

SKRIPSI

**KEANDALAN RANCANGAN PADA PENENTUAN PARAMETER
TRANSMISI FIBER OPTIK TERHADAP SISTEM MULTIPLEKS**



OLEH

SYA'BAN FITRAH R

YADI SURYADI M

10582108012

10582111812

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIKI ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2019



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221
Website: www.unismuh.ac.id, e_matt: unismuh@QmaU.com
Website: <http://teknik.unisrouh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : KEANDALAN RANCANGAN PADA PENENTUAN PARAMETER TRANSMISI FIBER OPTIK TERHADAP SISTEM MULTIPLEKS

Name : 1. Syaban Fitrah R
2. Yadi suryadi M

Stambuk : 1. 10582 1080 12
2. 10582 1118 12

Makassar, 05 Juli 2019

Telah Oiperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen PembtmbiAg;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Rizal Ahdiyati Duyo, S

.T.M.T

Mengetahui, Ketua
Jurusan Elektro

l , S.T., M.J.c.l.
t- NBM: 1044 202 'f

..



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Syaban Ibrahim R dengan nomor induk Mahasiswa 10E132 1080.1.2 dan Yamsuryadi M dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1118 12, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0007/SK-Y/20201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Rabu tanggal 03 Juli 2019.

Panitia Ujian :

Makassar, _____

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

b. Sekretaris : Adriani, S.T., M.T

3. Anggota : 1. Dr. Umar Katu, S.T., M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Rizal Ahdiyat Duyo, S.T., M.T

Dekan

Ir. Kamzah At Hnran, S.T., M.T., FPM

NBM : 855 500

ABSTRAK

Tugas akhir ini berjudul : **Keandalan Rancangan Pada Penentuan Parameter Transmisi Fiber Optik Terhadap Sistem Multipleks**

adapun tujuan penulisan ini adalah : Menganalisis perencanaan sistem telekomunikasi serat optik multipleks Makassar, untuk mendapatkan sirkuit, system dan jumlah system yang dirancang pada system telekomunikasi serat optik multipleks, mendapatkan keandalan rancangan system telekomunikasi serat optik pada multipleks.

Adapun hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah terhadap system perambatan cahaya, serat optik jenis step index single mode ditinjau dari segi perambatan cahaya adalah sangat baik karena perambatan yang lurus Jenis serat optik yang jenis perambatan cahayanya tidak lurus sehingga agak lambat tiba di tujuan dibanding yang lurus. Transfer Sirkuit didapat dari data trafik interest dalam menentukan jumlah sirkuit, Total Sistem adalah jumlah total sistem baik hubungan outgoing, hubungan incoming maupun cadangan sistem (spare) jika nantinya terjadi kelebihan aliran trafik, untuk itu disediakan cadangan sistem dari jumlah kebutuhan outgoing dan incoming. Naiknya trafik yang ditawarkan sangat ditentukan oleh jumlah satuan sambungan telepon yang terpasang dan calling ratenya. Jika ditinjau pada keluaran sentral telepon aliran trafik sangat ditentukan oleh Grade of Service yang disediakan sehingga penyediaan sirkuit turut berpengaruh. Transfer Sistem didapat dengan mentransfer jumlah sirkuit ke jumlah sistem pada saluran Mbps. Transfer tersebut dengan cara jumlah sirkuit dibagi dengan atau kata lain satu sistem sama dengan sirkuit. Dengan menggunakan sistem multipleks yang ordenya lebih tinggi maka kemampuan berinterkoneksi akan lebih baik.

Kata kunci: fiber, optik, trafik, sirkuit dan multipleks

ABSTRACT

This final project is entitled: **Design Planning in Determining the Parameters of Optical Fiber Transmission to Multiplex Systems**

As for the purpose of this update are: Analyzing the planning of Makassar's multiplex optical fiber telecommunications system, to obtain a cyclical system, systems and quantities designed for multiplex fiber optic telecommunications systems, to get applications designed for optical fiber telecommunication systems on multiplexes.

The results obtained in this study are about light propagation systems, single fiber optic step index mode in terms of excellent light propagation for straight propagation. Types of optical fibers whose light propagation types cannot be fast moored. Transfers are obtained from interest traffic data in determining the number of circuits, Total System is the total system of both outgoing, incoming and outgoing system reserves (reserves) if needed regarding the excess flow of traffic funds, to provide a system reserve of the number of outgoing and incoming needs. The increase in traffic offered is very much determined by the number of telephone connection units that are installed and call the program. When viewed 'in a central telephone line, the traffic lane is very much determined by the level of service provided so that the circuits supported are supported. Transfer systems are obtained by transferring the number of circuits to the number of systems on the Mbps channel. The move with the number of circuits is divided in other words, one system is the same as the circuit. By using a multiplex system whose idea is higher, the ability to interconnect will be better.

Keywords: fiber, optics, traffic, cycles and multiplexes

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah : “Keandalan Rancangan Pada Penentuan Parameter Transmisi Fiber Optik Terhadap Sistem Multipleks”

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulis maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segalan ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Hamzah Al Imran, ST, MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

2. Ibu Adriani, ST, MT., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak DR. Ir. H. Zahir Zainuddin, M. Sc selaku Pembimbing I dan Bapak Rizal A Duyo, ST, MT, selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
4. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai pada fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2012 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, Juli 2019

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	ii
Lembar Pengesahan	iii
Abstrak	iv
Kata Pengantar	v
Daftar isi	vii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Tujuan Penulisan	2
C. Manfaat	2
D. Batasan Masalah	3
E. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Serat optik	5
B. Komposisi Kabel Serat Optik	5
C. Sentral Telepon Otomatis	6
D. Juction	7
E. Konfigurasi Jaringan	7
F. Traffik	9
1. Traffik yang ditawarkan	9

2. Traffik interest	9
G. Grade Of Service	10
H. Jenis Kode Saluran	10
I. Modulasi Kode Pulsa (PCM)	11
1. Sampling	11
2. Quantizing	12
3. Coding	13
J. Bagian-Bagian Sistem Fiber Optik	13
1. Multiplexer Orde Pertama (PCM 30)	13
2. Multiplexer Digital Orde Kedua.....	14
3. Multiplexer Digital Orde Ketiga	15
4. Multiplexer Digital Orde Keempat	15
5. Line Switcher	16
6. Line Terminal Equipment	16
7. Konektor	17
8. Pengertian Dasar dan Struktur Serat Optik	17
K. Macam-Macam Serat Optik	18
1. Step Index Multimode	19
2. Graded Index Multimode	22
3. Step Index Singlemode	22
L. Sifat-Sifat Transmisi Serat Optik	23
1. Redaman Didalam Serat	23
2. Penyambungan	23

3. Pelebaran Pulsa	25
M. Dispersi Total dan Kecepatan Transmisi Maksimum	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
A. Waktu Dan Tempat	28
a. Waktu	28
b. Tempat	28
B. Gambar	28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	32
A. Data Sistem Transmisi	32
1. Subsistem dan Parameter yang Diinginkan	32
2. Data Serat Optik Dan Konektor.....	32
a. Serat Optik	32
b. Konektor	33
3. Perhitungan Parameter Yang Berlaku Sama	33
a. Perbedaan Indeks Bias Relatif	33
b. Lebar Pulsa yang diterima dan diperlebar.....	33
c. Dispersi Mode Per Kilometer Panjang	34
d. Junction antara UP-1 -UP-3	34
e. Junction antara UP-3-UP-4	37
f. Junction antara UP-2 - UP-5	39
g. Junction antara UP-1 -UP-2	41
h. Junction antara UP-3 - UP-5	41

B. Analisis Traffik	46
1. Data	46
2. Perhitungan Traffik	47
a. Traffik yang ditawarkan	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
A. Kesimpulan	49
B. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi jaringan bintang	8
Gambar 2.2. Konfigurasi jaringan mata jala	8
Gambar 2.3. Contoh suatu sinyal yang dikode dengan CMI	11
Gambar 3.1.Multiplekser Order Pertama	13
Gambar 3.2.Multiplekser Orde Kedua	14
Gambar 3.3.Multiplekser Digital Orde Ketiga	15
Gambar 3.4.Multiplekser Digital Orde Keempat	16
Gambar 3.5.Struktur Kabel Serat Optik	18
Gambar 3.6.Perambatan cahaya pada serat Step Indeks Multimode.....	19
Gambar 3.7.Sudut batas	19
Gambar 3.8.Sudut datang pada Step indeks Multimode	20
Gambar 3.9.Perambatan cahaya pada serat Graded Indeks Multimode	22
Gambar 3.10.Perambatan cahaya pada serat Step Indeks Single Mode	22
Gambar 3.11.Kedua serat terpisah oleh jarak (S)	24
Gambar 3.12.Pergeseran sumbu inti serat (d)	24
Gambar 3.13.Sudut celah antara serat (0)	25
Gambar 4.1. Kurva Selisih Indeks Biasa Relatif	33

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Traffik Interest Outgoing dan Incoming

Tabel 4.2 Jumlah Sirkuit

Tabel 4.3 Jumlah Sistem

Tabel 4.4 Jumlah Total Sistem



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, maka serat optik menjadi menarik setelah perkembangan dari Laser semikonduktor yang pertama dan setelah *Corning Glasswork* berhasil dalam memproduksi serat optik dengan redaman hanya 4 dB per kilometer pada tahun 1972.

Penemuan transmisi optik merupakan pemikiran yang revolusioner, akan tetapi konsep dari komunikasi dengan menggunakan cahaya telah diketahui sejak akhir abad ke 19. Transmisi optik telah dipikirkan sejak tahun 1881.

Kebutuhan akan jasa telekomunikasi dalam masyarakat semakin meningkat pula, mengingat telekomunikasi adalah salah satu sarana yang penting bagi manusia untuk penyampaian informasi.

Telekomunikasi adalah komunikasi jarak jauh yang dapat diartikan sebagai pertukaran informasi dari suatu tempat ke tempat yang lain. Informasi ini dapat berupa suara, tulisan, data dan gambar.

Sebelum menggunakan kabel serat optik sistem telekomunikasi menggunakan kabel tembaga tetapi karena dengan menggunakan kabel tembaga memiliki kekurangan antara lain : redamannya besar, kapasitasnya kecil maka dirancanglah sistem komunikasi serat optik yang

memiliki kelebihan, yaitu redaman transmisi yang kecil, kapasitas kanal yang besar, dapat menyalurkan band width yang lebar, tidak terjadi induksi.

A. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah adalah :

1. Menentukan parameter transmisi fiber optik
2. Meenghitung parameter-parameter yang berlaku sama pada masing-masing lintasan junction antar sentral telepon
3. Menganalisis perencanaan sistem telekomunikasi serat optik pada multipleks.

B. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan ini adalah :

1. Menganalisis perencanaan sistem telekomunikasi serat optik multipleks Makassar.
2. Untuk mendapatkan sikrit , sytem dan jumlah system yang dirancang pada system telekomunikasi serat optik multipleks
3. Mendapatkan keandalan rancangan system telekomunikasi serat optik pada multipleks.

C. Manfaat

1. Untuk mendapatkan redaman pada sistem komunikasi serat optik multiples
2. Untuk mendapatkan estimasi jumlah satuan sambungan telepon untuk masing-masing sentral

3. Untuk menentukan jumlah total sistem baik hubungan outgoing, hubungan incoming maupun cadangan sistem (spare) jika nantinya terjadi kelebihan aliran traffic

D. Batasan Masalah

Adapun batasan batasan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Penentuan jenis serat optik terhadap sistim perancangan system multipleks.
2. Transfer Sirkuit dari data traffik interest dalam menentukan jumlah sirkuit
3. Transfer Sistem jumlah sirkuit ke jumlah system saluran.

E. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dalam penulisan ini, maka penulis akan menguraikan secara garis besar yang terkait dalam tulisan ini yaitu

Bab I : Pendahuluan membahas latar belakang masalah, rumusan masalah. tujuan penulisan, batasan masalah, Sistematika penulisan.

Bab II : Tinjauan Pustaka membahas konfigurasi jaringan, traffik, grade of service, kode saluran, modulasi kode pulsa.

Bab III : Metodologi Penelitian Membahas Tentang waktu, tempat dan metode penelitian

Bab IV : Hasil penelitia dan Pembahasan membahas tentang Fiber optik membahas tentang multiplekser, line switcher, optikal line terminal equipment, serat optik. Analisis perencanaan membahas perhitungan analisis transmisi dan traffik

Bab V : Penutup berisis Kesimpulan dan saran



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Serat Optik

Untuk memahami sifat dari sinar laser dan untuk mempelajari aplikasi laser itu sendiri dalam bidang lain, maka yang harus dipahami terlebih dahulu adalah sifat yang dimiliki gelombang cahaya biasa yang ada di alam ini. Untuk mengetahui karakteristik cahaya, diperoleh dengan mengkombinasikan propagasi medan listrik dan medan magnet dalam ruang terhadap waktu.

B. Komposisi Kabel Serat Optik

Komposisi kabel serat optik terdiri dari tiga elemen dasar yaitu :

1. Elemen pertama dari serat optik adalah merupakan konduktor yang sebenarnya disebut inti (*core*) dengan gelombang cahaya yang dikirim akan merambat dan mempunyai *indeks* bias yang lebih besar dari *indeks* bias lainnya, bahannya kristal kelas tinggi yang bebas air terbuat dari kaca, gelas, silikon yang berdiameter 2 – 200 um tergantung dari jenis serat optiknya. Ketebalannya dari inti merupakan hal yang penting, karena menentukan karakteristik dari kabel.

2. *Gladding* dilapiskan pada *core* (inti),

Gladding ini juga terbuat dari gelas yang berdiameter antara 2-250 um, tetapi *indeks* biasanya berbeda dengan *indeks* bias dari *core*, yaitu lebih kecil. Hubungan antar kedua *indeks* bias, refraksi tersebut dibuat kritis. Hal itu memungkinkan sumber cahaya terjadi pemantulan total, dari berkas cahaya yang merambat berada di bawah sudut kritis sewaktu dilewatkan informasi sepanjang serat optik.

3. *Coating* (pembungkus atau jaket)

Sekeliling *core* dan *gladding* dibalut dengan plastik *coating* yang berfungsi untuk melindungi *serat* optik dari tekanan luar. Dalam kenyataannya ada tiga jenis *coating* yang digunakan yaitu: primer, sekunder dan *coating* pelindung. Serat optik biasanya terletak bebas di dalam *coating* sekunder yang berbentuk tabung

C. Sentral Telepon Otomatis

Di dalam jaringan lokal mungkin dilayani oleh satu atau lebih sentral lokal. Jika hanya terdiri dari sebuah sentral lokal, maka daerah penomorannya disebut daerah sentral lokal.

Sedangkan daerah penomoran yang dilayani oleh lebih dari satu sentral lokal disebut daerah sentral jamak yang biasa disebut system multipleks.

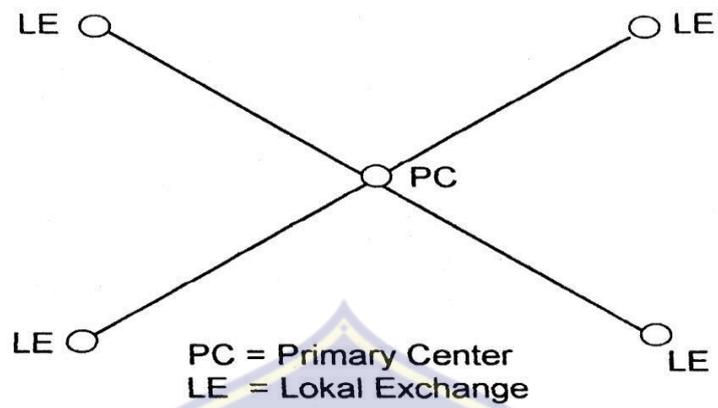
D. Junction

Junction adalah penyaluran sinyal – sinyal informasi dua arah yaitu sistem informasi dua arah yang pasangan kanal komunikasi dengan segala sarannya antara dua buah sentral yang dapat menyalurkan sinyal-sinyal informasi dari kedua arah, atau biasa disebut junction. sepasang kanal komunikasi dengan segala sarannya antara dua buah sentral yang dapat menyalurkan sinyal-sinyal informasi dari kedua arah disebut sikrit.

E. Network star dan mesh

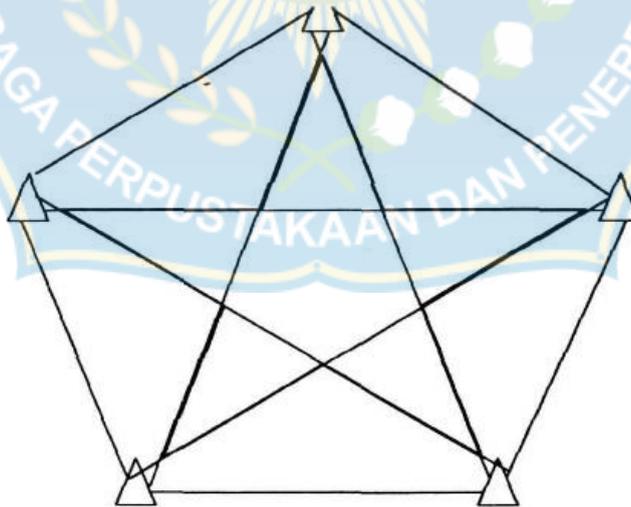
Konfigurasi jaringan transmisi antara sentral telepon ada beberapa macam tergantung banyaknya sentral telepon yang ada pada daerah tersebut dan kebutuhan lalu lintas telepon. Namun yang paling dasar adalah Jaringan Bintang (Star Network) dan Jaringan Mata Jala (Mesh Network).

Konfigurasi Jaringan Bintang merupakan konfigurasi jaringan transmisi dimana terdapat satu sentral yang disebut Sentral induk. Sedangkan sentral lainnya yang berada di sekitar sentral tersebut masing-masing hanya terhubung ke sentral induk atau dengan kata lain sentral induk ini berfungsi sebagai Sentral Transit Lokal. Konfigurasi ini dapat dilihat pada gambar



Gambar 2.1. Konfigurasi Jaringan Bintang

Konfigurasi jaringan mata jala (Mesh Network) adalah konfigurasi jaringan transmisi dimana semua sentral yang ada saling terhubung satu sama lain sehingga semua sentral mempunyai derajat yang sama sebagai Sentral Lokal. Konfigurasi jaringan mata jala dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Konfigurasi Jaringan Jala

F. Layanan Sambungan

Permintaan sambungan dari pelanggan atau call yang datang ke sentral merupakan beban, yang sering dinyatakan sebagai trafik. Satuan trafik adalah Erlang, yang diambil dari nama seorang ahli matematika yang hasil temuannya merupakan dasar-dasar teori trafik yakni Mr. Erlang (1878 - 1929). Menurut Ramsey (1974) satu Erlang menggambarkan satu sirkuit yang diduduki selama satu jam. Sedangkan Calling Rate adalah ukuran rata-rata setiap saluran untuk menghasilkan trafiknya. Ditinjau dari cara kerja sentral telepon, bila semua kanal sibuk, maka call yang datang akan diputuskan, kondisi semua kanal yang tidak dapat dilayani segera dan kemudian langsung diputus oleh sentral (biasanya pelanggan mendapat nada sibuk) sering didefinisikan sebagai toss - system atau blocking system. Satuan calling rate sering digunakan Millierlang per saluran (satuan sambungan telepon).

1. Trafik yang ditawarkan

Trafik yang ditawarkan adalah jumlah yang tak terukur yang lebih besar dari trafik yang terbawa ke trunk disebabkan karena diblock. Atau dengan kata lain perkalian antara jumlah call yang datang dengan calling rate.

2. Trafik interest

Trafik interest adalah trafik yang terjadi akibat hasrat/ kemauan untuk melakukan komunikasi karena faktor budaya. Semakin dekat jarak

antar daerah tersebut maka hasrat untuk melakukan komunikasi makin besar.

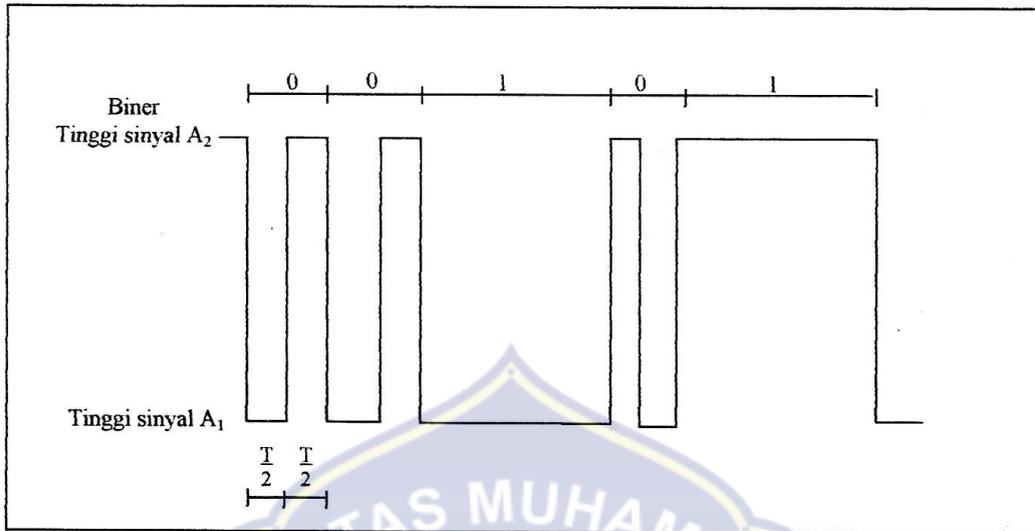
G. Grade of Service (COS)

Grade of service diberikan sebagai perbandingan antara trafik yang hilang atau di block dengan trafik yang ditawarkan sebagai trafik masukan sentral. Menurut Ramses (1974) Grade of Service (COS) ini didefinisikan sebagai ukuran pelayanan dari suatu sentral telepon dengan memandang bahwa tidak cukupnya peralatan yang terpasang di dalam sentral. Secara praktisnya, hal ini dinyatakan sebagai perbandingan call yang -diizinkan untuk digagalkan selama sibuk disebabkan oleh pembatasan faktor ekonomisnya, jumlah peralatan switching dan kanal yang terpasang. Gos dapat juga menggambarkan tingkat penanganan trafik yang tergantung pada jumlah perangkat yang dioperasikan.

H. Jenis Kode Saluran

Jenis kode saluran yang digunakan adalah CMI dimana kode CMI ini mempunyai ketentuan sebagai berikut:

1. Terdiri dari dua keadaan level yaitu high level atau low level
2. Untuk digit 1 dinyatakan dengan high level dan low level secara bergantian
3. Untuk digit 0 setengah periode dinyatakan dengan low dan setengah periode lainnya dinyatakan dengan high level. Contoh kode ini dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Contoh suatu sinyal yang di kode dengan CMI

I. Modulasi Kode Pulsa (PCM)

Modulasi kode pulsa atau lebih dikenal dengan sebutan pulsa kode modulation (PCM) digunakan untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi bentuk digital biner.

1. Sampling

Dalam proses pembuatan sistem digital dan sinyal analog adalah menentukan batas minimum dari sinyal analog untuk dapat disample, tanpa terjadi kecacatan pada saat sinyal informasi tersebut dikembalikan ke bentuk aslinya. Batas minimum sample yang telah disepakati dan dirumuskan adalah :

$$F_s > 2 \cdot F_i$$

F_s = Frekuensi sampling

F_i = Frekuensi informasi

Frekwensi sampling yang telah ditetapkan oleh CCITT adalah 8000 Hz sedangkan bandwidth telepon adalah 300 Hz -3400 Hz. Sebelum proses sampling, sinyal telepon dilewatkan pada Low Pass Filter (LPF) untuk membatasi band frekwensi yang dikirimkan. Kemudian sinyal tersebut disampling 8000 kali per detik oleh switch elektronik yang dikendalikan oleh frekuensi sampling (8000 Hz) dan membuat sampling setiap 125 jus.

2. Quantizing

Dalam sistem PCM, pulsa sampling akan dirubah menjadi kode-kode tertentu yang bergantung pada ketinggian pulsa tersebut (proses kuantisasi). Untuk menghasilkan kode 8 bit biner, pulsa sampling harus dikuantisasi menjadi 256 step magnitude diskrit. Sebuah pulsa sampling yang masuk dalam suatu interval kuantisasi akan dinyatakan sebagai suatu harga.

Pada proses kuantisasi dengan Pendekatan step-step tidak dapat dihindari timbulnya ketidaksesuaian antara sinyal asli dengan harga kuantisasi yang akan dikirim dan dihasilkan kembali pada penerima. Kesalahan ini muncul dalam bentuk noise pada sinyal terima.

Pada kuantisasi uniform, interval kuantisasi mempunyai step-step yang sama sehingga distorsi kuantisasi tersebar merata pada setiap

magnitudo diskrit. Kuantisasi non uniform mempunyai step-step interval kuantisasi yang tidak sama.

3. Coding

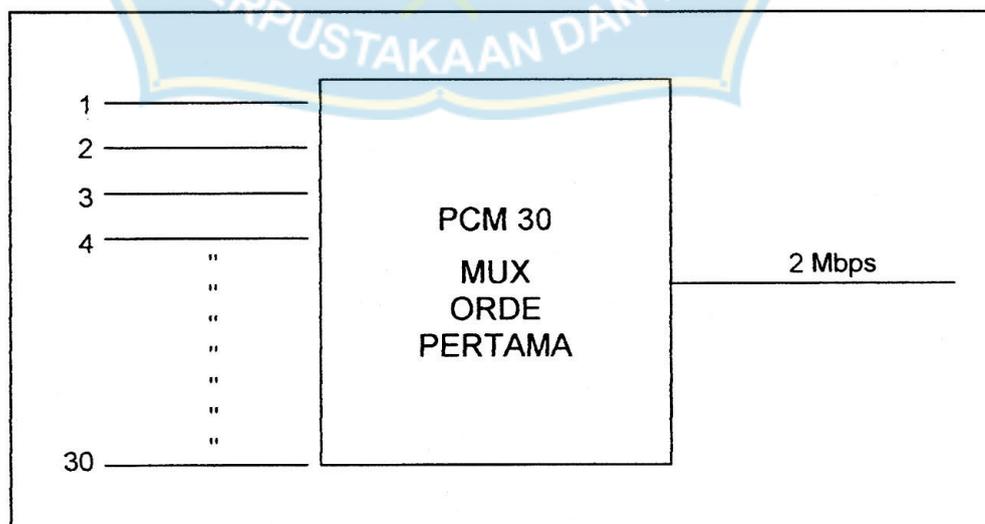
Coding adalah proses pengkodean untuk membangkitkan suatu angka kode biner yang bersesuaian dengan angka tingkat kuantisasi yang akan dipancarkan untuk setiap selang waktu pengambilan sample.

J. Bagian-Bagian Sistem Fiber Optik

Perlu penulis memberitahukan bahwa Bagian-Bagian Sistem disini adalah Multiplexer (MUX), Line Switcher, Line Terminal Equipment (LIE) atau OLTE, Konektor dan Serat Optik.

1. Multiplexer Orde Pertama (PCM 30)

Pada gambar 3.1 memperlihatkan Multiplexer orde pertama yang mampu menampung 30 kanal pembicaraan.



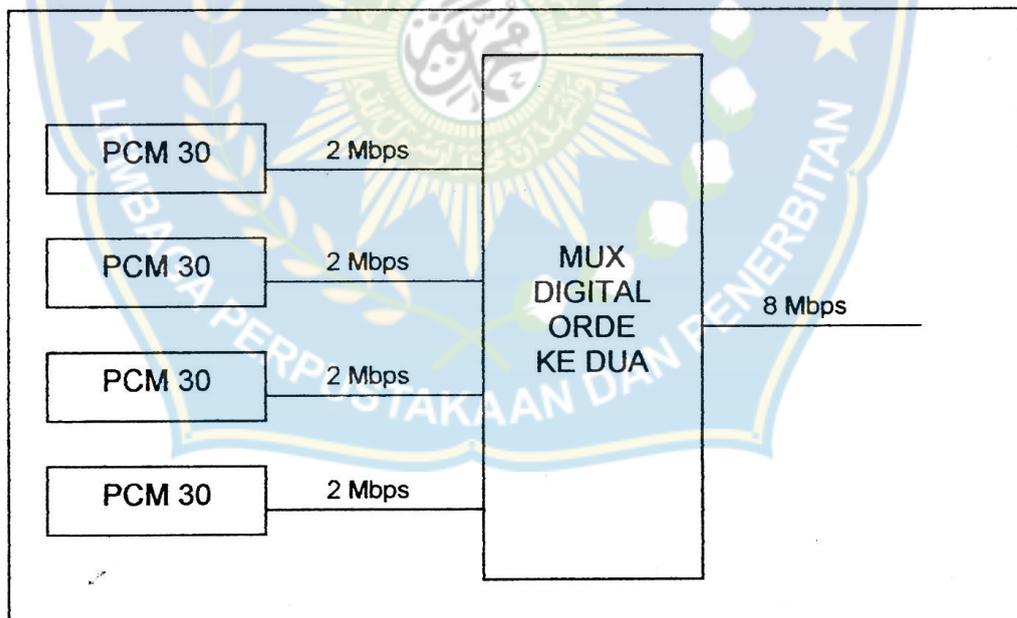
Gambar 3.1 Multiplexer Orde Pertama

Sinyal 2.048 Mbps diperoleh dengan menggabungkan 30 kata kode PCM (PCM Word Code) untuk telepon dengan dua kata kode untuk pensinyalan dan pengalaman. Karena frekwensi sample pada PCM adalah 8 KHz atau $125 \cdot 10^{-6}$ second. Jumlah bit per detik kata kode adalah 8, maka terjadi 1 frame = 32×8 bit = 256 bit dan kecepatan bit PCM 30 adalah :

$$\frac{256 \text{ bit} \times 8000 \text{ frame/detik}}{1000} = 2048 \text{ Kbit/s}$$
$$\approx 2 \text{ Mbps.}$$

2. Multiplexer Orde Kedua

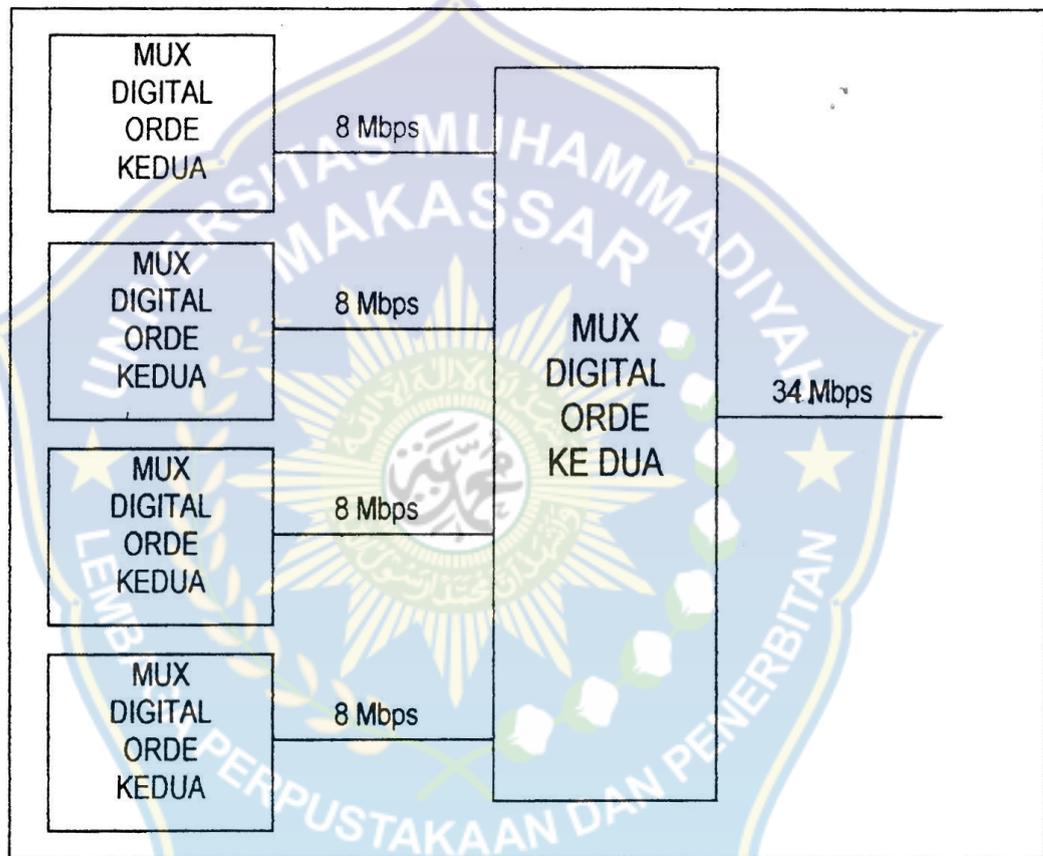
Multiplexer ini dapat menggabungkan 4 buah multiplexer orde



Gambar 3.2 Multiplexer Orde Kedua

3. Multiplexer Digital Orde Ketiga

Multiplexer Orde ketiga dapat menggabungkan 4 buah multiplexer digital orde kedua. Seperti terlihat pada gambar 3.3. Multiplexer ini mentransformasikan kecepatan bit dari 8 Mbps ke 34 Mbps.

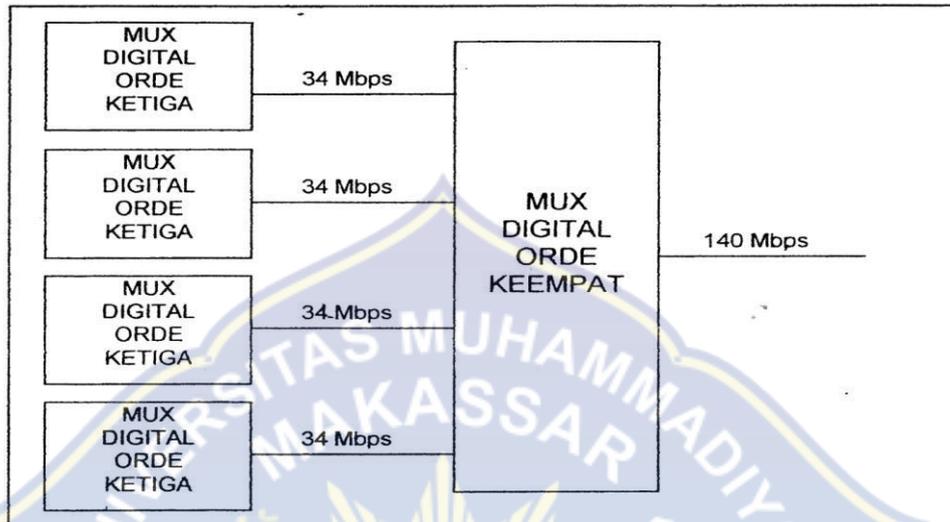


Gambar 3.3. Multiplexer Digital Orde Ketiga

4. Multiplexer Digital Orde Keempat

Multiplexer Orde Keempat dapat digabungkan dengan 4 buah multiplexer digital orde ketiga. Seperti terlihat pada gambar 3.4.

Multiplexser ini mentransformasikan kecepatan bit dari 34 Mbps ke 140 Mbps.



Gambar 3.4. Multiplexser Digital Orde Keempat

5. Line Switcher

Untuk meningkatkan keandalan sistem komunikasi serat optik maka digunakan sistem switching. Jika terjadi ketidaknormalan pada jalur tetap (aktif) sistem maka Line Switcher akan memindahkan ke jalur cadangan (stand by) sistem secara otomatis atau secara manual.

6. Line Terminal Equipment (LTE)

Peralatan ujung saluran (LTE) untuk sistem komunikasi serat optik dinamakan juga Optical Line Terminal Equipment (OLTE).

OLTE ini mempunyai unit-unit antara lain : Laser Transmitter PIN-FET Receiver Alarm Unit dan Converter dc/dc.

Laser Transmitter, suatu unit dimana kode 5B6B yang sudah berbentuk serial akan memodulasi Laser. Diketahui bahwa tipe laser dioda

ada 2, yakni Gain Guided Laser, yang terbuat dari bahan GaAs dan diperuntukkan pada panjang gelombang berkisar 810 nm sampai 890 nm.

Index Guided Laser, yang terbuat dari bahan InGaAsP dan diperuntukkan pada panjang gelombang berkisar 1250 nm sampai 1600 nm.

1PIN - FET Receiver, unit yang menerima daya optik yang berasal dari transmisi serat optik guna mengkonversi daya optik tersebut menjadi sinyal listrik. Alarm Unit, unit ini yang memberikan alarm guna keperluan antara lain :

- Untuk memandu trafik dari transmitter dan receiver
- Keadaan dimana daya mengalami gangguan.

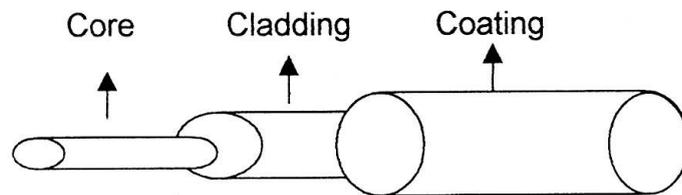
Converter dc/dc, unit ini memberikan suplay tegangan kepada beberapa unit dari OLTE ini.

7. Konektor

Konektor digunakan untuk menghubungkan kabel dengan kabel dan kabel dengan peralatan dalam sistem komunikasi serat optik.

8. Pengertian Dasar dan Struktur Serat Optik

Komposisi kabel serat optik terdiri dari 3 elemen dasar yaitu core, cladding, dan coating. Untuk lebih jelasnya tertera pada gambar berikut:



Gambar 3.5 Struktur Kabel Serat Optik

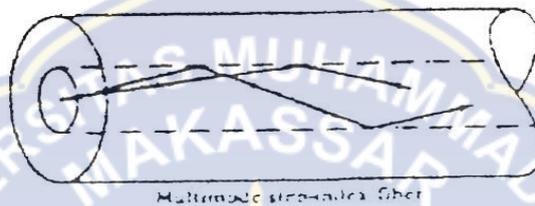
- Core
Elemen pertama dari fiber optik adalah merupakan konduktor yang sebenarnya disebut core. Core mempunyai diamer antara 5 μm - 200 μm . Ketebalan dari core merupakan hal yang penting, karena menentukan karakteristik dari kabel. Core dari fiber optik dibuat-dari material kristal kelas tinggi yang bebas air.
- Cladding
Cladding dilapiskan pada core. Cladding juga terbuat dari gelas tetapi indeks biasanya barbed dengan indeks bias core.
- Coating
Sekeliling core dan cladding dibalut dengan "plastik coating" yang berfungsi untuk melindungi fiber optik dari tekanan luar.

K. Macam-Macam Serat Optik

Menurut jenisnya kabel serat optik dapat dibedakan atas 3 jenis yaitu Step Index Multimode, Graded Index Multimode, Step Index Single Mode.

1. Step index Multimode

Serat ini mempunyai indeks bias inti yang lebih besar dari pada indeks bias selubung, sehingga pada peralihan dari inti ke selubung di dalam sudut batas tertentu terjadi pantulan dalam total. Perambatan cahaya pada serat ini dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Perambatan cahaya pada serat Step Index Multimode

Pada pembiasan cahaya, sudut batas ialah sudut datang θ_1 (yang mempunyai sudut bias $\theta_2 = 90^\circ$). Hal ini terjadi jika sinar datang dari zat optik yang indeks biasnya lebih besar ke zat optik yang indeks biasnya lebih kecil



Gambar 3.7 Sudut batas

Pada Gambar 3.7 terlihat bahwa sudut bias θ_2 adalah 90° dimana n_1 adalah indeks bias inti dan n_2 adalah indeks bias selubung, dengan demikian :

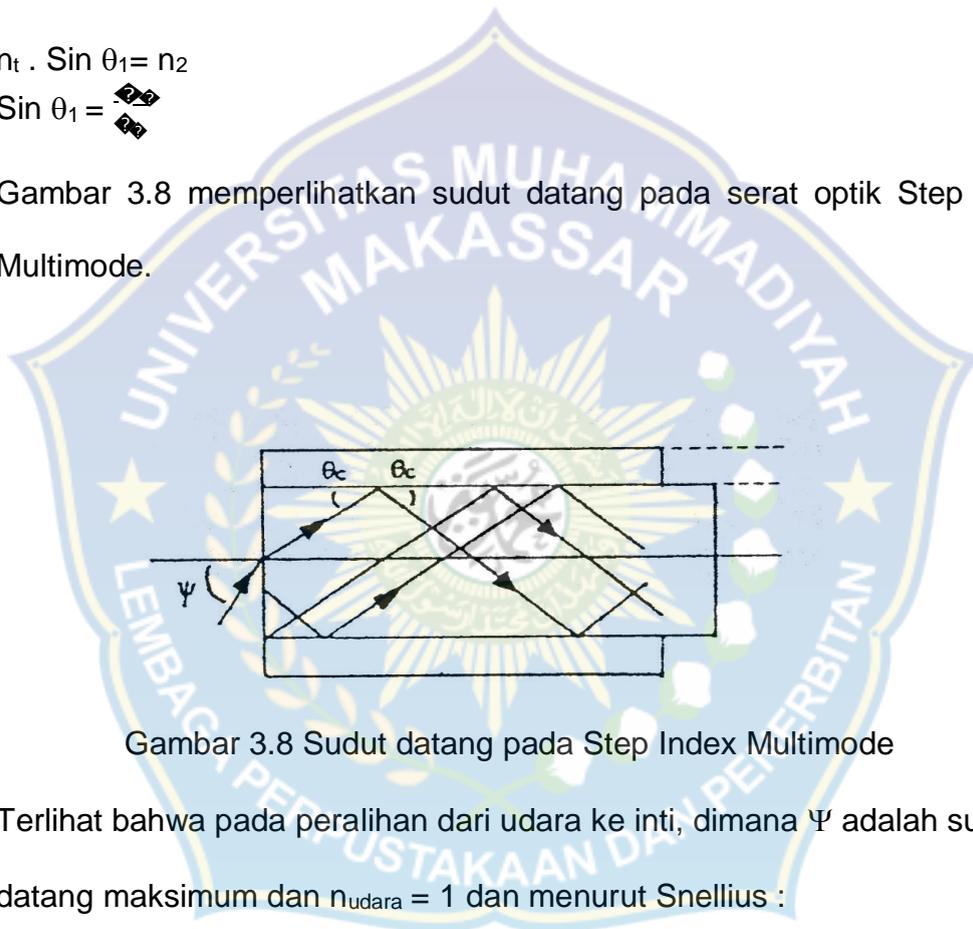
$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$$

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin 90^\circ$$

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2$$

$$\sin \theta_1 = \frac{n_2}{n_1}$$

Gambar 3.8 memperlihatkan sudut datang pada serat optik Step Index Multimode.



Gambar 3.8 Sudut datang pada Step Index Multimode

Terlihat bahwa pada peralihan dari udara ke inti, dimana Ψ adalah sudut datang maksimum dan $n_{udara} = 1$ dan menurut Snellius :

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2 \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

dimana :

$$n_1 = n_{udara} = 1$$

$$\theta_1 = \text{sudut datang } \Psi$$

$$n_2 = n_{inti}$$

$\theta_2 =$ sudut bias θ_c

maka :

$$\sin \Psi = n_{\text{inti}} \cdot \sin \theta_c \dots\dots\dots (3.3)$$

Dapat dilihat kembali gambar 3.4 pada peralihan dari inti ke selubung, θ_c menjadi sudut datang pada selubung.

Dari (3.1) didapat :

$$\sin \theta_1 = \frac{r_2 \sin \theta_2}{r_1} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana :

$\theta_1 = \theta_c =$ sudut datang

$n_2 = n_{\text{selubung}}$

$n_1 = n_{\text{inti}}$

Maka:

$$\sin (90^\circ - \theta_c) = \frac{n_2 \sin \theta_c}{n_1}$$

$$\cos \theta_c = \frac{n_2 \sin \theta_c}{n_1}$$

Persamaan ini merupakan pers-3.3, kemudian diketahui pada ilmu

Trigonometri bahwa:

$$\sin x = (1 - \cos^2 x)^{1/2}$$

Dengan mensubstitusi pers-1 dan pers-3 ke

pers-2 maka didapatkan :

$$\sin \Psi = n_{\text{inti}} \cdot \left[\frac{n_2^2 \sin^2 \theta_c}{n_1^2} \right]^{1/2}$$

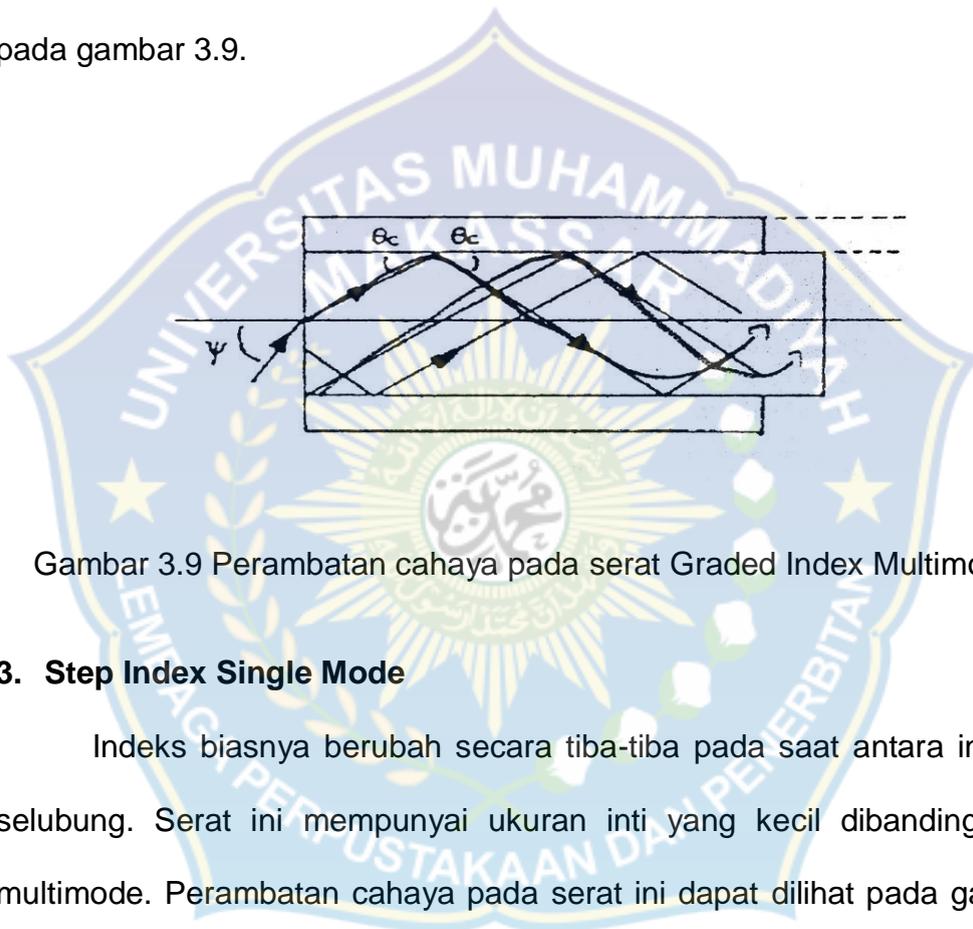
$$\sin \Psi = (n_{\text{inti}}^2 - n_{\text{selubung}}^2)^{1/2}$$

Ψ Disebut sudut terima dan $\sin \Psi$ disebut Numerical Aperture (NA),

$$NA = \sin \Psi = (n_{\text{inti}}^2 - n_{\text{selubung}}^2)^{1/2} \dots \dots (3.5)$$

2. Graded Index Multimode

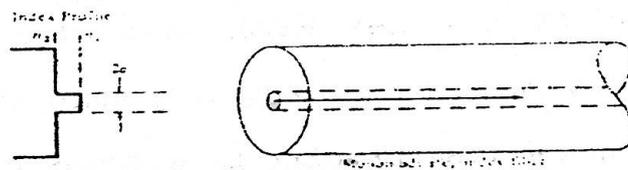
Serat ini mempunyai indeks bias yang berkurang secara berangsur-angsur dari pusat inti. Perambatan cahaya serat dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Perambatan cahaya pada serat Graded Index Multimode

3. Step Index Single Mode

Indeks biasanya berubah secara tiba-tiba pada saat antara inti dan selubung. Serat ini mempunyai ukuran inti yang kecil dibanding jenis multimode. Perambatan cahaya pada serat ini dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Perambatan cahaya pada serat Step Index Single Mode

L. Sifat-Sifat Transmisi Serat Optik

Hal yang dimaksud adalah Redaman di dalam serat, penyambungan (splicing), Pelebaran pulsa (dispersi).

1. Redaman Di Dalam Serat

Redaman (Rugi-Rugi) dari serat optik ditentukan oleh penyebaran (scatter), penyerapan (absorbs!) dan pembengkokan (bending). Penyebaran dari serat terjadi karena ketidak-homogenan di dalam inti, yang sudah ada di dalam bahan dan terjadi pada proses pembuatannya. Redaman penyebaran sama dengan 0,37 dB/Km.

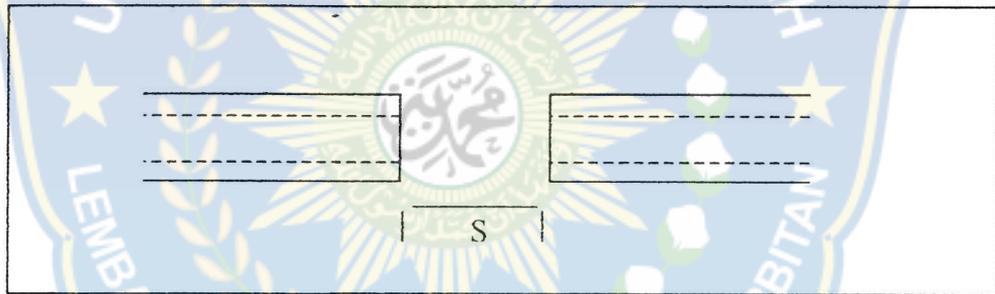
Penyerapan terjadi karena getaran-getaran dalam dari molekul-molekul SiO_2 dan pengotoran seperti ion logam dan ion OH.

Ada dua jenis pembengkokan yang menyebabkan redaman dalam serat, yaitu pembengkokan mikro (microbending) dan pembengkokan radius-konstan. Pembengkokan mikro adalah suatu pembengkokan yang sangat kecil dari inti serat disebabkan penyusutan panas yang sedikit berbeda antara bahan inti dan bahan pelapisnya. Pembengkokan radius-konstan adalah pembengkokan dari kabel di dalam saluran transmisi baik pada tiang-tiang atau di dalam duct.

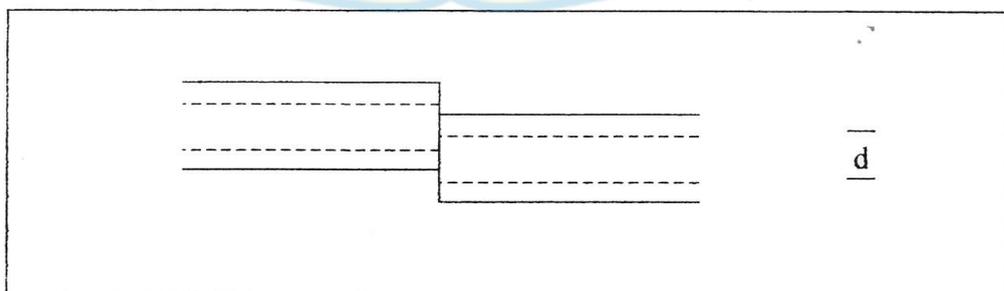
2. Penyambungan (Splicing)

Penyambungan (splicing) juga menimbulkan redaman yang diakibatkan pada proses Instalasi dan reparasi.

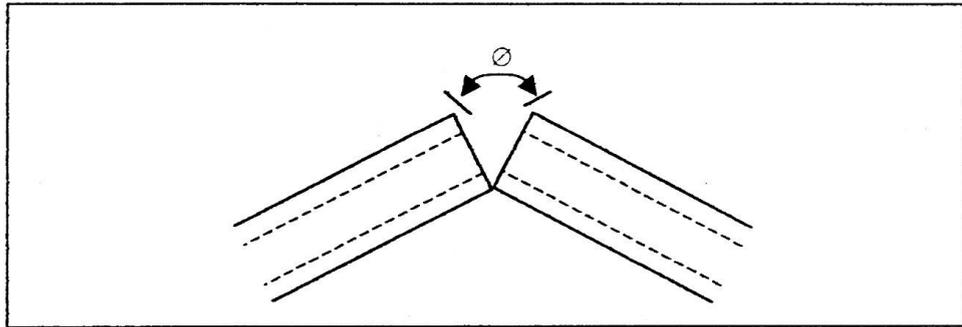
Penyambungan ini terdiri atas penyambungan serat, dengan serat dan penyambungan serat dengan sumber cahaya. Redaman yang diakibatkan oleh penyambungan serat dengan serat. Dan jika pada proses penyambungan tersebut tidak sempurna maka akan menimbulkan redaman pada penyambungan. Ketidaksempurnaan itu dikarenakan oleh kedua serat terpisah oleh jarak (S) dapat dilihat pada Gambar 3.11, Pergeseran sumbu inti (d) dilihat pada Gambar 3.12, Membentuk Sudut celah antara serat (θ) dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.11 Kedua serat terpisah oleh jarak (S)



Gambar 3.12 Pergeseran Sumbu inti serat (d)



Gambar 3.13 Sudut celah antara serat

Namun untuk perencanaannya spesifikasi panjang kabel maksimum dapat ditentukan 1000 meter atau 1 km dan nilai redaman per splice biasanya 0,25 dB/splice

3. Pelebaran Pulsa (Dispersi)

Pada transmisi serat optik terdapat pelebaran pulsa antara lain dispersi mode, dispersi material atau bahan, dispersi waveguide.

Dispersi mode timbul karena alur total yang ditempuh oleh suatu cahaya pada setiap mode adalah bersifat zigzag dan mempunyai panjang total yang berbeda dari setiap cahaya-cahaya mode yang lain. Jadi sebuah pulsa yang dipancarkan ke dalam serat optik akan merambat melalui beberapa alur yang berbeda dan tiba pada ujung yang jauh pada waktu-waktu yang sedikit berbeda.

Roddy dan Coolen (1990), memberikan suatu nilai teoritis untuk dispersi mode per kilometer, yakni:

$$\Delta t = \frac{n_1 A}{c} z$$

dimana :

n_1 adalah indeks bias inti.

z adalah panjang kabel

A adalah perbedaan indeks bias relatif

c adalah kecepatan cahaya

Dispersi bahan atau dispersi material timbul akibat indeks bias dari inti serat adalah tidak sama untuk cahaya-cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda-beda, tetapi berubah disepanjang spectrum.

Dispersi waveguide- timbul akibat dari sifat-sifat membimbing (guiding) dari serat

Roddy dan Coolen (1990) memberikan rumus teoritis yakni:

$$\Delta t = D_v z \lambda_{3dB} \dots\dots\dots(3.7)$$

dimana :

D_v adalah Koefisien dispersi yang mempunyai nilai = 6,6 pdet/nm-km

z adalah panjang kabel

λ_{3dB} adalah lebar spectrum pada 3 dB.

Roddy dan Coolen (1990) memberikan rumus dispersi total adalah :

$$\Delta t_{tot} = \sqrt{\Delta^2_{im} + \Delta^2_{md} + \Delta^2_{wm}} \dots\dots\dots(3.8)$$

dimana :

Δ^2_{im} (imd) adalah dispersi bahan atau material

Δ^2_{md} (md) adalah dispersi mode

Δ^2_t (wvg) adalah dispersi waveguide

M. Dispersi Total dan Kecepatan Transmisi Maksimum

Roddy dan Coolen (1990) memberikan hubungan antara dispersi total dengan lebar pulsa yang diterima dalam bentuk rumus teoritis :

$$t_r = t_w + \Delta_t \text{ (tot)} \dots\dots\dots(3.9)$$

dimana ;

t_r adalah lebar pulsa yang diterima

t_w adalah lebar pulsa yang dipancarkan

Δ_t Δ_t (tot) adalah dispersi total

Sedangkan hubungan antara kecepatan bit atau kecepatan transmisi dengan lebar pulsa yang diterima adalah :

$$B_{\text{maks}} = \frac{1}{2t_r} \dots\dots\dots(3.10)$$

Dimana :

$B_{\text{(maks)}}$ adalah kecepatan transmisi

t_r adalah lebar pulsa yang diterima



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

a. Waktu

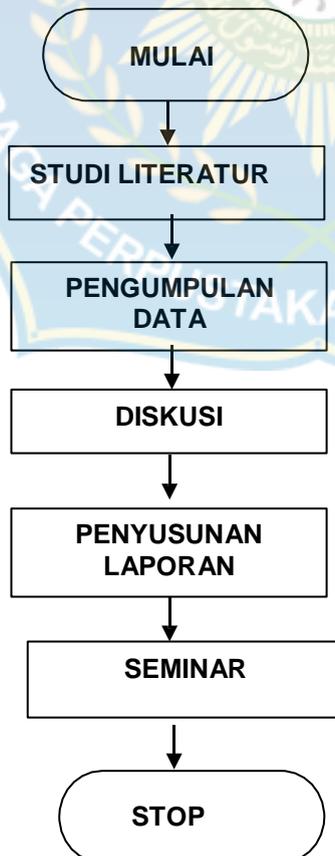
Tugas akhir ini dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari bulan Januari 2019 sampai dengan Juni 2019 sesuai dengan perencanaan waktu yang terdapat pada jadwal penelitian.

b. Tempat

Penelitian ini dilakukan di Makassar

B. Metode Penelitian

Gambar Alur Penelitian



Metode penelitian ini berisikan langkah-langkah yang ditempuh penulis dalam menyusun tugas akhir ini. Metode penelitian ini disusun untuk memberikan arah dan cara yang jelas bagi penulis sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar.

Adapun langkah-langkah yang ditempuh oleh penulis dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Metode Pustaka

Yaitu mengambil bahan-bahan penulisan tugas akhir ini dari referensi-referensi serta literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah yang dibahas.

Metode Penelitian

Mengadakan penelitian dan pengambilan data pada sentral telepon Otomatis Makassar, Kemudian mengadakan pembahasan/analisa hasil pengamatan dan menyimpulkan hasil analisa tersebut.

Metode Diskusi/Wawancara

Yaitu mengadakan diskusi/wawancara dengan dosen yang lebih mengetahui bahan yang akan kami bahas atau dengan pihak praktisi pada sentral telepon Otomatis area Makassar

C. Blok Diagram Sistem

Berkas-berkas optik dengan panjang gelombang berbeda-beda akan merambat tanpa saling mengganggu (*interferensi*) satu dengan yang lainnya. Sehingga dengan menggunakan pembawa-pembawa yang

mempunyai panjang gelombang berbeda-beda, berapa kanal informasi dapat ditransmisikan secara simultan melalui suatu serat tunggal. Metode ini dinamakan penjamakan pembagian Panjang Gelombang *Wavelength Division Multiplexing, (WDM)*, yang mampu memperbesar kapasitas penyaluran informasi suatu serat optik. Seperti yang telah dijelaskan terdahulu, adanya dispersi bahan, disperse pemandu gelombang serta disperse mode akan membatasi kapasitas informasi yang dapat disalurkan melalui serat optik. Namun demikian karena dispersi-dispersi tersebut berpengaruh pada suatu pembawa dengan suatu panjang gelombang, maka dengan menggunakan sejumlah pembawa yang masing-masing mempunyai panjang gelombang berbeda-beda, kapasitas informasi akan dapat diperbesar sesuai dengan banyaknya pembawa.

Suatu penjamak optik (*optical multiplexer*) menggabungkan cahaya-cahaya dari sumber-sumber dengan panjang gelombang masing-masing yang berbeda, ke dalam serat optik transmisi, seperti diperlihatkan pada gambar di stasiun penerima, *demultiplekser* optik memisahkan pembawa-pembawa yang berbeda-beda panjang gelombangnya sebelum pendeteksian cahaya dari masing-masing isyarat. Umumnya multiplekser/demultiplekser mempunyai serat-serat pada terminal masukan dan terminal keluarannya. Dimungkinkan juga untuk mengganti serat-serat masukan dalam suatu *multiplekser* dengan sumber-sumber optik secara langsung terpadu dalam piranti. Demikian juga, fotodektor dapat mengganti serat-serat keluaran dalam suatu

demultiplekser. Seringkali piranti yang sama dapat berlaku sebagai multiplekser atau demultiplekser.

Pada gambar memperlihatkan contoh sistem serat optik yang menggunakan WDM. Multiplekser menggunakan serat-serat mode tunggal dengan rugi-rugi 6 sampai 7 dB per kanal. Demultiplekser menggunakan serat-serat mode jamak pada terminal-terminal keluaran dan mempunyai diameter teras relative lebih besar dari

pada masukan-masukan dalam multiplekser untuk menghasilkan rugi-rugi yang lebih rendah (< 2 dB/kanal). Kanal-kanal WDM dipisahkan dengan spasi 2 nm pada interval antara 1527 nm dan 1561 nm. Gambar 7.13.b memperlihatkan spectrum susunan dari 18 kanal pada keluaran *multiplekser*

Penjamakan panjang gelombang mempunyai beberapa karakteristik penting yang membedakannya dari metode-metode penjamakan lainnya. Karakteristik tersebut antara lain:

- a. Penjamak panjang gelombang merupakan piranti pasif secara keseluruhan, sehingga tidak memerlukan catu daya elektrik.
- b. Penjamak panjang gelombang adalah bolak-balik, artinya dengan piranti yang sama dapat berlaku sebagai *multiplekser* atau *demultiplekser*.
- c. Kanal-kanal WDM adalah independen satu dengan yang lainnya
- d. Kanal-kanal WDM adalah sesuai untuk format dat

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Data Sistem Transmisi

1. Subsistem dan Parameter Yang Diinginkan

- | | |
|------------------------------|--------------------|
| a. SERAT OPTIK | SINGLE MODE |
| b. SUMBER OPTIK | LASER DIODA |
| c. PENERIMA OPTIK | PHOTO DIODAPIN-FET |
| d. PANJANG GELOMBANG | 1300nm |
| e. KECEPATAN TRANSMISI | 140 Mbps |
| f. BANDWIDTH | 1,6 GHz. Km. |
| g. KODE INTERFACE ELECTRICAL | CMI Code |

2. Data Serat Optik dan Konektor

a. Serat Optik

- 1) DIAMETER INTI (D_{inti}) $8 \pm \mu m$
- 2) DIAMETER SELUBUNG ($D_{selubung}$) $125 \pm 3 \mu m$
- 3) Indeks bias inti (n_1) 1,450
- 4) Redaman Serat pada $\lambda = 1300 \text{ nm}$ 0,5 dB/Km.
- 5) Redaman pada hamburan $\lambda = 1300$ 0,37 dB/Km.
- 6) Redaman untuk penyambungan 0,25 dB per splice
(splice)
- 7) Redaman margin 8 dB

8) Redaman pada pemancar -3 dB

b. Konektor

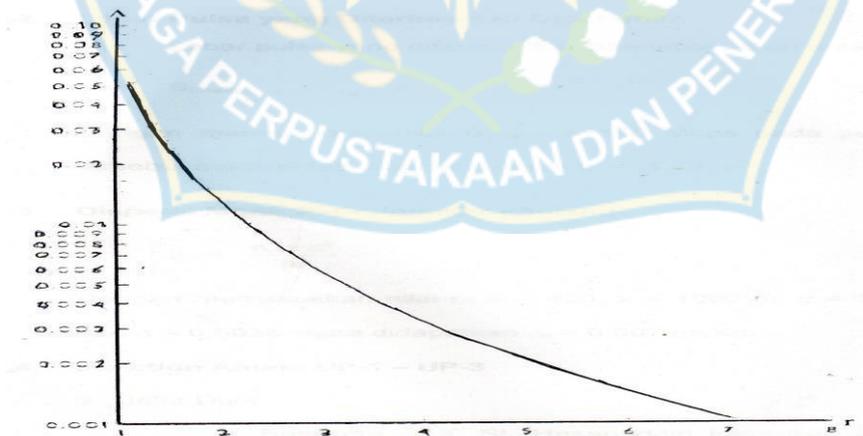
- 1) Redaman konektor di sisi pengirim adalah 1 dB.
- 2) Redaman konektor di sisi penerima adalah 0,78 dB.

3. Perhitungan Parameter Yang Berlaku Sama

Hal yang dimaksud adalah perhitungan parameter-parameter yang berlaku sama pada masing-masing lintasan junction antar sentral telepon yakni UP-1 - LIP-3, junction antara UP-1 - UP-2, junction antara UP-2 - UP-5, junction antara UP-3 - UP-4, junction antara UP-3 - UP-5.

a. Perbedaan Indeks Bias Relatif

Tercantum pada data bahwa diameter inti = 8 μm berarti jari-jari inti adalah 4 μm . Terlihat pada gambar 4.1 pada jari-jari inti 4 didapatkan nilai perbedaan indeks bias relatif (A) adalah 0,0034.



Gambar 4.1 Kurva selisih indeks bias relatif

b. Lebar Pulsa yang Diterima dan Diperlebar

Lebar pulsa yang diterima dan diperlebar diberi notasi t_r .

$$B_{(\text{maks})} = \frac{c}{4L} \dots \dots \dots (4.1)$$

Dengan memasukkan nilai $B_{(\text{maks})} = 140 \text{ Mbps}$ pada persamaan tersebut maka didapatkan nilai untuk $t_r = 1,43 \text{ ns}$.

c. Dispersi Mode Per Kilometer Panjang

$$\Delta t = \frac{z \sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{c} \dots \dots \dots (4.2)$$

Dengan memasukkan nilai $n_1 = 1,450$, $z = 1000 \text{ m}$, $c = 3.10^8 \text{ m/s}$ dan $A = 0,0034$ maka didapatkan $\Delta t = 0,007 \text{ ns/Km}$.

d. Junction Antara UP-1 - UP-3

1) Jalur Duct:

Jl. Balaikota - Jl. St. Hasanuddin kemudian Jl. Chairil Anwar -
 Jl. Tinggimae - Jl. G. Merapi - Jl. S. Pareman - Jl. G. Latimojong - Jl.
 Salahutu - Jl. Kerung-Kerung - Jl. Muh. Yamin - Jl. A.B. Lambogo -
 Jl. Salahutu - Jl. A .P Pettarani.

2) Panjang duct = $\pm 5600 \text{ m} = \pm 5,6 \text{ km}$

3) Bandwidth :

Lebar bidang frekwensi (B_0) pada $\lambda_{\text{edB}} = 0,13 \text{ nm}$ setelah

L Km adalah :

$$\frac{B}{B_0} = \left(\frac{L}{L_0}\right)^{-E}$$

Kemudian

$$B_0 = B \times \left(\frac{L}{L_0}\right)^{-E} \dots \dots \dots (4.3)$$

dimana :

B = Bandwidth = 1,6 GHz. Km

$L_0 = 1 \text{ Km}$

E = Pengkopelan mode = 0,5

L = Z = Panjang kabel = panjang duct

maka :

$$B_o = 1,6 \times \left(\frac{1}{L_0} \right) \\ = 676.123 \text{ MHz}$$

4) Dispersi

- Dispersi mode sepanjang 5,6 Km

$$\Delta t_{(md)} = \Delta t \times Z \\ = 0,007 \text{ ns/km} \times 5,6 \text{ Km} \\ = 0,039 \text{ ns.}$$

- Dispersi waveguide sepanjang 5,6 Km

$$\Delta t_{(wg)} = D_v Z \lambda_{3dB} \\ = 6,6 \text{ ps/nm-km} \times 5,6 \text{ km} \times 0,13 \text{ nm} \\ = 0,005 \text{ ns.}$$

- Dispersi total

$$\Delta t_{(wg)} = \sqrt{\Delta t_{(md)}^2 + \Delta t_{(wg)}^2} \\ = \sqrt{(0,039)^2 + (0,005)^2} \\ = 0,039 \text{ ns.}$$

5) Lebar pulsa yang harus dipancarkan :

$$t_r = t_w + \Delta t_{(tot)}$$

$$t_w = 1,428\text{ns} - 0,039\text{ns}$$

$$= 1,389\text{ns}.$$

6) Redaman ;

- Redaman serat pada $\lambda = 1,3 \mu\text{m}$ sepanjang 5,6 km adalah $0,5 \text{ dB/km} \times 5,6 \text{ Km} = 2,8 \text{ dB}$.
- Redaman penyebaran atau hamburan pada $\lambda = 1,3 \mu\text{m}$ sepanjang 5,6 km adalah $0,37 \text{ dB/km} \times 5,6 \text{ Km} = 2,07 \text{ dB}$.
- Redaman penyambungan sepanjang 5,6 km adalah $0,25 \text{ dB per splice} \times 5 \text{ splice} = 1,25 \text{ dB}$.
- Redaman konektor disisi pengirim adalah 1 dB .
- Redaman konektor disisi penerima adalah $0,78 \text{ dB}$.
- Redaman margin adalah 8 dB .
- Redaman total adalah penjumlahan semua redaman tersebut diatasyakni $15,9 \text{ dB}$.

7) Daya yang diterima :

Rumus untuk daya yang diterima,

$$P_T - P_R = \alpha$$

$$P_R = P_T - \alpha$$

$$= -3\text{dB} - 15,9 \text{ dB}$$

$$= -18,9\text{dB}.$$

e. Junction antara UP-3 - UP-4

1) Jalur Duct:

JL A. Pettarani - Jl. Urip Sumoharjo - Jl. Perintis
Kemerdekaan -JL Kima

2) Panjang Duct: $\pm 12240 \text{ m} = \pm 12,24 \text{ Km}$

3) Bandwidth :

Dari pers-1 tadi pada bab ini didapatkan :

$$B_o = B \times \left(\frac{L}{L_o}\right)^{-E}$$

dimana :

B = Bandwidth = 1,6 GHz.Km

$L_o = 1 \text{ Km}$

E = 0,5

L = Z = Panjang kabel = panjang duct

maka :

$$B_o = 1,6 \times \left(\frac{12240}{1}\right)^{-0,5}$$
$$= 457.329 \text{ MHz}$$

4) Dispersi

- Dispersi mode sepanjang 12,24 Km

$$\Delta t_{(md)} = \Delta t \times Z$$
$$= 0,007 \text{ ns/km} \times 12,24 \text{ Km}$$
$$= 0,086 \text{ ns.}$$

- Dispersi waveguide sepanjang 12,24 Km

$$\begin{aligned}\Delta_{t(Wg)} &= D_v Z \lambda_{3dB} \\ &= 6,6\text{ps/nm-km} \times 12,24 \text{ km} \times 0,13 \text{ nm} \\ &= 0,011 \text{ ns.}\end{aligned}$$

- Dispersi total

$$\begin{aligned}\Delta_{t(\text{tot})} &= \sqrt{\Delta_{\text{chrom}}^2 + \Delta_{\text{Wg}}^2} \\ &= \sqrt{(0,039 \text{ ns})^2 + (0,011 \text{ ns})^2} \\ &= 0,041 \text{ ns.}\end{aligned}$$

- 5) Lebar pulsa yang harus dipancarkan

$$\begin{aligned}t_r &= t_w + \Delta_{t(\text{tot})} \\ t_w &= 1,428 \text{ ns} - 0,039 \text{ ns} \\ &= 1,389 \text{ ns.}\end{aligned}$$

- 6) Redaman :

- Redaman serat pada $\lambda = 1,3 \mu\text{m}$ sepanjang 5,6 km adalah $0,5 \text{ dB/km} \times 12,24 \text{ Km} = 6,12 \text{ dB}$.
- Redaman penyebaran atau hamburan pada $\lambda = 1,3 \mu\text{m}$ sepanjang 12,24 km adalah $0,37 \text{ dB/km} \times 12,24 \text{ Km} = 4,53 \text{ dB}$.
- Redaman penyambungan sepanjang 12,24 km adalah $0,25 \text{ dB}$ per splice $\times 12 \text{ splice} = 3 \text{ dB}$.
- Redaman konektor disisi pengirim adalah 1 dB .
- Redaman konektor disisi penerima adalah $0,78 \text{ dB}$.
- Redaman margin adalah 8 dB .

Redaman total adalah penjumlahan semua redaman tersebut diatas yakni 23,43 dB.

7) Daya yang diterima :

Rumus untuk daya yang diterima,

$$P_T - P_R = \alpha$$

$$P_R = P_T - \alpha$$

$$= -3\text{dB} - 23,43 \text{ dB}$$

$$= - 26,43 \text{ Db}$$

f. Junction antara UP-2— UP-5

1) Jalur Duct :

Jl. Kakatua - Ji. Ratulangi - Jl. St. Alauddin - Jl. St. Hasanuddin (Sungguminasa).

2) Panjang Duct : $\pm 5800 \text{ m} = \pm 5,8 \text{ Km}$

3) Bandwidth :

Dari pers-1 tadi pada bab ini didapatkan :

$$B_o = B \times \left(\frac{L}{L_o}\right)^{-E}$$

dimana :

$$B = \text{Bandwidth} = 1,6 \text{ GHz.Km}$$

$$L_o = 1 \text{ Km}$$

$$E = 0,5$$

$$L = Z = \text{Panjang kabel} = \text{panjang duct}$$

maka :

$$B_o = 1,6 \times \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right) \times 2$$

$$= 664,364 \text{ MHz}$$

4) Dispersi

- Dispersi mode sepanjang 5,8 Km

$$\Delta t_{(md)} = \Delta t \times Z$$

$$= 0,007 \text{ ns/km} \times 5,8 \text{ Km}$$

$$= 0,041 \text{ ns.}$$

- Dispersi waveguide sepanjang 5,8 Km

$$\Delta t_{(Wg)} = D_v \times Z \times \lambda_{3dB}$$

$$= 6,6 \text{ ps/nm-km} \times 5,8 \text{ km} \times 0,13 \text{ nm}$$

$$= 0,005 \text{ ns.}$$

- Dispersi total

$$\Delta t_{(tot)} = \sqrt{\Delta t_{(md)}^2 + \Delta t_{(Wg)}^2}$$

$$= \sqrt{(0,041)^2 + (0,005)^2}$$

$$= 0,041 \text{ Ns}$$

5) Lebar pulsa yang harus dipancarkan :

$$t_r = t_w + \Delta t_{(tot)}$$

$$t_w = 1,428 \text{ ns} - 0,041 \text{ ns}$$

$$= 1,387 \text{ ns.}$$

6) Redaman :

- Redaman serat pada $\lambda = 1,3 \mu\text{m}$ sepanjang 5,8 km adalah $0,5 \text{ dB/km} \times 5,8 \text{ Km} = 2,9 \text{ dB.}$

- Redaman penyebaran atau hamburan pada $\lambda = 1,3 \mu\text{m}$ sepanjang 5,8 km adalah $0,37 \text{ dB/km} \times 5,8 \text{ Km} = 2,10 \text{ dB}$.
- Redaman penyambungan sepanjang 5,8 km adalah $0,25 \text{ dB per splice} \times 5 \text{ splice} = 1,25 \text{ dB}$.
- Redaman konektor disisi pengirim adalah 1 dB .
- Redaman konektor disisi penerima adalah $0,78 \text{ dB}$.
- Redaman margin adalah 8 dB .

Redaman total adalah penjumlahan semua redaman tersebut diatas yakni $16,03 \text{ dB}$.

7) Daya yang diterima :

Rumus untuk daya yang diterima,

$$P_T - P_R = \alpha$$

$$P_R = P_T - \alpha$$

$$= -3\text{dB} - 16,03 \text{ dB}$$

$$= -19,03\text{dB}$$

g. Junction antara UP-3- UP-4

1) Jalur Duct :

Jl. Balai Kota - Jl. Sit. Hasanuddin - Jl. Arief Rate - Jl.

Cendrawasih ke Jl. Kakatua.

2) Panjang Duct : $\pm 4000 \text{ m} = \pm 4 \text{ Km}$

3) Bandwidth :

Dari pers-1 tadi pada bab ini didapatkan :

$$B_o = B \times \left(\frac{L}{L_o}\right)^{-E}$$

dimana :

B = Bandwidth = 1,6 GHz.Km

$L_o = 1$ Km

E = 0,5

L = Z = Panjang Kabel = panjang duct

maka :

$$B_o = 1,6 \times \left(\frac{4}{1}\right)^{-0,5} \\ = 800 \text{MHz}$$

4) Dispersi

- Dispersi mode sepanjang 4 Km

$$\Delta t_{(md)} = \Delta t \times Z \\ = 0,007 \text{ns/km} \times 4 \text{ Km} \\ = 0,028 \text{ ns.}$$

- Dispersi waveguide sepanjang 4 Km

$$\Delta t_{(Wg)} = D_v \times Z \times \lambda_{3dB} \\ = 6,6 \text{ ps/nm-km} \times 4 \text{ km} \times 0,13 \text{ nm} \\ = 0,003 \text{ ns.}$$

- Dispersi total

$$\Delta t_{(tot)} = \sqrt{\Delta t_{(md)}^2 + \Delta t_{(Wg)}^2} \\ = \sqrt{(0,028)^2 + (0,003)^2}$$

$$= 0,028 \text{ ns.}$$

5) Lebar pulsa yang harus dipancarkan

$$t_r = t_w + \Delta t_{(tot)}$$

$$t_w = 1,428 \text{ ns} - 0,028 \text{ ns}$$

$$= 1,400 \text{ ns.}$$

6) Redaman :

- Redaman serat pada $\lambda = 1,3 \mu\text{m}$ sepanjang 4 km adalah 0,5 dB/km x 4 Km = 2dB.
- Redaman penyebaran atau hamburan pada $\lambda = 1,3 \mu\text{m}$ sepanjang 4 km adalah 0,37 dB/km x 4 Km = 1,5 dB.
- Redaman penyambungan sepanjang 4 km adalah 0,25 dB per splice x 4 splice = 1 dB. Redaman konektor disisi pengirim adalah 1 dB.
- Redaman konektor disisi penerima adalah 0,78 dB.
- Redaman margin adalah 8 dB.

Redaman total adalah penjumlahan semua redaman tersebut di atas yakni 14,28dB.

7) Daya yang diterima :

Rumus untuk daya yang diterima,

$$P_t - P_r = \alpha$$

$$P_R = P_T - \alpha$$

$$= -3\text{dB} - 14,28 \text{ dB}$$

$$= - 17,28 \text{ dB.}$$

h. Junction antara UP-3 - UP-5

1) Jalur Duct:

Jl. AP. Pettarani - Jl. Sit. Hasanuddin - Jl. Sit. Hasanuddin
(Sungguminasa).

2) Panjang Duct : $\pm 7000 \text{ m} = \pm 7 \text{ Km}$

3) Bandwidth :

Dari pers-1 tadi pada bab ini didapatkan

$$B_o = B \times \left(\frac{L}{L_o}\right)^{-E}$$

dimana :

$$B = \text{Bandwidth} = 1,6 \text{ GHz.Km}$$

$$L_o = 1 \text{ Km}$$

$$E = 0,5$$

$$L = Z = \text{Panjang kabel} = \text{panjang duct}$$

maka :

$$B_o = 1,6 \times \left(\frac{7}{1}\right)^{-0,5}$$
$$= 604,743 \text{ MHz}$$

4) Dispersi

- Dispersi mode sepanjang 7 Km

$$\Delta t_{(md)} = \Delta t \times Z$$
$$= 0,007 \text{ ns/km} \times 7 \text{ Km}$$
$$= 0,049 \text{ ns.}$$

- Dispersi waveguide sepanjang 7 Km

$$\Delta t_{(Wg)} = D_v \times Z \times \lambda_{3dB}$$

$$= 6,6 \text{ ps/nm-km} \times 7 \text{ km} \times 0,13 \text{ nm}$$

$$= 0,006 \text{ ns.}$$

- Dispersi total

$$\begin{aligned} \Delta t_{\text{(tot)}} &= \sqrt{\Delta t_{\text{material}}^2 + \Delta t_{\text{dispersi}}^2} \\ &= \sqrt{(0,006 \text{ ns})^2 + (0,043 \text{ ns})^2} \\ &= 0,049 \text{ ns.} \end{aligned}$$

5) Lebar pulsa yang harus dipancarkan :

$$t_r = t_w + \Delta t_{\text{(tot)}}$$

$$t_w = 1,428 \text{ ns} - 0,049 \text{ ns}$$

$$= 1,379 \text{ ns.}$$

6) Redaman :

- Redaman serat pada $\lambda = 1,3 \mu\text{m}$ sepanjang 7 km adalah 0,5 dB/km x 7 km = 3,5 dB.

- Redaman penyebaran atau hamburan pada $\lambda = 1,3 \mu\text{m}$ sepanjang 7 km adalah 0,37 dB/km x 7 km = 2,59 dB.

- Redaman penyambungan sepanjang 7 km adalah 0,25 dB per splice x 7 splice = 1,75 dB.

- Redaman konektor disisi pengirim adalah 1 dB.

- Redaman konektor disisi penerima adalah 0,78 dB.

- Redaman margin adalah 8 dB.

Redaman total adalah penjumlahan semua redaman tersebut di atas yakni 17,62 dB.

7) Daya yang diterima :

Rumus untuk daya yang diterima,

$$P_T - P_R = \alpha$$

$$P_R = P_T - \alpha$$

$$= -3\text{dB} - 17,62 \text{ dB}$$

$$= - 20,28 \text{ dB} .$$

B. Analisa Traffik

1. Data

a. Jumlah satuan sambungan telepon untuk masing-masing sentral adalah :

$$UP - 1 = 43.000 \text{ sst}$$

$$UP-2 = 20.000 \text{ sst}$$

$$UP-3 = 23.000 \text{ sst}$$

$$UP-4 = 6.000 \text{ sst}$$

$$UP-5 = 11.000 \text{ sst}$$

b. Calling Rate untuk setiap sentral adalah 60 milliErlang per satuan sambungan telepon.

c. Grade Of Service (COS) adalah 0,1 %.

d. Faktor Interest:

$$F_{11} = 0 \text{ Km} = 1,32$$

$$F_{12} = 3 \text{ Km} = 0,96$$

$$F_{13} = 4 \text{ Km} = 0,9$$

$$F_{14} = -10 \text{ Km} = 0,59$$

$$F_{15} = 7 \text{ Km} = 0,72$$

$$F_{23} = 3 \text{ Km} = 0,96$$

$$F_{24} = 10 \text{ Km} = 0,59$$

$$F_{25} = 4 \text{ Km} = 0,9$$

$$F_{34} = 7 \text{ Km} = 0,72$$

$$F_{35} = 5 \text{ Km} = 0,82$$

$$F_{45} = 11 \text{ Km} = 0,57$$

$$F_{22} = F_{33} = F_{44} = F_{55} = F_{11} = 1,32$$

- Keterangan:

F_{12} adalah faktor interest untuk hubungan junction UP1- dengan UP-2 dan ini berlaku dua arah atau $F_{12} = F_{21}$ begitupun untuk yang lainnya.

2. Perhitungan Traffik

a. Traffik Yang Ditawarkan

- (T_1) Traffik yang ditawarkan oleh UP-1 adalah :
 - = 43.000 sst x 0,06 Erlang per sst
 - = 2580 Erlang
- (T_2) Traffik yang ditawarkan oleh UP-2 adalah :
 - = 20.000 sst x 0,06 Erlang per sst
 - = 1200 Erlang
- (T_3) Traffik yang ditawarkan oleh UP-3 adalah :
 - = 23,000 sst x 0,06 Erlang per sst
 - = 1380 Erlang

- (T₄) Traffik yang ditawarkan oleh UP-4 adalah :
 - = 6.400 sst x 0,06 Erlang per sst
 - = 384 Erlang
- (T₅) Traffik yang ditawarkan oleh UP-5 adalah :
 - = 11 .000 sst x 0,06 Erlang per sst
 - = 660 Erlan



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Terhadap system perambatan cahaya, serat optik jenis step index single mode ditinjau dari segi perambatan cahaya adalah sangat baik karena perambatan yang lurus
2. Jenis serat optic yang jenis perambatan cahayanya tidak lurus sehingga agak lambat tiba di tujuan dibanding yang lurus.
3. Total Sistem adalah jumlah total sistem baik hubungan outgoing, hubungan incoming maupun cadangan sistem (spare) jika nantinya terjadi kelebihan aliran trafik, untuk itu disediakan cadangan 10% sistem dari jumlah kebutuhan outgoing dan incoming.
4. Naiknya trafik yang ditawarkan sangat ditentukan oleh jumlah satuan sambungan telepon yang terpasang dan calling ratenya. Jika ditinjau' pada keluaran sentral telepon aliran trafik sangat ditentukan oleh Grade of Service yang disediakan sehingga penyediaan sirkit turut berpengaruh.
5. **Transfer Sistem** didapat dengan mentransfer jumlah sirkit ke jumlah sistem pada saluran. Transfer tersebut dengan cara jumlah sirkit dibagi dengan atau kata lain satu sistem sama dengan sirkit.
6. Dengan menggunakan sistem multipleks yang ordenya lebih tinggi maka kemampuan berinterkoneksi akan lebih baik.

B. Saran

Untuk memperoleh tingkat efisiensi yang tinggi pada sistem komunikasi serat optik sangatlah tepat jika :

- Apabila perangkat sistem multipleks yang terbaru,
- Apabila perangkat sistem multipleks tersebut kecepatannya tinggi
- Apabila perangkat sistem multipleks kapasitasnya besar



DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal D.C., 2000, "*Optical Communications*" Wheeler Publishing, Allahabad.
- Allard F.C., 2005, "*Fiber Optics Handbook*" Mc Graw-Hill Publishing Company, New York.
- Cherin, A.H., 2016, "An Introduction Jo Optical Fiber", Me. Graw Hill, Tokyo.
- Ekkelenkamp, H., 2017, "Aspek-Aspek Transmisi Dari Sistem Komunikasi Digital, Npostel, Jakarta,
- Eklund, H., 2016, "Fibre Optic Components", Ericsson Review., F. 18-23,
- Helistrom, B., Hogberg, S., and Stensland, L, 2017, "Field Trial With 140 Mbit/s System Over Single-Mode Optical Fibre", Ericsson Review., 1, 28-40.
- Langley, G., 2017, "Prins/p Dasar Telekomunikasi PT. Multi Media, Jakarta.
- Larsson, A., and Skalman, K.KN., 2017, "Slotted Core Optical Fibre Cable", Ericsson Rjeview., 6, 100 - 107.
- Mainhori, D., 2018, "Saluran Transmisi , Perumtel, Bandung.
- Mina, R.R., 2018, "Introduction To Teletraffic Engineering" Telephony Publishing Corporation, Chicago.
- Nillson, B.A., and Sorme, K., 2017, "AXE - A Review", Erlangga, Jakarta.
- Roddy, D.T and Coolen, J., 2015, "Komunikasi Elektronika\ Erlangga, Jakarta.

