LAPORAN KERJA PRAKTEK

APLIKASI DWDM PADA SERAT OPTIK

PT. Industri Telekomunikasi Indonesia (Persero)
Jl. Moch. Toha No. 77 Bandung 40253

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Mata Kuliah Kerja Praktek

oleh :

Samsa Cardiansyah

13105008



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS KOMPUTER INDONESIA

BANDUNG

2009

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN KERJA PRAKTEK

APLIKASI DWDM PADA SERAT OPTIK

oleh :

Samsa Cardiansyah

13105008

Disetujui dan disahkan di Bandung pada tanggal :

_____

Koordinator Kerja Praktek	Pembimbing Kerja Praktek
Tri Rahajoeningroem, MT.	**Tri Rahajoeningroem, MT.**
NIP : 4127.70.04.015	**NIP : 4127.70.04.015**

Ketua Prodi

Muhammad Aria, ST.
NIP : 4127.70.04.008

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN KERJA PRAKTEK

APLIKASI DWDM PADA SERAT OPTIK

oleh :

Samsa Cardiansyah

13105008

Disetujui dan disahkan di Bandung pada tanggal :

_____

Pembimbing Kerja Praktek
Bagian JTT ENGINEER

Rendra Haswari Noviarini
NIP : 200506012

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat hidayah dan anugrah- Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan pembuatan laporan kerja praktek ini. Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam penyelesaian program studi S1 pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia.

Dalam penyelesaian laporan ini, tidak sedikit hambatan dan rintangan yang penulis alami karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki, oleh karena itu penulis senantiasa mengharapkan saran/kritik yang sifatnya membangun, memperbaki kekurangan yang berguna untuk meningkatkan mutu dan kualitas laporan untuk masa yang akan datang. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan umumnya bagi kampus UNIKOM, perusahan, dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Laporan ini penulis susun berdasarkan atas apa yang telah dipraktekkan di PT. Industri Telekomunikasi Indonesia (Persero), dan dalam laporan praktek ini penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Maka atas dasar tesebut perkenankanlah penulis mengucapkan terimakasih, terutama kepada Orang tua yang telah memberikan semangat, dukungan moril dan materil serta do’a yang tulus dan Ikhlas sehingga terselesaikannya penyususnan laporan ini, penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Agus Kurniawan selaku Asman Bang SDM **PT. Industri Telekomunikasi Indonesia (Persero)**

2. Ibu Rendra Haswari Noviarini dan Bapak Yudha Susanto selaku Pembimbing yang telah membimbing dan membantu dalam pelaksanaan kerja praktek ini.
3. Seluruh staf dan karyawan **PT. Industri Telekomunikasi Indonesia (Persero)**, yang telah banyak membantu sehingga terselesaikannya kegiatan kerja praktek dan terselesaikannya laporan kerja praktek ini.
4. Bapak Muhammad Aria, ST sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro UNIKOM
5. Ibu Tri Rahajoeningroem, MT sebagai Dosen Wali sekaligus Koordinator Kerja Praktek.
6. Kedua orang tua-ku, Ayah & Ibu yang tak pernah henti memberikan do'a dan cinta kepada penulis. Semoga Allah SWT tetap memberikan berkat dan rakhmat-Nya.
7. Rekan dan sahabat mahasiswa Teknik Elektro

Demikianlah laporan ini kami susun, penulis menyadari bahwa manusia itu tidak luput dari kesalahan, maka penulis mohon maaf jika ada penyusunan laporan kerja praktek yang kurang baik. Akhir kata semoga amal baik mereka yang telah membantu dalam penyelesaian laporan kerja praktek ini mandapatkan balasan dari Alloh SWT.

Bandung, Februari 2009

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN i

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI v

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR TABEL ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang 1

1.2 Tujuan Kerja Praktek 2

1.3 Batasan Masalah 2

1.4 Metoda Penelitian 2

1.5 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek 3

1.6 Sistematika Laporan Kerja Praktek 4

BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Sejarah Singkat Perusahaan 5

2.1.1 Eksistensi dan Perkembangan PT. INTI 5

2.1.2 Milestone Sejarah PT. INTI 5

a. Era 1974 – 1984 5

b. Era 1984 – 1994 6

c. Era 1994 – 2000 7

d. Era 2000 – 2004 7

e. Era 2005 – sekarang 8

2.1.3 Inilah INTI 9
2.1.4 Visi, Misi, dan Strategi 10
2.1.4.1 Visi Perusahaan 10
2.1.4.2 Misi Perusahaan 10
2.1.4.3 Strategi Perusahaan 10
2.2 Struktur Organisasi Perusahaan 11
2.3 Deskripsi Jabatan 13
2.3.1 Direksi 13
2.3.1.1 Direktur Utama 13
2.3.1.2 Direktur Pemasaran 14
2.3.1.3 Direktur Operasi dan Teknik 15
2.3.1.4 Direktur Administrasi dan Keuangan 17
2.3.2 Divisi 18
2.3.2.1 Internal Audit 18
2.3.2.2 Divisi Sekretariat Perusahaan 19
2.3.2.3 PUSBISPRO 19
2.3.2.4 Divisi Sekretariat 20
2.3.2.5 Divisi Quality Assurance 20
2.3.2.6 Divisi Keuangan 20
2.3.2.7 Bagian Manajemen Asset 21
2.4 Aspek Kegiatan Perusahaan 22
2.4.1 Produk yang dipasarkan oleh Divisi PUSBISPRO 22
2.4.2 Cara Pemasaran Produk 22
2.4.3 Pelaksanaan Promosi 23

BAB III DASAR TEORI

3.1. Sejarah Perkembangan DWDM 25

3.2. DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) 26

3.2.1 Pengertian DWDM 26

3.2.2 Pemilihan DWDM 28

3.2.3 Keunggulan DWDM 29

3.3 CWDM (*Coarse Wavelength Division Multiplexing*) 30

3.3.1 Prinsip Coarse WDM 31

3.3.2 Perbandingan CWDM dan DWDM 31

BAB IV TEKNIK OPERASIONAL DWDM

4.1 Teknik DWDM 35

4.1.1 Komponen penting pada DWDM 36

4.1.2 Channel Spacing 39

4.2 Desain DWDM 41

4.2.1 Mendesain Jaringan DWDM secara Terstruktur 41

4.2.1.1 Contoh Kasus 41

4.2.1.2 Langkah - langkah Desain 42

4.2.1.3 Beberapa Pertimbangan 43

4.2.1.4 Peranan Penting Dari Sistem DWDM 44

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan 47

5.2 Saran 47

DAFTAR PUSTAKA 49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Organisasi Perusahaan

Gambar 3.1 Teknologi DWDM

Gambar 3.2 Jarak Antar Kanal (Channel Spacing) / DWDM

Gambar 3.3 Jarak Antar Kanal (Channel Spacing) / CWDM

Gambar 3.4 Spektrum Optik

Gambar 4.1 Ilustrasi pengiriman informasi pada WDM

Gambar 4.2 Ilustrasi transmisi dengan TDM

Gambar 4.3 Erbium-doped Optical Fiber

Gambar 4.4 Bragg Grating

Gambar 4.5 Dichronic Filter

Gambar 4.6 Aplikasi Sistem DWDM

Gambar 4.7 Typical Optical Characteristics for DWDM Channels

Gambar 4.8 Channel Spacing DWDM Fiber Bragg Grating

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perbandingan CWDM dan DWDM

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu persyaratan Akademik yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Komputer Indonesia selama menjalani masa studinya adalah melaksanakan Kerja Praktek.

Praktek kerja lapangan adalah tugas akademik yang diwajibkan kepada mahasiswa untuk mempelajari sistem nyata dunia kerja sesungguhnya dengan cara magang di suatu perusahaan / instansi atau institusi pada bagian atau divisi tertentu dalam kurun waktu yang di tentukan. Berkaitan dengan hal tersebut, Kerja Praktek dilaksanakan di **PT. Industri Telekomunikasi Indonesia (Persero)**. Dalam laporan ini, fokus pembahasan berdasarkan judul APLIKASI DWDM PADA SERAT OPTIK.

Di dalam sistem telekomunikasi, keterbatasan utama yang sudah menjadi hal umum adalah spektrum dan *bandwidth*. Namun adanya keterbatasan tidak selalu berdampak buruk khususnya pada perkembangan di bidang telekomunikasi, pertimbangkan yang terjadi belakangan ini pada komunikasi serat optik yang memperindah kilauan cahaya di dalam jaringan-jaringan yang tertanam di dasar samudera bahkan di bawah gedung-gedung bertingkat di kota-kota besar dunia.

Serat optik sebagai media transmisi berkecepatan tinggi untuk meningkatkan layanan yang baik kepada pelanggan berusaha terus dikembangkan kualitasnya. Salah satu yang dikembangkan adalah kapasitas transmisinya, yang saat ini telah berkembang sampai dengan *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM).

1.2 Tujuan Kerja Praktek

Tujuan Umum :

1. Memperkenalkan dunia kerja kepada mahasiswa sesuai dengan program studi yang diambilnya.
2. Memberikan kesempatan kepada setiap mahasiswa untuk mengaplikasikan ilmu yang diperolehnya dalam perkuliahan.
3. Secara tidak langsung, kerja praktek dapat memberikan pengalaman yang mungkin berharga kepada setiap mahasiswa untuk masa depannya menghadapi persaingan dalam dunia kerja.

Tujuan Khusus :

1. Mempelajari prinsip kerja sistem DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*).
2. Menerapkan sistem aplikasi DWDM pada serat optik.

1.3 Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan mata kuliah kerja praktek ini, banyak ilmu dan wawasan baru yang didapat khususnya dalam bidang telekomunikasi. Pada bidang ini dipelajari tentang prinsip kerja sistem DWDM. Dalam laporan ini dibatasi hanya membahas tentang *aplikasi DWDM pada serat optik*.

1.4 Metoda Penelitian

Dalam melaksanakan Kerja Praktek, akan berusaha memanfaatkan waktu pada saat Kerja Praktek nanti untuk mengambil data dengan bertindak di lapangan sesuai dengan bimbingan dari pembimbing perusahaan / instansi dan akan

mematuhi semua prosedur yang berlaku diperusahaan / instansi atau instansi yang kami tempati tersebut.

Adapun teknik pengumpulan data yang akan digunakan oleh penulis dalam melaksanakan Kerja Praktek ini, antara lain adalah :

a. Kepustakaan

Teknik pengumpulan data dengan mengadakan studi penelaahan terhadap buku-buku, literature, catatan-catatan, dan laporan yang ada hubungannya dengan masalah yang diangkat dalam laporan.

b. Teknik Survey

Teknik survey pengumpulan data dengan langsung ke lokasi Kerja Praktek, dalam hal ini dibantu oleh pembimbing dari perusahaan / instansi tersebut.

c. Observasi Langsung

Dengan mengamati langsung tentang bagaimana kegiatan yang berlangsung pada waktu suatu pekerjaan sedang berlangsung.

d. Wawancara

Percakapan atau Tanya jawab dengan pihak terkait.

1.5 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek

Tempat	:	PT. Industri Telekomunikasi Indonesia (Persero)
Alamat	:	Jl. Moch. Toha No. 77 Bandung 40253.
Jadwal	:	06 Agustus – 06 September 2008
Jam	:	07.30 – 12.45 WIB

1.6 Sistematika Laporan Kerja Praktek

BAB I PENDAHULUAN, berisi tentang latar belakang kerja praktek dan alasan pemilihan judul laporan kerja praktek, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penulisan yang digunakan, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN, membahas tentang ruang lingkup perusahaan tempat kerja praktek dilaksanakan diantaranya profil perusahaan, visi perusahaan, misi perusahaan, bidang dan kegiatan usaha, produk dan layanan yang diberikan perusahaan, dan struktur organisasi.

BAB III DASAR TEORI, menjelaskan tentang sejarah perkembangan teknologi DWDM dan perbandingan antara DWDM dengan CWDM. Dimana teknologi DWDM dinyatakan sebagai suatu teknologi jaringan transport yang memiliki kemampuan untuk membawa sejumlah panjang gelombang pada serat optik.

BAB IV TEKNIK OPERASIONAL DWDM, membahas tentang prinsip kerja sistem DWDM dan beberapa peranan penting yang mendukung dalam sistem DWDM.

BAB V PENUTUP, merupakan bagian akhir dari laporan yang berisi tentang kesimpulan dari pelaksanaan kegiatan kerja praktek dan saran-saran dalam pelaksanaan kerja praktek.

BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Sejarah Singkat Perusahaan

2.1.1 Eksistensi dan Perkembangan INTI (1974 - 2004)

Dari cikal bakal Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Industri Bidang Pos dan Telekomunikasi (LPPI-POSTEL), pada 30 Desember 1974 berdirilah PT. Industri Telekomunikasi Indonesia (Persero) Bandung (PT. INTI) sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dengan misi untuk menjadi basis dan tulang punggung pembangunan Sistem Telekomunikasi Nasional (SISTELNAS).

Seiring waktu dan berbagai dinamika yang harus diadaptasi, seperti perkembangan teknologi, regulasi, dan pasar, maka selama lebih dari 30 tahun berkiprah dalam bidang telekomunikasi, PT. INTI telah mengalami berbagai perubahan dan perkembangan.

2.1.2 Milestone Sejarah PT. INTI

a. Era 1974 – 1984

Fasilitas produksi yang dimiliki PT. INTI antara lain adalah :

1. Pabrik Perakitan Telepon.
2. Pabrik Perakitan Transmisi.
3. Laboratorium Software Komunikasi Data.
4. Pabrik Konstruksi dan Mekanik.

Kerjasama teknologi yang pernah dilakukan pada era ini antara lain dengan Siemen, BTM, PRX, JRC, dan NEC. Pada era tersebut produk Pesawat Telepon Umum Koin (PTUK) PT. INTI menjadi standar Perumtel (sekarang Telkom).

b. Era 1984 – 1994

Fasilitas produksi terbaru yang dimiliki PT. INTI pada masa ini, disamping fasilitas-fasilitas yang sudah ada sebelumnya, antara lain adalah Pabrik Sentral Telepon Digital Indonesia (STDI) pertama di Indonesia dengan teknologi produksi *Trough Hole Technology* (THT) dan *Surface Mounting Technology* (SMT).

Kerjasama teknologi yang pernah dilakukan pada era ini antara lain adalah :

1. Bidang sentral (switching), dengan Siemens.
2. Bidang transmisi dengan Siemens, NEC, dan JRC.
3. Bidang CPE dengan Siemens, BTM, Tamura, Shapura, dan Tatung TEL.

Pada era ini, PT. INTI memiliki reputasi dan prestasi yang signifikan, yaitu :

1. Menjadi pionir dalam proses digitalisasi system dan jaringan telekomunikasi di Indonesia.
2. Bersama Telkom telah berhasil dalam proyek otomatisasi telepon di hampir seluruh ibu kota kabupaten dan ibu kota kecamatan di seluruh wilayah Indonesia.

c. Era 1994 – 2000

Selama 20 tahun sejak berdiri, kegiatan utama PT. INTI adalah murni manufaktur. Namun dengan adanya perubahan dan perkemnbangan kebutuhan teknologi, regulasi, dan pasar, PT. INTI mulai melakukan transisi ke bidang jasa engineering.

Pada masa ini aktivitas manufaktur di bidang switching, transmisi, CPE, dan mekanik-mekanik masih dilakukan. Namun situasi pasar yang berubah, kompetisi yang makin ketat dan regulasi telekomunikasi yang makin terbuka menjadikan posisi PT. INTI di pasar bergeser sehingga tidak lagi sebagai *market leader*. Kondisi ini mengharuskan PT. INTI memiliki kemampuan *sales force* dan *networking* yang lebih baik.

Kerjasama teknologi masih berlangsung dengan Siemens secara *single-source*.

d. Era 2000 – 2004

Pada era ini kerjasama teknologi tidak lagi bersifat *single source*, tetapi dilakukan secara *multi source* dengan beberapa perusahaan multinasional dari Eropa dan Asia. Aktivitas manufaktur tidak lagi ditangani sendiri oleh PT. INTI, tetapi secara *spin-off* dengan mendirikan anak - anak perusahaan dan usaha patungan, seperti :

1. Bidang CPE, dibentuk anak perusahaan bernama PT. INTI PRISMA Internasional yang bekerja sama dengan JITech Internasional, bertempat di Cileungsi Bogor.

2. Bidang mekanik dan plastik, dibentuk usaha patungan dengan PT. PINDAD bernama PT. IPMS, berkedudukan di Bandung.
3. Bidang-bidang switching, akses, dan transmisi, dirintis kerja sama dengan beberapa perusahaan multinasional yang memiliki kapabilitas memadai dan adaptif terhadap kebutuhan pasar. Beberapa perusahaan multinasional yang telah melakukan kerja sama pada era ini, antara lain :
   a. SAGEM, di bidang transmisi dan selular.
   b. MOTOROLA, di bidang CDMA.
   c. ALCATEL, di bidang *fixed and optical access network*.
   d. ERICSSON, di bidang akses.
   e. HUA WEI, di bidang *switching* dan akses.

e. Era 2005 – sekarang

Dari serangkaian tahapan restrukturisasi yang telah dilakukan , PT. INTI kini memantapkan langkah transformasi mendasar dari kompetensi berbasis manufaktur ke *engineering solution*. Hal ini akan membentuk PT. INTI menjadi semakin adaptif terhadap kemajuan teknologi dan karakteristik serta perilaku pasar.

Dari pengalaman panjang PT. INTI sebagai pendukung utama penyediaan infrastruktur telekomunikasi nasional dan dengan kompetensi sumber daya manusia yang terus diarahkan sesuai proses transformasi tersebut, saat ini PT. INTI bertekad untuk menjadi mitra terpercaya dibidang penyediaan jasa profesional dan solusi

total yang fokus pada Infocom System and *Technology Integration* (ISTI).

2.1.3 Inilah INTI

Berkantor pusat di Bandung dengan jumlah karyawan tetap 739 orang (per 31 Desember 2005), INTI telah bergerak di bidang telekomunikasi selama beberapa dekade sebagai pemasok utama pembangunan jaringan telepon nasional yang diselenggarakan oleh PT Telkom dan Indosat.

Melihat kecenderungan perkembangan teknologi telekomunikasi dan informatika yang menuju konvergensi, saat ini INTI telah melakukan perubahan mendasar ruang lingkup bisnis inti dari manufaktur menjadi penyedia jasa *engineering solution*, khususnya Sistem Infokom dan Integrasi Teknologi, atau yang lebih dikenal dengan istilah **ISTI (*Infocom System & Technology Integration*)**.

Berbekal pengalaman dan kompetensi di bidang telekomunikasi selama lebih dari 30 tahun (didirikan pada tahun 1974), INTI telah menggariskan kebijakan-kebijakan organisasi yang mendukung perubahan orientasi bisnis dan budaya kerja perusahaan yang berkemampuan untuk bersaing di pasar. Pada tahun fiskal 2005 (per 31 Desember), INTI menghasilkan nilai penjualan sekitar 565,5 miliar rupiah, dengan pendapatan bersih sekitar 18 miliar rupiah.

2.1.4 Visi, Misi, dan Strategi

2.1.4.1 Visi Perusahaan

INTI bertujuan menjadi pilihan pertama bagi pelanggan dalam mentransformasikan "MIMPI" menjadi "REALITA".

Dalam hal ini, "MIMPI" diartikan sebagai keinginan atau cita-cita bersama antara INTI dan pelanggannya, bahkan seluruh *stakeholder* perusahaan.

2.1.4.2 Misi Perusahaan

Berdasarkan rumusan visi yang baru maka rumusan misi INTI terdiri dari tiga butir sebagai berikut :

a. Fokus bisnis tertuju pada kegiatan jasa *engineering* yang sesuai dengan spesifikasi dan permintaan konsumen
b. Memaksimalkan *value* (nilai) perusahaan serta mengupayakan growth (pertumbuhan) yang berkesinambungan
c. Berperan sebagai prime *mover* (penggerak utama) bangkitnya industri dalam negeri.

2.1.4.3 Strategi Perusahaan

Strategi INTI dalam periode 2006-2010 difokuskan pada bidang jasa pelayanan infokom dengan penekanan pada pengembangan "*Infocom System & Technology Integration* (ISTI)".

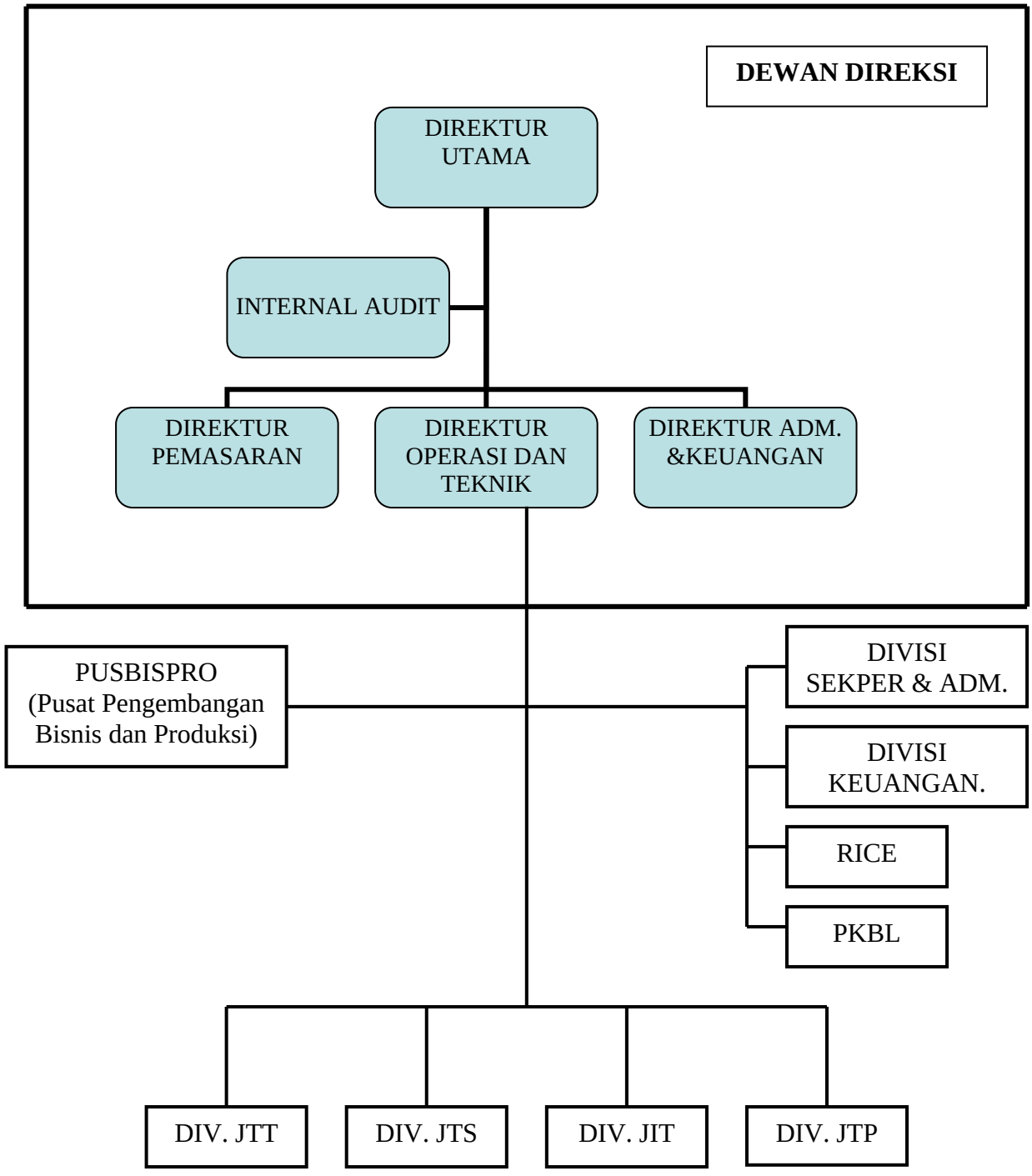
Bisnis INTI dalam kurun waktu 2006-2010 akan dipusatkan untuk memenuhi kebutuhan *customer* yang berbadan hukum. Jadi sifat

bisnis yang akan dikembangkan INTI adalah bersifat "B to B" dan kurang ke "B to C". Dengan demikian target utama pembeli atau pengguna produk atau jasa INTI adalah operator-operator jasa layanan telekomunikasi, badan-badan pemerintah, khususnya bidang pertahanan dan keamanan, dan perusahaan-perusahaan baik swasta maupun BUMN.

2.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi sebagai bagian dari manajemen yang diperlukan oleh perusahaan. Dengan adanya struktur organisasi yang baik akan memudahkan para karyawan maupun para pimpinan untuk mengetahui batas-batas tugas, wewenang, dang tanggung jawab, serta hubungan kerja tiap-tiap personil tersebut. Struktur organisasi yang digunakan oleh PT. INTI (Persero) berdasarkan prinsip organisasi lini dan staff.

Dalam struktur organisasi PT. INTI (Persero) yang terakhir, ditetapkan dengan surat Keputusan Direksi No. 001/OT.002/ADK-11/1995, struktur organisasi perusahaan terdiri dari Direksi, Satuan Pengawas Intern (SPI), Divisi, dan Unit. Sejalan dengan intensi PT.INTI untuk lebih fokus pada jasa engineering dan lebih berorientasi ke pelanggan, maka PT.INTI menyiapkan organisasinya sebagai berikut :



Gambar 2.1 Struktur Organisasi Perusahaan

2.3 Deskripsi Jabatan

Secara garis besar tugas pokok, wewenang, dan tanggung jawab yang dimiliki oleh masing-masing bagian yang berkaitan dengan masalah yang penulis teliti adalah :

2.3.1 Direksi

Direksi adalah dewan yang memimpin seluruh usaha operasi dalam menjalankan misi perusahaan untuk mencapai tujuan perusahaan dalam kinerja usaha yang menguntungkan, kepuasan pelanggan yang maksimal, serta tingkat pencapaian kinerja usaha setiap perkembangannya. Tugas pokok direksi:

1. Merumuskan sasaran, kebijakan strategi untuk perkembangan perusahaan dan rencana kerja serta anggaran perusahaan tahunan.
2. Membina Sbu dan masing-masing Direktornya.
3. Mengawasi operasional SBU dan divisi masing-masing direktoratnya.
4. Menilai hasil kerja setiap unit serta menetapkan tindak lanjut pembinaan yang diperlukan untuk memecahkan masalah yang dihadapi.

Direksi ini terdiri dari:

2.3.1.1 Direktur Utama

Fungsi dari Direktur Utama adalah merencanakan, mengendalikan, dan mengkoordinasikan pelaksanaan kegiatan Direksi dalam pengelolaan perusahaan baik yang bersifat strategis, maupun operasional sesuai dengan fungsi Direksi, agar misi perusahaan dapat

diemban dengan baik dan tujuan perusahaan dapat dicapai sesuai dengan ketentuan dalam Anggaran Dasar dan Keputusan-keputusan Rapat Umum Pemegang Saham.

Direktur Utama mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

1. Mengesahkan perumusan pokok-pokok kebijakan dan strategi umum perusahaan yang akan menjadi acuan dalam penyusunan kebijakan operasional dan strategi fungsi-fungsi organisasi perusahaan.
2. Mengkoordinasikan anggota Direksi yang lain sebagai suatu keterkaitan fungsional serta semangat yang kuat untuk memimpin unit-unit bawahan yang berada dibawah Direktur masing-masing agar terbentuk integrasi antar Direktorat.
3. Mengerahkan dan mengawasi operasional unit struktur Pengawasan Intern, Divisi Quality Assurance, dan Kelompok Pengembangan Usaha.
4. Memimpin dan memberikan kepada seluruh pimpinan, serta mengkoordinasikan penyelesaian persoalan yang mempunyai keterkaitan multi Direktorat.

2.3.2.2 Direktur Pemasaran

Tugas pokok Direktur Pemasaran adalah melaksanakan sebagian tugas pokok Direktur Utama dalam bidang pemasaran dan

perlengkapan. Direktur pemasaran bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Wewenang dan tanggung jawab Direktur Pemasaran adalah :

1. Memimpin Direktorat Pemasaran dan perencanaan, pengembangan, pelaksanaan dan pengendalian pemasaran produk telekomunikasi dan produk atau jasa lain yang relevan serta kemungkinan diversifikasi produk atau jasa atau diversifikasi usaha untuk meningkatkan kinerja perusahaan.
2. Berwenang untuk memutuskan mengenai produk lini atau jasa yang akan dipasarkan dalam arti produk mana yang akan diperluas, produk yang ada atau produk baru.
3. Berwenang untuk menetapkan kebijaksanaan yang hendak diberikan pada langganan, menetapkan harga jual dan sistem penjualan, serta alat promosi.
4. Berwenang untuk memutuskan bagaimana memilih pemasok barang dan jasa yang diperlukan perusahaan.
5. Berwenang untuk mengkoordinasi kegiatan pembelian, produksi, dan penjualan.

2.3.1.3 Direktur Operasi dan Teknik

Fungsi dari Direktur Operasi dan Teknik adalah merencanakan, merumuskan pengembangan, penerapan teknologi, dan mengendalikan kebijakan umum Operasi dan Teknik yang selanjutnya menjadi acuan dalam penyusunan strategi produksi SBU.

Direktur Operasi dan Teknik mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

1. Merumuskan sasaran, kebijakan dan strategi Operasi dan Teknik untuk pengembangan dan rencana kerja perusahaan tahunan, mengendalikan kebijakan umum dibidang penelitian, pengembangan, dan penerapan teknologi, mencakup :
   a. Kemampuan produksi untuk memenuhi permintaan pasar.
   b. Fasilitas peralatan dan permesinan yang efektif dan efisien.
   c. Pengelolaan sistem pengendalian persediaan yang efektif dan efisien.
   d. Pengelolaan sistem pengadaan bahan baku dan sub perakitan yang efektif dan efisien.
   e. Pengelolaan biaya operasi.
   f. Peningkatan keandalan produksi dan *Mutu Sourching*.
   g. Peramalan teknologi yang efektif yang akan diterapkan.
   h. Peningkatan kemampuan pengembangan produk yang sudah ada.
   i. Peningkatan kemampuan pengembangan produk baru dengan orientasi pasar.
2. Membina Divisi yang memiliki produk pemasaran dan kemampuan teknologi.
3. Mengawasi kegiatan operasional Divisi dibawah tanggung jawab

4. Menilai hasil kerja setiap unit serta menerapkan tindak lanjut pembinaan yang diperlukan untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapinya.

2.3.1.4 Direktur Administrasi Dan Keuangan

Fungsi Direktur Administrasi dan Keuangan adalah merencanakan, merumuskan, dan mengendalikan kebijakan umum dibidang keuangan serta Sumber Daya Manusia dan organisasi.

Direktur Administrasi dan Keuangan mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

1. Merumuskan sasaran, kebijakan, dan strategi keuangan serta Sumber Daya Manusia untuk pengembangan perusahaan dan rencana kerja dan anggaran perusahaan tahunan, yang mencakup :
   a. Struktur modal efektif.
   b. Pengelolaan modal kerja
   c. Perencanaan keuangan, modal kerja, dan prosedur pengadaan modal yang efektif dan efisien.
   d. Sistem akuntansi untuk perencanaan dan pertanggungjawaban keuangan perusahaan.
   e. Pengembangan pengelolaan SDM dan organisasi.
2. Membina divisi, khususnya aspek keuangan, sistem akuntansi, serta pembinaan SDM
3. Mengarahkan dan mengawasi kegiatan operasional divisi keuangan dan umum.

4. Menilai hasil kerja setiap unit serta menetapkan tindak lanjut pembinaan yang diperlukan untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapinya.

2.3.2 Divisi

Pembentukan Divisi ditujukan untuk kelancaran kegiatan bisnis SBU dengan menyusun kebijakan-kebijakan strategis sesuai dengan fungsinya yang menjadi acuan kegiatan pelaksanaan kegiatan operasional pada unit kerja lain. Divisi terdiri dari :

2.3.2.1 Internal Audit

Internal Audit berfungsi untuk membantu Direktur Utama dalam mengadakan penilaian atas pelaksanaan manajemen serta sistem pengawasannya pada setiap unit organisasi dan juga memberikan saran-saran perbaikannya. Divisi ini mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

1. Menyelenggarakan pemeriksaan operasional dan melaksanakan evaluasi berdasarkan kemampuan yang berlaku atas seluruh kegiatan perusahaan.
2. Menyelenggarakan pemeriksaan keuangan dan melaksanakan evaluasi atas seluruh pengolahan keuangan perusahaan berdasarkan ketentuan yang berlaku.

3. Memberikan rekomendasi pada Direktur Utama dalam perbaikan sistem pengendalian manajemen agar program perusahaan setiap tahun dapat mencapai kinerja yang ditetapkan.

2.3.2.2 Divisi Sekretariat Perusahaan

Divisi ini mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

2.1 Memberikan usulan kepada Direksi dan penyusunan kebijakan perusahaan dalam bidang hokum, perencanaan perusahaan sistem informasi, dan pembentukan citra perusahaan.

2.2 Memberikan usulan kepada Direksi dan penerapan kebijakan yang bersangkutan diseluruh lingkungan perusahaan. Menyelenggarakan kegiatan kerumahtanggaan, kantor pusat, dan keamanan di lingkungan perusahaan.

2.3.2.3 PUSBISPRO (Pusat Pengembangan Bisnis dan Produksi)

PUSBISPRO ini dibawah pengawasan Direktur Teknologi yang mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

1. Melakukan usaha-usaha untuk pengembangan produk-produk telekomunikasi, baik produk sentral, terminal, transmisi, dan produk-produk lainnya secara efektif dan efisien.
2. Melakukan studi analisa mendalami tentang perkembangan sistem telekomunikasi dalam menentukan peluang bisnis.

3. Memimpin pemberian bantuan kepada unit yang membutuhkan dalam pemberian kualitas komponen untuk usaha multi sourching.
4. Memberikan bantuan teknis kepada fungsi produksi dalam membuat produksi yang dikembangkan.

2.3.2.4 Divisi Sekretariat

Divisi Sekretariat mempunyai tugas pokok menunjang fungsi direksi dalam pelaksanaan tugas-tugas khusus kesekretariatan, serta dalam koordinasi tenaga-tenaga spesialis yang berperan sebagai tenaga fungsional pada bidang hukum, kehumasan, sistem informasi, perencanaan perusahaan, serta kesekretariatan umum.

2.3.2.5 Divisi Quality Assurance (QA)

Divisi Quality Assurance (QA) memiliki tugas pokok menunjang fungsi Direktur Utama dalam pencapaian kehandalan mutu dan fungsi produk dan jasa yang dihasilkan perusahaan agar seluruh sistem bekerja sesuai dengan norma yang telah ditetapkan untuk memenuhi spesifikasi produk dan jasa yang menjadi tuntutan pelanggan dan masyarakat pemakai. Mengintegrasikan seluruh fungsi didalam perusahaan dalam mewujudkan sasaran perusahaan dalam pencapaian target Q-C-D (Quality, Cost, Delivery).

2.3.2.6 Divisi Keuangan

Divisi keuangan ini dikepalai oleh seorang Manajer Keuangan yang mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

1. Menganalisa dokumen dan laporan yang berkaitan dengan pelaksanaan tugas bagian keuangan, baik urusan pembendaharaan dan penagihan, akuntansi dan anggaran, maupun administrasi dan umum.
2. Menandatangani dokumen yang berkaitan dengan urusan pembendaharaan dan penagihan, akuntansi dan anggaran, maupun administrasi dan umum.
3. Menandatangani bukti pengeluaran keuangan sesuai dengan wewenang yang diberikan.
4. Mengevaluasikan dan melakukan laporan anggaran bulanan, triwulan, dan tahunan.
5. Merencanakan program kerja urusan pembendaharaan dan penagihan, akuntansi dan anggaran, maupun administrasi umum.
6. Mengusulkan anggaran bagian Keuangan.

2.3.2.7 Bagian Manajemen Asset

Bidang pekerjaan atau tugas pada bagian Manajemen Asset sebagai berikut :

1. Mengkoordinasikan tugas-tugas urusan dibawah bagian Manajemen Asset.
2. Memeriksa dan mengesahkan dokumen-dokumen yang berkaitan dengan bagian Manajemen Asset.
3. Mengendalikan laporan-laporan bawahan.

2.4 Aspek Kegiatan Instansi (Perusahaan)

Sejalan dengan strategi pembangunan telekomunikasi nasional PT. INTI (Persero) telah merumuskan misi perusahaan guna menghadapi perkembangan telekomunikasi di masa yang akan datang.

PT. INTI (Persero) Bandung telah banyak memproduksi berbagai produk-produk telekomunikasi maupun alat penunjang peralatan telekomunikasi. Namun seiring dengan berkembangnya globalisasi terdapat banyak persaingan dengan perusahaan luar, oleh karena itu PT. INTI memutuskan untuk melakukan pengembangan produk. Aspek-aspek yang dilakukan oleh divisi pengembangan adalah :

2.4.1 Produk yang dipasarkan oleh Divisi PUSBISPRO :

1. Produk-produk asli :

a. IntiRect

b. IMPA (INTI *Multi Protocol Analyzer*) 40C

c. IMPA (INTI *Multi Protocol Analyzer*) 60C

d. ISLiMS (INTI *Subscriber Line Maintenance System*)

e. iNMS (INTI *Network Management System*) Solution

f. INTI *Rack, Rack/Cabinet*

2. Produk-produk kerjasama (TBCA)

a. SAGEM LINK F (TBCA)

2.4.2 Cara pemasaran produk

Cara pemasaran produk yaitu dengan cara memberikan penawaran harga kepada perusahaan Negara terlebih dahulu seperti PT. TELKOM, kemudian

baru ditawarkan kepada perusahaan swasta lainnya, kepada publik atau umum dengan mempromosikan melalui iklan, pembuatan brosur, melalui media cetak atau elektronika.

2.4.3 Pelaksanaan Promosi

1. Periklanan (*Advertising*)
2. Berupa pemasangan iklan di media cetak dan elektronik serta pemasangan banner pada perusahaan, penyediaan jaringan Internet dalam pemasaran melalui e-commer.
3. Promosi Penjualan (*Sales Promotion*)
4. Promosi penjualan merupakan unsur kunci dalam kampanye pemasaran, promosi penjualan yang dilakukan oleh PT. INTI melalui brosur-brosur yang dikirimkan ke perusahaan-perusahaan lain melalui pos.
5. Humas dan Publikasi
6. Berupa kegiatan-kegiatan yang terdiri dari pembuatan majalah perusahaan, ikut partisipasi dalam kegiatan di perusahaan mitra kerja, materi audio visual, seminar, serta ikut berpartisipasi dalam suatu kegiatan di perusahaan mitra kerja seperti pemasangan logo, dan lain-lain.
7. Penjualan Secara Pribadi (*Personal Selling*)
8. Melakukan penjualan secara pribadi melalui relasi-relasi terkait, mitra-mitra kerja, para operator komunikasi, perusahaan-perusahaan besar

baik berupa presentasi pemakaian, pertemuan pemakaian, dan lain-lain.

9. Penjualan Langsung (*Direct Selling*)
10. Bentuk promosi ini biasanya ditunjukan langsung kepada konsumen individual dengan tujuan agar pesan-pesan tersebut ditanggapi konsumen yang bersangkutan, baik melalui spanduk, iklan, melalui internet dengan alamat Home Page : http://www.inti.co.id, melalui pos atau datang langsung ke perusahaan.

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Sejarah Perkembangan DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*)

Pada mulanya, teknologi WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) yang merupakan cikal bakal lahirnya DWDM berkembang dari keterbatasan yang ada pada sistem serat optik, dimana pertumbuhan trafik pada sejumlah jaringan *backbone* mengalami percepatan yang tinggi sehingga kapasitas jaringan tersebut dengan cepatnya terisi. Hal ini menjadi dasar pemikiran untuk memanfaatkan jaringan yang ada dibandingkan membangun jaringan baru.

Pada perkembangan WDM, beberapa sistem telah sukses mengakomodasikan sejumlah panjang gelombang dalam sehelai serat optik yang masing-masing berkapasitas 2,5 Gbps sampai 5 Gbps. Namun penggunaan WDM menimbulkan permasalahan baru, yaitu ke-nonlinieran serat optik dan efek dispersi yang kehadirannya semakin *significant* yang menyebabkan terbatasnya jumlah panjang gelombang 2 - 8 buah saja di kala itu.

Pada perkembangan selanjutnya, jumlah panjang-gelombang yang dapat diakomodasikan oleh sehelai serat optik bertambah mencapai puluhan buah dan kapasitas untuk masing-masing panjang-gelombang pun meningkat pada kisaran 10 Gbps, kemampuan ini merujuk pada apa yang disebut DWDM.

Namun pada dasarnya, DWDM merupakan pemecahan dari masalah-masalah yang ditemukan pada WDM, dimana dari segi infrastruktur sendiri praktis hanya terjadi penambahan peralatan pemancar dan penerima saja untuk

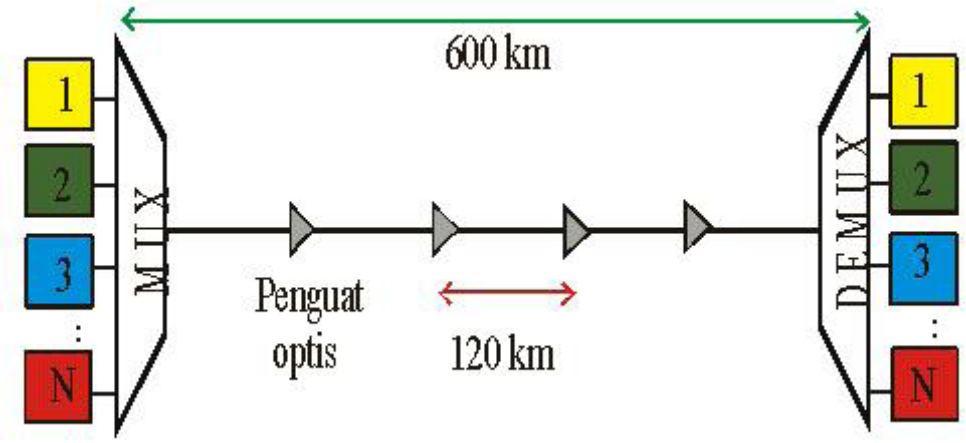
masing-masing panjang gelombang yang dipergunakan. Inti perbaikan yang dimiliki oleh teknologi DWDM terletak pada jenis filter, serat optik dan penguat amplifier. Jenis filter yang umum dipergunakan di dalam sistem DWDM ini antara lain *Dichroic Interference Filters* (DIF), *Fiber Bragg Gratings* (FBG), *Array Waveguide Filters* (AWG) and *Hybrid Fused Cascaded Fiber* (FCF) dengan Mach-Zehnder (M-Z) *interferometers*.

Komponen berikutnya adalah serat optik dengan dispersi yang rendah, dimana karakteristik demikian sangat diperlukan mengingat dispersi secara langsung berkaitan dengan kapasitas transmisi suatu sistem. Jenis serat optik yang banyak dipakai untuk aplikasi DWDM diantaranya LEAF® yang merupakan produk dari Corning®, yang oleh para *carriers* dipercaya sebagai serat berkualitas terbaik. Sementara penguat optik yang banyak dipergunakan untuk aplikasi demikian adalah EDFA dengan karakteristik *flat* untuk semua panjang-gelombang di dalam spektrum DWDM. Teknik lain yang yang telah sukses diujicobakan adalah dengan memperpendek jarak antar kanal, yang biasanya berkisar 1 nm menjadi 0,3 nm. Hal ini terutama berguna pada sistem yang spektrum penguatan dari penguat optiknya kurang merata.

3.2 DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*)

3.2.1 Pengertian DWDM

DWDM merupakan suatu teknik transmisi yang yang memanfaatkan cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda-beda sebagai kanal-kanal informasi, sehingga setelah dilakukan proses multiplexing seluruh panjang gelombang tersebut dapat ditransmisikan melalui sebuah serat optik.



Gambar 3.1 Teknologi DWDM

Teknologi DWDM adalah teknologi dengan memanfaatkan sistem SDH (*Synchoronous Digital Hierarchy*) yang sudah ada (solusi terintegrasi) dengan memultiplekskan sumber-sumber sinyal yang ada. Menurut definisi, teknologi DWDM dinyatakan sebagai suatu teknologi jaringan transport yang memiliki kemampuan untuk membawa sejumlah panjang gelombang (4 Gbps, 8 Gbps, 16 Gbps, 32 Gbps, dan seterusnya) dalam satu fiber tunggal. Artinya, apabila dalam satu fiber itu dipakai empat gelombang, maka kecepatan transmisinya menjadi 4x10 Gbs (kecepatan awal dengan menggunakan teknologi SDH).

Teknologi DWDM beroperasi dalam sinyal dan domain optik dan memberikan fleksibilitas yang cukup tinggi untuk memenuhi kebutuhan akan kapasitas transmisi yang besar dalam jaringan. Kemampuannya dalam hal ini diyakini banyak orang akan terus berkembang yang ditandai dengan semakin banyaknya jumlah panjang gelombang yang mampu untuk ditramsmisikan dalam satu fiber.

3.2.2 Pemilihan DWDM

Secara umum ada beberapa alternatif cara yang dapat ditempuh untuk memenuhi kebutuhan kapasitas akibat perkembangan trafik yang sangat cepat, yaitu:

- Menambah fiber

  Jika tidak ada core fiber yang tersisa, maka diperlukan upaya penanaman kabel yang berisi sejumlah *core fiber*, dengan memperhitungkan ketersediaan *duct* yang ada (terutama untuk kabel jenis *conduit*). Cara ini selain agak rumit juga relatif mahal.

- Memperbesar kecepatan transmisi

  Penggantian perangkat eksisting dengan sistem/kapasitas yang baru (Sistem SDH kapasitas STM-64) dengan kapasitas yang lebih besar. Cara ini menemui hambatan dengan keterbatasan kapasitas terbesar sistem SDH (STM-64).

- Mengimplementasikan WDM

  Cara lain yang jauh lebih ekonomis dan berorientasi ke masa depan adalah dengan menerapkan sistem WDM. Sistem WDM ini memanfaatkan sistem SDH yang sudah ada (solusi terintegrasi) dengan memultiplekskan sumber-sumber sinyal yang ada, pada domain λ, pada komponen pasif WDM.

Dengan memperhatikan faktor ekonomis, fleksibilitas dan kebutuhan pemenuhan kapasitas jaringan jangka panjang, maka solusi untuk mengimplementasikan DWDM merupakan yang paling cocok, terutama jika dorongan pertumbuhan trafik dan proyeksi kebutuhan trafik masa depan

terbukti sangat besar. Secara umum ada beberapa faktor yang menjadi landasan pemilihan teknologi DWDM ini, yaitu:

1. Menurunkan biaya instalasi awal, karena implementasi DWDM berarti kemungkinan besar tidak perlu menggelar fiber baru, cukup menggunakan fiber eksisting (sesuai ITU-T G.652 atau ITU-T G.655) dan mengintegrasikan perangkat SDH eksisting dengan perangkat DWDM
2. Dapat dipakai untuk memenuhi demand yang berkembang, dimana teknologi DWDM mampu untuk melakukan penambahan kapasitas dengan orde n x 2,5 Gbps atau n x 10 Gbps (n= bilangan bulat).
3. Dapat mengakomodasikan layanan baru (memungkinkan proses rekonfigurasi dan *transparency*). Hal ini dimungkinkan karena sifat dari operasi teknologi DWDM yang terbuka terhadap protokol dan format sinyal (mengakomodasi format frame SDH).

3.2.3 Keunggulan DWDM

Secara umum keunggulan teknologi DWDM adalah sebagai berikut:

- Tepat untuk diimplementasikan pada jaringan telekomunikasi jarak jauh (long haul) baik untuk sistem point-to-point maupun ring topology.
- Lebih fleksibel untuk mengantisipasi pertumbuhan trafik yang tidak terprediksi.
- Transparan terhadap berbagai bit rate dan protokol jaringan
- Tepat untuk diterapkan pada daerah dengan perkembangan kebutuhan Bandwidth sangat cepat.

Namun dengan dukungan teknologi tingkat tinggi dan area implementasi utama pada jaringan long haul teknologi DWDM menjadi mahal, terutama jika diperuntukkan bagi implementasi di area metro. Area metro menjadi penting terutama karena dorongan pertumbuhan trafik data yang signifikan pada area ini.

3.3 CWDM (*Coarse Wavelength Division Multiplexing*)

DWDM memang berimbas pada biaya. Dengan pertimbangan utama tingginya biaya dan diikuti oleh alasan kebutuhan variasi layanan dan kebutuhan jarak tempuh yang pendek (terkait pada kebutuhan sumber laser) membuat pengimplementasikan DWDM kurang reliable.

Solusi untuk permasalahan ini adalah konsep CWDM. Tujuan utama teknologi ini adalah menekan biaya investasi dan biaya operasi teknologi DWDM terutama untuk area metro. Untuk aplikasinya CWDM memiliki kemampuan yang sama dengan teknologi DWDM, dimana aplikasi yang dapat diterapkan adalah point to point, chain, ring dan mesh. Namun seperti halnya DWDM isu transparansi, interoperability dan manajemen jaringan optik tetap perlu menjadi perhatian.

3.3.1 Prinsip Coarse WDM

Prinsip kerja dasar dari CWDM adalah sama dengan prinsip kerja umum teknologi DWDM yaitu mentransmisikan kombinasi sejumlah panjang gelombang yang berbeda dengan menggunakan perangkat multiplex panjang gelombang optik dalam satu fiber (lihat gambar 3.1). Pada sisi penerima

terjadi proses kebalikannya dimana panjang gelombang tersebut dikembalikan ke signal asalnya.

Perbedaan yang paling mendasar antara CWDM dan DWDM terletak pada channel spacing (parameter jarak antar kanal) dan area operasi panjang gelombangnya (band frekuensi). CWDM memanfaatkan channel spacing 20 nm yang lebih memberi ruang kepada sistem untuk toleran terhadap dispersi. Hal ini berkaitan langsung dengan teknologi perangkat multiplex (terutama laser dan filter) yang akan diimplementasikan dalam sistem, dimana untuk channel spacing yang semakin presisi (DWDM = 0,2 nm s/d 1,2 nm) Laser dan filter yang digunakan akan semakin mahal.

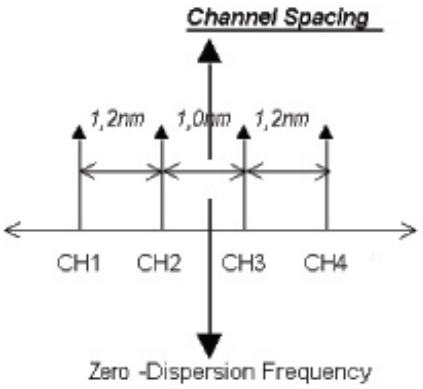
3.3.2 Perbandingan CWDM dan DWDM

Tabel 3.1 Perbandingan CWDM dan DWDM

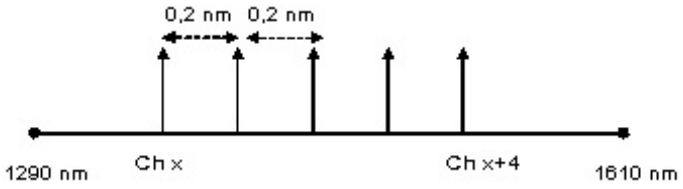
No	Parameter	CWDM	DWDM
1.	Jarak antar Kanal	20 nm	0.2 nm s/d 1.2 nm
2.	Band Frekuensi	1290 nm s/d 1610 nm	1470 nm s/d 1610 nm
3.	Jenis Fiber Optimal	ITU-T G.652, G.653, G.655	ITU-T G.655
4.	Aplikasi	Point-to-point,Chain,Ring,Mesh	Point-to-point,Chain,Ring,Mesh
5.	Area Implementasi Optimal	Metro	Long Haul
6.	Ukuran Perangkat	Lebih kecil (Vs DWDM)	Lebih besar (Vs CWDM)
7.	OLA (Regenerator)	Tidak	Ya
8.	Pemakaian Tenaga	Lebih rendah (hingga 15%)	Lebih tinggi
9.	Laser Device	Lebih murah	Lebih mahal
10.	Filter	Lebih rendah (hingga 50%)	Lebih tinggi

Jarak antar kanal merupakan jarak antara dua panjang gelombang yang dialokasikan sebagai referensi. Semakin sempit jarak antar kanal, maka akan semakin besar jumlah panjang gelombang yang dapat ditampung. Jarak antar kanal yang paling umum digunakan oleh para pemasok DWDM saat ini

adalah 0,2 nm s/d 1,2 nm, sedangkan untuk CWDM fixed 20 nm. Deskripsi jarak antar kanal adalah seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.2 dan 3.3.

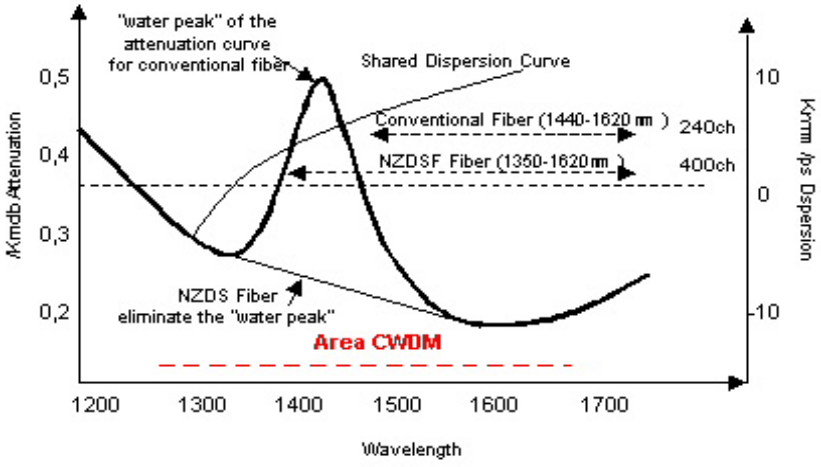


Gambar 3.2 Jarak Antar Kanal (*Channel Spacing*) / DWDM



Gambar 3.3 Jarak Antar Kanal (*Channel Spacing*) / CWDM

Dengan channel spacing yang tetap 0,2 nm, teknologi CWDM akan memiliki keterbatasan dalam hal jumlah panjang gelombang yang dapat dikonsumsi jika mengoptimalkan band frekuensi yang sama seperti DWDM (1470 nm s/d 1610 nm). Oleh karena itu dalam perkembangannya guna mendapatkan jumlah panjang gelombang yang lebih banyak, CWDM akan mengoptimalkan band frekuensi 1290 nm s/d 1610 nm (Kemampuan saat ini : 1470 nm-1610 nm). Jika diperhatikan gambar 3.4, jelas terlihat bahwa CWDM akan mengoptimalkan referensi gelombang 1310 nm dan band 1510 nm (DWDM mengoptimalkan 1510 nm).



Gambar 3.4 Spektrum optik

Dengan band frekuensi yang lebih lebar, walaupun channel spacing juga lebih lebar, diharapkan CWDM memiliki jumlah panjang gelombang yang kurang lebih bersaing dengan DWDM. Impact lain dari kemampuan CWDM ini adalah, karena mengoptimalkan dua band frekuensi CWDM dapat diimplementasikan untuk jenis fiber eksisting, seperti G.652 dan G.653 disamping fiber G.655 (DWDM optimal).

Untuk aplikasinya CWDM memiliki kemampuan yang sama dengan teknologi DWDM, dimana aplikasi yang dapat diterapkan adalah point to point, chain, ring dan mesh. Satu hal yang perlu digarisbawahi dari teknologi CWDM, seperti tujuan utamanya untuk menekan biaya implementasi DWDM di area metro adalah lebih murahnya biaya hardware terutama komponen laser dan filter.

Dengan pertimbangan seperti pada tabel 3.1 dan uraiannya maka dengan konsep CWDM, tingginya biaya menjadi bisa ditekan, kebutuhan variasi layanan di metro dengan kebutuhan bandwitdh besar tetap bisa

dipenuhi, dan kebutuhan area implementasi untuk metro bisa didapatkan. Namun seperti halnya DWDM isu transparansi, *interoperability* dan manajemen jaringan optik tetap perlu menjadi perhatian. Apalagi teknologi ini mengacu pada sumber frekuensi band tertentu dan channel spacing tertentu yang menjadi dasar penyaluran dan multiplex/demultiplex sinyal.

Teknologi CWDM menjadi solusi yang baik mengatasi kebutuhan bandwidth besar dengan biaya murah pada area metro. Hal ini dilandasi dengan penggunaan channel spacing 0,2 nm yang menyebabkan sistem tidak perlu membutuhkan laser dan filter dengan teknologi tinggi yang mahal. Namun seperti halnya DWDM isu transparansi, *interoperability* dan manajemen jaringan optik tetap perlu menjadi perhatian.

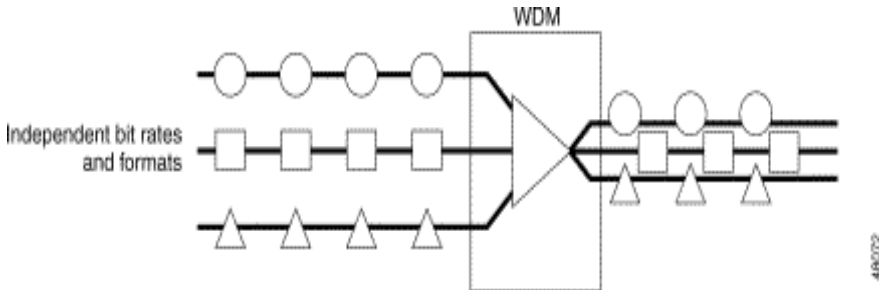
BAB IV

TEKNIK OPERASIONAL DWDM

4.1 Teknik DWDM

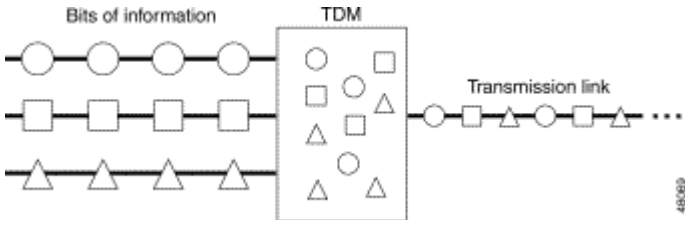
Pada dasarnya, teknologi WDM (awal adanya teknologi DWDM) memiliki prinsip kerja yang sama dengan media transmisi yang lain. Yaitu untuk mengirimkan informasi dari suatu tempat ke tempat yang lain. Namun, dalam teknologi ini serat optik dapat melakukan pengiriman secara bersamaan banyak informasi melalui kanal yang berbeda. Setiap kanal ini dibedakan dengan menggunakan prinsip perbedaan panjang gelombang yang dikirimkan oleh sumber informasi. Sinyal informasi yang dikirimkan awalnya diubah menjadi panjang gelombang yang sesuai dengan panjang gelombang yang tersedia pada kabel serat optik kemudian dimultipleksikan pada satu fiber. Dengan teknologi DWDM ini, pada satu kabel serat optik dapat tersedia beberapa panjang gelombang yang berbeda sebagai media transmisi yang biasa disebut dengan kanal.

Berikut ilustrasi pengiriman informasi pada WDM:



Gambar 4.1 Ilustrasi pengiriman informasi pada WDM

Sebagai perbandingan dengan DWDM, ilustrasi transmisi dengan TDM adalah sbb:



Gambar 4.2 Ilustrasi transmisi dengan TDM

TDM menggunakan teknik pengiriman tetap pada satu channel dengan mengefisiensikan skala waktu untuk mengangkut berbagai macam informasi.

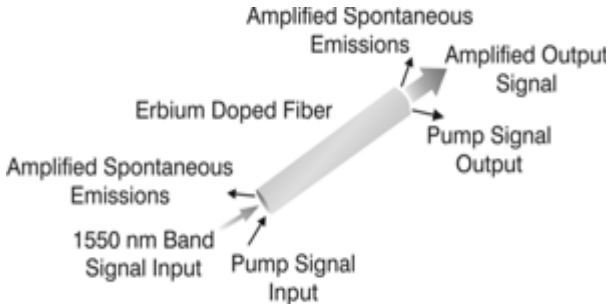
4.1.1 Komponen penting pada DWDM

Pada teknologi DWDM, terdapat beberapa komponen utama yang harus ada untuk mengoperasikan DWDM dan agar sesuai dengan standart channel ITU sehingga teknologi ini dapat diaplikasikan pada beberapa jaringan optik seperti SONET dan yang lainnya. Komponen - komponennya adalah sbb:

1. *Transmitter* yaitu komponen yang menjembatani antara sumber sinyal informasi dengan multiplexer pada sistem DWDM. Sinyal dari transmitter ini akan dimultipleks untuk dapat ditransmisikan.
2. *Receiver* yaitu komponen yang menerima sinyal informasi dari demultiplexer untuk dapat dipilah berdasarkan macam-macam informasi.
3. *DWDM terminal multiplexer*. Terminal mux sebenarnya terdiri dari *transponder converting wavelength* untuk setiap signal panjang gelombang tertentu yang akan dibawa. *Transponder converting wavelength* menerima sinyal input optik (sebagai contoh dari sistem SONET atau yang lainnya),

mengubah sinyal tersebut menjadi sinyal optik dan mengirimkan kembali sinyal tersebut menggunakan pita laser 1550 nm. Terminal mux juga terdiri dari multiplexer optikal yang mengubah sinyal 550 nm dan menempatkannya pada suatu fiber SMF-28.

4. *Intermediate optical terminal* (*amplifier*). Komponen ini merupakan amplifier jarak jauh yang menguatkan sinyal dengan banyak panjang gelombang yang ditransfer sampai sejauh 140 km atau lebih. Diagnostik optikal dan telemetry dimasukkan di sekitar daerah amplifier ini untuk mendeteksi adanya kerusakan dan pelemahan pada fiber. Pada proses pengiriman sinyal informasi pasti terdapat atenuasi dan dispersi pada sinyal informasi yang dapat melemahkan sinyal. Oleh karena itu harus dikuatkan.



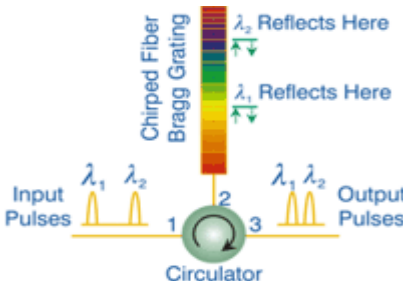
Gambar 4.3 *Erbium-doped Optical Fiber*

Sistem yang biasa dipakai pada fiber amplifier ini adalah sistem EDFA, namun karena bandwith dari EDFA ini sangat kecil yaitu 30 nm (1530 nm-1560 nm), namun minimum attenuasi terletak pada 1500 nm sampai 1600 nm. Kemudian digunakan DBFA (*Dual band fiber amplifier*) dengan bandwidth 1528 nm to 1610 nm. Kedua jenis amplifier ini termasuk jenis EBFA (*extended band filter amplifier*) dengan penguatan yang tinggi,

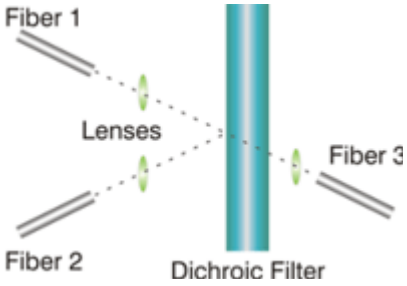
saturasi yang lambat dan noise yang rendah. Teknologi amplifier optic yang lain adalah sistem *Raman Amplifier* yang merupakan pengembangan dari sistem EDFA.

5. *DWDM terminal demultiplexer*. Terminal ini mengubah sinyal dengan banyak panjang gelombang menjadi sinyal dengan hanya 1 panjang gelombang dan mengeluarkannya ke dalam beberapa fiber yang berbeda untuk masing-masing client untuk dideteksi. Sebenarnya demultiplexing ini beritindak pasif, kecuali untuk beberapa *telemetry* seperti sistem yang dapat menerima sinyal 1550 nm. Pada transmisi jarak jauh dengan sistem *client-layer* seperti demultiplexi sinyal yang selalu dikirim ke 0/E/0. Teknologi terkini dari demultiplexer ini yaitu terdapat couplers (penggabung dan pemisah *power wavelength*) berupa FIBER BRAGG GRATING dan dichroic filter untuk menghilangkan noise dan crosstalk.

Berikut gambar FBG dan *Dichroic filter* :



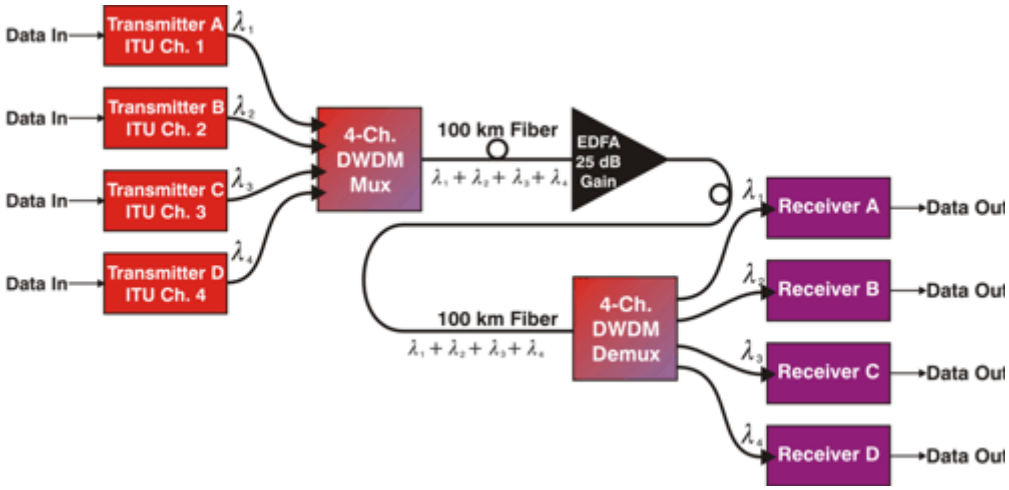
Gambar 4.4 *Bragg Grating*



Gambar 4.5 *Dichronic Filter*

6. *Optical supervisory channel*. Ini merupakan tambahan panjang gelombang yang selalu ada di antara 1510 nm-1310 nm. OSC membawa informasi optik *multi wavelength* sama halnya dengan kondisi jarak jauh pada terminal optik atau daerah EDFA. Jadi OSC selalu ditempatkan pada daerah intermediate amplifier yang menerima informasi sebelum dikirimkan kembali.

Berikut ilustrasi tata letak komponen pada DWDM:



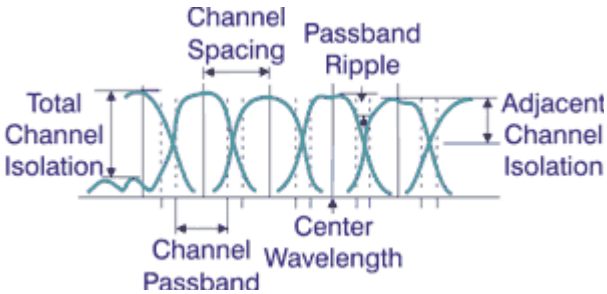
Gambar 4.6 Aplikasi Sistem DWDM

4.1.2 Channel Spacing

Channel spacing menentukan sistem performansi dari DWDM. Standar channel spacing dari ITU adalah 50 GHz sampai 100. Spacing (sekat) ini membuat channel dapat dipakai dengan memperhatikan batasan - batasan fiber amplifier. *Channel spacing* bergantung pada sistem komponen yang dipakai.

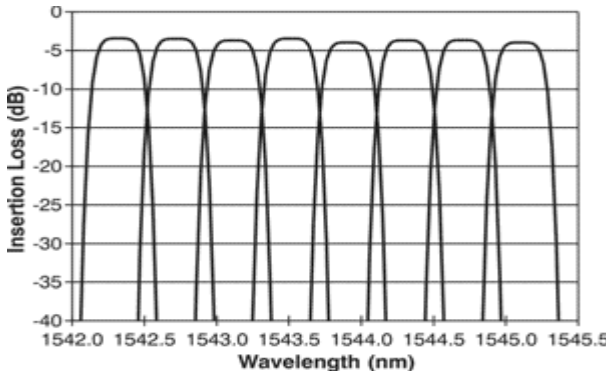
Channel spacing merupakan sistem frekuensi minimum yang memisahkan 2 sinyal yang dimultiplexikan. Atau biasa disebut sebagai

perbedaan panjang gelombang diantara 2 sinyal yang ditransmisikan. Amplifier optik dan kemampuan *receiver* untuk membedakan sinyal menjadi penentu dari spacing pada 2 gelombang yang berdekatan.



Gambar 4.7 *Typical Optical Characteristics for DWDM Channels*

Pada perkembangan selanjutnya, sistem DWDM berusaha untuk menambah channel yang sebanyak-banyaknya untuk memenuhi kebutuhan lalu lintas data informasi. Salah satunya adalah dengan memperkecil *channel spacing* tanpa adanya suatu interferensi dari pada sinyal pada satu fiber optic tersebut. Dengan demikian, hal ini sangat bergantung pada sistem komponen yang digunakan. Salah satu contohnya adalah pada demultiplexer DWDM yang harus memenuhi beberapa kriteria di antaranya adalah bahwa demux harus stabil pada setiap waktu dan pada berbagai suhu, harus memiliki penguatan yang relatif besar pada suatu daerah frekuensi tertentu dan dapat tetap memisahkan sinyal informasi sehingga tidak terjadi interferensi antar sinyal. Sistem yang sebelumnya sudah dijelaskan yaitu FBG (*Fiber Bragg Grating*) mampu memberikan spacing channel tertentu seperti pada gambar berikut:



Gambar 4.8 *Channel Spacing DWDM Fiber Bragg Grating*

4.2 Desain DWDM

4.2.1 Mendesain Jaringan DWDM secara Terstruktur

Proses desain jaringan DWDM sangat berbeda dengan desain jaringan menggunakan *Router* atau *Switches*. Posting kali ini akan membicarakan urutan desain DWDM yang umum, dengan mengambil contoh dari sebuah pelanggan enterprise.

4.2.1.1 Contoh Kasus

Pelanggan sebuah Bank yang ingin membuat 3 buah data center yang terletak di sebuah kota, dan membutuhkan koneksi banyak Gigabit Ethernet, 10GE, dan FiberChannel.

Keperluan khusus :

- tiga buah data center tadi akan dibangun secara bertahap. Pertama - tama hanya akan dibangun 2 DC saja, kemudian setahun kemudian akan dibangun DC yang ketiga
- tidak boleh ada *service downtime* pada saat aktivasi DC ketiga

- traffic mula - mula kecil (10 Gbps), tapi secara bertahap traffic akan meningkat sampai > 100 Gbps. Tidak boleh ada gangguan pada saat penambahan kapasitas
- bank ingin selalu memonitor seberapa bagus kualitas fiber optik yang digunakan, jadi kalau ada masalah di sisi fiber optik, maka traffic bisa direroute sebelum jalur fiber optiknya benar - benar putus
- faktor biaya adalah nomor dua setelah *reliability*

4.2.1.2 Langkah - langkah Desain

Di bawah ini ada beberapa langkah yang biasa di lakukan dalam merancang suatu sistem DWDM :

1. *Traffic Pattern* - Ini adalah langkah pertama yang paling penting dalam perancangan DWDM. *Traffic Pattern* adalah pola traffic yang diinginkan dalam desain nantinya. Untuk mendapatkan traffic pattern yang akurat, semua pihak yang akan memanfaatkan jaringan DWDM ini harus dikumpulkan (dalam beberapa kali *session*), untuk brainstorming, sampai didapat kata sepakat mengenai pattern yang dikehendaki. Traffic pattern ini harus mencakup : *logical topology*, *protection*, *bandwidth*, jenis *interface*.
2. *Kapasitas* - Informasi detail dari #1 bisa digunakan sebagai landasan solusi apa yang terbaik untuk bank ini. Untuk kasus Bank ini, kebetulan hasil akhir dari perhitungan traffic pattern berada di angka

puluhan Gbps (tanpa proteksi), atau ratusan Gbps (dengan proteksi), sehingga solusi yang memungkinkan memang cuma DWDM....

3. *Physical Topology* - Ini adalah langkah kedua yang paling penting. Kita harus mendapatkan gambar jaringan fiber yang (juga) harus sangat akurat. Informasi yang dibutuhkan di sini adalah : seluruh jaringan fiber optik yang ada, lokasi simpul - simpulnya di mana saja, jarak berapa, *loss* (db) berapa, jenis fiber optiknya apa (karena ini menentukan karakteristik *loss* dan *dispersion*). Untuk 3 node, maka topology physical menggunakan *ring topology*, dengan jalur fisk fiber optik yang berbeda (misalnya ada yang lewat jalur barat dan timur, untuk antisipasi putusnya satu jalur fiber)

4.2.1.3 Beberapa Pertimbangan

Di bawah ini ada beberapa pertimbangan yang menentukan hasil akhir desain :

1. *Reliability* - jika diinginkan lebih murah & dipercaya semaksimal mungkin, maka perlu dipertimbangkan untuk menggunakan separate chassis dengan perlindungan langganan (artinya jumlah router, switches, DWDM nodes semua dikalikan dua)
2. *Alokasi Panjang gelombang* - kita bisa memilih panjang gelombang yang akan digunakan yang panjangnya berapa nm untuk setiap layanan yang kita sudah tentukan (layanan yang sekarang maupun yang masa depan). Gunakan panjang gelombang mulai dari posisi center (yang terdekat dengan 1550 nm) terus menyebar ke samping.

3. *Cost* – kerugian yang seminimal mungkin bisa dicapai dengan menghindari penggunaan transponder, dengan cara menggantinya dengan ROADM dan DWDM SFP/GBIC di sisi pelanggan. Kerugian cara ini adalah penggunaan panjang gelombang yang lebih boros.
4. *Physical Layout* - alokasikan tempat yang cukup untuk meletakkan chassis - chassis DWDM node tadi, untuk keadaan sekarang sampai ke keadaan yang terakhir..
5. *Seamless Upgrade* - jika diinginkan penambahan traffic di tengah jalan tidak akan mengganggu sistem yang sedang running, maka sistem harus didesain dengan memasukkan faktor future requirement. Solusi paling ideal untuk kasus ini adalah penggunaan ROADM, karena ROADM bersifat sangat fleksibel dan penambahan/perubahan layanan bisa dilakukan tanpa mengganggu traffic yang aktif.
6. *Pre-Emptive Routing* - ini dimungkinkan dengan implementasi IPoDWDM dengan modul ROADM.
7. *Certification* - ini penting kalau kita ingin melewatkan traffic - traffic semacam fiber channel, soalnya *storage vendor* akan selalu minta perangkat yang sudah disertifikasi sebelumnya.

4.2.1.4 Peranan Penting dari Sistem DWDM

Di dalam merancang jaringan DWDM, operator perlu memperhatikan beberapa hal berikut ini :

1. *ROADM* (*Reconfigurable Optical Add Drop Multiplexing*) - cara paling canggih saat ini untuk melakukan 'routing' berkas cahaya di dalam jaringan serat optik. Tanpa ROADM, maka cahaya tidak bisa pancarkan secara mudah. ROADM memungkinkan cahaya dipancarkan ke tempat yang berbeda-beda menggunakan semacam cermin mikro yang bisa berputar - putar.
2. *Multi Degree ROADM* - cara terbaru dari sambungan simpul - simpul optik, di mana dengan *multidegree* kita bisa dapatkan bentuk jaringan mesh. Cara ini benar-benar meningkatkan fleksibilitas, karena tanpa dukungan *multidegree* kita hanya bisa membuat bentuk ring/cincin saja. Sementara dengan multi degree ROADM, kita bisa membuat jaringan berbentuk sarang laba - laba yang jauh lebih tinggi ketersediaannya karena alternatif routingnya jadi banyak sekali.
3. *Manajemen Tunggal* - cara terbaru di mana manajemen jaringan mulai dari sistem optik sampai IP routernya bisa menggunakan satu perangkat/sistem saja. Sangat memudahkan jika dibandingkan dengan cara tradisional di mana perangkat yang berbeda - beda diatur oleh sistem yang juga berbeda - beda.
4. *SDH over DWDM* - sistem DWDM seharusnya juga bisa mendukung sistem SDH sampai 40 Gbps, dengan tanpa transponder.
5. *Carrier Ethernet over DWDM* - sistem DWDM modern juga bisa mendukung *Carrier Class Metro Ethernet*.

6. *IPoDWDM* – ini cara canggih yang memungkinkan IP jalan secara asli di atas DWDM dan memungkinkan kita mendapatkan *preemptive routing*, yaitu packet rerouting sebelum jaringan benar - benar putus.
7. *Tunable Laser* - ini cara canggih lainnya yang memungkinkan perangkat optik bisa mengubah - ubah warna lasernya sesuai kebutuhan. Benar - benar penghematan, terutama dari sisi spareparts (sebelumnya sistem 32 lamda memerlukan sparepart minimal sebanyak 32 buah juga karena masing - masing warna harus diwakili oleh satu sparepart, sekarang kita hanya perlu 1 buah sparepart saja yg bisa berubah - rubah warnanya).
8. *Error Correction* - ini kecanggihan lainnya, yang memungkinkan jarak lebih jauh yang bisa disambungkan oleh sistem DWDM ini (bisa >10,000 km, kalau tanpa cara canggih ini, paling jaraknya cuma ratusan km).
9. *Storage Area Network Certification* - Tanpa adanya sertifikasi ini, maka semua vendor storage terkemuka akan menolak untuk menyambungkan perangkatnya melalui DWDM karena belum tentu bisa berjalan dengan baik.
10. *Alien Wavelength* - sistem DWDM ini seharusnya juga bisa melewatkan laser DWDM asing yang sesuai dengan standard ITU. Keuntungannya adalah harga solusi total akan murah karena tidak perlu lagi transponder yang mahal, lebih simpel dan lebih dipercaya karena mengurangi *single point of failure*.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian yang telah penulis kemukakan pada bab-bab sebelumnya, maka penulis menarik kesimpulan sebagai berikut :

- Teknologi DWDM berfungsi sebagai suatu jaringan transport yang memiliki kemampuan untuk membawa sejumlah panjang gelombang (4 Gbps, 8 Gbps, 16 Gbps, 32 Gbps, dan seterusnya) dalam satu fiber tunggal.
- Teknologi DWDM mampu melewatkan sinyal dalam jumlah yang sangat besar. Sebuah ilustrasi, jaringan DWDM 40 kanal, dengan masing-masing kanal digunakan untuk melewatkan sinyal STM 16 (2,5 Gbps) mampu menghasilkan kapasitas total 100 Gbps per serat.
- Dalam Teknologi DWDM, terdapat beberapa komponen utama yang harus ada untuk mengoperasikan DWDM dan agar sesuai dengan standart channel ITU sehingga teknologi ini dapat diaplikasikan pada beberapa jaringan optik seperti SONET dan yang lainnya.
- *Channel spacing* merupakan sistem frekuensi minimum yang memisahkan 2 sinyal yang dimultiplexikan. *Channel spacing* berfungsi menentukan sistem performansi dari DWDM

5.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat penulis kemukakan dalam rangka pengembangan sistem telekomunikasi yang dilaksanakan oleh perusahaan adalah :

Bagi PT. Industri Telekomunikasi Indonesia (Persero) : Perbaikan dan tingkatkan layanan kepada pelanggan hari demi hari sehigga menyebabkan bertambahnya kesetiaan para pelanggan dan selanjutnya merangsang penggunaan telepon, maka dapat meningkatkan pendapatan perusahaan. Mempertahankan hubungan Telekomunikasi yang penting selama kondisi darurat (*overload*).

DAFTAR PUSTAKA

1. Saydam, Gauzali. 1997, *Prinsip Dasar Teknologi Jaringan Telekomunikasi*, Angkasa : Bandung. (8/8/2008 8:43 AM)

2. Sadiku, Matthew N. O. 2002. *Optical and Wireless Communication*. CRC (8/8/2008 8:43 AM)

4. Tony Seno's. *Information Communication Technology enthusiast*, living in Jakarta. (15/8/2008 9:42 AM)