.6 ± 0.4 (@1550 nm)	8.6 ± 0.4 (@1310 nm)
Mode Field Concentricity Error	µm	≤ 0.6	≤ 0.8	≤ 0.6
Cladding Diameter	µm	125 ± 0.7	125 ± 0.7	125 ± 0.7
Cladding non circularity	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Coating Diameter	µm	250 ± 15	250 ± 15	250 ± 15
Maximum Attenuation				
@1310	dB/km	-	-	0.35
@1550	dB/km	0.195	0.35	0.195
@1625	dB/km	-	0.30	-
Maximum Chromatic Dispersion				
@1310	ps/(nm.km)	3.2	-	3.2
@1530	ps/(nm.km)	-	1	-
@1550	ps/(nm.km)	18	-	18
@1565	ps/(nm.km)	-	10	-
Min. Bending Radius	-	20 x OD cable	20 x OD cable	20 x OD cable
Maximum Cut-off Wavelength	nm	1260	1450	1260
Zero Dispersion Wavelength (λ <sub>0</sub> )	nm	1300 - 1324	1530 - 1565	1300 - 1324
Zero Dispersion Slope (S <sub>0</sub> )	ps/(nm <sup>2</sup> .km)	≤ 0.092	≤ 0.092	≤ 0.092

Table 4. Environment condition

Item	Value	Unit
Operating Temperature	10 - 50	°C
Operating Relative Humidity	20 - 100	%
Storage Temperature	10 - 70	°C
Storage Relative Humidity	20-95	%

Lampiran 5 Konfigurasi FO KU48 dalam Pembagian *Joint*

KONFIGURASI FO KU 48 CORE G-655 C STO CIKUPA - STO CIWANDAN





## Lampiran 6 Nota Dinas *Link* Cikupa-Ciwandan (Jalur gerbang JASUKA)



### Nota Dinas

Nomor : C.Tel. 155/TK 210/DSO-20000000/2018  
Kepada : 1. Sdr. DEPUTY EVP INFRASTRUCTURE TELKOM REGIONAL I  
2. Sdr. DEPUTY EVP INFRASTRUCTURE TELKOM REGIONAL II  
3. Sdr. PGS DEPUTY EVP INFRASTRUCTURE TELKOM REGIONAL III  
4. Sdr. DEPUTY EVP INFRASTRUCTURE TELKOM REGIONAL IV  
5. Sdr. DEPUTY EVP INFRASTRUCTURE TELKOM REGIONAL V  
6. Sdr. DEPUTY EVP INFRASTRUCTURE TELKOM REGIONAL VI  
Dari : POH PGS DEPUTY EGM INFRASTRUCTURE O AND M  
Lampiran : -  
Perihal : Instruksi Siaga-1 dan Pelaksanaan Patroli Jalur Transport Backbone Terkait Pengamanan Event ASIAN PARA GAMES 2018 dan IMF WB Meeting

1. Bahwa pada bulan Oktober 2018 terdapat 2 (dua) event Internasional, yaitu :
  - a. Asian Para Games 2018 yang berlangsung di Jakarta pada tanggal 6 sd. 13 Oktober 2018.
  - b. IMF WB Meeting yang berlangsung di Bali pada tanggal 8 sd. 14 Oktober 2018.
2. Dalam rangka mensukseskan kedua event Internasional tersebut, dipandang perlu untuk melakukan pengamanan network yang akan mendukung suksesnya kedua event tersebut.
3. Sehubungan dengan hal diatas, dengan ini kami mohon bantuan Saudara untuk menginstruksikan kepada seluruh jajaran Saudara yang bertanggungjawab terhadap operasioanal jalur Backbone yang meliputi dan tidak terbatas pada link JDCS (Jawa-Bali) JVBB (Surabaya-Jakarta), SUB (Surabaya-Banjarmasin), JAKA2LADEMA (Banjarmasin-Pontianak), SBSCS (Jakarta - Batam), dan JASUKA (Jakarta-Batam) untuk melakukan Patroli khusus sebagai tindakan Siaga-1 selama berlangsungnya kedua event Internasional tersebut mulai tgl. 1 sd. 15 Oktober 2018
4. Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih

Jakarta, 25 September 2018

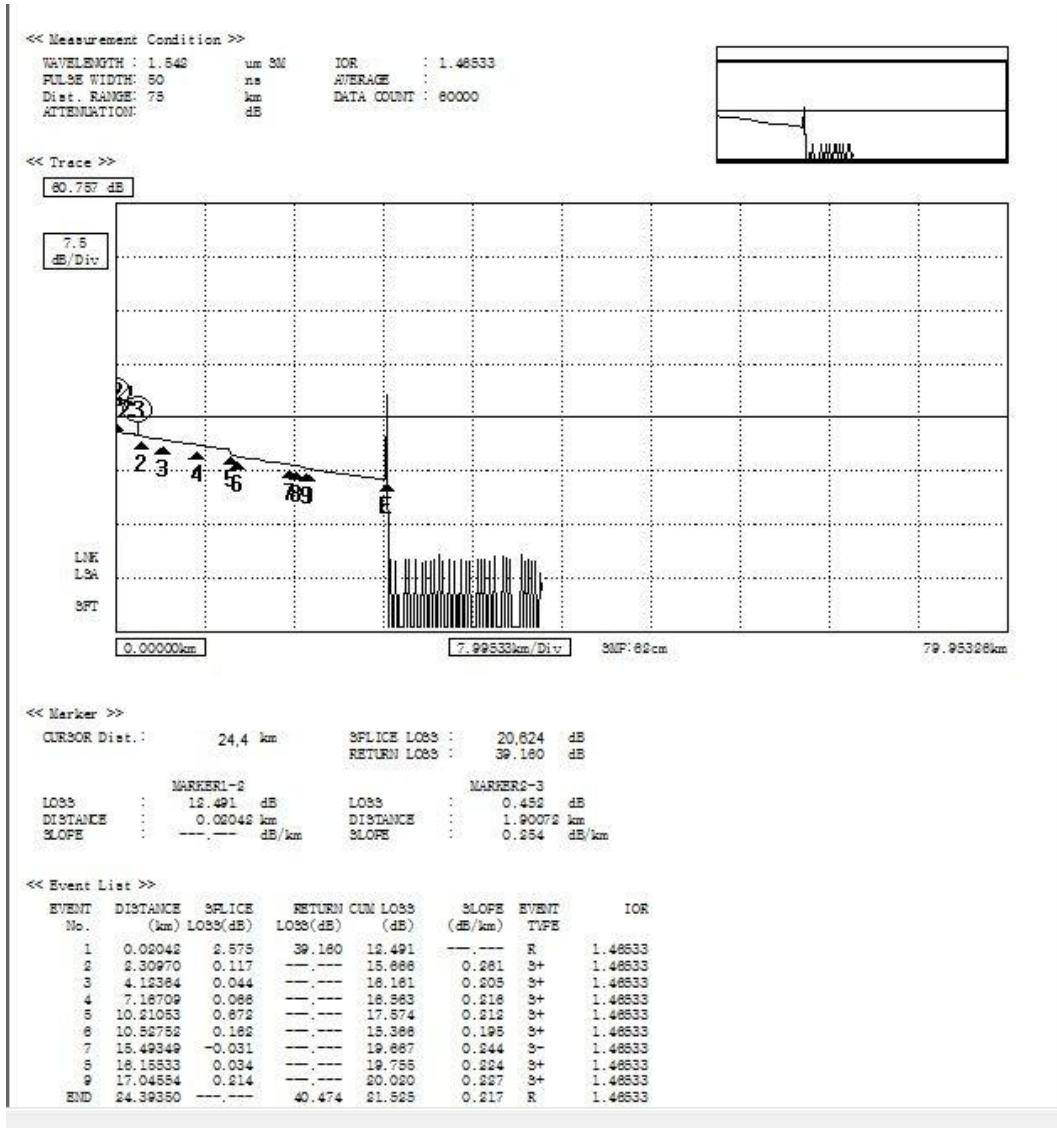
**DAHRIN EFFENDI S**  
NIK: 660241

Tembusan

1. Sdr. PGS EGM SERVICE OPERATION
2. Sdr. DEPUTY EGM SERVICE OPERATION
3. Sdr. DEPUTY EVP INFRASTRUCTURE TELKOM REGIONAL VII
4. Sdr. OSM ASSURANCE DSO
5. Sdr. OSM OLO SERVICE OPERATION DSO
6. Sdr. SM QUALITY AND PERFORMANCE MANAGEMENT DSO
7. Sdr. OSM REGIONAL NETWORK OPERATION REGIONAL I
8. Sdr. OSM REGIONAL NETWORK OPERATION REGIONAL II
9. Sdr. OSM REGIONAL NETWORK OPERATION REGIONAL III
10. Sdr. OSM REGIONAL NETWORK OPERATION REGIONAL IV
11. Sdr. OSM REGIONAL NETWORK OPERATION REGIONAL V
12. Sdr. OSM REGIONAL NETWORK OPERATION REGIONAL VI
13. Sdr. MGR DATA CENTER AND CME OPERATION DSO
14. Sdr. MGR TRANSPORT 1 DSO
15. Sdr. MGR TRANSPORT 2 DSO
16. Sdr. MGR TRANSPORT 3 DSO
17. Sdr. MGR TRANSPORT AND DCME PERFORMANCE AND QM DSO



## Lampiran 8 Hasil Pengukuran Core2 KT96 Serang-Ciwandan



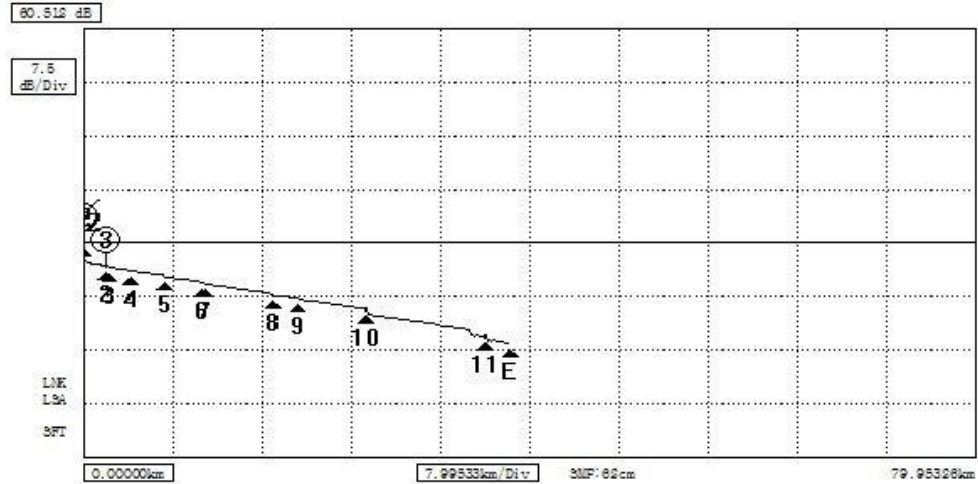
## Lampiran 9 Hasil Pengukuran Core 15 KT96 Cikupa-Ciwandan

### << Measurement Condition >>

WAVELENGTH : 1.542 um SM IOR : 1.48533  
 PULSE WIDTH: 50 ns AVERAGE :  
 Dist. RANGE: 75 km DATA COUNT : 80000  
 ATTENUATION: dB



### << Trace >>



### << Marker >>

CURSOR Dist.: 29.745 km SPLICE LOSS : 44.4 dB  
 RETURN LOSS : 39.075 dB

LOSS : MARKER1-2 : 12.490 dB LOSS : MARKER2-3 : 0.573 dB  
 DISTANCE : 0.02042 km DISTANCE : 1.90005 km  
 SLOPE : --- dB/km SLOPE : 0.480 dB/km

### << Event List >>

EVENT No.	DISTANCE (km)	SPLICE LOSS(dB)	RETURN LOSS(dB)	CUM LOSS (dB)	SLOPE (dB/km)	EVENT TYPE	IOR
1	0.02042	2.973	39.075	12.490	---	R	1.48533
2	1.92050	-0.043	---	18.338	0.459	S-	1.48533
3	2.31225	0.078	---	18.408	0.255	S+	1.48533
4	4.12747	0.087	---	18.547	0.201	S+	1.48533
5	7.16984	0.285	---	17.530	0.202	S+	1.48533
6	10.83184	0.071	---	18.505	0.205	S+	1.48533
7	10.53007	0.115	---	18.645	0.338	S+	1.48533
8	17.03305	0.152	---	20.135	0.221	S+	1.48533
9	19.21071	0.133	---	20.755	0.202	S+	1.48533
10	25.33460	0.828	---	22.195	0.214	S+	1.48533



**SALINAN**

**MENTERI KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA  
REPUBLIK INDONESIA**

**PERATURAN MENTERI KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA  
REPUBLIK INDONESIA**

**NOMOR 14 /PER/M.KOMINFO/ 05 /2012**

**TENTANG**

**PERSYARATAN TEKNIS PERANGKAT TELEKOMUNIKASI *DENSE-  
WAVELENGTH DIGITAL MULTIPLEXER***

**DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA**

**MENTERI KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA REPUBLIK INDONESIA,**

- Menimbang : a bahwa sesuai dengan ketentuan dalam Pasal 71 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 52 Tahun 2000 tentang Penyelenggaraan Telekomunikasi yang menyebutkan bahwa setiap alat dan perangkat telekomunikasi yang dibuat, dirakit, dimasukkan untuk diperdagangkan dan atau digunakan di wilayah Negara Republik Indonesia wajib memenuhi persyaratan teknis;
- b bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, perlu menetapkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika tentang Persyaratan Teknis Perangkat Telekomunikasi *Dense-Wavelength Digital Multiplexer*;
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor: 154, Tambahan Lembaran Negara Nomor: 3881);
2. Peraturan Pemerintah Nomor 52 Tahun 2000 tentang Penyelenggaraan Telekomunikasi (Lembaran Negara Tahun 2000 Nomor: 107, Tambahan Lembaran Negara Nomor: 3980);

3. Peraturan Presiden Nomor 47 Tahun 2009 tentang Pembentukan dan Organisasi Kementerian Negara sebagaimana telah diubah terakhir dengan Peraturan Presiden Nomor 91 Tahun 2011 tentang Perubahan Ketiga Peraturan Presiden Nomor 47 Tahun 2009 tentang Pembentukan dan Organisasi Kementerian Negara;
4. Peraturan Presiden Nomor 24 Tahun 2010 tentang Kedudukan, Tugas, dan Fungsi Kementerian Negara serta Susunan Organisasi, Tugas, dan Fungsi Eselon Kementerian Negara sebagaimana telah diubah terakhir dengan Peraturan Presiden Nomor 92 Tahun 2011 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Presiden Nomor 24 Tahun 2010 tentang Kedudukan Tugas, dan Fungsi Kementerian Negara serta Susunan Organisasi, Tugas, dan Fungsi Eselon I Kementerian Negara;
5. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 3 Tahun 2001 tentang Persyaratan Teknis Alat dan Perangkat Telekomunikasi;
6. Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 03/PM.Kominfo/5/2005 tentang Penyesuaian Kata Sebutan Pada Beberapa Keputusan/Peraturan Menteri Perhubungan yang Mengatur Materi Muatan Khusus di Bidang Pos dan Telekomunikasi;
7. Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 29/PER/M.KOMINFO/09/2008 tentang Sertifikasi Alat dan Perangkat Telekomunikasi;
8. Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 17/PER/M.KOMINFO/10/2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Komunikasi dan Informatika;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : PERATURAN MENTERI KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA TENTANG PERSYARATAN TEKNIS PERANGKAT TELEKOMUNIKASI *DENSE-WAVELENGTH DIGITAL MULTIPLEXER*.

Pasal 1

Perangkat Telekomunikasi *Dense-Wavelength Digital Multiplexer* (DWDM) wajib memenuhi persyaratan teknis sebagaimana dimaksud dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

Pasal 2

Pelaksanaan pengujian perangkat telekomunikasi *Dense-Wavelength Digital Multiplexer* (DWDM) wajib memenuhi persyaratan teknis sebagaimana dimaksud dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini

Pasal 3

Peraturan Menteri ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Peraturan menteri ini dengan penempatannya dalam berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta  
pada tanggal 9 Mei 2012

MENTERI KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA  
REPUBLIK INDONESIA,

ttd

TIFATUL SEMBIRING

Diundangkan di Jakarta  
Pada tanggal 14 Mei 2012

MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA,

ttd

AMIR SAMSUDIN

BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA TAHUN 2012 NOMOR 524



LAMPIRAN  
PERATURAN MENTERI KOMUNIKASI DAN  
INFORMATIKA  
NOMOR 14 TAHUN 2012  
TENTANG PERSYARATAN TEKNIS PERANGKAT  
TELEKOMUNIKASI *DENSE-WAVELENGTH DIGITAL  
MULTIPLEXER*

**PERSYARATAN TEKNIS PERANGKAT TELEKOMUNIKASI  
*DENSE-WAVELENGTH DIGITAL MULTIPLEXER***

Ruang lingkup persyaratan teknis perangkat *Dense-Wavelength Digital Multiplexer* (DWDM) meliputi:

- BAB I : Ketentuan Umum (definisi, konfigurasi, singkatan, dan istilah)  
BAB II : Persyaratan Teknis (persyaratan bahan baku dan konstruksi, persyaratan operasi, persyaratan *transponder*, persyaratan *multiplexer/demultiplexer*, persyaratan *optical amplifier*, persyaratan *backplane*, persyaratan metode manajemen, dan persyaratan keselamatan kelistrikan dan *Electromagnetic Compatibility*)  
BAB III : Kelengkapan Perangkat (identitas alat dan perangkat dan petunjuk pengoperasian alat dan perangkat)  
BAB IV : Pengujian (pelaksanaan pengujian, cara pengambilan contoh uji, metode uji, pengujian parsial, dan syarat lulus uji)

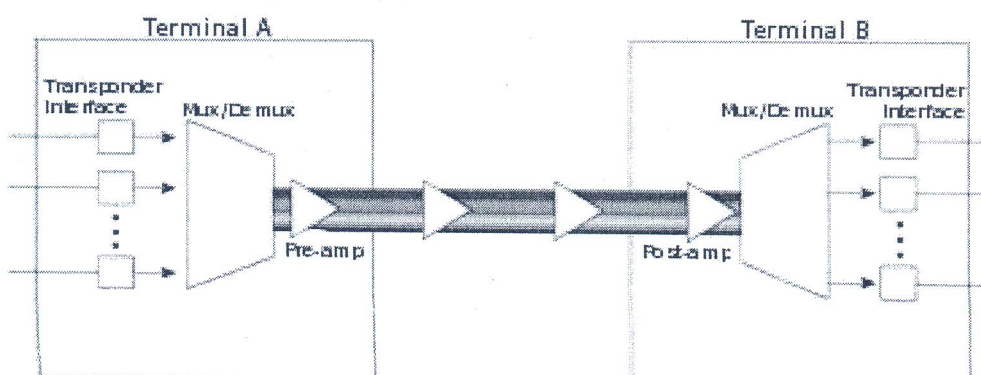
**BAB I**

**KETENTUAN UMUM**

**1. Definisi**

Perangkat *Dense-Wavelength Digital Multiplexer* (DWDM) adalah perangkat yang terdiri dari *transponder*, *multiplexer*, dan *amplifier* dan berfungsi menerima, mengkonversi panjang gelombang, merekonstruksi, menggabungkan, menguatkan, dan meneruskan sinyal optik pada sistem DWDM sesuai dengan rekomendasi ITU-T G.692 (*Optical interfaces for multi-channel systems with optical amplifiers*).

**2. Konfigurasi**



Gambar 1. Konfigurasi Perangkat *Dense-Wavelength Digital Multiplexer* (DWDM)

**3. Singkatan**



ac	: alternating current
bps	: bit per second
BER	: Bit Error Rate
C	: Celcius
CISPR	: Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques
dB	: decibel
dc	: direct current
ffs	: for further study
GBd	: Giga Baud
HTTP	: Hyper Text Transport Protocol
HTTPS	: Hyper Text Transport Protocol secure
IEC	: International Electrotechnical Commission
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers
ITU-T	: International Telecommunication Union – Standardization Sector
MLM	: Multi Longitudinal Mode
MMF	: Multi Mode Fiber
nm	: nanometer
RJ-45	: Registered Jack no. 45
RMS	: Root Mean Square
RS-232	: Recommended Standard 232
SDH	: Synchronous Digital Hierarchy
SLM	: Single Longitudinal Mode
SMF	: Single Mode Fiber
SSH	: Secure Shell
STM	: Synchronous Transport Module
TELNET	: Telecommunication Network
V	: Volt

#### 4. Istilah

<i>backplane</i>	: sekumpulan konektor yang terhubung secara paralel satu sama lain dalam satu kesatuan
<i>Dense-Wavelength Digital Multiplexing</i>	: Penggabungan sejumlah panjang gelombang dengan spasi kanal yang sangat sempit dengan jumlah kanal (4, 8, 16, 32, dan seterusnya) dalam satu serat optik tunggal

## BAB II

### PERSYARATAN TEKNIS

#### 1. Bahan Baku dan Konstruksi Perangkat

Bahan baku dan konstruksi perangkat harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- Perangkat terbuat dari bahan yang kuat dan kokoh sesuai dengan iklim tropis;
- Komponen perangkat terbuat dari bahan berkualitas tinggi;
- Bagian-bagian perangkat yang bersifat modular harus disusun dengan baik dan rapi;
- Harus dilengkapi dengan terminal-terminal pengukuran dan pemeliharaan;
- Sistem penyambungan pada terminal penyambung mudah dilaksanakan dan mempunyai sifat kelistrikan yang baik;
- Harus dilengkapi dengan sistem pendingin yang baik;
- Backplane* dari Transponder DWDM harus memiliki minimal 1 (satu) dari jenis antarmuka manajemen.

- g. *Backplane* dari *Transponder DWDM* harus memiliki minimal 1 (satu) dari jenis antarmuka manajemen.

## 2. Persyaratan Operasi

- a. **Catu Daya**  
Perangkat harus bekerja baik dengan menggunakan catuan *backplane*:
- 1) tegangan arus bolak-balik 220 Vac  $\pm$  10%, 50 Hz  $\pm$  6%; atau
  - 2) tegangan arus searah -48 Vdc  $\pm$  10%.
- b. **Kondisi Lingkungan**
- 1) Perangkat harus beroperasi normal pada suhu: 5° – 45° C.  
Pengujian dilakukan pada kondisi ekstrem yaitu pada suhu 45° C selama 24 jam secara terus menerus;
  - 2) Perangkat harus beroperasi normal pada kelembaban: 5% - 85% non condensing;
  - 3) Tingkat kebisingan suara yang dikeluarkan oleh perangkat maksimum 65 dBA.  
Pengukuran dilakukan pada jarak 1 meter dari perangkat yang diuji dengan ketinggian alat ukur 1,5 meter dari dasar perangkat yang diuji.
- c. **Sistem Proteksi**  
Perangkat harus mempunyai sistem proteksi antara lain:
- 1) Pengaman arus lebih;
  - 2) Pengaman tegangan lebih;
  - 3) Terminasi sistem pentanahan;
- d. **Keamanan Laser**
- 1) Memiliki mekanisme *Automatic Laser Shutdown* dan *Automatic Restart* untuk penggunaan level laser di atas *class 1M*;
  - 2) Terdapat label peringatan mengenai radiasi laser pada perangkat;
- e. **Fasilitas Alarm**  
Mempunyai fasilitas alarm yang dapat:
- 1) Mendeteksi terjadinya gangguan pada unit catu daya dan operasi abnormal;
  - 2) Memberikan indikasi untuk aktifitas maupun gangguan tiap-tiap antar muka;
  - 3) diklasifikasikan menjadi alarm mayor dan minor;
  - 4) dimonitor dengan manajemen sistem.

## 3. Persyaratan Transponder

*Transponder* pada perangkat *DWDM* harus sesuai dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Karakteristik antarmuka optik:
- 1) *Tributary Optical Line Interface*, dengan ketentuan:
    - a) *Optical transceiver module*: SFP, SFP+, XFP, dan atau Q-XFP;
    - b) Jenis *protocol*:

1. STM-16, dengan karakteristik mengacu kepada tabel 1;

Tabel 1. Karakteristik antarmuka STM-16 (ITU-T Rec. G.957)

Parameter	Unit	Nilai					
Digital Signal Nominal bit rate	kbps	2,488,320 (sesuai dengan rekomendasi ITU-T G.707)					
Application code		I-16	S-16.1	S-16.2	L-16.1	L-16.2	L-16.3
Operating wavelength range	nm	1266-1360	1260-1360	1430-1580	1280-1335	1500-1580	1500-1580
Source type		MLM	SLM	SLM	SLM	SLM	SLM
Maximum -20 dB width	nm	-	1	<1	1	<1	<1
Minimum Side Mode Suppression	dB		30	30	30	30	30

Ratio							
Mean launched power:							
- maximum	dBm	-3	0	0	+3	+3	+3
- minimum	dBm	-10	-5	-5	-2	-2	-2
Minimum extinction ratio	dB	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
Minimum receiver sensitivity	dBm	-18	-18	-18	-27	-28	-27
Minimum receiver overload	dBm	-3	0	0	-9	-9	-9
Maximum receiver reflectance	dB	-27	-27	-27	-27	-27	-27

2. STM-64, dengan karakteristik mengacu kepada tabel 2, 3, dan 4;

**Tabel 2. Karakteristik antarmuka STM-64 (ITU-T Rec. 691)**

Parameter	Unit	Nilai					
Digital Signal Nominal bit rate	kbps	9,953,280					
Application code		I-64.1r	I-64.1	I-64.2r	I-64.2	I-64.3	I-64.5
Operating wavelength range	nm	1260-1360	1290-1330	1530-1565	1530-1565	1530-1565	1530-1565
Source type		MLM	SLM	SLM	SLM	SLM	SLM
Maximum -20 dB width	nm	-	1	ffs	ffs	ffs	ffs
Minimum Side Mode Suppression Ratio	dB	-	30	30	30	30	30
Mean launched power:							
- maximum	dBm	-1	-1	-1	-1	-1	-1
- minimum	dBm	-6	-6	-5	-5	-5	-5
Minimum extinction ratio	dB	6	6	8.2	8.2	8.2	8.2
Minimum receiver sensitivity (BER of $1 \times 10^{-12}$ )	dBm	-11	-11	-14	-14	-13	-13
Minimum receiver overload	dBm	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Maximum receiver reflectance	dB	-14	-14	-27	-27	-27	-27

**Tabel 3. Karakteristik antarmuka STM-64 (ITU-T Rec. 691)**

Parameter	Unit	Nilai						
Digital Signal Nominal bit rate	kbps	9,953,280						
Application code		S-64.1	S-64.2a	S-64.2b	S-64.3a	S-64.3b	S-64.5a	S-64.5b
Operating wavelength range	nm	1290-1330	1530-1565	1530-1565	1530-1565	1530-1565	1530-1565	1530-1565
Maximum -20 dB width	nm	ffs	ffs	ffs	ffs	ffs	ffs	ffs
Minimum Side Mode Suppression Ratio	dB	30	30	30	30	30	30	30
Mean launched power:								
- maximum	dBm	+5	-1	+2	-1	+2	-1	+2
- minimum	dBm	+1	-5	-1	-5	-1	-5	-1
Minimum extinction ratio	dB	6	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
Minimum receiver sensitivity (BER of $1 \times 10^{-12}$ )	dBm	-11	-18	-14	-17	-13	-17	-13
Minimum receiver overload	dBm	-1	-8	-1	-8	-1	-8	-1
Maximum receiver reflectance	dB	-14	-27	-27	-27	-27	-27	-27

**Tabel 4. Karakteristik antarmuka STM-64 (ITU-T Rec. 691)**

Parameter	Unit	Nilai				
Digital Signal Nominal bit rate	kbps	9,953,280				
Application code		L-64.1	L-64.2a	L-64.2b	L-64.2c	L-64.3
Operating wavelength range	nm	1290-1320	1530-1565	1530-1565	1530-1565	1530-1565
Maximum -20 dB width	nm	ffs	ffs	ffs	ffs	ffs
Minimum Side Mode Suppression Ratio	dB	30	ffs	ffs	ffs	ffs

Mode Suppression Ratio						
Mean launched power:						
- maximum	dBm	+7	+2	13	+2	13
- minimum	dBm	+4	-2	10	-2	10
Minimum extinction ratio	dB	6	10	8.2	10	8.2
Minimum receiver sensitivity (BER of $1 \times 10^{-12}$ )	dBm	-19	-26	-14	-26	-13
Minimum receiver overload	dBm	-10	-9	-3	-9	-3
Maximum receiver reflectance	dB	-27	-27	-27	-27	-27

3. Gigabit Ethernet, dengan karakteristik mengacu kepada tabel 5;

**Tabel 5. Karakteristik antarmuka 100BASE-X (IEEE 802.3-2008)**

Parameter	Unit	Nilai				
Signaling speed (range)	GBd	1.25 ± 100 ppm				
Application code		100BASE-SX		100BASE-LX		
Fiber Type		62.5 μm MMF	50 μm MMF	62.5 μm MMF	50 μm MMF	10 μm SMF
Operating wavelength range	nm	770-860	770-860	1270-1355	1270-1355	1270-1355
RMS spectral width	nm	0.85	0.85	4	4	4
Mean launched power:						
- maximum	dBm	Class 1	Class 1	-3	-3	-3
- minimum	dBm	-9.5	-9.5	-11.5	-11.5	-11
Average launch power of OFF transmitter (max)	dBm	-30	-30	-30	-30	-30
Minimum extinction ratio	dB	9	9	9	9	9
Minimum receiver sensitivity	dBm	-17	-17	-19	-19	-19
Minimum return loss	dB	12	12	12	12	12
Maximum vertical eye-closure penalty	dB	2.5	2.2	2.6	2.6	2.6

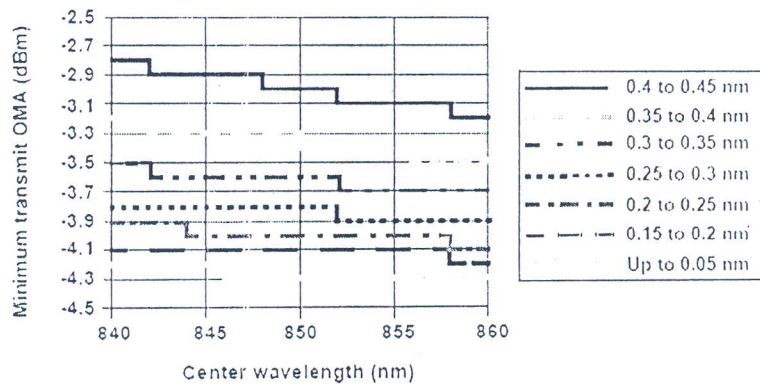
4. 10G Ethernet, dengan karakteristik mengacu kepada tabel 6, 7, 8, 9, 10, 11, dan gambar 2.

**Tabel 6. Karakteristik antarmuka 10GBASE-S (IEEE 802.3-2008)**

Parameter	Unit	Nilai			
Application code		10GBASE-SW		10GBASE-SR	
Nominal signaling speed	GBd	9.95328		10.3125	
Fiber Type		62.5 μm MMF	50 μm MMF	62.5 μm MMF	50 μm MMF
Operating wavelength range	nm	840-860	840-860	840-860	840-860
RMS spectral width	nm	Tabel 5	Tabel 5	Tabel 5	Tabel 5
Mean launched power:					
- maximum	dBm	Class 1	Class 1	Class 1	Class 1
- minimum	dBm	Gambar 2	Gambar 2	Gambar 2	Gambar 2
Average launch power of OFF transmitter (max)	dBm	-30	-30	-30	-30
Minimum extinction ratio	dB	3	3	3	3
Minimum receiver sensitivity	dBm	-11.1	-11.1	-11.1	-11.1
Maximum receiver reflectance	dB	-12	-12	-12	-12
Maximum vertical eye-closure penalty	dB	3.5	3.5	3.5	3.5

**Tabel 7. 10GBASE-S RMS spectral width (IEEE 802.3-2008)**

Center wavelength (nm)	RMS Spectral width (nm)								
	Up to 0.05	0.05 to 0.1	0.1 to 0.15	0.15 to 0.2	0.2 to 0.25	0.25 to 0.3	0.3 to 0.35	0.35 to 0.4	0.4 to 0.45
S40 to S42	-4.2	-4.2	-4.1	-4.1	-3.9	-3.8	-3.5	-3.2	-2.8
S42 to S44	-4.2	-4.2	-4.2	-4.1	-3.9	-3.8	-3.6	-3.3	-2.9
S44 to S46	-4.2	-4.2	-4.2	-4.1	-4.0	-3.8	-3.6	-3.3	-2.9
S46 to S48	-4.3	-4.2	-4.2	-4.1	-4.0	-3.8	-3.6	-3.3	-2.9
S48 to S50	-4.3	-4.2	-4.2	-4.1	-4.0	-3.8	-3.6	-3.3	-3.0
S50 to S52	-4.3	-4.2	-4.2	-4.1	-4.0	-3.8	-3.6	-3.4	-3.0
S52 to S54	-4.3	-4.2	-4.2	-4.1	-4.0	-3.9	-3.7	-3.4	-3.1
S54 to S56	-4.3	-4.3	-4.2	-4.1	-4.0	-3.9	-3.7	-3.4	-3.1
S56 to S58	-4.3	-4.3	-4.2	-4.1	-4.0	-3.9	-3.7	-3.5	-3.1
S58 to S60	-4.3	-4.3	-4.2	-4.2	-4.1	-3.9	-3.7	-3.5	-3.2



Gambar 2. 10GBASE-S minimum transmit power (IEEE 802.3-2008)

Tabel 8. Karakteristik antarmuka 10GBASE-L (IEEE 802.3-2008)

Parameter	Unit	Nilai	
		10GBASE-LW	10GBASE-LR
Application code		10GBASE-LW	10GBASE-LR
Nominal signaling speed	GBd	9.95328 ± 20 ppm	10.3125 ± 100 ppm
Fiber Type		B1.1 and B1.3 SMF	B1.1 and B1.3 SMF
Operating wavelength range	nm	1260-1355	1260-1355
Minimum Side Mode Suppression Ratio	dB	30	30
Mean launched power:			
- maximum	dBm	0.5	0.5
- minimum	dBm	-8.2	-8.2
Average launch power of OFF transmitter (max)	dBm	-30	-30
Minimum extinction ratio	dB	3.5	3.5
Minimum receiver sensitivity	dBm	-12.6	-12.6
Maximum receiver reflectance	dB	-12	-12
Maximum vertical eye-closure penalty	dB	2.2	2.2

Tabel 9. Karakteristik antarmuka 10GBASE-E (IEEE 802.3-2008)

Parameter	Unit	Nilai	
		10GBASE-EW	10GBASE-ER
Application code		10GBASE-EW	10GBASE-ER
Nominal signaling speed	GBd	9.95328 ± 20 ppm	10.3125 ± 100 ppm
Fiber Type		B1.1 and B1.3 SMF	B1.1 and B1.3 SMF
Operating wavelength range	nm	1530-1565	1530-1655
Minimum Side Mode Suppression Ratio	dB	30	30
Mean launched power:			
- maximum	dBm	4.0	4.0

- minimum	dBm	-4.7	-4.7
Average launch power of OFF transmitter (max)	dBm	-30	-30
Minimum extinction ratio	dB	3	3
Minimum receiver sensitivity	dBm	-14.1	-14.1
Maximum receiver reflectance	dB	-26	-26
Maximum vertical eye-closure penalty	dB	2.7	2.7

**Tabel 10. Karakteristik antarmuka 10GBASE-LX4 (IEEE 802.3-2008)**

Parameter	Unit	Nilai	
Nominal signaling speed	GBd	3.125 ± 100 ppm	
Fiber Type		62.5 and 50 μm MMF	10 μm SMF
Operating wavelength range	nm	1269.0-1282.4 1293.5-1306.9 1318.0-1331.4 1342.5-1355.9	1269.0-1282.4 1293.5-1306.9 1318.0-1331.4 1342.5-1355.9
Minimum Side Mode Suppression Ratio	dB	0	0
Mean launched power:			
- maximum (four lanes)	dBm	5.5	5.5
- minimum (per lane)	dBm	-0.5	-0.5
Average launch power of OFF transmitter (max)	dBm	-30	-30
Minimum extinction ratio	dB	3.5	3.5
Minimum receiver sensitivity (per lane)	dBm	-14.25	-14.45
Minimum return loss	dB	12	12
Maximum vertical eye-closure penalty	dB	3.7	1.1

5. STM-256, dengan karakteristik mengacu kepada tabel

**Tabel 10. Karakteristik antarmuka 10GBASE-LX4 (IEEE 802.3-2008)**

Parameter	Unit	Nilai	
Nominal signaling speed	GBd	3.125 ± 100 ppm	
Fiber Type		62.5 and 50 μm MMF	10 μm SMF
Operating wavelength range	nm	1269.0-1282.4 1293.5-1306.9 1318.0-1331.4 1342.5-1355.9	1269.0-1282.4 1293.5-1306.9 1318.0-1331.4 1342.5-1355.9
Minimum Side Mode Suppression Ratio	dB	0	0
Mean launched power:			
- maximum (four lanes)	dBm	5.5	5.5
- minimum (per lane)	dBm	-0.5	-0.5
Average launch power of OFF transmitter (max)	dBm	-30	-30
Minimum extinction ratio	dB	3.5	3.5
Minimum receiver sensitivity (per lane)	dBm	-14.25	-14.45
Minimum return loss	dB	12	12
Maximum vertical eye-closure penalty	dB	3.7	1.1

6. 40G Ethernet, dengan karakteristik mengacu kepada tabel

**Tabel 9. Karakteristik antarmuka 40GBASE-R (IEEE 802.3ba-2010)**

Parameter	Unit	Nilai	
		40GBASE-SR4	40GBASE-LR4
Application code		40GBASE-SR4	40GBASE-LR4
Nominal signaling speed	GBd	10.3125 ± 20 ppm	10.3125 ± 100 ppm
Fiber Type		50/125 μm MMF	B1.1, B1.3, and B6_A SMF
Operating wavelength range	nm	840-860	1264.5-1277.5 1284.5-1297.5 1304.5-1317.5 1324.5-1337.5
Minimum Side Mode Suppression Ratio	dB	30	30
Mean launched power:			
- maximum	dBm	2.4	2.3
- minimum	dBm	-7.6	-7
Average launch power of OFF transmitter (max)	dBm	-30	-30
Minimum extinction ratio	dB	3	3
Minimum receiver sensitivity	dBm	-9.5	-11.5
Maximum receiver reflectance	dB	-12	-26
Maximum vertical eye-closure penalty	dB	1.9	1.9

7. 100G Ethernet, dengan karakteristik mengacu kepada tabel

**Tabel 9. Karakteristik antarmuka 100GBASE-R (IEEE 802.3ba-2010)**

Parameter	Unit	Nilai	
		100GBASE-LR4	100GBASE-SR4
Application code		100GBASE-LR4	100GBASE-SR4
Nominal signaling speed	GBd	25.78125 ± 100 ppm	25.78125 ± 100 ppm
Fiber Type		B1.1, B1.3, and B6_A SMF	B1.1, B1.3, and B6_A SMF
Operating wavelength range	nm	1294.53-1296.59 1299.02-1301.09 1303.54-1305.63 1308.09-1310.19	1294.53-1296.59 1299.02-1301.09 1303.54-1305.63 1308.09-1310.19
Minimum Side Mode Suppression Ratio	dB	30	30
Mean launched power:			
- maximum	dBm	4.5	2.9
- minimum	dBm	-4.3	-2.9
Average launch power of OFF transmitter (max)	dBm	-30	-30
Minimum extinction ratio	dB	3	3
Minimum receiver sensitivity	dBm	-9.5	-11.5
Maximum receiver reflectance	dB	-12	-26
Maximum vertical eye-closure penalty	dB	1.9	1.9

b. DWDM Optical Line Interface, dengan ketentuan:

1) Central frequency/wavelength mengacu kepada tabel 12;

**Tabel 12. Nominal frekuensi pusat (ITU-T Rec. 692)**

Nominal central frequencies (THz) for spacings of 50 GHz	Nominal central frequencies (THz) for spacings of 100 GHz and above	Nominal central wavelengths (nm)
196.10	196.10	1528.77
196.05	-	1529.16
196.00	196.00	1529.55
195.95	-	1529.94
195.90	195.90	1530.33

Nominal central frequencies (THz) for spacings of 50 GHz	Nominal central frequencies (THz) for spacings of 100 GHz and above	Nominal central wavelengths (nm)
195.85	-	1530.72
195.80	195.80	1531.12
195.75	-	1531.51
195.70	195.70	1531.90
195.65	-	1532.29
195.60	195.60	1532.68
195.55	-	1533.07
195.50	195.50	1533.47
195.45	-	1533.86
195.40	195.40	1534.25
195.35	-	1534.64
195.30	195.30	1535.04
195.25	-	1535.43
195.20	195.20	1535.82
195.15	-	1536.22
195.10	195.10	1536.61
195.05	-	1537.00
195.00	195.00	1537.40
194.95	-	1537.79
194.90	194.90	1538.19
194.85	-	1538.58
194.80	194.80	1538.98
194.75	-	1539.37
194.70	194.70	1539.77
194.65	-	1540.16
194.60	194.60	1540.56
194.55	-	1540.95
194.50	194.50	1541.35
194.45	-	1541.75
194.40	194.40	1542.14
194.35	-	1542.54
194.30	194.30	1542.94
194.25	-	1543.33
194.20	194.20	1543.73
194.15	-	1544.13
194.10	194.10	1544.53
194.05	-	1544.92
194.00	194.00	1545.32
193.95	-	1545.72
193.90	193.90	1546.12
193.85	-	1546.52
193.80	193.80	1546.92
193.75	-	1547.32
193.70	193.70	1547.72
193.65	-	1548.11
193.60	193.60	1548.51
193.55	-	1548.91
193.50	193.50	1549.32
193.45	-	1549.72
193.40	193.40	1550.12
193.35	-	1550.52



Nominal central frequencies (THz) for spacings of 50 GHz	Nominal central frequencies (THz) for spacings of 100 GHz and above	Nominal central wavelengths (nm)
193.30	193.30	1550.92
193.25	-	1551.32
193.20	193.20	1551.72
193.15	-	1552.12
193.10	193.10	1552.52
193.05	-	1552.93
193.00	193.00	1553.33
192.95	-	1553.73
192.90	192.90	1554.13
192.85	-	1554.54
192.80	192.80	1554.94
192.75	-	1555.34
192.70	192.70	1555.75
192.65	-	1556.15
192.60	192.60	1556.55
192.55	-	1556.96
192.50	192.50	1557.36
192.45	-	1557.77
192.40	192.40	1558.17
192.35	-	1558.58
192.30	192.30	1558.98
192.25	-	1559.39
192.20	192.20	1559.79
192.15	-	1560.20
192.10	192.10	1560.61

2) Karakteristik *Optical Modulator and Demodulator*.

- a) *Channel Spacing* 100 GHz  $\pm$  5 GHz; atau
- b) *Channel Spacing* 50 GHz  $\pm$  2.5 GHz;

3) *Maximum -20 dB width*: 1 nm;

4) *Minimum Side Mode Suppression Ratio*: 30 dB;

5) *Mean Launched Power*.

6) *Minimum Extinction Ratio*: 8.2 dB;

7) *Minimum OSNR*: 18 dB;

8) *Maximum Local Loop BER*:  $10^{-12}$ ;

9) *Maximum Receiver Reflectance*: -27 dB.

c. Fungsi:

1) Melakukan konversi dan pemetaan sinyal optik dari salah satu format *input* yang berupa:

- a) *Ethernet* (*Gigabit Ethernet* atau *10G Ethernet*); dan atau
- b) *STM-16* dan atau *STM-64*;

Ke dalam standar DWDM sesuai dengan rekomendasi ITU-T G.692 dan sebaliknya;

2) Melakukan fungsi 3R, yaitu:

- a) *Re-time*;
- b) *Re-transmit*; dan
- c) *Re-shape*.

3) Dalam hal berjenis *tunable, transponder* harus:

- a) Memiliki mekanisme *Forward Error Correction* (FEC);
- b) Memiliki kemampuan pengaturan frekuensi kerja;
- c) Memiliki kemampuan pengaturan daya pancar.

#### 4. Persyaratan Multiplexer/Demultiplexer

*Multiplexer/Demultiplexer* pada perangkat DWDM harus sesuai dengan ketentuan berikut:

- a. Karakteristik optik:
  - 1) *Operating Wavelength* mengacu kepada tabel 12;
  - 2) *Insertion Loss*:  $\leq 7$  dB;
  - 3) *Channel Isolation*:
    - d) *Adjacent Channel*:  $\geq 23$  dB; atau
    - e) *Non Adjacent Channel*: 30 dB;
  - 4) *Polarization Dependent Loss (PDL)*:  $\leq 0.5$  dB;
  - 5) *Return Loss*:  $\geq 40$  dB;
  - 6) *Center Wavelength Offset*:  $\leq 0.05$  nm;
  - 7) *Channel Uniformity*:  $\leq 1.5$  dB.
- b. Fungsi:
  - 1) Mengkombinasikan dan mengirimkan *multiple signal* dari beberapa panjang gelombang dalam satu serat optik;
  - 2) Mempunyai kemampuan mendukung sistem transmisi *unidirectional* atau *bidirectional*;

#### 5. Persyaratan Optical Amplifier

*Optical Amplifier* pada perangkat DWDM harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a. *Signal Gain*: 16 ~ 31 dB;
- b. *Gain Variation*:  $\leq 1.5$  dB;
- c. *Gain Tilt*:  $\leq 1$  dB/dB;
- d. *Total Receive Power*: -42 dBm ~ +2 dBm;
- e. *Total Transmit Power*: +6 dBm ~ +23 dBm;
- f. *Spontaneous Noise Figure*:  $\leq 7$  dB;
- g. *Return Loss (I/O port)*:  $\geq 40$  dB.

#### 6. Persyaratan Backplane

*Backplane* dari perangkat DWDM harus memiliki minimal 1 (satu) dari jenis antarmuka manajemen berikut:

- a) RS-232 (EIA/TIA-232);
- b) Ethernet (minimal *Fast Ethernet*). dengan karakteristik:

#### 7. Persyaratan Metode Manajemen

Perangkat DWDM harus mampu:

- a. Dikonfigurasi, minimal melalui salah satu jenis antarmuka manajemen yang tersedia pada *backplane* dengan metode:
  - 1) *Serial console* dengan protokol RS-232 untuk tipe konektor RJ-45 atau DB-9;
  - 2) *WebGUI* (HTTP/HTTPS) atau *remote console* (TELNET/SSH) dengan protokol *ethernet* untuk tipe konektor RJ-45.
- b. Dimonitor, menggunakan protokol SNMP atau protokol sejenis baik secara langsung atau melalui *Network Management System*.

#### 8. Persyaratan Keselamatan Listrik dan Electromagnetic Compatibility

Perangkat DWDM harus memenuhi:

- a. Persyaratan keselamatan listrik sesuai dengan standar internasional IEC 60950-1;
- b. Persyaratan *Electromagnetic Compatibility* sesuai dengan CISPR 22.

### **BAB III KELENGKAPAN PERANGKAT**

Alat dan Perangkat DWDM yang akan diuji harus dilengkapi dengan:

1. Identitas Perangkat memuat merk, *type*/model, negara pembuat, dan nomor seri;
2. Petunjuk Pengoperasian Perangkat dalam Bahasa Indonesia dan atau Bahasa Inggris.

### **BAB IV PENGUJIAN**

#### **1. Pelaksanaan Pengujian**

Pengujian perangkat DWDM dilaksanakan oleh Balai Uji yang telah memiliki akreditasi dari lembaga yang berwenang dan ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika.

#### **2. Cara Pengambilan Contoh Uji**

Pengambilan contoh benda uji dilakukan secara acak (*random*) menurut prosedur uji berdasarkan peraturan perundang-undangan.

#### **3. Metode Uji**

Metode uji yang digunakan sesuai dengan *Standard Operating Procedure* masing-masing Balai Uji.

#### **4. Pengujian Parsial**

Pengujian dapat dilakukan secara parsial hanya untuk modul *transponder*. Pengujian parsial untuk modul *transponder* meliputi BAB II (persyaratan bahan baku dan konstruksi, persyaratan operasi, persyaratan *transponder*, persyaratan backplane, persyaratan metode manajemen, dan persyaratan keselamatan kelistrikan dan *Electromagnetic Compatibility*) dan keseluruhan BABIII.

#### **5. Syarat Lulus Uji**

Hasil pengujian dinyatakan LULUS UJI, apabila setiap contoh benda uji memenuhi seluruh ketentuan atau ketentuan parsial perihal *transponder* sebagaimana tercantum dalam persyaratan teknis ini dan telah dinyatakan lulus oleh tim evaluator.

**MENTERI KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA  
REPUBLIK INDONESIA,**

ttd

**TIFATUL SEMBIRING**