

**ANALISIS PARAMETER-PARAMETER YANG MEMPENGARUHI
KUALITAS TRANSMISI *SIGNAL TO NOISE RATIO* (SNR)
SERAT OPTIK DI PT.TELKOM, TBK STO JATINEGARA RUAS
JATINEGARA - CIKUPA**

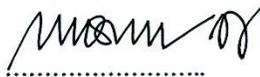


**YETHA VIONITA SIAGIAN
5215111709**

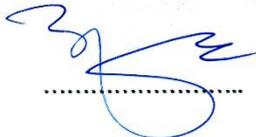
**Skripsi Ini Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pendidikan**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2015**

HALAMAN PENGESAHAN

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Drs. Wisnu Djatmiko, MT (Dosen Pembimbing I)		15-01-2016
Arum Setyowati, S.Pd., MT (Dosen Pembimbing II)		21-1-2016.

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SIDANG SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Drs. Pitoyo Yuliatmojo, MT (Ketua Sidang)		14-01-2016
Dr. Baso Maruddani, MT (Dosen Penguji)		03-02-2016
Efri Sandi, S.Pd., MT (Dosen Ahli)		20-01-2016

Tanggal Lulus :

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 18 Desember 2015

Yang membuat pernyataan

Yetha Vionita Siagian

5215111709

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kuasa, kasih dan penyertaan-Nya yang telah memampukan penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Parameter-Parameter yang Mempengaruhi Kualitas Transmisi (SNR) Serat Optik di PT.Telkom, Tbk STO Jatinegara Ruas Jatinegara - Cikupa” yang merupakan persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan Teknik Elektronika pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Keterbatasan kemampuan penulis dalam penelitian ini, menyebabkan penulis sering menemukan kesulitan. Oleh karena itu skripsi ini tidaklah dapat terwujud dengan baik tanpa adanya bimbingan, dorongan, saran-saran dan bantuan dari berbagai pihak. Maka sehubungan dengan hal tersebut, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Drs. Wisnu Djatmiko, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta
2. Drs. Pitoyo Yuliatmojo, MT. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta
3. Drs. Wisnu Djatmiko, MT. dan Arum Setyowati, S.Pd., MT. selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran membimbing, mengarahkan dan memberi dorongan kepada penulis hingga selesainya skripsi ini
4. Ibu Metty Rokhayati selaku Menejer HR & CDC Witel Jakarta Timur PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan pengambilan data di PT. Telkom
5. Bapak Yudo, Bapak Tonny, Bapak Irwan, dan rekan kerja lainnya atas kesabaran dan kerjasamanya yang telah membantu dan memberikan ilmu kepada penulis selama proses penelitian di PT. Telekom Jatinegara
6. Kedua orangtua J. Siagian dan S br. Silaban yang selalu memberi dorongan, bantuan dana, nasehat dan doa kepada penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini

Terima kasih juga penulis ucapkan kepada abang-kakak penulis dan saudara sekeluarga yang senantiasa mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis, kelompok

kecil dikampus (Beatrice, Adve, Deby, Fitri, Monic) yang selalu setia mendengar keluh kesah penulis, memberikan masukan, dan doa kepada penulis, serta kepada teman-teman seperjuangan elektronika 2011 yang senantiasa menemani dan mendukung penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Semoga Tuhan memberkati segala kebaikan kalian.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belumlah sempurna, untuk itu penulis mohon maaf apabila terdapat kekurangan dan kesalahan baik dari isi maupun tulisan. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi yang membacanya.

Penulis,

Yetha Vionita Siagian

5215111709

ABSTRAK

Yetha Vionita Siagian, Analisis parameter-parameter yang Mempengaruhi Kualitas Transmisi *Signal To Noise Ratio* (SNR) Serat Optik di PT.Telkom, Tbk STO Jatinegara Ruas Jatinegara – Cikupa. Skripsi. Jakarta, Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, 2015.

Dalam pengiriman sinyal informasi menggunakan media transmisi serta optik terdapat hal-hal yang mempengaruhi kualitas sinyal yang ditransmisikan. *Signal to Noise Ratio* (SNR) merupakan salah satu parameter dalam menentukan kualitas transmisi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas transmisi khususnya *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik di PT.Telkom, Tbk STO Jatinegara. Studi kasus pada ruas Jatinegara-Cikupa dengan menggunakan alat bantu berupa aplikasi *Network Management System* (NMS) dan menggunakan perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR) pada serat optik.

Dengan menggunakan aplikasi *Network Management System* (NMS) maka akan didapatkan nilai dari *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang terjadi beserta parameter-parameternya seperti daya diterima, daya dikirim, redaman total dan *power value*. Hasil yang didapat kemudian dibandingkan dengan menggunakan perhitungan manual yaitu menggunakan formula berbasis literatur berdasarkan *datasheet photodetector* yang digunakan. Selanjutnya penelitian dilakukan dengan mengambil sampel 30 data pengukuran untuk mengetahui parameter yang mempengaruhi *Signal to Noise Ratio* (SNR).

Nilai standarisasi *Signal to Noise Ratio* (SNR) menurut PT.Telkom yaitu $\geq 21,5$ dB dan standarisasi redaman total yaitu ≤ 30 dB. Hasil penelitian menunjukkan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dalam keadaan baik yaitu diatas rata-rata $\geq 21,5$ dB begitu juga nilai redaman totalnya. Didapatkan hasil penelitian yaitu nilai redaman total dan *power value* merupakan parameter yang memberikan pengaruh paling besar terhadap perubahan kualitas transmisi *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik.

Kata Kunci : Serat Optik, Kualitas Transmisi, *Signal to Noise Ratio* (SNR)

ABSTRACT

Yetha Vionita Siagian, Analysis Of The Parameters That Affect the Quality of the Transmisssion Signal to Noise Ratio (SNR) of Optical Fiber in PT.Telkom, Tbk STO Jatinegara Segment Jatinegara-Cikupa . Thesis. Jakarta, Education Program Electronic Engineering Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, State University of Jakarta, 2015.

In the information signal transmission using optical fiber transmission media, there are things that affect the quality of the transmitted signal. Signal To Noise Ratio (SNR) is one parameter in determining the transmission quality. This research has a purpose to analyze the parameters that affect the quality of transmission, especially Signal To Noise Ratio (SNR) optical fiber in PT.Telkom, Tbk STO Jatinegara. The case study on Jatinegara-Cikupa segment by using tools such as application Network Management System (NMS) and using a calculation Signal To Noise Ratio (SNR) in the optical fiber.

By using the application Network Management System (NMS) it will get the value of a Signal To Noise Ratio (SNR) occurring and its parameters such as received power, transmitted power, total attenuation and power value. The results are then compared using manual calculation using a formula that is based on literature based on datasheet photodetector used. Further research is done by taking a sample of 30 measurement data to determine the parameters that affect Signal To Noise Ratio (SNR).

Standardization value Signal To Noise Ratio (SNR) according PT.Telkom is $\geq 21,5$ dB and standardization of total attenuation is ≤ 30 dB. The results showed a Signal To Noise Ratio (SNR) in good condition is above average $\geq 21,5$ dB as well as total attenuation value. Research showed that the total attenuation value and the power value is a parameter that gives the most influence on changes in the quality of transmission of the Signal To Noise Ratio (SNR) optical fiber.

Keywords : Optical Fiber, Transmission Quality, Signal To Noise Ratio (SNR)

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	5

1.3. Pembatasan Masalah.....	5
1.4. Perumusan Masalah.....	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6

BAB II KERANGKA TEORITIK, KERANGKA BERPIKIR DAN

HIPOTESIS PENELITIAN

2.1. Kerangka Teoritik.....	7
2.1.1. Definisi Analisis.....	7
2.1.2. PT. Telkom Indonesia, Tbk.....	8
a.) Jaringan <i>Backbone</i> dan Akses.....	9
b.) Manajemen Jaringan.....	9
2.1.3. Media Transmisi Serat Optik.....	10
2.1.3.1. Jenis Serat Optik.....	13
2.1.3.2. Panjang Gelombang Cahaya Serat Optik.....	17
2.1.3.3. Perambatan Cahaya dalam Serat Optik.....	19

2.1.3.4. Sumber Cahaya Serat Optik.....	23
1. LED.....	25
2. LASER.....	26
2.1.3.5. Detector Cahaya Serat Optik.....	29
1. Fotodiode PIN.....	30
2. Fotodiode APD.....	32
2.1.4. Prinsip Kerja Transmisi Serat Optik.....	33
2.1.4.1. Definisi Kualitas Transmisi Serat Optik.....	36
2.1.5. <i>Signal to Noise Ratio</i> (SNR).....	36
2.1.5.1. Parameter-Parameter yang Mempengaruhi SNR Serat Optik.....	37
1. <i>Signal Power</i>	37
2. <i>Noise Power</i>	41
2.1.6 Teknologi DWDM pada Serat Optik.....	44
2.2 Kerangka Berpikir.....	47
2.3 Hipotesis Penelitian.....	49

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	50
3.2. Metode Penelitian.....	50
3.3. Rancangan Penelitian.....	51
3.3.1. Menentukan Nilai Standarisasi <i>Signal To Noise Ratio</i> (SNR) Serat Optik	51
3.3.2. Menentukan Parameter NMS (<i>Network Management</i> <i>System</i>).....	52
3.3.3. Pengukuran <i>Signal to Noise Ratio</i> (SNR) Serat Optik Ruas Jatinegara-Cikupa.....	52
3.3.4. Mengidentifikasi Hasil Ukur NMS Link Serat Optik.....	53
3.3.5. Menentukan <i>Link Budget</i> Serat Optik Ruas Jatinegara- Cikupa.....	54
3.3.6. Menentukan Parameter-Parameter SNR.....	54
3.3.6.1 Menentukan Parameter-Parameter <i>Signal Power</i> SNR.....	55

3.3.6.2	Menentukan Parameter-Parameter <i>Noise Power</i>	
	SNR.....	56
3.3.7.	Membandingkan Hasil Pengukuran dan Perhitungan dengan Standarisasi.....	57
3.4.	Instrumen Penelitian.....	57
3.5.	Prosedur Penelitian.....	57
3.6.	Teknik Pengumpulan data.....	58
3.7.	Alur Penelitian.....	59
3.8.	Teknik Analisis data.....	61

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1.	Hasil Penelitian.....	62
4.1.1.	Hasil Pengukuran Nilai <i>Signal To Noise Ratio</i> (SNR) Serat Optik.....	62
4.1.2.	Hasil Perhitungan Nilai <i>Signal To Noise Ratio</i> (SNR) Serat Optik.....	64

4.1.3. Perbandingan SNR Hasil Pengukuran, Perhitungan dan Standar PT.Telkom.....	66
4.1.4. Perbandingan Hasil SNR Serat Optik dengan Berbagai Parameter.....	66
4.1.4.1. Perbandingan Hasil SNR Dengan Hasil Pinput.....	68
4.1.4.2. Perbandingan Hasil SNR Dengan Hasil Poutput.....	69
4.1.4.3. Perbandingan Hasil SNR Dengan Hasil Redaman Total.....	71
4.1.4.4. Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil <i>Power Value</i>	73
4.2. Pembahasan.....	74

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....	75
5.2. Saran.....	76

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Serat Optik.....	12
Gambar 2.3 Step Indeks <i>Multimode Mode</i>	16
Gambar 2.4 Graded Indeks <i>Multimode Mode</i>	17
Gambar 2.5 Transmisi Melalui Serat Optik Menggunakan Cahaya Tampak dan Inframerah.....	19
Gambar 2.6 Pemantulan Internal Sempurna.....	21
Gambar 2.7 Cahaya dapat Merambat Melalui Serangkaian Pemantulan di dalam Serat Optik.....	21
Gambar 2.8 Kerucut Penerimaan.....	23
Gambar 2.9 Sistem Transmisi Serat Optik Sederhana.....	33
Gambar 2.10 Blok Diagram Prinsip Kerja Transmisi Pada Serat Optik.....	34
Gambar 2.11 <i>Chromatic Dispersion</i>	45

Gambar 2.12	Prinsip Kerja Jaringan Transport (DWDM).....	45
Gambar 2.13	Penguat Optik.....	46
Gambar 2.14	Bagan Kerangka Berpikir.....	49
Gambar 3.1	<i>Link Budget</i> Serat Optik Ruas Jatinegara – Cikupa.....	54
Gambar 4.1	Hasil Ukur SNR Serat Optik ruas Jatinegara- Cikupa.....	63
Gambar 4.2	Grafik Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Pinput.....	68
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Poutput.....	70
Gambar 4.4	Grafik Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Redaman Total.....	72
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil <i>Power</i> <i>Value</i>	73

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan LED dan Laser	28
Tabel 3.1 Data Kondisi <i>Link</i> Serat Optik Ruas Jatinegara - Cikupa.....	51
Tabel 3.2 Parameter NMS (<i>Network Management System</i>).....	52
Tabel 3.3 Parameter-Parameter <i>Signal Power</i> SNR.....	55
Tabel 3.4 Parameter-Parameter <i>Signal Power</i> SNR.....	56
Tabel 4.1 Perbandingan Nilai SNR.....	66
Tabel 4.2 Perbandingan Hasil SNR Serat Optik dengan Berbagai Parameter.....	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Permohonan Izin Penelitian Di PT.Telkom Indonesia Jatinegara

Lampiran 2 Persetujuan Penelitian Dari PT.Telkom Indonesia Jatinegara

Lampiran 3 Konfirmasi Riset Di PT.Telkom Indonesia Jatinegara

Lampiran 4 Datasheet Photodetector APD 10Gbps

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Komunikasi dapat diartikan sebagai transfer informasi dari satu titik ke titik lain. Bila informasi harus dikirim melewati suatu jarak maka diperlukan sistem komunikasi. Dengan sistem komunikasi, transfer informasi sering dilakukan dengan memodulasikan informasi pada gelombang elektromagnetik yang bertindak sebagai pembawa sinyal informasi.¹ Salah satu hal yang paling penting dalam dunia telekomunikasi adalah menyediakan media komunikasi yang baik pelayanan. Media tersebut dapat berupa kabel koaksial, serat optik, *microwave*, dan sebagainya. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat baik digunakan sebagai saluran komunikasi.

Serat optik adalah saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Berbeda dengan media transmisi lainnya, maka pada serat optik gelombang pembawanya tidak merupakan gelombang elektromagnetik atau listrik, akan tetapi menggunakan sinar atau cahaya laser atau LED (*Light Emitting Diode*). Serat optik menggunakan cahaya untuk mengirimkan informasi (data) dengan kapasitas (*bandwidth*) besar dengan kehandalan yang tinggi. Secara umum serat optik terbagi

¹ Thomas Sri Widodo, *Optoelektronika Komunikasi Serat Optik*, (Yogyakarta: Andi Offset, 1995), hal.1

menjadi *single mode step index*, *multimode step index*, dan *multimode graded index*. Namun *single mode step index* memiliki banyak kelebihan yaitu memiliki redaman yang sangat kecil, memiliki lebar pita frekuensi yang sangat lebar dan digunakan untuk jarak jauh dan mampu menyalurkan data dengan kecepatan *bit rate* yang tinggi.

Jalur transmisi data yang terbuat dari serat optik digabungkan dengan konektor yang mempunyai daya hilang sinyal yang sangat kecil sepanjang jalur data. Pada ujung pengiriman sirkuit data, data diubah dari sinyal listrik menjadi pulsa cahaya yang berjalan melalui jalur dengan kecepatan tinggi. Pada ujung penerimaan, cahaya diubah kembali menjadi analog listrik atau sinyal digital yang kemudian dimasukkan ke peralatan penerima. Jika sinyal mengalir terlalu jauh, maka bisa menurunkan kualitasnya sehingga stasiun penerimanya tidak mampu lagi menginterpretasikan dan komunikasi akan gagal. Kejadian tersebut sering muncul pada sistem transmisi dan munculnya konstanta pelemahan dihasilkan oleh berbagai proses yang cukup kompleks dalam suatu media transmisi.

Transmisi data tergantung pada kualitas sinyal yang ditransmisikan dan karakteristik media transmisi. Dengan adanya gangguan transmisi, kualitas sinyal akan menurun dan jenis media transmisi yang digunakan akan mempengaruhi besarnya redaman selama proses transmisi. Dalam menentukan kualitas transmisi digunakan parameter *signal to noise ratio* (SNR) atau *Bit Error Rate* (BER). Penelitian yang dilakukan oleh Sembara P. Toago, dkk, dalam jurnal penelitian “Perancangan Jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) Berteknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) di Perumahan Citralandu Palu” menunjukkan bahwa untuk mendapatkan kualitas sinyal yang baik, jarak merupakan faktor utama yang

mempengaruhi kualitas sinyal dan semakin tinggi *signal to noise ratio* (SNR) maka semakin baik mutu komunikasinya. *signal to noise ratio* (SNR) merupakan perbandingan antara daya sinyal terhadap daya *noise* pada suatu titik yang sama.² Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fajri Tanjung, dkk, dalam jurnal penelitian “Perancangan Jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) Menggunakan Teknologi *Coarse Wavelength Multiplexing* (CWDM) Untuk Perumahan Pesona Ciwastra Village Bandung” pengukuran *signal to noise ratio* (SNR) dilakukan pada perancangan jaringan FTTH (*Fiber To The Home*), dikatakan bahwa untuk kelayakan sistem dianalisis menggunakan parameter *link power budget* dan *rise time budget*, sedangkan untuk performansi sistem dianalisis dengan menggunakan parameter SNR (*signal to noise ratio*) dan BER (*bit error rate*).³ FTTH (*Fiber To The Home*) merupakan suatu format penghantar informasi berupa gelombang cahaya dari pusat penyedia (*provider*) ke kawasan pengguna dengan menggunakan serat optik sebagai medium penghantar. FTTH (*Fiber To The Home*) bekerja menggunakan perangkat OLT (*Optical Line Terminal*), ODC (*Optical Distribution Cabinet*) dan ODP (*Optical Distribution Point*), hingga ke perangkat akhir ONU (*Optical Network Unit*). OLT (*Optical Line Terminal*) menyediakan *interface* antara sistem ODN (*Optical Distribution Network*) dengan penyedia layanan (*service provider*) data, video, dan jaringan telepon. OLT (*Optical Line Terminal*) mengubah sinyal elektrik

² Sembara P.Toago, dkk, *Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Berteknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Perumahan Citralandu Palu*, Universitas Tadulako, Sulawesi Tengah, Jurnal MEKTRIK vol.1 No.1, September 2014, hal.45

³ Fajri Tanjung, Akhmad Hambali & R.Bambang Cahyo Widodo, *Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Coarse Wavelength Multiplexing (CWDM) Untuk Perumahan Pesona Ciwastra Village Bandung*, Universitas Telkom, Bandung, hal.1

menjadi optik dan sebaliknya, dan berfungsi sebagai alat multiplex. ODC (*Optical Distribution Cabinet*) dan ODP (*Optical Distribution Point*) adalah suatu perangkat pasif yang diinstalasi diluar STO (Sentral Telepon Otomat) bisa di lapangan (*Outdoor*) dan juga bisa di dalam ruangan (*Indoor*), yang mempunyai fungsi sebagai *splitter*. ONU (*Optical Network Unit*) menyediakan *interface* antara jaringan optik dengan pelanggan. yang mencakup daerah yang dekat.⁴

Berdasarkan penelitian tersebut, maka penulis ingin meneliti kualitas transmisi pada *signal to noise ratio* (SNR) serat optik dengan menganalisis parameter-parameter yang mempengaruhinya dan memulai penelitian yang diambil dari STO (Sentral Telepon Otomat) bukan dari ODC (*Optical Distribution Cabinet*) yang dilakukan pada jaringan transport (*backbone*) dengan menggunakan teknologi DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*). Teknologi DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) merupakan suatu teknologi jaringan transport yang memanfaatkan cahaya dari serat optik dengan panjang gelombang yang berbeda-beda untuk ditransmisikan melalui kanal-kanal informasi dalam suatu fiber tunggal. Diharapkan hasil analisis *signal to noise ratio* (SNR) akan menunjukkan bagaimana kualitas jaringan tersebut, sehingga pengelola dapat mengambil keputusan berdasarkan hasil analisis tersebut.

⁴ Ibid., hal.2

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang masalah tersebut, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yaitu :

1. Bagaimanakah hasil analisis kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR) jaringan serat optik ?
2. Bagaimana menghitung kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR) pada jaringan serat optik ?
3. Parameter apa saja yang mempengaruhi kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR) jaringan serat optik ?

1.3 Pembatasan Masalah

Batasan permasalahan yang diambil dalam penulisan ini yaitu parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR) serat optik di PT.Telkom, Tbk STO Jatinegara ruas Jatinegara – Cikupa.

1.4 Perumusan Masalah

Sesuai dengan pembatasan masalah di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas lebih lanjut yaitu : “Bagaimana hasil analisis parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR) pada serat optik di PT.Telkom, Tbk STO Jatinegara ruas Jatinegara - Cikupa?”

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Dapat mengetahui kinerja atau performansi suatu jaringan serat optik.
2. Dapat menghitung nilai kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR) serat optik pada suatu jaringan serat optik.
3. Mendapatkan informasi tentang berbagai parameter yang dapat mempengaruhi kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR) serat optik.
4. Mendapatkan informasi mengenai parameter yang paling besar pengaruhnya terhadap kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR).

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai sumber referensi bacaan tentang kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR) pada serat optik.
2. Dapat mengatasi masalah yang dihadapi sistem komunikasi serat optik terhadap penurunan kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR).
3. Sebagai bahan untuk membantu penelitian lebih lanjut.

BAB II

KERANGKA TEORITIK, KERANGKA BERPIKIR,

DAN HIPOTESIS PENELITIAN

2.1. Kerangka Teoritik

2.1.1. Definisi Analisis

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) kata analisis diartikan sebagai (1) penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab-musabab, duduk perkaranya, dan sebagainya); (2) penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan; (3) penyelidikan kimia dengan menguraikan sesuatu untuk mengetahui zat bagiannya dan sebagainya; (4) penjabaran sesudah dikaji sebaik-baiknya; (5) pemecahan persoalan yang dimulai dengan dugaan akan kebenarannya.⁵

Berdasarkan pengertian di atas penulis menyimpulkan bahwa analisis merupakan kegiatan memperhatikan, mengamati, dan memecahkan sesuatu permasalahan sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan berdasarkan observasi, pengolahan data, dan akhirnya penarikan kesimpulan, sehingga penyelesaian dari permasalahan tersebut dapat diketahui dengan tepat.

⁵ [Http://kbbi.web.id/analisis](http://kbbi.web.id/analisis)

2.1.2 PT. Telkom Indonesia, Tbk

PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk. (TELKOM) merupakan perusahaan penyelenggara informasi dan telekomunikasi (InfoComm) serta penyedia jasa dan jaringan telekomunikasi secara lengkap (*full service and network provider*) yang terbesar di Indonesia. TELKOM (yang selanjutnya disebut juga Perseroan atau Perusahaan) menyediakan jasa telepon tidak bergerak kabel (*fixed wire line*), jasa telepon tidak bergerak nirkabel (*fixed wireless*), jasa telepon bergerak (*cellular*), data & internet dan network & interkoneksi baik secara langsung maupun melalui perusahaan asosiasi.

Pada tanggal 1 Juli 1995 organisasi PT. TELKOM Indonesia, Tbk berhasil menrekstruktur jenis jasa Telekomunikasi menjadi tujuh divisi regional dan satu divisi network yang keduanya mengelola bidang usaha utama. Divisi regional sebagai pengganti struktur WITEL yang memiliki daerah teritorial tertentu, namun hanya menyelenggarakan jasa telepon lokal dan mendapat bagian dari jasa SLJJ dan SLI. Divisi *network* menyelenggarakan jasa Telekomunikasi jarak jauh.

PT. Telkom mencakup wilayah-wilayah yang dibagi sebagai berikut.

1. Divisi Regional I - Sumatera.
2. Divisi Regional II - Jakarta dan sekitarnya.
3. Divisi Regional III - Jawa Barat.
5. Divisi Regional IV - Jawa Tengah dan Yogyakarta.

6. Divisi Regional V - Jawa Timur.
7. Divisi Regional VI - Kalimantan.
8. Divisi Regional VII - Kawasan timur Indonesia (Sulawesi, Bali, Nusa Tenggara, Maluku, dan Papua).

a) Jaringan *Backbone* dan Akses

Secara umum jaringan, jaringan optik terbagi menjadi dua bagian, yaitu jaringan akses dan jaringan transport. Jaringan transport adalah jaringan antar *backbone* atau sentral yang membawa sejumlah data yang berjumlah besar, sedangkan jaringan akses menyalurkan data dari *backbone* ke pelanggan. Jaringan optik yang digunakan sebagai teknologi akses belum dapat dirasakan sampai ke *end user* disebabkan oleh *investment cost* yang masih cukup mahal. Jaringan optik yang digunakan sebagai *backbone* terus berkembang, seiring pertumbuhan *traffic* telekomunikasi.

b) Manajemen Jaringan

Manajemen jaringan adalah kemampuan untuk memonitor, mengontrol, dan merencanakan suatu jaringan komputer dan komponen sistem. Monitoring jaringan merupakan bagian dari manajemen jaringan. Hal yang paling mendasar dalam konsep manajemen jaringan adalah tentang adanya manajer atau perangkat yang mengatur dana gen atau perangkat dana gen yang diatur. Manajemen jaringan dibuat dalam suatu NMS (*Network Manajemen System*). Secara umum karakteristik fungsi dari manajemen jaringan

menurut *The International Organization for Standardization (ISO) Network Management Forum* adalah *Fault Configuration Accounting Performance Security (FCAPS)*.

2.1.3 Media Transmisi Serat Optik

Serat optik merupakan salah satu media transmisi komunikasi optik yang cukup handal. Dipilihnya alternatif ini karena serat optik mempunyai beberapa kelebihan yang tidak dimiliki oleh media transmisi yang lain. Sesudah tahun 1970, ketika mulai terdapat serat optik dengan susutan lebih kecil dari 20 dB/km, perkembangannya semakin dipacu. Dengan bahan-bahan dasar yang makin murni dan teknik pembuatan yang makin teliti, koefisien susutan dapat mencapai kurang dari 5db/km.

Serat optik mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan media transmisi yang lain, antara lain sebagai berikut :

1. Mempunyai lebar bidang (*bandwidth*) yang sangat lebar. Dalam sistem digital dapat mencapai orde *gigahertz*, sehingga mampu membawa informasi yang sangat besar.
2. Ukuran sangat kecil dan murah, sehingga mudah dalam penanganan dan instalasi.
3. Isyarat cahaya tidak terpengaruh oleh derau listrik maupun medan magnetis
4. Isyarat dalam kabel serat terjamin keamanannya.
5. Karena dalam serat tidak terdapat tenaga listrik maka tidak akan terjadi ledakan maupun percikan api. Disamping itu serat tersebut tahan terhadap gas beracun, bahan-bahan kimia, dan air, sehingga cocok bila ditanam dalam tanah.

6. Susutan sangat rendah, sehingga memperkecil jumlah sambungan dan jumlah pengulang (*repeater*). Yang pada gilirannya akan menurunkan biaya.

Disamping beberapa kelebihan yang dimiliki, serat optik juga mempunyai beberapa kekurangan. Kelemahan serat optik ini antara lain :

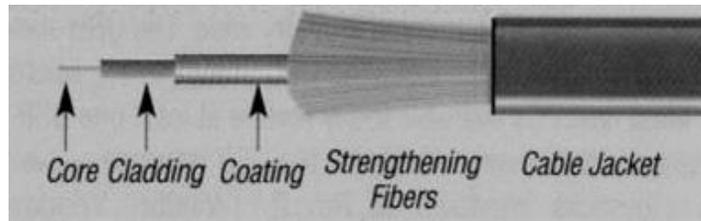
1. Sukar membuat terminal pada kabel serat.
2. Tidak seperti kawat logam, penyambungan serat harus menggunakan teknik serta ketelitian yang tinggi.⁶

Serat optik adalah sebuah bahan transparan yang sangat jernih, atau kabel yang terbuat dari bahan semacam ini, yang dapat digunakan untuk mentransmisikan gelombang cahaya.⁷ Serat optik membentuk kabel yang sedemikian halus hingga ketebalan mencapai 1 mm untuk dua puluh helai serat. Serat ini ringan dan kapasitas kanalnya sangat besar.

Gambar di bawah ini merupakan struktur dasar sebuah kabel serat optik secara umum.

⁶ Thomas Sri Widodo, *Optoelektronika Komunikasi Serat Optik*, (Yogyakarta: Andi Offset, 1995), hal. 2

⁷ Jhon Crisp dan Barry Elliot, *Serat Optik Sebuah Pengantar Edisi Ketiga*, (Jakarta: Erlangga, 2006), hal.10



Gambar 2.1 Struktur Serat Optik

Spesifikasi dari setiap bagian gambar diatas antara lain adalah sebagai berikut.

a. Core

1. berfungsi untuk menyalurkan cahaya dari satu ujung ke ujung lainnya.
2. terbuat dari bahan kuarsa dengan kualitas sangat tinggi.
3. memiliki diameter $8 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$. Ukuran *core* sangat mempengaruhi karakteristik serat optik.
4. indek bias (n) *core* selalu lebih besar dari pada indeks bias *cladding* ($n_1 > n_2$).

b. Cladding

1. berfungsi sebagai cermin yaitu memantulkan cahaya agar dapat merambat ke ujung lainnya.
2. terbuat dari bahan gelas dengan indeks bias lebih kecil dari *core* dan merupakan selubung dari *core*.
3. hubungan indeks bias antara *core* dan *cladding* akan mempengaruhi perambatan cahaya pada *core* (mempengaruhi besarnya sudut kritis) sehingga indeks bias (n) *core* harus lebih besar dari pada indeks bias *cladding* ($n_1 > n_2$).

c. *Coating*

1. berfungsi sebagai pelindung mekanis yang melindungi serat optik dari kerusakan dan sebagai pengkodean warna pada serat optik.
2. terbuat dari bahan plastik.

d. *Strengthening* serat

1. berfungsi sebagai serat yang menguatkan bagian dalam kabel sehingga tidak mudah putus.
2. terbuat dari bahan serat kain sejenis benang yang sangat banyak dan memiliki ketahanan yang sangat baik.

e. *Jacket* kabel

1. berfungsi sebagai pelindung keseluruhan bagian dalam kabel serat optik serta didalamnya terdapat tanda pengenal.
2. terbuat dari bahan PVC.

2.1.3.1 Jenis Serat Optik

Serat optik mempunyai karakteristik berdasarkan strukturnya dan sifat transmisinya. Secara garis besar serat optik diklasifikasikan menjadi dua, yaitu serat optik *single mode* dan serat optik *multimode*. Struktur dasarnya berbeda pada ukuran intinya. Serat optik *single mode* dibuat dengan bahan yang sama dengan serat optik *multimode*, juga dengan proses fabrikasi yang sama.

a. *Single Mode*

Single mode adalah sebuah sistem transmisi data berwujud cahaya yang didalamnya hanya terdapat satu buah sinar tanpa terpantul yang merambat sepanjang media tersebut dibentang sehingga hanya mengalami sedikit gangguan. Serat optik *single mode* mempunyai diameter inti (*core*) yang sangat kecil 8 – 12 μm , sehingga hanya satu berkas cahaya saja yang dapat melaluinya dengan panjang gelombang 1310 nm atau 1550 nm.⁸ Oleh karena hanya satu berkas cahaya maka tidak ada pengaruh indeks bias terhadap perjalanan cahaya atau pengaruh perbedaan waktu sampainya cahaya dari ujung satu sampai ke ujung yang lainnya (tidak terjadi dispersi). *Single mode* dapat membawa data dengan *bandwidth* yang lebih besar dibandingkan dengan *multimode*, tetapi teknologi ini membutuhkan sumber cahaya dengan lebar spektral yang sangat kecil dan ini berarti sebuah sistem yang mahal. *Single mode* dapat membawa data lebih cepat dan 50 kali lebih jauh dibandingkan dengan *multimode*. Dengan demikian serat optik *single mode* sering dipergunakan pada sistem transmisi serat optik jarak jauh atau luar kota (*long haul transmission system*).

b. *Multimode*

Multimode merupakan teknologi transmisi data melalui media serat optik dengan menggunakan beberapa lintasan cahaya di dalamnya dengan menggunakan panjang gelombang 850-1300 nm.⁹ Cahaya yang dibawa akan mengalami pemantulan berkali-kali hingga sampai di tujuan. Diameter inti (*core*) sesuai dengan rekomendasi dari CCITT G.651 sebesar 50 μm dan dilapisi oleh jaket selubung (*cladding*) dengan diameter 125 μm .

⁸ Gerd Keiser, *Optical Fiber Communication*. Ed ke-2, (USA: Mc Graw-Hill, Inc, 1991), hal. 51

⁹ *Ibid.*, hal. 27

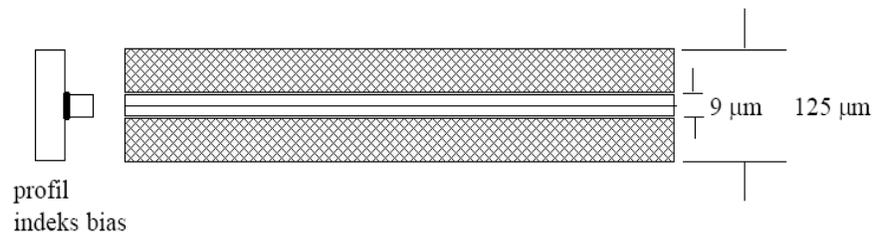
Berdasarkan susunan indeks biasanya serat optik *multimode* memiliki dua profil yaitu *graded* indeks dan *step* indeks.

Pada serat *graded* indeks, serat optik mempunyai indeks bias cahaya yang merupakan fungsi dari jarak terhadap sumbu atau poros serat optik. Dengan demikian cahaya yang menjalar melalui beberapa lintasan pada akhirnya akan sampai pada ujung lainnya pada waktu yang bersamaan. Berlainan dengan *graded* indeks, maka pada serat optik *step* indeks (mempunyai indeks bias cahaya sama) sinar yang menjalar pada sumbu akan sampai pada ujung lainnya terlebih dahulu (dispersi). Hal ini dapat terjadi karena lintasan yang melalui poros lebih pendek dibandingkan sinar yang mengalami pemantulan pada dinding serat optik. Hasilnya terjadi pelebaran pulsa atau dengan kata lain mengurangi lebar bidang frekuensi. Oleh karena itu secara praktis hanya serat optik *graded* indeks saja yang dipergunakan sebagai saluran transmisi pada serat optik *multimode*.

Perbandingan jenis serat optik berdasarkan karakteristiknya :

1. Step Indeks Single Mode

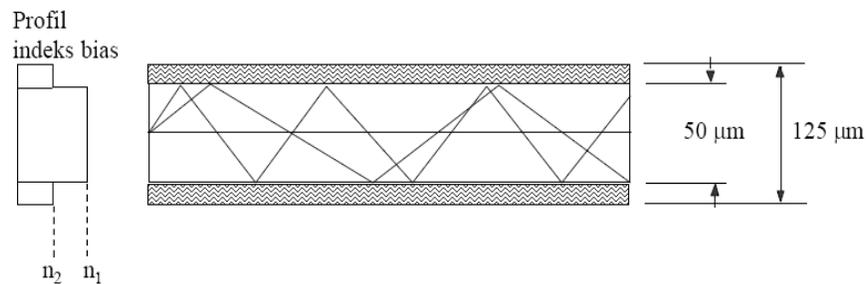
- Memiliki diameter *core* yang sangat kecil dibandingkan dengan ukuran *cladings*.
- Cahaya hanya merambat dalam satu *mode* saja yaitu sejajar dengan sumbu serat optik.
- Digunakan untuk data dengan bit rate tinggi.



Gambar 2.2 Step Indeks *Single Mode*

2. Step Indeks *Multimode*

- Indeks *bias core* konstan.
- Ukuran *core* besar (50-200 μm) dan dilapisi *cladding* yang sangat tipis.
- Penyambungan *core* lebih mudah karena memiliki *core* yang besar.
- Terjadi dispersi.
- Hanya digunakan untuk jarak pendek dan transmisi data *bit rate* yang rendah.

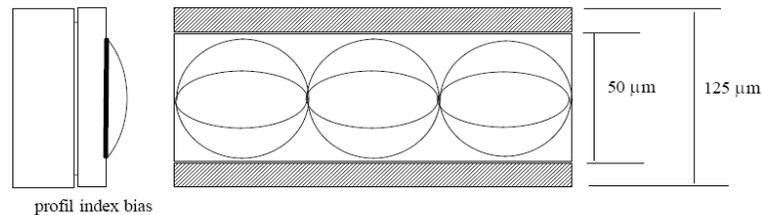


Gambar 2.3 Step Indeks *Multimode*

3. *Graded Indeks Multimode*

- *Core* terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki indeks bias yang berbeda.

- Indeks bias tertinggi terdapat pada pusat *core* dan turun sampai dengan batas *core* dan *cladding*.
- Cahaya merambat karena difraksi yang terjadi pada *core* sehingga rambatan cahaya sejajar dengan sumbu serat optik.
- Masing-masing kecepatan cahaya tiap lapisan gelas berbeda, tetapi sampainya bersamaan.
- Dispersi minimum.
- Harganya lebih mahal dari *Step Indeks* karena proses pembuatannya lebih sulit.



Gambar 2.4 Graded Indeks Multimode

2.1.3.2 Panjang Gelombang Cahaya Serat Optik

Cahaya dinyatakan sebagai gelombang elektromagnetik yang mempunyai frekuensi osilasi yang sangat tinggi. Gelombang cahaya mempunyai frekuensi yang jauh lebih tinggi dari pada gelombang radio. Semua gelombang elektromagnetik mempunyai medan magnetik dan elektrik, dan merambat dengan sangat cepat. Didalam ruang hampa, gelombang elektromagnetik merambat dengan kecepatan $c = 3 \times 10^8$ m/s yang sesuai dengan perambatan gelombang di dalam atmosfer. Di dalam media padat, kecepatan gelombang berbeda-beda

tergantung pada bahan dan geometri struktur pemandu gelombang. Panjang gelombang berkas cahaya diberikan oleh:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

dimana v = kecepatan berkas cahaya didalam media

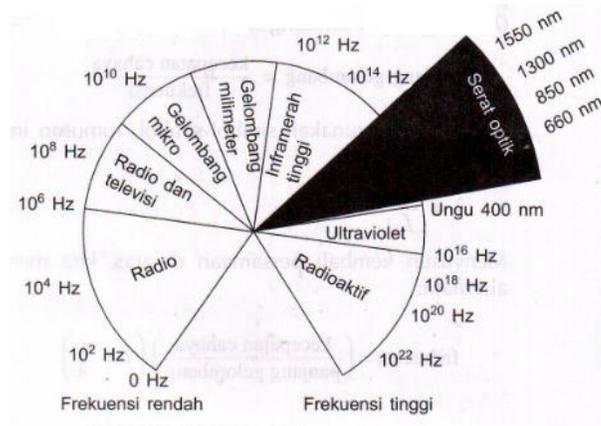
f = frekuensi.

Frekuensi ditentukan oleh sumber pemancar dan tidak berubah bila cahaya berjalan dari satu bahan ke bahan yang lain.¹⁰ Kisaran frekuensi yang dapat dimanfaatkan untuk transmisi informasi disebut sebagai *bandwidth* atau lebar pita frekuensi. *Bandwidth* yang tersedia untuk transmisi dengan menggunakan cahaya pada dasarnya sudah sangat lebar, sehingga frekuensi-frekuensi yang relatif rendah dapat digunakan, guna memperkecil rugi-rugi daya dan karenanya juga memperpanjang jarak transmisi. Penggunaan frekuensi-frekuensi dibagi menjadi spektrum warna merah dari cahaya tampak, dan bahkan lebih rendah lagi yaitu spektrum inframerah. Cahaya inframerah meliputi kisaran panjang gelombang yang cukup lebar dan oleh sebab itu digunakan secara umum untuk hampir semua komunikasi serat optik. Cahaya tampak biasanya digunakan hanya untuk transmisi-transmisi jarak dekat saja dengan serat optik dari bahan plastik.¹¹

Panjang gelombang yang umum digunakan dalam sistem komunikasi serat optik adalah antara 660 nm hingga 1550 nm seperti yang diperlihatkan gambar 2.8.

¹⁰ Thomas Sri Widodo, *Optoelektronika Komunikasi Serat Optik*, (Yogyakarta: Andi Offset, 1995), hal.5

¹¹ John Crisp dan Barry Elliot, *Serat Optik Sebuah Pengantar Edisi Ketiga*, (Jakarta: Erlangga, 2006), hal.24



Gambar 2.5 Transmisi Melalui Serat Optik Menggunakan Cahaya Tampak dan Inframerah¹²

2.1.3.3 Perambatan Cahaya dalam Serat Optik

Ketika cahaya merambat di dalam helaiian serat optik, sinar-sinaranya akan saling bercampur aduk. Hal ini berarti bahwa satu helai serat optik tidak dapat membawa beberapa sinar cahaya yang terpisah secara sekaligus. Sebuah bundel serat optik yang terdiri dari beberapa helai serat sangat tipis, masing-masing akan membawa satu sinar cahaya tunggal dengan intensitas tertentu. Bundel serat optik dengan helai-helai serat yang diatur secara ketat untuk berada pada posisi relatif tetap disebut sebagai *bundel koheren*.¹³ Kerusakan fisik yang terjadi pada salah satu helai serat optik tidak akan mempengaruhi helai-helai lainnya, sehingga kabel tetap dapat bekerja menghantarkan cahaya.

Apabila cahaya memasuki ujung helai serat optik, sebagian besar cahaya itu akan merambat disepanjang serat dan pada akhirnya keluar pada ujung yang lain. Cahaya yang

¹² Ibid., hal. 22

¹³ Ibid., hal. 4&5

merambat sepanjang serat tadi adalah cahaya yang terkurung di dalam serat dan dituntun (*guided*) oleh serat menuju ujung berikutnya. Cahaya dapat tetap tinggal di dalam serat karena cahaya tersebut dipantulkan oleh permukaan sebelah dalam serat. Cahaya yang masuk serat dengan sudut yang relatif kecil terhadap sumbu itu (*core*), melalui serangkaian pantulan akan bergerak *zig-zag* (berbelok-belok) di sepanjang serat tersebut.

Jika sudut datang sinar (di dalam bahan pertama) menuju bidang perbatasan terus diperbesar, akan tercapai suatu titik di mana sudut bias menjadi bernilai 90° dan sinar akan merambat sejajar dengan bidang perbatasan di dalam bahan kedua. Sudut datang yang menyebabkan terjadinya hal ini disebut sebagai sudut kritis.¹⁴

Menghitung nilai sudut kritis dengan mengambil nilai sudut bias sebesar 90° dan memasukkannya ke dalam persamaan Hukum Snellius :

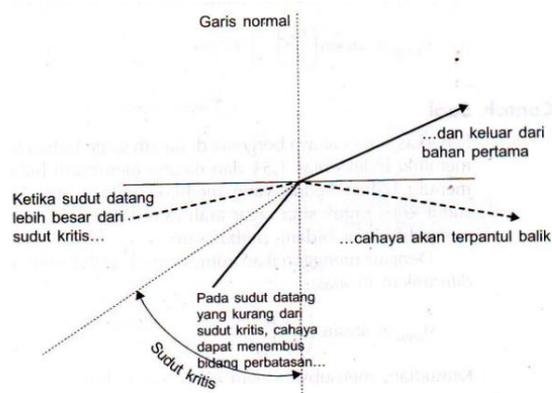
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin 90^\circ \quad (\text{Pers 2.1})$$

Apabila nilai $\sin 90^\circ$ adalah 1, maka $\sin \theta_1$ yang merupakan nilai sudut kritis:

$$\theta_{kritis} = \arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right) \quad (\text{Pers 2.2})$$

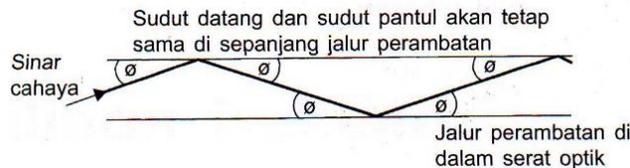
Jika cahaya merambat dengan sudut datang yang kurang dari sudut kritis, maka cahaya akan dibiaskan keluar dari bahan pertama. Akan tetapi, jika cahaya merambat menuju bidang perbatasan dengan sudut datang yang lebih besar dari sudut kritis, maka cahaya tersebut akan dipantulkan kembali (oleh bidang perbatasan) ke dalam bahan pertama. Efek semacam ini disebut sebagai pemantulan internal sempurna (*total internal reflection* atau TIR).

¹⁴ Ibid., hal.17



Gambar 2.6 Pemantulan Internal Sempurna¹⁵

Setiap sinar cahaya yang ditembakkan menuju bidang perbatasan dengan sudut datang lebih besar dari sudut kritis akan merambat sepenuhnya di dalam serat optik.



Gambar 2.7 Cahaya dapat Merambat Melalui Serangkaian Pemantulan di dalam Serat Optik¹⁶

Perambatan cahaya didalam serat optik terkait dengan indeks bias dielektrik media. Indeks bias media didefinisikan sebagai rasio kecepatan cahaya di dalam hampa terhadap kecepatan cahaya di dalam media. Sinar cahaya merambat lebih lambat di dalam media optik yang rapat dari pada di dalam media yang kurang rapat.¹⁷

Kecepatan cahaya bergantung pada bahan tempat dimana ia merambat. Didalam ruang hampa, cahaya merambat pada kecepatan maksimumnya yang mendekati 300 juta

¹⁵ Ibid., hal. 18

¹⁶ Ibid., hal. 19

¹⁷ Thomas Sri Widodo, *Optoelektronika Komunikasi Serat Optik*, (Yogyakarta: Andi Offset, 1995), hal.24

meter per detik, atau hampir delapan kali mengelilingi bumi dalam satu detik. Ketika cahaya merambat di dalam suatu bahan yang jernih, kecepatannya akan turun sebesar suatu faktor yang ditentukan oleh karakteristik bahan yang dinamakan *indeks bias*. Sebagian besar bahan yang digunakan untuk membuat serat optik memiliki nilai indeks bias sekitar 1,5.¹⁸

Sehingga :

$$\frac{\text{kecepatan cahaya di ruang hampa}}{\text{kecepatan cahaya di dalam bahan}} = \text{indeks bias}$$

$$\text{atau, } \frac{c}{v} = n \quad (\text{Pers 2.3})$$

Dengan indeks bias berperan sebagai faktor pembagi dalam menentukan kecepatan cahaya di dalam suatu bahan, hal ini berarti bahwa semakin rendah nilai indeks bias maka semakin tinggi kecepatan cahaya di dalam bahan terkait.¹⁹

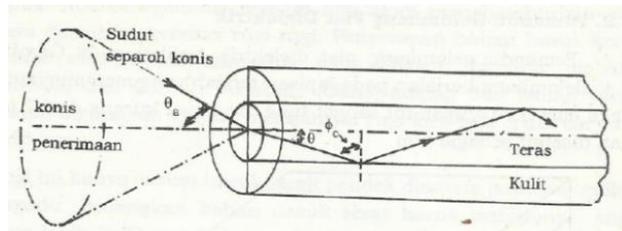
Untuk mengukur kemampuan serat optik dalam mengumpulkan dan memerangkap cahaya, biasanya disebut juga dengan angka prestasi dari serat optik. Dan dinyatakan dalam suatu besaran yakni celah numeric atau *numerical aperture* (NA). ini didefinisikan sebagai berikut:

$$NA = \sin\theta = (n_1^2 - n_2^2)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Pers 2.4})$$

¹⁸ John Crisp dan Barry Elliot, *Serat Optik Sebuah Pengantar Edisi Ketiga*, (Jakarta: Erlangga, 2006), hal.13

¹⁹ John Crisp dan Barry Elliot, *Loc.cit.*, hal.13

Dengan n_1 adalah indeks bias *core* dan n_2 adalah indeks bias *cladding*. Nilai *numerical aperture* akan mempengaruhi besar daerah kerucut penerimaan yang diukur dalam satuan sudut.



Gambar 2.8 Kerucut Penerimaan²⁰

Kerucut Penerimaan (*Cone of Acceptance*) adalah kisaran nilai sudut datang untuk sebuah sinar yang masuk ke dalam serat optik, yang masih memungkinkannya untuk dapat merambat di dalam inti hingga mencapai ujung *output*.²¹ Berikut persamaan sudut penerimaan yang dipengaruhi oleh *numerical aperture*:

$$\theta = \arcsin(NA) \quad (\text{Pers 2.5})$$

2.1.3.4 Sumber Cahaya Serat Optik

Sumber Cahaya Serat Optik menggunakan alat pemancar optik (*Optical Transmitter*). Sumber cahaya untuk serat optik bekerja sebagai pemancar cahaya yang membawa informasi. Sumber tersebut harus memenuhi beberapa persyaratan yang diperlukan yaitu :

1. Cahaya yang dihasilkan harus bersifat mendekati monokromatis (berfrekuensi tunggal).
2. Sumber tersebut harus mempunyai keluaran cahaya yang berintensitas tinggi, sehingga mampu mengatasi rugi-rugi yang dijumpai pada transmisi sepanjang serat.

²⁰ Thomas Sri Widodo, *Optoelektronika Komunikasi Serat Optik*, (Yogyakarta: Andi Offset, 1995), hal.27

²¹ John Crisp dan Barry Elliot, *Serat Optik Sebuah Pengantar Edisi Ketiga*, (Jakarta: Erlangga, 2006), hal.36

3. Sumber cahaya harus mudah dimodulasi oleh isyarat informasi.
4. Sumber cahaya harus berukuran kecil, ringkas dan mudah dihubungkan dengan serat, sehingga tidak mengakibatkan rugi-rugi sambungan yang besar.

Sumber cahaya yang biasa digunakan pada sistem komunikasi serat optik sampai saat ini ada dua macam:

1. Dioda Pancar Cahaya (*Light Emitting Diode, LED*)
2. Dioda Laser Injeksi (*Injection Laser Diode, ILD*)

Intensitas cahaya yang dihasilkan LED adalah rendah, sehingga biasanya hanya digunakan untuk sistem serat optik jarak pendek, misalnya pada pesawat terbang, gedung-gedung, dan sebagainya. Laser dapat menghasilkan cahaya dengan intensitas tinggi dan koheren sehingga sesuai untuk digunakan pada sistem komunikasi jarak jauh.²²

Sumber optik pada sistem transmisi fiber optik berfungsi sebagai pengubah besaran sinyal listrik atau elektrik menjadi sinyal cahaya (*E/O converter*). Pemilihan dari sumber cahaya yang akan digunakan bergantung pada bit rate data yang akan ditransmisikan.

²² Thomas Sri Widodo, *Optoelektronika Komunikasi Serat Optik*, (Yogyakarta: Andi Offset, 1995), hal. 65

1. LED

Dioda Pemancar Cahaya (*Light Emitting Diode*)

LED merupakan dioda semikonduktor yang memancarkan cahaya karena mekanisme emisi spontan (dengan sendirinya). LED mengubah besaran arus menjadi besaran intensitas cahaya dan karakteristik arus atau daya pancar optik memiliki fungsi yang linear. Cara kerja laser LED adalah dengan *Spontaneous Emission*, yaitu elektron yang dieksitasi dari *level ground* akan langsung kembali ke *level ground* dan melepaskan cahaya. Daya optik yang dihasilkan LED berbanding lurus dengan arus penggerak maju yang diberikan kepadanya. Tidak semua daya optik yang dihasilkan LED tersebut dapat masuk ke serat optik. Oleh karena adanya keterbatasan tingkap numeris (*numerical apperture*) serat optik akan mengurangi daya yang disalurkan melalui serat. Karakteristik LED yang penting adalah waktu bangkit (*rise time*, t_r). waktu bangkit didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan keluarannya untuk berubah dari 10% menjadi 90% nilai akhir. Waktu bangkit ini penting untuk komunikasi dengan isyarat digital. Hubungan lebar bidang elektrik 3-dB dengan waktu bangkit, t_r adalah:

$$F_{3\text{-dB}} = 0,35 / t_r \quad (\text{Pers 2.6})$$

Nilai t_r LED ini biasanya berkisar dari beberapa nanodetik sampai 250 nanodetik. Umur LED yang baik bisa mencapai 10^5 jam bahkan lebih. LED bisa bekerja pada suhu antara $-65\text{ }^\circ\text{C}$ dan $125\text{ }^\circ\text{C}$.²³

²³ Ibid., hal.72

Dibandingkan dengan laser, LED memiliki keluaran daya yang lebih kecil, kecepatan *switching* yang lebih lambat, dan lebar *spectrum* yang lebih besar, oleh karenanya mengalami dispersi yang lebih besar. Kekurangan ini membuatnya lebih sedikit digunakan pada *link* data dan telekomunikasi berkecepatan tinggi. Namun demikian, LED dipergunakan secara luas untuk sistem-sistem rentang pendek dan menengah.²⁴ LED sering digunakan untuk jalur transmisi *multimode*. Karena sumber cahaya yang menggunakan LED lebih sedikit mengkonsumsi daya, sebagai konsekuensinya sinar yang dipancarkan oleh LED tidak dapat menempu jarak sejauh laser. Terdapat dua jenis LED yaitu *edge emitting LED* (ELED) dan *surface emitting LED*. Keduanya mempunyai divergensi tinggi dari cahaya keluaran.

2. LASER

Dioda Laser Injeksi

LASER (*Light Amplification by Stimulated of Radiation*) adalah sumber gelombang elektromagnetik koheren yang memancarkan gelombang pada frekuensi inframerah dan cahaya tampak. Koheren dalam hal ini adalah berfrekuensi tunggal, sefase, terarah, dan terpolarisasi. Laser disebut juga dengan penguatan sinar dengan emisi radiasi yang dirangsang. Cara kerja Laser adalah dengan menaikkan level energi pada elektron dengan suatu rangsangan (eksitasi), kemudian akan terus berada pada level eksitasi sampai populasi di level tersebut melebihi populasi di *level ground*. Setelah itu suatu rangsangan akan menyebabkan semua elektron kembali ke *level ground* sambil melepaskan cahaya dalam intensitas yang besar. Dewasa ini dikenal beberapa macam laser, antara lain: laser gas, laser zat padat, dan laser semikonduktor. Jenis laser semikonduktor adalah yang paling cocok

²⁴ John Crisp dan Barry Elliot, *Serat Optik Sebuah Pengantar Edisi Ketiga*, (Jakarta: Erlangga, 2006), hal.180

digunakan dengan serat optik karena ukurannya kecil, aras tegangannya rendah, dan harganya lebih murah. Laser semikonduktor yang banyak digunakan dalam sistem serat optik adalah diode laser injeksi (ILD, *Injection Laser Diode*), yang selanjutnya dinamakan “laser injeksi”.

Diode laser injeksi mempunyai berbagai kelebihan dibandingkan dengan LED, anantara lain:

1. Daya keluaran diode laser injeksi lebih tinggi sehingga cocok untuk komunikasi jarak jauh.
2. Efisiensi kopling diode laser injeksi lebih besar sehingga kebutuhan pengulang untuk komunikasi jarak jauh lebih sedikit.
3. Lebar bidang cahaya keluaran sangat sempit sehingga cahayanya lebih koheren.
4. Tanggapan waktunya lebih cepat sehingga pesat modulasinya lebih tinggi.²⁵

Tabel 2.1 Perbandingan LED dan Laser²⁶

Karakteristik	LED	Laser Dioda
Spektrum keluaran	Tidak koheren	Koheren
Daya optik keluaran	Lebih rendah (0,4-4,0mW)	Lebih tinggi (1,5-80mW)
Kestabilan operasi terhadap temperatur	Lebih stabil	Kurang stabil
Penguatan cahaya	Tidak ada	Ada

²⁵ Thomas Sri Widodo, *Optoelektronika Komunikasi Serat Optik*, (Yogyakarta: Andi Offset, 1995), hal.73

²⁶ Anonim, *PL 1.3-Dasar Sistem Komunikasi Optik, OPTICAL ACCESS NETWORK*. (Bandung: PT.Telkom, TELKOMRisTI (R&D Center), 2004) hal.34

Arah pancar cahaya	Kurang terarah	Sangat terarah
Arus pacu	kecil	Besar
Rongga resonansi optik	Tidak ada	Ada
Disipasi panas	kecil	Besar
harga	Lebih murah	Lebihi mahal
Kemudahan penggunaan	Lebih mudah	Lebih sulit
NA	Lebih tinggi	Lebih rendah
Kecepatan (<i>rise time</i>)	Lebih lambat (2-10ns)	Lebih cepat (0,3-0,7ns)
<i>Lifetime</i>	Lebih lama	Cukup lama
Kompatibilitas dengan SMF	Tidak	Ya
Panjang gelombang	800-850, 1300nm	800-850, 1300, 1500nm
Lebar pita (nm)	30-60($\lambda=800-850\text{nm}$) 50-150($\lambda=1300\text{nm}$)	1-2($\lambda=800-850\text{nm}$) 2-5($\lambda=1300\text{nm}$) 2-10($\lambda=1500\text{nm}$)
Daya ke serat	0,03-0,15mW	0,4-3,0mW
Frekuensi modulasi	0,08-0,3Ghz	2-3Ghz
Kepekaan	-	elektrostatik

Dioda laser merupakan dioda semikonduktor yang memancarkan cahaya karena mekanisme pancaran atau emisi terstimulasi (*stimulated emmision*). Diode laser memiliki lebar spektral yang lebih sempit 1-2 nm sedangkan LED sekitar 30 nm. Diode laser diterapkan untuk transmisi data dengan bit rate tinggi sehingga sering dipakai untuk transmisi

jarak jauh. Kinerja (keluaran daya optik, panjang gelombang, umur) dari dioda laser sangat dipengaruhi oleh temperatur operasi yaitu $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$.²⁷

2.1.3.5 Detektor Cahaya Serat Optik

Transducer merupakan suatu alat yang mengubah suatu besaran fisis ke besaran fisis lainnya. Secara umum besaran-besaran fisis terbagi atas : besaran fisis optis (cahaya), mekanik, thermal, dan listrik. Detektor cahaya merupakan *transducer* yang mengubah besaran optis cahaya menjadi besaran listrik. Detektor adalah bagian integral dari seluruh sistem komunikasi serat optik, yang terletak pada bagian penerima. Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh *detector* pada sistem transmisi dengan serat optik adalah :

1. Kepekaan (sensitivitas) yang tinggi
2. Panjang gelombang harus sama tepat dengan yang digunakan oleh sumber cahaya
3. *Bandwidth* yang mencukupi dan waktu tanggapnya tinggi (*responsivity*) untuk mengakomodasi laju informasi
4. Efisiensi konversi sinyal optis ke sinyal listrik tinggi
5. *Noise* rendah
6. Reliabilitas tinggi dan tidak terpengaruh oleh perubahan suhu.

Prinsip kerja *detector* cahaya adalah mendeteksi gelombang cahaya yang datang dan mengubahnya menjadi isyarat listrik yang berisi isyarat informasi yang dikirim. Arus listrik

²⁷ John Crisp dan Barry Elliot, *Serat Optik Sebuah Pengantar Edisi Ketiga*, (Jakarta: Erlangga, 2006), hal.179

tersebut kemudian diperkuat untuk selanjutnya diolah sehingga diperoleh kembali isyarat informasi yang dikirimkan.

Ada dua mekanisme pendeteksian cahaya, yaitu:

7. Efek fotoelektrik luar (*External Photoelectric Effect*)
8. Efek fotoelektrik dalam (*Internal Photoelectric Effect*)

Pada efek fotoelektrik luar, elektron dibebaskan dari permukaan suatu logam pada saat menyerap tenaga dari aliran foton yang datang. Piranti yang bekerja dengan prinsip ini antara lain: fotodiode hampa dan tabung photomultiplier.

Pada efek fotoelektrik dalam, pembawa muatan bebas, baik elektron maupun lubang diperoleh pada saat penyerapan foton yang datang. Piranti yang menggunakan prinsip ini adalah piranti sambungan semikonduktor, seperti: fotodiode P-N, fotodiode PIN (*Positive Intrinsic Negative*) dan fotodiode guguran (*Avalanche Photodiode, APD*).²⁸ Pemilihan detektor tergantung keperluan sistem komunikasinya. Material detektor tergantung pada spesifikasi panjang gelombang cahaya. Karakteristik detektor berbeda untuk panjang gelombang yang berbeda, sehingga panjang gelombang cahaya mempengaruhi penampilan detektor yang dipergunakan.

1. Fotodiode PIN (*Positive Intrinsic Negative*)

Di dalam dioda PIN (*Positive Intrinsic Negative*), serat optik ditempatkan sedemikian rupa sehingga cahaya yang diterima jatuh pada suatu lapisan Intrinsik dari

²⁸ Thomas Sri Widodo, *Optoelektronika Komunikasi Serat Optik*, (Yogyakarta: Andi Offset, 1995), hal. 81

material semikonduktor yang diletakkan antara lapisan tipe P dan tipe N.²⁹ Material semikonduktor murni disebut semikonduktor intrinsik (I). Kedua bagian tipe-P dan tipe-N disusun disetiap sisi material I untuk mengapitnya. Dengan demikian, susunannya menjadi P-I-N atau dioda PIN. Bahan-bahan fotodiode PIN (*Positive Intrinsic Negative*) antara lain Germanium (Ge), Silikon (Si), dan InGaAs.

Tidak semua panjang gelombang cahaya dapat dideteksi. Ada suatu panjang gelombang (λ) yang merupakan batasan antara λ yang masih dapat dideteksi dan λ yang tak terdeteksi. Batas ini disebut panjang gelombang *Cut Off*, λ_c dan besarnya :

$$\lambda_c = \frac{1,24}{W_g} \quad (\text{Pers 2.7})$$

dengan λ_c dalam μm dan W_g dalam eV. λ yang lebih besar daripada λ_c tidak akan terdeteksi karena tenaga fotonnya tidak mencukupi, sedangkan untuk λ yang lebih kecil daripada λ_c dapat dideteksi karena punya tenaga yang cukup.

Karakteristik lain yang juga penting pada detector cahaya PIN (*Positive Intrinsic Negative*) adalah adanya arus gelap (*dark current*) yaitu arus balik (*reverse current*) yang kecil yang mengalir melalui prasikap balik (*reverse bias*) diode. Dioda PIN dengan bahan silikon memiliki arus gelap terkecil dan yang berbahan Germanium memiliki arus gelap terbesar.³⁰ Variasi arus yang mengalir melalui dioda PIN sebagai hasil dari variasi intensitas sinyal optik yang diterima adalah sangat kecil sehingga memerlukan penguatan. Dioda PIN

²⁹ Ibid., hal. 82

³⁰ Ibid., hal.87

(*Positive Intrinsic Negative*) ini cocok untuk pemakaian dengan kapasitas rendah sampai sedang yang beroperasi dengan kecepatan dari 10 – 100 MHz.

2. Fotodiode APD (*Avalanche Photodiode*)

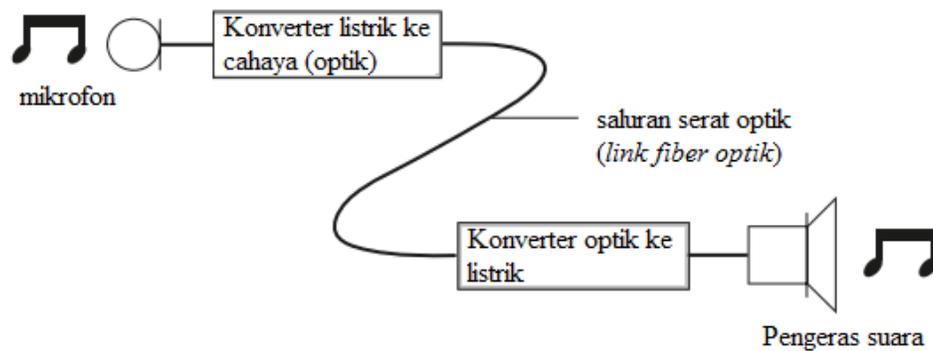
APD (*Avalanche Photodiode*) adalah *detector* sambungan semikonduktor yang memiliki perolehan dalam (*internal gain*). Dengan adanya perolehan dalam ini maka APD (*Avalanche Photodiode*) memiliki ketanggapan yang lebih baik dari fotodiode PIN (*Positive Intrinsic Negative*).

Sinyal-sinyal keluaran yang lebih tinggi dapat dicapai dengan dioda *avalanche* (kontinu). Dioda ini menggunakan arus internal yang kecil untuk membangkitkan arus yang lebih besar dengan cara seperti bola salju yang menggelinding di sisi gunung es. Peroleh APD (*Avalanche Photodiode*) ini dipengaruhi oleh suhu, makin tinggi suhu, maka perolehnya akan menurun. Hal ini terjadi karena lintasan bebas rerata antar tumbukan lebih pendek pada suhu yang tinggi. Banyak pembawa muatan tidak mendapat kesempatan mencapai kecepatan yang diperlukan untuk menghasilkan muatan-muatan sekunder. Pada penerima yang memakai fotodiode APD ini memerlukan untai kompensasi suhu bila beroperasi pada rentang suhu yang lebar.³¹ Kepekaan dan gain dari dioda ini tinggi sehingga dipakai untuk sistem komunikasi dengan kapasitas sedang sampai tinggi.

³¹ Ibid., hal.89

2.1.4 Prinsip Kerja Transmisi Serat Optik

Sistem transmisi serat optik pada prinsipnya sangat sederhana yaitu sebuah sinyal digunakan untuk menimbulkan perubahan-perubahan pada (atau memodulasi) cahaya yang dibangkitkan oleh suatu sumber tertentu, biasanya berupa laser atau sebuah LED (*light emitting diode*)³². Kilatan-kilatan cahaya yang berubah-ubah ini merambat di dalam serat optik dan di ujung penerima dikonversikan kembali menjadi sinyal listrik yang merupakan replika sinyal aslinya dengan menggunakan sel foto-elektris. Dengan cara ini sinyal informasi yang dikirimkan dapat diperoleh kembali di ujung penerima



Gambar 2.9 Sistem Transmisi Serat Optik Sederhana

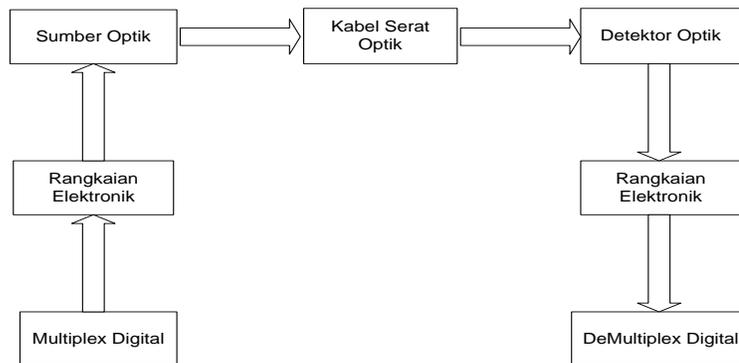
Pada gambar 2.10, sistem transmisi serat optik sederhana. Pertama-tama *microphone* merubah sinyal suara menjadi sinyal listrik. Kemudian sinyal listrik ini dibawa oleh gelombang pembawa cahaya melalui serat optik dari pengirim (*transmitter*) menuju alat penerima (*receiver*) yang terletak pada ujung lainnya dari serat. Modulasi gelombang cahaya ini dapat dilakukan dengan merubah sinyal listrik termodulasi menjadi gelombang cahaya pada *transmitter* dan kemudian merubahnya kembali menjadi sinyal listrik pada *receiver*³³.

³² John Crisp dan Barry Elliot, *Serat Optik Sebuah Pengantar Edisi Ketiga*, (Jakarta: Erlangga, 2006), hal.7

³³ Santoso, Gatot. *Teknik Telekomunikasi*, 2005, hal. 46

Pada *receiver* sinyal listrik dapat dirubah kembali menjadi gelombang suara. Berbeda dengan sistem telekomunikasi yang menggunakan gelombang elektromagnet untuk membawa informasi, pada sistem transmisi serat optik yang bertugas membawa sinyal informasi adalah gelombang cahaya. Tugas untuk mengubah sinyal listrik ke gelombang cahaya atau sebaliknya dapat dilakukan dengan menggunakan komponen elektronik yang dikenal dengan nama *Optoelectronic* pada setiap ujung serat optik.

Prinsip kerja transmisi pada serat optik dapat dilihat pada blok diagram berikut:



Gambar 2.11 Blok diagram prinsip kerja transmisi pada serat optik

Berikut ini penjelasan dari blok diagram di atas :

- Pada arah kirim, input sinyal yang berasal dari perangkat *multiplex digital* akan diteruskan ke rangkaian elektronik untuk menjalani perbaikan karakteristik dan mengubah kode sinyal yang masuk tersebut menjadi *binary*;
- Sinyal *binary* tersebut diteruskan ke rangkaian sumber optik, dimana dalam rangkaian ini sinyal *binary* dengan daya listrik akan diubah menjadi sinyal dengan daya optik. Sinyal listrik ini pada transmitter diubah oleh *transducer* elektro optik (*Dioda* atau *Laser Dioda*) menjadi gelombang cahaya;

- Sumber optik, kemudian sinyal akan diteruskan ke detektor optik melalui kabel serat optik;
- Pada arah terima, sinyal dengan daya optik yang diterima dari sumber optik melalui kabel serat optik akan diubah menjadi sinyal dengan daya listrik. Sinyal optik diubah oleh transducer optoelektronik (*Photodiode* atau *Avalanche Photo Diode*);
- Sinyal dengan daya listrik tersebut diteruskan ke rangkaian elektronik untuk didekodekan kembali ke sinyal;
- dari rangkaian elektronik, sinyal tersebut diteruskan ke demultipleks digital.

Dalam perjalanan dari transmitter menuju ke *receiver* akan terjadi redaman atau rugi cahaya di sepanjang kabel serat optik dan konektor-konektornya. Oleh sebab itu, bila jarak antara transmitter dan *receiver* ini terlalu jauh akan diperlukan sebuah atau beberapa perangkat pengulang (*regenerative repeater*) yang bertugas untuk memperkuat gelombang cahaya yang telah mengalami redaman.

2.1.4.1 Definisi Kualitas Transmisi Serat Optik

Kualitas transmisi merupakan kualitas dari sinyal itu sendiri dan juga dari media transmisi yang digunakan.³⁴ Transmisi adalah pergerakan informasi melalui sebuah media telekomunikasi. Transmisi memperhatikan pembuatan saluran yang dipakai untuk mengirim informasi, serta memastikan bahwa informasi sampai secara akurat dan dapat diandalkan. Transmisi merupakan bagaimana suatu data dapat dikirimkan dari suatu alat dan diterima oleh alat lain.

2.1.5 *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Signal to Noise Ratio atau SNR adalah ukuran yang digunakan dalam mengukur kualitas sinyal atau kualitas transmisi yang diterima pada sisi penerima dalam transmisi analog. *Signal to Noise Ratio* (SNR) merupakan perbandingan antara daya sinyal terhadap daya *noise* pada suatu titik yang sama.³⁵ *Signal to Noise Ratio* (SNR) dapat menentukan kinerja atau performansi jaringan serat optik. Semakin besar nilai SNR, maka semakin tinggi kualitas jalur transmisi tersebut. Artinya, makin besar pula kemungkinan jalur transmisi tersebut dipakai untuk lalu-lintas komunikasi data dan sinyal dalam kecepatan tinggi.

³⁴ [Http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/media-transmisi-tipe-kabel/](http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/media-transmisi-tipe-kabel/)

³⁵ Sembara P.Toago, "Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) berteknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Perumahan Citralandu Palu", (Universitas Tadulako: Sulawesi Tengah), hal.42

2.1.5.1 Parameter-parameter yang Mempengaruhi *Signal to Noise Ratio* (SNR) Serat Optik

Parameter-parameter tersebut dapat dilihat dengan menggunakan turunan rumus *Signal to noise ratio* (SNR). Untuk *Signal to noise ratio* (SNR) pada masukkan dari penguat dinyatakan dengan³⁶ :

$$\frac{S}{N} = \frac{\text{Signal Power}}{\text{Noise Power}}$$

$$\frac{S}{N} = \frac{\text{signal power from photocurrent.}}{\text{photodetector noise power + amplifier noise power}} \quad (\text{Pers 2.8})$$

$$\frac{S}{N} = \frac{i_p^2 \cdot M^2}{2q(i_p + i_D)BM^2F(M) + \frac{4KT_{eff}B}{R_L}} \quad (\text{Pers 2.9})$$

1. *Signal Power*

Signal Power atau kekuatan sinyal merupakan kuat sinyal yang diterima pada *receiver*. Ukuran *signal power* dinyatakan dalam ampere (A). Besar kekuatan sinyal di penerima ditunjukkan dengan persamaan berikut³⁷:

$$\text{Signal Power} : i_s^2 = i_p^2 \cdot M^2 \quad (\text{Pers 2.10})$$

$$i_s^2 = \left(\frac{nq}{hv} \cdot P_r \right)^2 \cdot M^2 \quad (\text{Pers 2.11})$$

$$i_s^2 = (R \cdot P_r)^2 \cdot M^2 \quad (\text{Pers 2.12})$$

³⁶ Gerd Keiser, *Optical Fiber Communication*. Ed ke-2, (USA: Mc Graw-Hill, Inc, 1991), hal. 248

³⁷ Ibid., hal. 245

Dimana :

Signal Power (i_s) = Kekuatan Sinyal (A)

i_p = Arus foto primer dibangkitkan (W)

$(\eta q)/(h\nu) = R$ = Responsivitas (A/W)

η = efisiensi quantum (%)

q atau muatan electron (C) = $1,6 \times 10^{-19}$ J/ eV

h atau konstanta planck = 6.625×10^{-34} J.s

$h\nu$ = energi photon (kWh)

P_r = Daya sinyal optik yang diterima (W)

M = Tambahan daya sinyal pada detector cahaya (apabila yang digunakan adalah APD)³⁸.

Responsivitas tergantung pada *photodetector* dan panjang gelombang (λ) yang digunakan, Responsivitas dapat dilihat melalui *datasheet*. Daya sinyal yang diterima (P_r) merupakan hasil daya yang dikirim (P_t) oleh pemancar optik dikurangi dengan redaman total. Daya sinyal yang diterima juga dapat diperoleh melalui pengukuran. Jadi yang menjadi parameter signal power adalah daya yang diterima (P_r), daya yang dikirim (P_t), redaman

³⁸ Zulfadjri Basri.H, Rhiza S.Sadjad & Zet Yulius.B, “Jaringan Lokal Akses Fiber Dengan Konfigurasi Jaringan Fiber To The Home”, (Universitas Hasanuddin: Makassar), hal.8

total (α) dan tambahan daya sinyal pada *detector* cahaya (apabila yang digunakan adalah APD).

1. Daya Sinyal yang Diterima (P_r)

Daya sinyal yang diterima (P_r) merupakan daya sinyal yang diterima diperangkat penerima serat optik. Daya sinyal yang diterima (P_r) dinyatakan dalam *decibel* (dB). Perhitungan daya sinyal yang diterima dapat ditunjukkan dalam persamaan berikut :

$$P_r = P_t - \alpha_{tot} \quad (\text{Pers 2.13})$$

$$P_r = P_t - L_{f_{tot}} - L_{S_{tot}} - L_{C_{tot}} - L_{SP} - M \quad (\text{Pers 2.14})$$

Dimana : P_r = Daya sinyal yang diterima (dBm)

P_t = Daya optik yang dipancarkan dari sumber cahaya (dBm)

α_{tot} = Redaman total (dB)

$L_{f_{tot}}$ = Redaman kabel serat optik (dB/Km)

$L_{S_{tot}}$ = Redaman splice atau sambungan (dB)

$L_{C_{tot}}$ = Redaman connector (dB)

L_{SP} = Redaman splitter (dB)

M = Loss margin (biasanya diambil 3 dB)

2. Responsivitas (R)

Responsivitas (*responsivity*) untuk mengukur dari arus keluar yang diberikan pada *power* cahaya ke dalam *diode*.

$$R \text{ atau Responsivitas (A/W)} = \frac{\eta q}{h \nu} \quad (\text{Pers 2.15})$$

Dimana : η = efisiensi quantum (%)

$$q = \text{muatan electron (C)} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J/ eV}$$

$$h = \text{konstanta planck} = 6.625 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$h \nu = \text{energi photon (kWh)}$$

Responsivitas disebut juga dengan ketanggapan. Ketanggapan (p) adalah perbandingan arus keluaran dengan daya optik masukan, atau dengan persamaan³⁹:

$$P = \frac{i}{P_r} \quad (\text{Pers 2.16})$$

Dengan p = ketanggapan (ampere/watt)

i = arus keluaran detector (ampere)

P_r = daya optik masukan (watt)

Responsivitas dapat diketahui melalui *datasheet photodetector* yang digunakan bukan melalui pengukuran, jadi responsivitas bukan merupakan parameter yang mempengaruhi.

³⁹ Thomas Sri Widodo, *Optoelektronika Komunikasi Serat Optik*, (Yogyakarta: Andi Offset, 1995), hal.82

Setelah daya yang diterima (P_r) didapatkan, maka dikonversikan dalam bentuk *Watt*, maka akan didapatkan nilai *Signal Power (A)*.

3. Daya Sinyal yang Dipancarkan (P_t)

Daya Sinyal yang Dipancarkan (P_t) merupakan daya sinyal yang dikirim atau dikeluarkan oleh perangkat pengirim ke serat optik. Daya Sinyal yang Dipancarkan (P_t) merupakan cahaya yang tergantung dengan sumber optik optik yang digunakan. Namun untuk jarak jauh biasanya menggunakan sumber optik LASER. Untuk sumber cahaya LASER rentangnya yaitu -12 s/d +3 dBm dan sumber cahaya LED yaitu -33 s/d -10 dBm.

4. Redaman Total (α_{tot})

Redaman adalah turunnya level tegangan sinyal yang diterima akibat karakteristik media. Redaman merupakan gangguan dalam sistem komunikasi yang mempengaruhi *performance* dari sistem komunikasi. Menurut rekomendasi ITU-T, kabel serat optik jenis G.655 harus mempunyai koefisien redaman 0,35 dB/km untuk panjang gelombang 1550 nm. Untuk nilai redaman total tidak boleh lebih dari 30 dB menurut standar perusahaan PT.Telkom. Berikut keterangan redaman total yang dihasilkan :

$$L_{f_{tot}} = L \times L_f = \text{jarak (Km)} \times \text{loss kabel serat optik (dB/Km)}$$

$$L_{S_{tot}} = N_s \times L_s = \text{jumlah splice} \times \text{loss splice (dB)}$$

$$L_{C_{tot}} = N_c \times L_c = \text{jumlah connector} \times \text{loss connector (dB)}$$

$$L_{SP} = \text{Loss splitter diambil nilai redaman terendah (dB)}$$

M = Loss margin (biasanya diambil 3 dB)

2.. Noise Power

Noise Power disebut juga dengan derau. Derau adalah sinyal-sinyal yang tidak diinginkan yang selalu ada dalam suatu sistem transmisi. *Level noise* yang cukup besar akan terasa mengganggu pada sisi penerima. Sumbangan daya *noise* di detector cahaya (*receiver*) pada sistem komunikasi serat optik ada 3 macam yaitu: *thermal noise*, *noise dark current* dan *shot noise*.⁴⁰

Noise Power = *Noise dark current* + *Shot noise current* + *Thermal noise current*

1. Arus gelap (*Noise dark current*)

Arus gelap yaitu arus balik (*reverse current*) kecil yang mengalir melalui prasikap balik (*reverse bias diode*). Arus gelap ini terjadi pada setiap diode yang dikenal dengan arus bocor balik (*reverse leakage current*). Kondisi arus yang dibangkitkan oleh arus balik yang ada pada kondisi gelap dalam diode P-N *junction* dibias balik pada kondisi gelap maka akan sedikit arus yang melewatinya. Sumbangan arus gelap terhadap daya *noise* dirumuskan sebagai berikut⁴¹:

$$\text{Noise dark current } (i_{DB}^2) = 2 q i_D M^2 F(M) B \quad (\text{Pers 2.17})$$

Dimana : *Noise dark current* (i_{DB}^2) = A

⁴⁰ Zulfadjri Basri.H, Rhiza S.Sadjad & Zet Yulius.B, “Jaringan Lokal Akses Fiber Dengan Konfigurasi Jaringan Fiber To The Home”, (Universitas Hasanuddin: Makassar), hal.8

⁴¹ Gerd Keiser, *Optical Fiber Communication*. Ed ke-2, (USA: Mc Graw-Hill, Inc, 1991), hal. 246

q	= muatan elektron ($1,6 \cdot 10^{-19}$ c)
i_D	= arus gelap (A)
M	= Tambahan daya sinyal pada detector cahaya (apabila yang digunakan adalah APD)
$F(M)$	= <i>Noise figure</i> , menunjukkan kebaikan penguat dalam memproses sinyal. Pada sistem komunikasi serat optik
$F(M)$	= Mx dimana x adalah akses faktor dari gain ($0 < X < 1$)
B	= Bandwidth detector cahaya (Hz)

2. Derau tembakan atau tumbukan (*Shot noise current*)

Derau tembakan terjadi karena adanya ketidak linearan pada sistem. Sumbangan *shot noise* pada total noise serat optik dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Shot noise current } (i_Q^2) = 2q i_p B M^2 F(M) \quad (\text{Pers 2.18})$$

Dimana : *Shot noise current* = ... A

q	= muatan elektron ($1,6 \cdot 10^{-19}$ c)
i_p	= Arus foto primer dibangkitkan (W)
B	= <i>bandwidth</i> detector cahaya (Hz)
M	= Tambahan daya sinyal pada detector cahaya (apabila yang digunakan adalah APD)

$F(M)$ = *Noise figure*, menunjukkan kebaikan penguat dalam memproses sinyal. Pada sistem komunikasi serat optik

$F(M)$ = Mx dimana x adalah akses faktor dari gain ($0 < X < 1$)

3. Derau thermal (*Thermal noise current*)

Derau thermal adalah arus yang berasal dari struktur gerak acak elektron bebas pada komponen – komponen elektronik. Biasanya level *noise* ini sebanding dengan temperatur pada sistem komunikasi serat optik. Besar daya *noise thermal* dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Thermal noise current}(i_T^2) = \frac{4 K T_{eff} B}{R_{Load}} \quad (\text{Pers 2.19})$$

Dimana : *Thermal noise current* = A

K = konstanta Boltzman ($1,38 \cdot 10^{-23}$ joule/°K)

T_{eff} = *effective noise temperature* (°K)

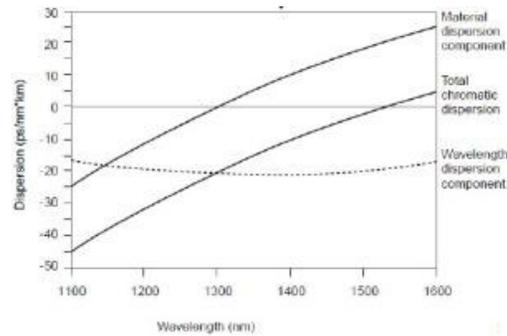
R_{Load} = *equivalent resistance* (Ω)

B = *bandwidth detector cahaya* (Hz)

Berdasarkan rumus *noise power* diatas, untuk Muatan electron (q) dan konstanta boltzman (K) merupakan ketetapan dan tidak berubah-ubah. Maka yang menjadi variabelnya adalah daya sinyal yang diterima (P_r) yang diketahui melalui pengukuran. Responsivitas (R), arus gelap (i_D), *bandwidth detector cahaya* (B), suhu *effective* (T_{eff}), dan resistansi ekivalen (R_{Load}) dapat diketahui melalui *datasheet* photodetector yang digunakan. Jadi parameter *noise power* adalah daya yang diterima (P_r)

2.1.5. Teknologi DWDM pada Serat Optik

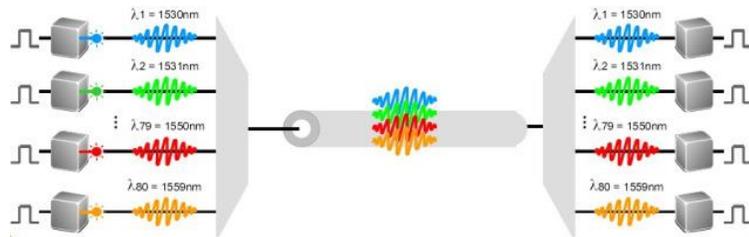
Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) merupakan suatu teknologi jaringan transport yang memanfaatkan cahaya dari serat optik dengan panjang gelombang yang berbeda-beda untuk ditransmisikan melalui kanal-kanal informasi dalam satu fiber tunggal. Jumlah panjang gelombang yang dapat ditransmisikan dalam jaringan pada satu fiber terus berkembang (4, 8, 16, 32, dan seterusnya), jenis fiber yang direkomendasikan oleh ITU-T (*International Telecommunication Union*) adalah G.650 – G.659 dan yang sering digunakan saat ini yaitu jenis fiber G.655, jenis fiber G.655 merupakan jenis fiber yang mempunyai karakteristik umum *Non Zero Dispersion Shifted Fibre (NZDSF)* yaitu fiber yang memiliki koefisien dispersi kromatik lebih rendah (dispersi optimal).



Gambar 2.11 Chromatic Dispersion

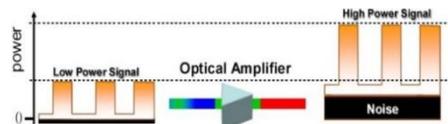
Prinsip kerja dari teknologi DWDM secara umum memiliki persamaan dengan media transmisi lainnya dalam mengirimkan sinyal informasi dari satu tempat ke tempat lain. Untuk teknologi DWDM menggunakan media transmisi berupa *fiber optic*, dimana semua sumber sinyal informasi (λ_1 - λ_n) dari transmitter akan dimultipleksikan ke dalam satu *fiber*, setelah itu sinyal informasi tersebut ditransmisikan kemudian masuk ke perangkat demultiplekser

untuk disebarkan kembali sesuai tujuan masing-masing sinyal yang akan diterima oleh *receiver*.



Gambar 2.12 Prinsip Kerja Jaringan Transport (DWDM)

Pada teknologi DWDM ini terdapat komponen pendukung diantaranya jenis filter, serat optik dan penguat optik. Jenis filter yang digunakan pada umumnya antara lain *Dichroic interference Filters (DIF)*, *Array Waveguide Filters (AWG)*, dan lain-lain. serat optik dengan dispersi yang rendah, sementara penguat optik yang banyak digunakan adalah EDFA (*Erbium Doped fibre Amplifier*) (1530-1565 nm) dan masih banyak lagi jenis penguat lainnya contoh *raman amplifier* dan lain-lain. Penggunaan penguat optik sangat penting peranannya di dalam perkembangan teknologi DWDM tersebut sebagai penguat sinyal optik dan proses 3R (*Reshaping, Regenerating, Retiming*) untuk menjaga kualitas sinyal yang maksimal.



Gambar 2.13 Penguat Optik

Keuntungan menggunakan teknologi DWDM :

1. Mampu untuk memenuhi kebutuhan kapasitas jaringan dimasa depan
2. Dapat mengakomodasi layanan baru dan transparansi terhadap format sinyal dan protocol jaringan.
3. Mampu untuk diimplementasikan pada jaringan telekomunikasi jarak jauh
4. Dapat menyediakan kebutuhan Bandwidth yang sangat cepat
5. Teknologi DWDM dapat mentransmisikan banyak panjang gelombang (λ) dalam satu fiber
6. Penghematan biaya (*low cost*) dalam pembangunan infrastruktur jaringan fiber optik.⁴²

2.2 Kerangka Berpikir

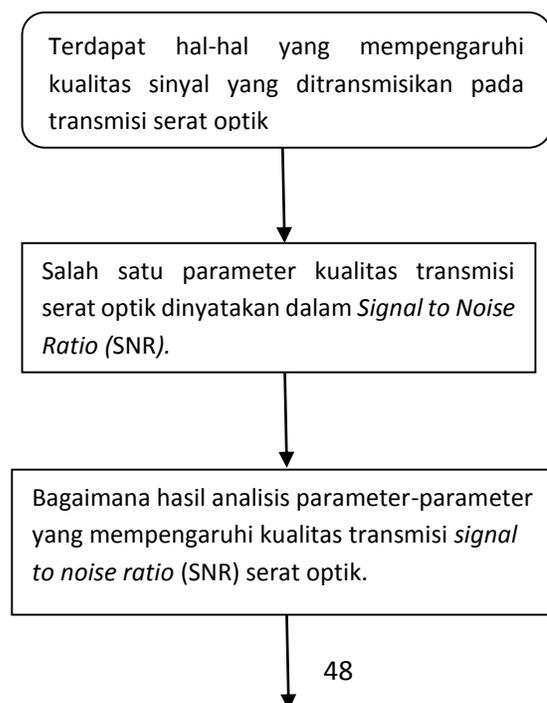
Dalam pengiriman sinyal informasi menggunakan media transmisi serat optik terdapat hal-hal yang mempengaruhi kualitas sinyal yang ditransmisikan. Salah satu parameter kualitas transmisi serat optik dinyatakan dalam *Signal to Noise Ratio* (SNR). *Signal to Noise Ratio* (SNR) merupakan perbandingan antara daya sinyal terhadap *noise* pada suatu titik yang sama. Dimana semakin tinggi SNR maka semakin baik mutu komunikasinya. Kualitas transmisi serat optik dikatakan baik apabila *Signal to Noise Ratio* (SNR) > 21,5 dB sesuai dengan standarisasi PT.Telkom. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana

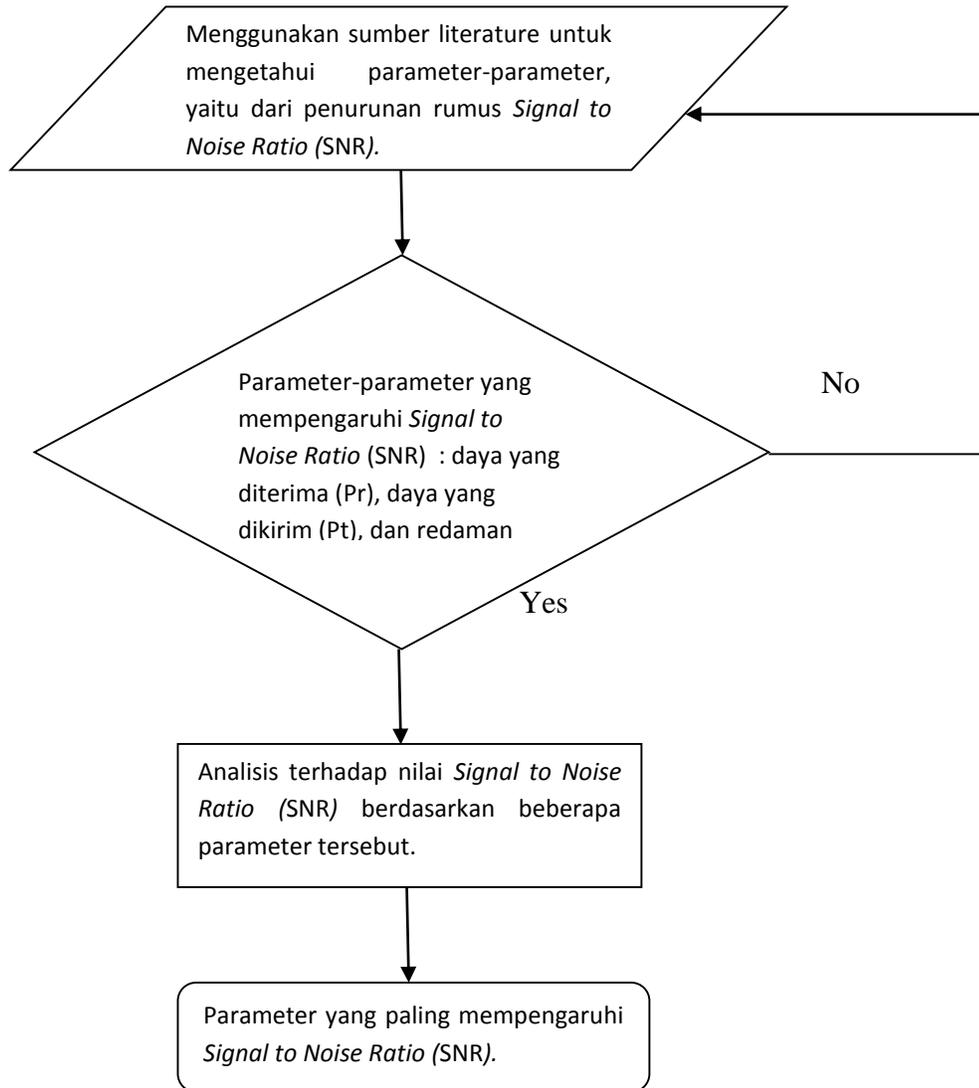
⁴² <https://adeadnani.wordpress.com/2011/04/01/teknologi-dwdmdense-wavelength-division-multiplexing> (diakses 10 Nov 2015)

hasil analisis parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR) serat optik.

Pengujian kualitas transmisi serat optik *Signal to Noise Ratio* (SNR) dilakukan di PT.Telkom, Tbk STO Jatinegara. Berikut parameter-parameter yang mempengaruhi *Signal to Noise Ratio* (SNR) dari penurunan rumus *signal power* terhadap *noise power*. Parameter yang mempengaruhi *Signal to Noise Ratio* (SNR) pada *Signal Power* seperti daya yang diterima (P_r), daya yang dikirim (P_t), redaman total (α_{tot}) yang ketiganya diketahui dari pengukuran. Parameter yang mempengaruhi *SNR* pada *Noise Power* adalah daya sinyal yang diterima (P_r) yang diketahui melalui pengukuran.

Setelah semua parameter diatas diketahui datanya barulah dilakukan analisis terhadap nilai *SNR*. Dari beberapa parameter tersebut kemudian dianalisis untuk menentukan parameter mana yang memberikan pengaruh terhadap perubahan nilai *SNR* serat optik. Bagan dari kerangka berpikir penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 2.15.





Gambar 2.14 Bagan Kerangka Berpikir

1.3 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan teori yang telah diketahui dimana daya yang diterima (P_r), daya yang dikirim (P_t), dan redaman total (α_{tot}) merupakan parameter yang menentukan nilai SNR serat optik, maka hipotesis penelitian yang diperoleh penulis adalah diduga redaman total (α_{tot}) merupakan parameter yang paling mempengaruhi *Signal to Noise Ratio (SNR)*. Karena

adanya redaman total yang tinggi akan mempengaruhi tinggi rendahnya daya sinyal yang diterima. Sehingga kualitas transmisi *Signal to Noise Ratio* (SNR) dapat diketahui.

Untuk memperoleh nilai kualitas transmisi *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang baik maka nilai SNR harus lebih besar dari 21,5 dB sesuai standarisasi PT.Telkom. Maka dapat disimpulkan *signal* harus lebih tinggi daripada *noise* agar *Signal to Noise Ratio* (SNR) tinggi. Jika *noise* lebih besar daripada *signal* maka *Signal to Noise Ratio* (SNR) akan menurun.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Telkom Witel Jakarta Timur yang beralamat di Jln. D.I Panjaitan Kav. 42 Jakarta Timur 13350 yaitu pada divisi regional 2, *Operational and Maintenance Transport* bagian *backbone* dengan lokasi *link* serat optik di ruas Jatinegara – Cikupa pada bulan September s.d November 2015.

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan prosedur atau langkah-langkah dalam penelitian suatu produk yang akan dilakukan oleh peneliti. Metode yang digunakan peneliti adalah metode studi literatur dan deskriptif dengan teknik pengumpulan data observasi. Pada tahap studi literatur dilakukan studi khusus mengenai parameter *Signal to Noise Ratio* serat optik. Penelitian deskriptif bertujuan mendeskripsikan secara sistematis, factual, dan akurat terhadap suatu populasi atau daerah tertentu mengenai berbagai sifat dan faktor tertentu.⁴³ Pada metode kuantitatif deskriptif peneliti memberikan uraian mengenai gejala, fenomena, atau fakta yang diteliti berdasarkan data yang telah dikumpulkan dengan mendeskripsikan tentang nilai *Signal to Noise Ratio* atau disebut SNR.

⁴³ Gempur Santoso, *METODOLOGI PENELITIAN Kuantitatif dan Kualitatif*, (Surabaya: Prestasi Pustaka Publisher, 2005), hal.29

3.3. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang dilakukan dalam analisis parameter-parameter yang mempengaruhi *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik di PT.Telkom STO Jatinegara adalah sebagai berikut:

3.3.1. Menentukan Nilai Standarisasi *Signal To Noise Ratio* (SNR) Serat Optik

Menentukan nilai standarisasi *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik sangat diperlukan. Perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR) bertujuan untuk mengetahui nilai *Signal to Noise Ratio* pada serat optik di PT.Telkom, Tbk STO Jatinegara Ruas Jatinegara-Cikupa. Standarisasi *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik menurut PT.Telkom adalah $\geq 21,5$ dB. *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik meliputi perbandingan antara *signal power* dengan *noise power*. Berikut adalah spesifikasi keadaan *link* serat optik Ruas Jatinegara-Cikupa pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data Kondisi *Link* Serat Optik Ruas Jatinegara-Cikupa

Nama	Data
Jarak (<i>distance</i>)	70 Km
Jumlah Channel	12 buah
Jenis Photodetector	APD 10Gbps
Jenis Kabel	<i>Singlemode</i>
Tipe Kabel	G.655
<i>Bandwidth</i>	192,1 THz
Rentang Panjang Gelombang	1550 nm

Standar tersebut merupakan acuan yang digunakan dalam perhitungan dan analisis *Signal to Noise Ratio* (SNR) *link* serat optik di ruas Jatinegara – Cikupa yang akan dihitung

pada BAB 4. Diharapkan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik ruas Jatinegara – Cikupa mampu menghasilkan nilai $\geq 21,5$ dB.

3.3.2. Menentukan Parameter NMS (*Network Management System*)

Pengukuran ini menggunakan aplikasi Netnumen U31 *Unified Network Management System*. Untuk *link* Jatinegara-Cikupa menggunakan penguat *transmitted* SEOBA 2220 dan penguat *received* EONAD. Dalam menentukan parameter *Network Management System* (NMS) perlu diperhatikan beberapa hal berikut ini:

Tabel 3.2 Parameter NMS (*Network Management System*)

Detail	Value
<i>Optical interface/Channel</i>	Line from Jatinegara-Cikupa
<i>Parity of the working Band</i>	FULL
Gain SEOBA	22 dB
Transmitted max	20 dB – 22 dB
Received max	-20 dB
Redaman total	< 30 dB

Dengan menerapkan parameter NMS (*Network Management System*) sesuai dengan nilai yang di tentukan, maka diharapkan aplikasi NMS mampu mengukur *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik secara optimal dan akurat.

3.3.3. Pengukuran *Signal to Noise Ratio* (SNR) Serat Optik Ruas Jatinegara-Cikupa

Dalam pengukuran *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik perlu dilakukan pengukuran pada bagian-bagian berikut:

- a. Mengukur nilai output yaitu daya yang dikirim (*transmitted*) ke *link* serat optik ruas Jatinegara-Cikupa.

- b. Mengukur nilai redaman total yaitu total redaman yang terjadi disepanjang saluran serat optik.
- c. Mengukur nilai input yaitu daya yang diterima (*received*) pada *link* serat optik ruas Jatinegara-Cikupa.
- d. Mengukur nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) maksimum *link* serat optik ruas Jatinegara-Cikupa.

Ketiga hal tersebut memiliki fungsi untuk memudahkan peneliti dalam melakukan pengukuran *Signal to Noise Ratio* (SNR) menggunakan aplikasi NMS (*Network Management System*).

3.3.4. Mengidentifikasi Hasil Ukur NMS *Link* Serat Optik

Pengamatan data hasil pengukuran SNR serat optik berupa tampilan bagan diagram dan grafik *link* serat optik Jatinegara-Cikupa. Mengidentifikasi bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya perubahan SNR yang terjadi pada *link* serat optik ruas Jatinegara – Cikupa. Berikut hal-hal yang perlu diamati dan diidentifikasi:

- a. Berbagai Karakteristik yang mempengaruhi nilai SNR serat optik ruas Jatinegara-Cikupa
- b. Nilai frekuensi, panjang gelombang dan nilai daya serat optik ruas Jatinegara-Cikupa
- c. Total redaman pada *link* serat optik ruas Jatinegara-Cikupa

3.3.5. Menentukan *Link Budget* Serat Optik ruas Jatinegara-Cikupa

Mengetahui *link budget* suatu jaringan serat optik sangat penting dilakukan untuk kelayakan sistem jaringan tersebut. Berikut table *link budget* yang di dapat dari PT Telkom.

Row ID	All selected TL(s)	Used ...	Source Port	Output Pow...	Destination P...	Input Power[d...	Current Pow
1	CIKUPA 9205-SEOBA2220[0-10-6]-OTS_TTP_So:1(O...	6	SEOBA2220[0-10-6]	13.95	EONAD2520[...	-11.66	25.61

Row ID	Attribute Name	Source Port	Destination Po
1	NE Name	CIKUPA 9205	JTN9270
2	Board Name	SEOBA2220[0-10-6]	EONAD2520[0-2-20]
3	Input Power[dBm]	--	-11.66
4	Input Ration[dB]	-10.24	-13.24
5	Input Offset[dB]	--	--
6	Output Power[dBm]	13.95	--
7	Output Ration[dB]	11.76	11.76
8	Output Offset[dB]	--	--
9	Current Gain[dB]/Adjustable Margin	24.50	25.50
10	LAC Attenuation/LAC Adjustable Margin	--	--
11	Nominal Power Attenuation[dB]	22	25
12	Current Power Attenuation[dB]	25.61	25.61

Gambar 3.1 *Link Budget* Serat Optik ruas Jatinegara-Cikupa

3.3.6. Menentukan Parameter-Parameter SNR

SNR merupakan perbandingan antara *signal power* dengan *noise power* pada suatu titik saluran yang sama. Berikut persamaan SNR:

$$\text{Signal-to-Noise Ratio (SNR)} = \frac{\text{Signal Power}}{\text{Noise Power}} \quad \text{Persamaan 3.1}$$

3.3.6.1. Menentukan Parameter-Parameter *Signal Power* SNR

Pada *signal power* terdapat parameter-parameter yang dapat mempengaruhi besarnya SNR. Perumusan *signal power* dinyatakan dengan persamaan 3.2.

$$\text{Signal Power } (i_s^2) = (R \cdot P_r)^2 \cdot M^2 \quad \text{Persamaan 3.2}$$

Beberapa faktor yang mempengaruhi menurut persamaan tersebut adalah:

- a. Daya sinyal diterima (P_r) yang harus memiliki nilai sesuai prosedur
- b. Responsivitas (R) yang memiliki nilai sesuai data sheet photodetector

Untuk perhitungan daya sinyal yang diterima (P_r) menggunakan persamaan 3.3

$$P_r = P_t - L_{f_{tot}} - L_{S_{tot}} - L_{C_{tot}} - L_{SP} - M \quad \text{Persamaan 3.3}$$

Dengan *loss* atau redaman *fiber, splice, connector, splitter* dan margin merupakan jumlah dari redaman total. Redaman total mempengaruhi jumlah daya yang diterima (*received*). Standarisasi untuk redaman total menurut PT Telkom adalah < 30 dB. Berikut parameter-parameter *Signal Power*:

Tabel 3.3 Parameter-Parameter *Signal Power* SNR

Parameter	Value
Output Power (<i>P transmitted</i>)	13,95 dBm
Input Power (<i>P received</i>)	-11,66 dBm
Redaman total	25, 61 dB
Responsivitas	0,8 A/W
Power Value	-0,23 dBm

Diharapkan hasil karakteristik SNR sesuai standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan agar dapat menghasilkan perhitungan nilai SNR yang tidak jauh berbeda dengan hasil pengukuran.

3.3.6.2. Menentukan Parameter-Parameter *Noise Power* SNR

Dalam menentukan parameter *Noise Power* perlu diketahui faktor-faktor apa saja yang terdapat pada daya gangguan. Arus gelap, derau tumbukan dan derau thermal

merupakan faktor yang mempengaruhi *noise power* pada SNR serat optik. Berikut persamaan *noise power*:

$$\text{Noise Power} = \text{noise dark current} + \text{shot noise current} + \text{Thermal noise current}$$

$$\text{Noise Power} = 2 q (i_p + i_D) B M^2 F(M) + \frac{4 K T_{eff} B}{R_L} \quad \text{Persamaan 3.4}$$

$$\text{Noise Power} = 2 q (R \cdot P_r + i_D) B M^2 F(M) + \frac{4 K T_{eff} B}{R_L} \quad \text{Persamaan 3.5}$$

Beberapa faktor yang mempengaruhi menurut persamaan tersebut adalah:

- Arus gelap (i_D) yang sesuai standar dari data sheet photodetector
- Bandwidth detector cahaya (B) berdasarkan data sheet photodetector
- Daya sinyal diterima (P_r) yang harus memiliki nilai sesuai prosedur
- Responsivitas (R) yang memiliki nilai sesuai data sheet photodetector
- Suhu effective (T_{eff}) berdasarkan prosedur dan data sheet photodetector
- Resistansi ekuivalen (R_{Load}) yang diberikan sesuai dengan data sheet photodetector.

Tabel 3.4 Parameter-Parameter Noise Power SNR

Parameter	value
Laser Bias Current (I_D)	200 nA
Transceiver Temperature	4000 K
Bandwidth Detector Cahaya	8 GHz
Responsivitas	0,8 A/W
Resistansi Ekuivalen	50 Ω
Input Power	-11,66 dBm

3.3.7. Membandingkan Hasil Pengukuran dan Perhitungan dengan Standarisasi

Membandingkan hasil pengukuran dan perhitungan *Signal to noise ratio* (SNR) pada *link* serat optik ruas Jatinegara-Cikupa perlu dilakukan agar tercapainya hasil yang sesuai dengan standar. Pada perancangan ini, hasil pengukuran harus lebih

kecil dari hasil perhitungan. Diharapkan menunjukkan hasil pengukuran *Signal to noise ratio* (SNR) $\geq 21,5$ dBm.

3.4. Instrumen Penelitian

Instrumen yang akan digunakan dalam penelitian yaitu aplikasi Netnumen U31 *Unified Network Management System* sebagai alat mengidentifikasi pengukuran, dan ZTE DWDM tipe M920 sebagai perangkat pengirim dan penerima pada serat optik di PT. Telkom,Tbk STO Jatinegara ruas Jatinegara-Cikupa. Pada aplikasi *Network Management System* dipilih tool OPM (*Optical Power Meter*) *Spectra* untuk melihat spectrum dan hasil *Signal to noise ratio* (SNR) dari jaringan serat optik yang digunakan. Pada metode manual instrument penelitian yang digunakan adalah rumus yang dapat menghitung *Signal to Noise Ratio* (SNR) pada media transmisi serat optik.

3.5. Prosedur Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan adalah dengan menggunakan prosedur sebagai berikut:

1. Studi literatur mengenai serat optik dan berbagai parameter *Signal to noise ratio* (SNR) serat optik.
2. Menentukan parameter *Signal to noise ratio* (SNR) yang akan diuji.
3. Menentukan panjang gelombang, jenis serat, daerah pengirim dan penerima, jenis penguat yang digunakan dalam pengujian.
4. Menentukan batasan nilai *Signal to noise ratio* (SNR) yaitu $\geq 21,5$ dB

5. Menentukan batasan dari setiap parameter yaitu daya output (*transmitted*) maximum 20-22 dB, daya input (*received*) maximum – 20 dB dan batasan redaman total tidak lebih dari 30 dB.
6. Melakukan pengukuran *Signal to noise ratio* (SNR) dengan menggunakan aplikasi *Network Management System*.
7. Menghitung nilai *Signal to noise ratio* (SNR) dengan menggunakan setiap parameter.
8. Menampilkan nilai setiap parameter dalam bentuk grafik.
9. Membandingkan nilai *Signal to noise ratio* (SNR) dari setiap parameter untuk mendapatkan parameter yang paling mempengaruhi perubahan *Signal to noise ratio* (SNR) serat optik.
10. Menyimpulkan parameter mana yang paling berpengaruh terhadap perubahan nilai *Signal to noise ratio* (SNR) berdasarkan hasil analisis.

3.6. Teknik Pengumpulan Data

Untuk pengumpulan data, penelitian ini menggunakan metode observasi dimana meliputi pencarian sumber literature serta mendeskripsikannya kemudian melakukan pengumpulan dan mengolah data. Adapun data – data yang digunakan dalam menyusun skripsi ini, yaitu berupa data primer dan sekunder.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dan dikumpulkan secara langsung, atau dengan kata lain data primer adalah data yang didapatkan dari hasil pengukuran di tempat penelitian menggunakan *software* aplikasi *Network Management System*. Data tersebut

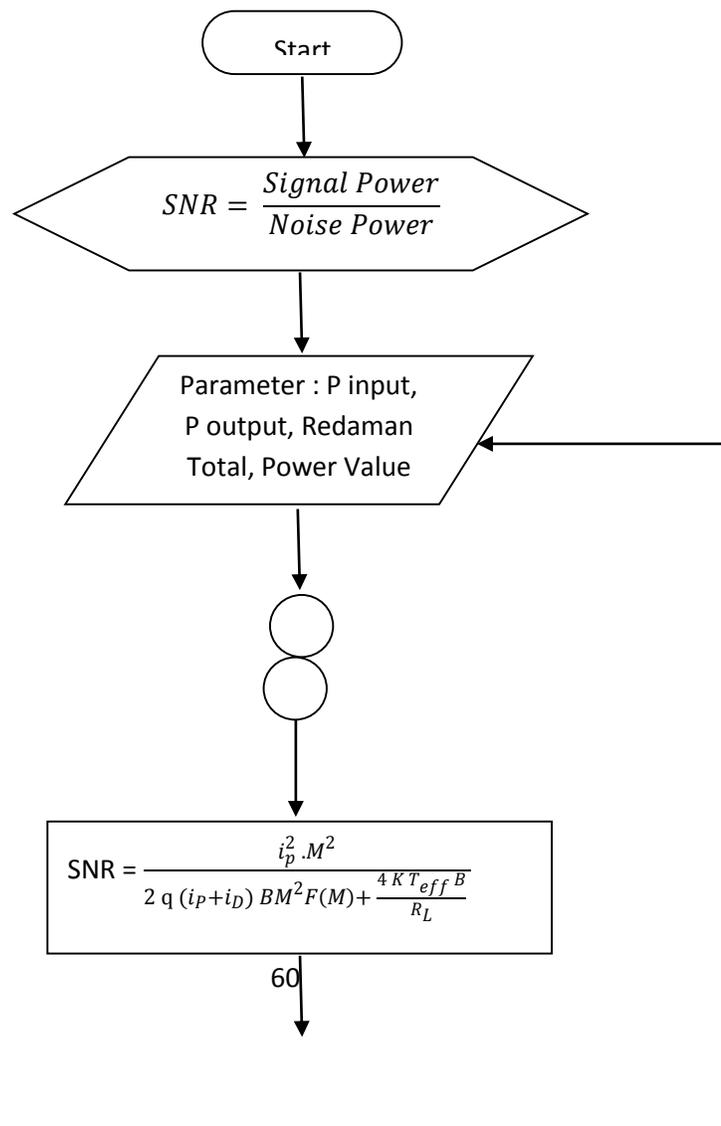
adalah hasil nilai *Signal to noise ratio* (SNR) dan tiap –tiap parameter yang ada di PT. Telkom, Tbk STO Jatinegara.

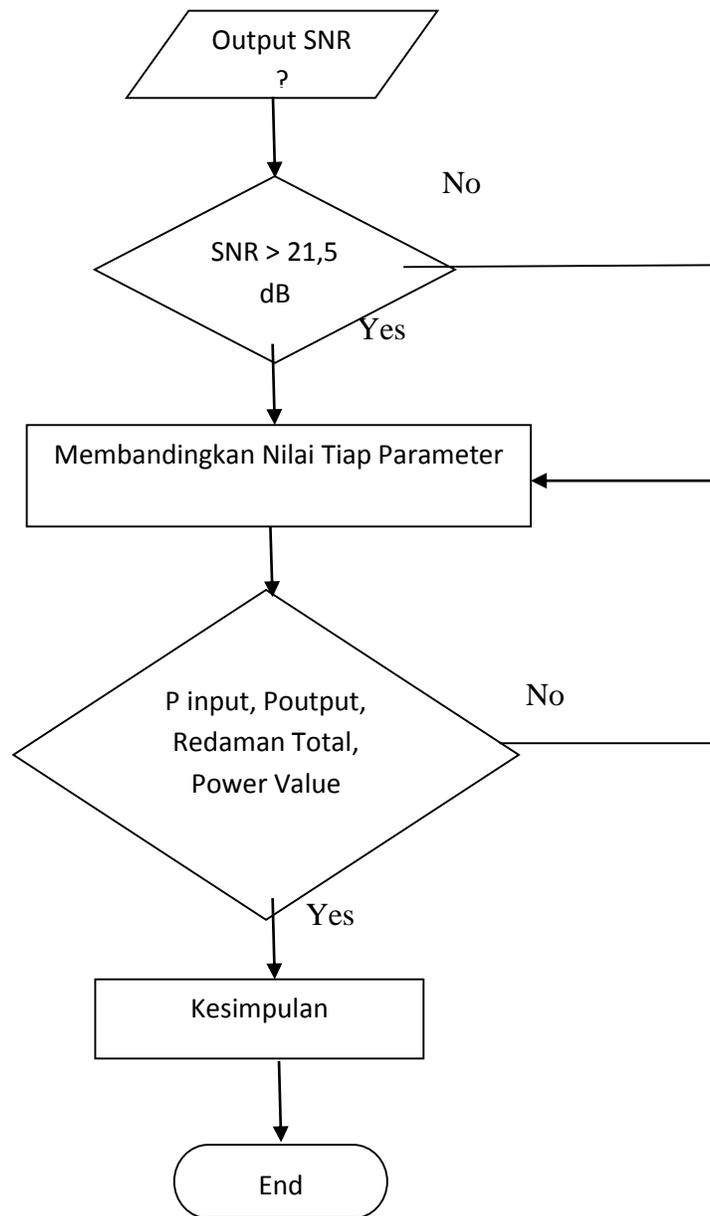
2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dan dikumpulkan secara tidak langsung. Peneliti menggunakan berbagai sumber literatur yang sudah ada seperti buku, jurnal, datasheet dan sebagainya. Data tersebut meliputi parameter-parameter *Signal to noise ratio* (SNR) serat optik dan data pendukung lainnya.

3.7. Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan alur seperti pada diagram alir berikut.





3.8. Teknik Analisis Data

Analisis data adalah kegiatan mengubah hasil penelitian menjadi informasi yang dapat digunakan untuk mengambil sebuah kesimpulan dalam suatu penelitian. Pada penelitian ini data yang dihasilkan dari praktik langsung menggunakan alat bantu akan dibuktikan menggunakan perhitungan teori yang didapat dari beberapa sumber literature. Sumber literature yang didapat akan menjadi acuan sebelum melakukan perhitungan

langsung agar dapat diprediksi nilai yang seharusnya. Teknik analisis data yang digunakan adalah statistik deskriptif yaitu menjelaskan hasil penelitian. Pada penelitian ini, data yang diperoleh berupa data primer dan data sekunder yang kemudian diolah dan menjadi acuan dasar untuk menganalisis parameter mana yang mempengaruhi perubahan *Signal to noise ratio* (SNR) pada *link* serat optik ruas Jatinegara – Cikupa. Nilai *Signal to noise ratio* (SNR) yang dihasilkan merupakan data primer dari hasil pengukuran menggunakan aplikasi *Network Management System* dan sekunder dari data berupa sumber literatur yang komprehensif.

BAB IV

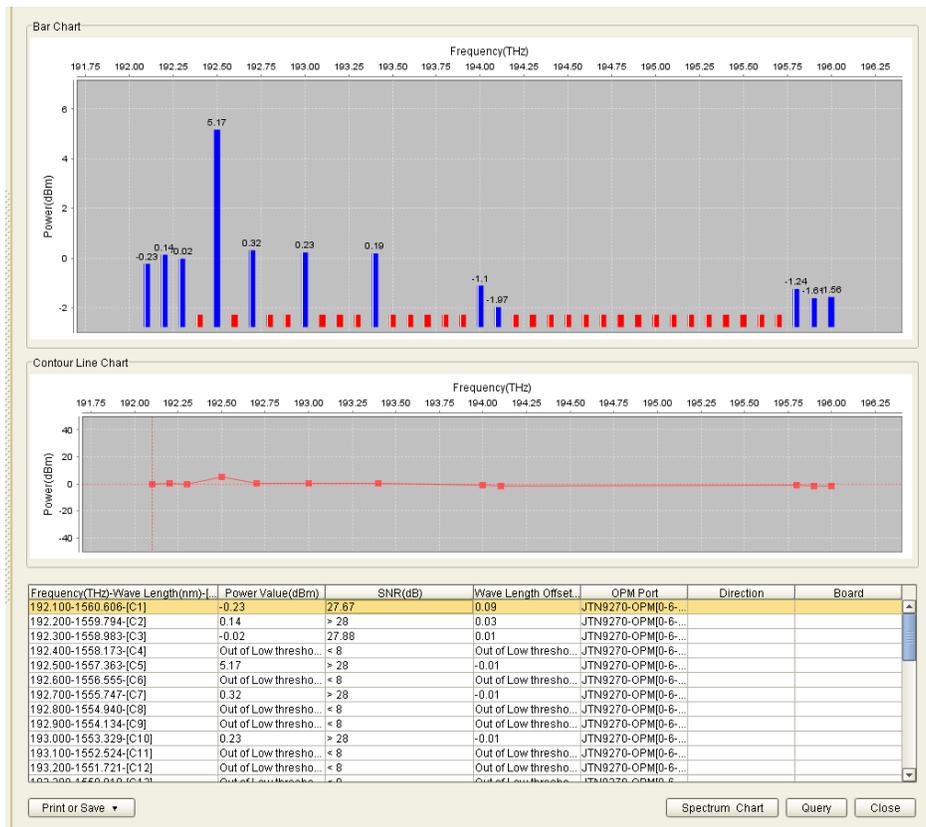
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Bab ini menjelaskan hasil analisis data pengukuran dan perhitungan *Signal to noise ratio* (SNR) serat optik yang dilakukan penulis. Hasil penelitian berupa perbandingan pengukuran dan perhitungan nilai *Signal to noise ratio* (SNR) sesuai dengan standar perusahaan PT.Telkom dan perbandingan nilai parameter – parameter yang mempengaruhi nilai *Signal to noise ratio* (SNR) serat optik ruas Jatinegara – Cikupa. Berikut hasil penelitian yang diperoleh.

4.1.1 Hasil Pengukuran Nilai *Signal To Noise Ratio* (SNR) Serat Optik

Berdasarkan hasil pengukuran *Signal to noise ratio* (SNR) pada transmisi serat optik ruas Jatinegara – Cikupa, didapatkan nilai *Signal to noise ratio* (SNR) semua saluran adalah diatas rata-rata 21,5 dB. Hal ini membuktikan bahwa keadaan kualitas transmisi dalam keadaan bagus. Nilai *Signal to noise ratio* (SNR) yang diukur adalah ruas Jatinegara-Cikupa dimana penerima adalah di Jatinegara. Karena menggunakan teknologi DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) maka dalam satu kabel serat optik menyalurkan beberapa panjang gelombang sekaligus. Berikut adalah data hasil pengukuran. Namun, ruang lingkup pengukuran dan perhitungan dibatasi hanya untuk saluran pertama.



Gambar 4.1 Hasil Ukur SNR Serat Optik ruas Jatinegara-Cikupa

Berdasarkan gambar diatas, nilai *Signal to noise ratio* (SNR) pada saluran pertama adalah 27,67 dB. Nilai tersebut telah sesuai dengan standar perusahaan yaitu > 21,5 dB. Terdapat *Power Value* yang merupakan tambahan nilai daya sinyal pada detector cahaya. Nilai *power value* pada saluran pertama adalah -0,23 dB. Nilai *power value* ini akan digunakan saat melakukan perhitungan. Pada jalur transmisi Jatinegara-Cikupa terdapat 12 saluran yang aktif, yaitu 12 panjang gelombang yang digunakan untuk menyalurkan data.

4.1.2 Hasil Perhitungan Nilai SNR Serat Optik

Perhitungan *Signal to noise ratio* (SNR) merupakan kombinasi dari *signal power* dan *noise power* dan juga parameter-parameter yang mempengaruhinya. Berdasarkan data yang sudah ada pada bab 3 berikut perhitungan nilai *Signal to noise ratio* (SNR) serat optik ruas Jatinegara-Cikupa pada saluran pertama :

Diketahui : $P_r = -11,66 \text{ dBm}$

$$P_r = 10^{\left(\frac{-11,66}{10}\right)} = 10^{-1,166} = 0,0682 \text{ mW} = 6,82 \cdot 10^{-5} \text{ Watt}$$

$$\left(\frac{n q}{h \nu}\right) = R = 0,8 \frac{A}{W}$$

$$M = -0,23 \text{ dB}$$

$$I_D = 200 \text{ nA}$$

$$B = 8 \text{ Ghz}$$

$$R_{\text{Load}} = 50 \Omega$$

$$T_{\text{eff}} = 4000 \text{ K}$$

Pergitungan pada *Signal Power* :

$$i_s^2 = i_p^2 \cdot M^2$$

$$i_s^2 = (R \cdot P_o)^2 \cdot M^2$$

$$i_s^2 = \left(0,8 \frac{A}{W} \times 6,82 \cdot 10^{-5} W \right)^2 (-0,23)^2$$

$$i_s^2 = (5,456 \cdot 10^{-5} A)^2 (0,0529)$$

$$i_s = \sqrt{29,767 \cdot 10^{-10} A^2 (0,0529)}$$

$$i_s = 5,456 \cdot 10^{-5} A (0,23)$$

$$i_s = 1,254 \cdot 10^{-5} A$$

Pergitungan pada *Noise Power* :

$$N = 2 q (i_p + i_D) B M^2 F(M) + \frac{4 K T_{eff} B}{R_L}$$

$$= 2 (1,625 \cdot 10^{-19} C) (5,456 \cdot 10^{-5} A + 200 \cdot 10^{-9} A) (8 \cdot 10^9 Hz) (-0,23)^2 +$$

$$\frac{4 (1,38 \cdot 10^{-23} J/K) (4000 K) 8 \cdot 10^9 Hz}{50 \Omega}$$

$$= (3,25 \cdot 10^{-19} C) (5,456 \cdot 10^{-5} A + 0,02 \cdot 10^{-5} A) (8 \cdot 10^9 Hz) (0,0529) + \frac{5,52 \cdot 10^{-23} (32 \cdot 10^{12})}{50}$$

$$= 3,25 \cdot 10^{-19} (5,476 \cdot 10^{-5} A) (0,42 \cdot 10^9) + \frac{176,6432 \cdot 10^{-11}}{50}$$

$$= ,25 \cdot 10^{-19} (2,29 \cdot 10^4) + 35,328 \cdot 10^{-11}$$

$$= 7,44 \cdot 10^{-15} + 35,328 \cdot 10^{-11}$$

$$= 0,0007475 \cdot 10^{-11} + 3,532 \cdot 10^{-11}$$

$$= 3,532 \cdot 10^{-11} A$$

Maka didapatkan hasil Perhitungan *Signal To Noise Ratio* (SNR)

$$\frac{S}{N} = \frac{i_p^2 \cdot M^2}{2 q (i_p + i_D) B M^2 F(M) + \frac{4 K T_{eff} B}{R_L}} = \frac{1,254 \cdot 10^{-5} A}{3,532 \cdot 10^{-11} A} = 0,355 \cdot 10^6 = 355039$$

$$SNR = 10 \text{ Log } 355039 = 55,5 \text{ dB}$$

4.1.3 Perbandingan Nilai SNR Hasil Pengukuran, Perhitungan dan Standar PT.Telkom

Tabel 4.1 Perbandingan Nilai SNR

Hasil	Pengukuran	Perhitungan	Standarisasi
SNR	27,67 dB	55,5 dB	> 21,5 dB

Berdasarkan tabel 4.1 diatas dikatakan bahwa hasil pengukuran 27,67 dB dan hasil perhitungan 55,5 dB. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh beberapa hal seperti adanya parameter lain yang tidak diketahui dalam rumus, parameter yang ada dalam formula rumus tidak bisa dimasukkan kedalam program karena tidak bisa mensetting program dan lain sebagainya. Namun data tersebut juga telah sesuai dengan standarisai perusahaan PT.Telkom yaitu > 21,5 dB.

4.1.4 Perbandingan Hasil SNR Serat Optik dengan Berbagai Parameter

Data *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang telah diambil untuk melakukan perhitungan merupakan data yang diambil pada tanggal 18 September. Selanjutnya dilakukan pengukuran

pada tanggal 6 November untuk melihat parameter-parameter yang mempengaruhinya berdasarkan perubahan parameter saat dilakukan pengukuran. Dibawah ini adalah tabel perubahan daya input (P_r), daya output (P_t) dan redaman total terhadap perubahan *Signal To Noise Ratio* (SNR).

Tabel 4.2 Perbandingan Hasil SNR Serat Optik dengan Berbagai Parameter

No	P Input (dBm)	P Output (dBm)	Redaman Total (dBm)	Power Value	SNR (dB)
1	-11.12	14.5	25.62	-0.72	27.24
2	-11.12	14.51	25.63	-0.7	27.26
3	-11.12	14.52	25.64	-0.76	27.19
4	-11.12	14.51	25.63	-0.75	27.21
5	-11.12	14.5	25.62	-0.74	27.22
6	-11.13	14.51	25.64	-0.7	27.26
7	-11.12	14.5	25.62	-0.76	27.24
8	-11.12	14.51	25.63	-0.72	27.25
9	-11.12	14.5	25.62	-0.74	27.21
10	-11.13	14.52	25.65	-0.72	27.21
11	-11.11	14.52	25.63	-0.7	27.27
12	-11.12	14.52	25.64	-0.74	27.25
13	-11.12	14.51	25.63	-0.72	27.26
14	-11.12	14.53	25.65	-0.72	27.23
15	-11.11	14.52	25.63	-0.7	27.25
16	-11.13	14.52	25.65	-0.76	27.21

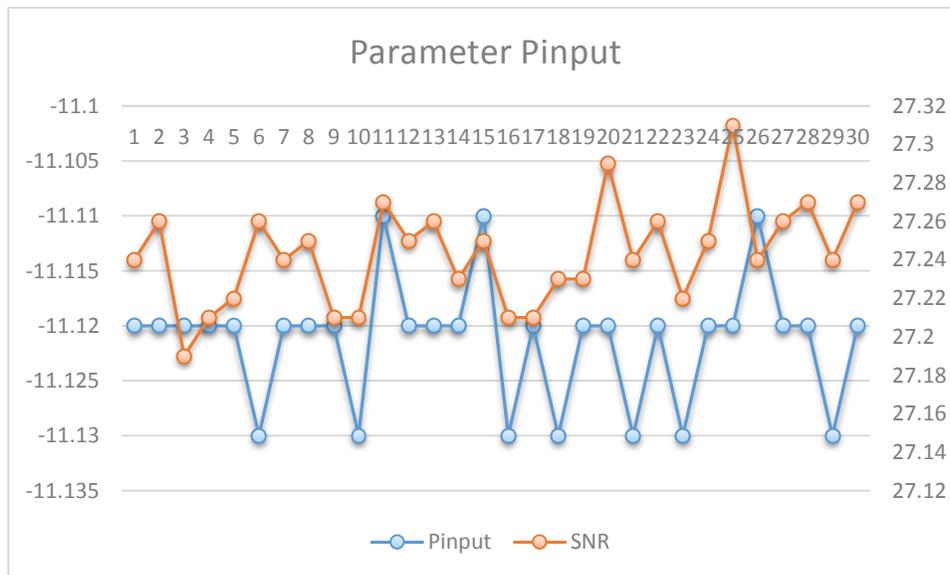
17	-11.12	14.51	25.63	-0.74	27.21
18	-11.13	14.51	25.64	-0.72	27.23
19	-11.12	14.52	25.64	-0.72	27.23
20	-11.12	14.5	25.62	-0.74	27.29
21	-11.13	14.51	25.64	-0.7	27.24
22	-11.12	14.49	25.61	-0.72	27.26
23	-11.13	14.5	25.63	-0.74	27.22
24	-11.12	14.52	25.64	-0.72	27.25
25	-11.12	14.51	25.63	-0.69	27.31
26	-11.11	14.51	25.62	-0.72	27.24
27	-11.12	14.49	25.61	-0.72	27.26
28	-11.12	14.51	25.63	-0.72	27.27
29	-11.13	14.52	25.65	-0.72	27.24
30	-11.12	14.51	25.63	-0.72	27.27

Pada tabel diatas data-data yang telah diambil merupakan perubahan dalam pengukuran dalam satu hari. Pengukuran tersebut dilihat pada perubahan *Signal to Noise Ratio* (SNR) saluran pertama. Dapat dilihat perubahan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang sedikit menurun karena perubahan nilai redaman total, *power value*, dan juga perubahan nilai daya yang dikirim (Poutput) yang menyebabkan nilai daya yang diterima (Pinput) juga berubah. Nilai P Input memiliki rentang nilai antara -11.11 dBm sampai -11.13 dBm; Nilai P Output memiliki rentang nilai antara 14.49 dBm sampai 14.52 dBm; Nilai redaman total memiliki rentang nilai antara 25.61 dBm sampai 25.65 dBm; Nilai power value memiliki rentang nilai antara -0.69 dBm sampai -0.76 dBm; Nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR)

memiliki rentang nilai antara 27.21 dB sampai 27.31 dB. Namun perubahan angka ini tidak menjadi masalah karena tidak berubah hingga tiga digit. Jika berubah hingga tiga digit maka perlu dilakukan pemeriksaan kembali karena akan sangat mempengaruhi perjalanan transmisi serat optik.

4.1.4.1. Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Pinput

Untuk melihat parameter mana yang paling mempengaruhi maka data-data yang telah didapatkan tersebut dianalisis menggunakan grafik berikut ini.



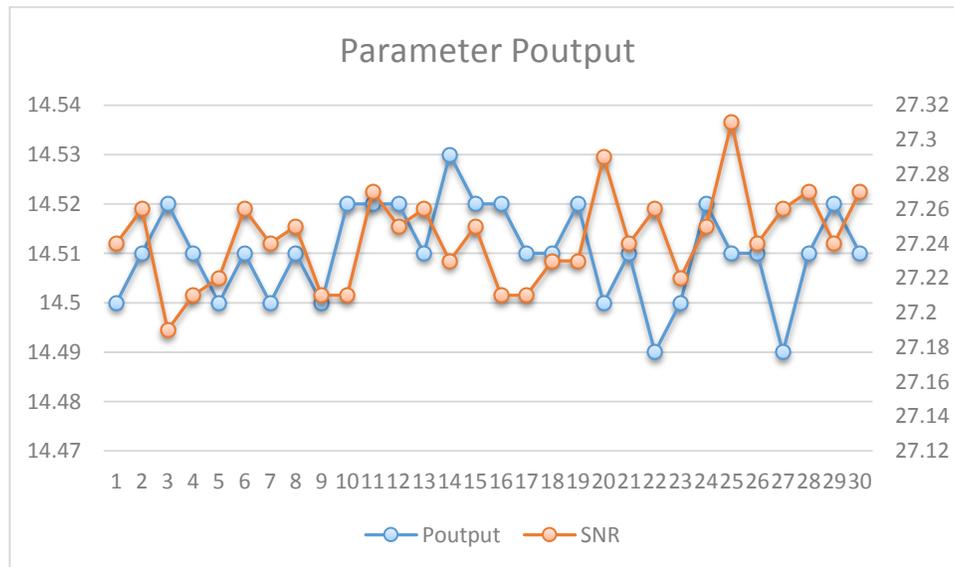
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Pinput

Pinput merupakan daya yang masuk dan diterima (*receive*) oleh perangkat detector cahaya. Dalam hal ini rentang nilai Pinput hanya -11.11 dBm, -11.12 dBm, dan -11.13 dBm. Berdasarkan data pada tabel 4.2 dan gambar 4.2, dapat diketahui bahwa perubahan daya input

(Pr) tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap perubahan *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik. Perubahan daya input (Pr) tergantung pada daya output (Pt) yang dikirim dikurang dengan nilai redaman total. Jadi dapat diketahui bahwa daya input (Pr) tidak mempengaruhi perubahan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR).

4.1.4.2. Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Poutput

Poutput merupakan daya yang dikeluarkan (*transmitted*) untuk mengirimkan cahaya. Seharusnya nilai Poutput yang tinggi akan menyebabkan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) semakin naik. Namun perubahan nilai Poutput tidak sejalan dengan perubahan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR), ini disebabkan oleh adanya parameter lain yang lebih mempengaruhi nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR), sedangkan parameter Poutput hanya memberikan pengaruh yang sedikit. Hasil pengukuran nilai Poutput pada saluran pertama serat optik ruas Jatinegara-Cikupa ditunjukkan pada gambar 4.3.

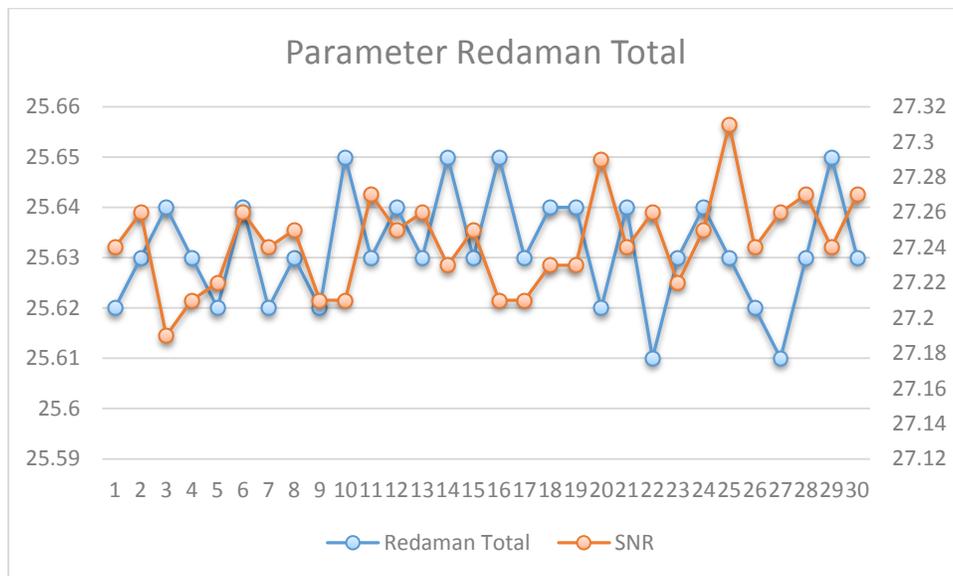


Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Poutput

Berdasarkan gambar 4.3, grafik perbandingan nilai daya output atau daya yang dikirimkan tidak memberikan pengaruh yang sedikit terhadap perubahan *signal to noise ratio* (SNR). Pada data ke 3, nilai Poutput meningkat namun nilai *signal to noise ratio* (SNR) menurun karena nilai redaman total yang meningkat. Pada data ke 5, nilai Poutput menurun, namun karena adanya nilai redaman total yang turun dan *power value* yang menaik maka nilai *signal to noise ratio* (SNR) semakin naik. Pada data ke 10 dan 11 memiliki nilai Poutput yang sama, namun karena data ke 11 memiliki nilai redaman total lebih kecil dan nilai *power value* lebih besar daripada data ke 10, maka nilai *signal to noise ratio* (SNR) meningkat. Sedangkan data ke 12, nilai redaman meningkat maka nilai *signal to noise ratio* (SNR) menjadi turun. Pada data ke 13, *signal to noise ratio* (SNR) meningkat karena nilai redaman total menurun. Data ke 14, *signal to noise ratio* (SNR) menurun karena nilai redaman total meningkat. Pada data ke 20 dan 22, *signal to noise ratio* (SNR) meningkat karena nilai redaman total menurun padahal nilai Poutput menurun. Berbeda dengan data ke 21 *signal to noise ratio* (SNR) menurun karena adanya nilai redaman total yang meningkat juga pada data ke 23 karena nilai redaman total meningkat. Sedangkan data yang ke 25 *signal to noise ratio* (SNR) meningkat karena *power value* yang besar, berbeda dengan data ke 26 *signal to noise ratio* (SNR) menurun karena *power value* yang menurun pada nilai redaman total menurun. Pada data ke 29, *signal to noise ratio* (SNR) menurun karena nilai redaman total yang meningkat padahal Poutput meningkat. Jadi Poutput tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap perubahan *signal to noise ratio* (SNR).

4.1.4.3. Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Redaman Total

Perubahan nilai redaman total mempengaruhi nilai *signal to noise ratio* (SNR) serat optik. Agar *signal to noise ratio* (SNR) meningkat maka nilai redaman total tidak boleh meningkat, namun karena adanya pengaruh parameter lain yaitu *power value* memberikan pengaruh juga terhadap perubahan nilai *signal to noise ratio* (SNR) serat optik. Berikut penjelasan gambar 4.3.



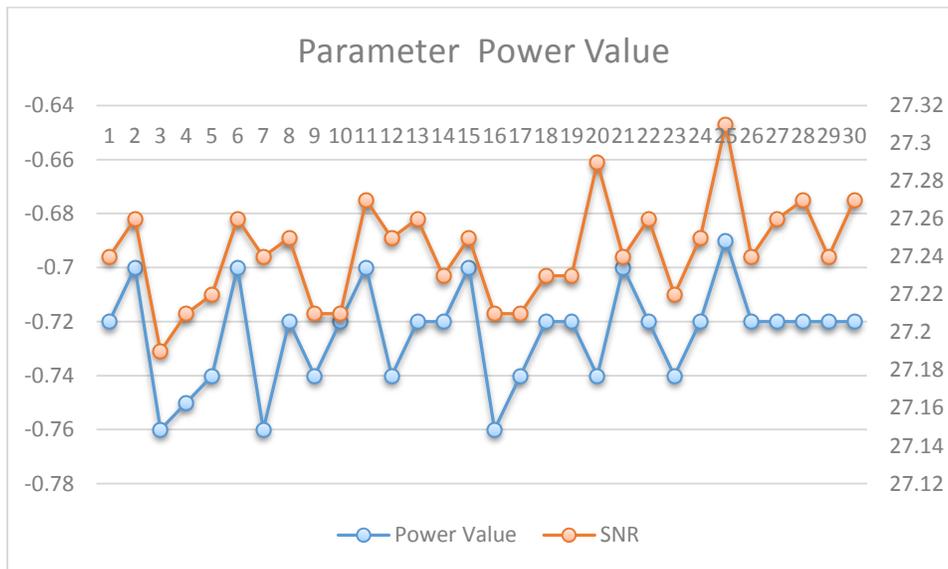
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Redaman Total

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.4 pada data ke 2, nilai redaman total meningkat namun karena *power value* meningkat maka nilai *signal to noise ratio* (SNR) juga meningkat. Pada data ke 3, nilai *signal to noise ratio* (SNR) menurun karena nilai redaman total meningkat dan *power value* menurun. Data ke 4, nilai redaman total menurun namun *power value* meningkat menyebabkan *signal to noise ratio* (SNR) meningkat. Data ke 6, nilai redaman total meningkat namun *power value* meningkat menyebabkan nilai *signal to noise*

ratio (SNR) meningkat. Data ke 7, nilai redaman total menurun namun *power value* menurun menyebabkan nilai *signal to noise ratio* (SNR) meningkat. Data ke 8, nilai redaman total meningkat namun karena *power value* meningkat maka *signal to noise ratio* (SNR) juga meningkat. Data ke 9, nilai redaman total menurun dan *power value* menurun maka nilai *signal to noise ratio* (SNR) menurun, begitu juga seterusnya. Nilai redaman total memberikan pengaruh yang berarti terhadap perubahan nilai *signal to noise ratio* (SNR). Untuk mendapatkan kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR) yang bagus maka nilai redaman total harus sangat kecil dan *power value* yang besar agar nilai *signal to noise ratio* (SNR) semakin besar.

4.1.4.4. Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil *Power Value*

Power value merupakan nilai tambahan daya pada detector cahaya. *Power value* juga mempengaruhi perubahan *signal to noise ratio* (SNR) serat optik. Semakin tinggi nilai *power value* maka nilai *signal to noise ratio* (SNR) juga akan semakin tinggi.



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil *Power Value*

Dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.5, perubahan nilai *signal to noise ratio* (SNR) sejalan dengan perubahan nilai *power value*. Pada data ke 13 dan 14, *power value* sama namun *signal to noise ratio* (SNR) berubah karena adanya pengaruh redaman total yang lebih besar pada data ke 14 yaitu 25,65 dBm yang menyebabkan nilai *signal to noise ratio* (SNR) menurun. Data ke 25 memiliki nilai *power value* yang lebih besar yaitu -0,69 dB menyebabkan nilai *signal to noise ratio* (SNR) tinggi yaitu 27,31 dB. Pada pengambilan data ke 27 sampai 30, nilai *power value* tetap namun perubahan *signal to noise ratio* (SNR) disebabkan oleh perubahan nilai redaman total. Pada data ke 29 nilai *signal to noise ratio* (SNR) menurun karena adanya redaman total yang tinggi yaitu 25,65 dBm, sedangkan pada data ke 30 redaman totalnya 25,63 dBm.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan maka dapat diketahui parameter yang mempengaruhi *signal to noise ratio* (SNR) tidak hanya redaman total, namun juga nilai *power value* yaitu nilai daya tambahan yang digunakan perangkat pgotodetector APD. Pada saat pengambilan data, perubahan *signal to noise ratio* (SNR) dan *power value* berbeda tempat dengan perubahan P_{input} , P_{output} dan redaman total sehingga bisa saja terjadi perubahan P_{input} , P_{output} dan redaman total yang tidak seiring dengan perubahan *signal to noise ratio* (SNR) dan *power value*. Sejauh ini ditemukan dua parameter yang sangat mempengaruhi perubahan *signal to noise ratio* (SNR) yaitu nilai redaman total dan *power value*.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan selama penelitian, analisis parameter *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik di PT.Telkom, Tbk ruas Jatinegara – Cikupa dapat disimpulkan bahwa:

Signal to Noise Ratio (SNR) serat optik diketahui telah dipengaruhi oleh berbagai faktor yang ada diantaranya yaitu P_{input} (daya yang diterima), P_{output} (daya yang dikirim), redaman total, dan *power value* (nilai daya tambahan sinyal). Didapatkan hasil penelitian parameter yang paling mempengaruhi perubahan kualitas transmisi *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik secara signifikan yaitu *power value* dan redaman total. Dimana *power value* diperoleh dari nilai daya tambahan sinyal photodetector APD dan redaman total diperoleh dari jumlah total keseluruhan redaman yang terjadi sepanjang transmisi serat optik.

Agar kualitas transmisi semakin meningkat atau semakin bagus maka daya sinyal harus lebih besar daripada *noise*. Ini dipengaruhi oleh nilai redaman total yang harus seminim mungkin dan nilai power (*power value*) harus tinggi, maka dapat disimpulkan nilai redaman total berbanding terbalik dengan *power value*.

5.2 Saran

1. Penggunaan perangkat-perangkat pengukuran disarankan dijaga keamanannya agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan saat melakukan pengukuran.
2. Sebaiknya pengecekan alat pengukuran dan kualitas transmisi khususnya *signal to noise ratio* (SNR) dilakukan secara berkala, agar mengetahui kondisi suatu jaringan serat optik.
3. Dengan adanya keterbatasan tempat dan waktu, diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat lebih menganalisis *signal to noise ratio* (SNR) kemungkinan adanya parameter lain yang mempengaruhi *signal to noise ratio* (SNR) serat optik dan juga menganalisis kualitas transmisi lainnya yaitu *bit error rate* (BER) untuk mengembangkan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2004. *PL 1.3-Dasar Sistem Komunikasi Optik, OPTICAL ACCESS NETWORK*.

Bandung: PT.Telkom Indonesia, Tbk TELKOMRISATI (R&D Center).

Crisp, Jhon. & Elliot, Barry. 2006. *Serat Optik Sebuah Penghantar*. Ed ke-3. Jakarta:

Erlangga.

[FT] Fakultas Teknik. 2006. *Buku Pedoman Skripsi/Karya Inovatif/Komprehensif*. Jakarta:

Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Keiser, Gerd. 1991. *Optical Fiber Communication*. Ed ke-2. USA: Mc Graw-Hill, Inc.

<https://adeadnani.wordpress.com/2011/04/01/teknologi-dwdmdense-wavelength-division->

[multiplexing](https://adeadnani.wordpress.com/2011/04/01/teknologi-dwdmdense-wavelength-division-) [10 November 2015]

[Http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/media-transmisi-tipe-kabel](http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/media-transmisi-tipe-kabel)

[9 September 2015].

[Http://kbbi.web.id/analisis](http://kbbi.web.id/analisis) [2 September 2015].

Santoso, Gatot. 2005. *Teknik Telekomunikasi*.

Santos, Gempur. 2005. *Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Surabaya :

Prestasi Pustaka Publisher.

Toago, P Sembara, dkk, *Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) berteknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Perumahan Citralandu Palu*, Universitas Tadulako: Sulawesi Tengah.

Fajri Tanjung, Akhmad Hambali & R.Bambang Cahyo Widodo, *Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Coarse Wavelength Multiplexing (CWDM) Untuk Perumahan Pesona Ciwastra Village Bandung*, Universitas Telkom: Bandung.

Widodo, Thomas Sri. 1995. *Optoelektronika, Komunikasi Serat Optik*. Yogyakarta: Andi Offset.

Zulfadjri Basri.H, Rhiza S.Sadjad & Zet Yulius.B, *Jaringan Lokal Akses Fiber Dengan Konfigurasi Jaringan Fiber To The Home*, Universitas Hasanuddin: Makassar.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Yetha Vionita Siagian, lahir di Tebing Tinggi, Sumatera Utara pada tanggal 6 Juli 1993. Anak kelima dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Jansen Siagian dan Ibu Setia br. Silaban. Bertempat tinggal di Jln. Pemuda, Rawamangun, Jakarta Timur. Pendidikan formal yang pernah ditempuh Sekolah Dasar (SD) Swasta RA. Kartini Tebing Tinggi tamat tahun 2005, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 9 Tebing Tinggi tamat tahun 2008, Sekolah Menengah Atas (SMA) Swasta F.Tandean Tebing Tinggi tamat tahun 2011. Kemudian meneruskan pendidikan ke Perguruan Tinggi Negeri pada tahun 2011 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan diterima di Universitas Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Bidang Konsentrasi Peminatan Telekomunikasi. Selama kuliah, aktif dalam kegiatan organisasi Persekutuan Mahasiswa Kristen (PMK) di kampus Universitas Negeri Jakarta.

Email: yethasiagian@gmail.com.