

IMPLEMENTASI JARINGAN LOKAL AKSES FIBER PADA LAYANAN

SPEEDY BROADBAND ACCESS

DI PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Tbk

DIVISI INFRATEL NETWORK REGIONAL JATIM

KERJA PRAKTEK



OLEH :

BUDI SAMPURHONO

NIM (06.41020.0017)

RYAN GERRY E.

NIM (06.41020.0018)

SEKOLAH TINGGI

MANAJEMEN INFORMATIKA & TEKNIK KOMPUTER

SURABAYA

2010

LAPORAN KERJA PRAKTEK
IMPLEMENTASI JARINGAN LOKAL AKSES FIBER PADA LAYANAN
SPEEDY BROADBAND ACCESS
PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Tbk
DIVISI INFRATEL NETWORK REGIONAL JATIM
18 JANUARI 2010 - 12 FEBRUARI 2010



DISUSUN OLEH :

BUDI SAMPURHONO

NIM (06.41020.0017)

RYAN GERRY E.

NIM (06.41020.0018)

JURUSAN SISTEM KOMPUTER
SEKOLAH TINGGI
MANAJEMEN INFORMATIKA DAN TEKNIK KOMPUTER
SURABAYA

2010

LAPORAN KERJA PRAKTEK
IMPLEMENTASI JARINGAN LOKAL AKSES FIBER PADA LAYANAN
SPEEDY BROADBAND ACCESS
PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Tbk
DIVISI INFRATEL NETWORK REGIONAL JATIM
18 JANUARI 2010 - 12 FEBRUARI 2010



DISUSUN OLEH :

BUDI SAMPURHONO

NIM (06.41020.0017)

RYAN GERRY E.

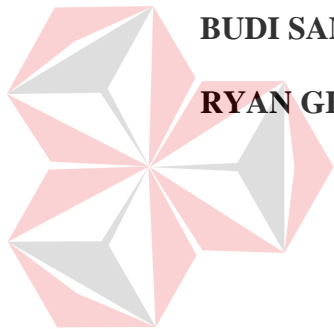
NIM (06.41020.0018)

JURUSAN SISTEM KOMPUTER
SEKOLAH TINGGI
MANAJEMEN INFORMATIKA DAN TEKNIK KOMPUTER
SURABAYA

2010

LEMBARAN PENGESAHAN
LAPORAN KERJA PRAKTEK
DI
PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Tbk.
DIVISI INFRATEL NETWORK REGIONAL JATIM
PERIODE : 18 JANUARI 2010 - 12 FEBRUARI 2010

Disusun oleh :



BUDI SAMPURHONO

NIM (06.41020.0017)

RYAN GERRY E.

NIM (06.41020.0018)

Mengetahui / Menyetujui,

KETUA

DOSEN PEMBIMBING

JURUSAN SISTEM KOMPUTER

Pauladie Susanto, S. Kom.

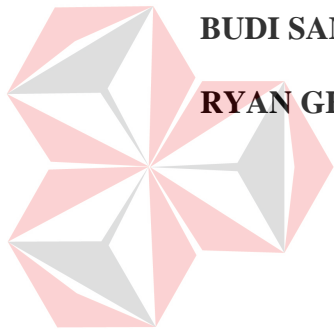
NIP. 0729047501

Yuwono Marta Dinata, S. T.

NIP. 0714068102

LEMBARAN PENGESAHAN
LAPORAN KERJA PRAKTEK
DI UNIT
PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Tbk.
DIVISI INFRATEL NETWORK REGIONAL JAWA TIMUR
PERIODE : 18 JANUARI 2010 - 12 FEBRUARI 2010

Disusun oleh :



BUDI SAMPURHONO

NIM (06.41020.0017)

RYAN GERRY E

NIM (06.41020.0018)

UNIVERSITAS
Dinamika

Mengetahui / Menyetujui,

MANAGER IP NETWORK
NETRE JATIM

OFFICER 2 DATA NETWORK
NETRE JATIM

Sinung Wibowo

NIK. 680085

Agus Wibowo

NIK. 650727

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Alloh SWT yang telah berkenan melimpahkan rahmat-Nya, sehingga tugas kerja praktek yang penulis laksanakan maupun laporan kerja praktek dapat terlaksana dengan baik. Dimana laporan ini merupakan hasil dari penerapan ilmu yang penulis dapatkan di SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN TEKNIK KOMPUTER (STIKOM) SURABAYA pada jurusan S-1 Sistem Komputer.

Laporan ini disusun sebagai bukti bahwa penulis telah menyelesaikan kerja praktek di PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk Divisi Infratel Network Regional Jawa Timur selama 1 bulan terhitung sejak tanggal 18 Januari 2010 sampai dengan 12 Februari 2010.

Adapun kerja praktek ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk menempuh ujian Tugas Akhir dan dilaksanakan bertujuan untuk mengadakan studi perbandingan antara ilmu pengetahuan yang sudah di dapat di bangku kuliah dengan keadaan di lapangan sesungguhnya. Dengan melihat kenyataan yang sebenarnya di lapangan, diharapkan mampu menerapkan ilmu pengetahuan yang sudah di miliki dan di sesuaikan dengan kondisi permasalahan yang ada.

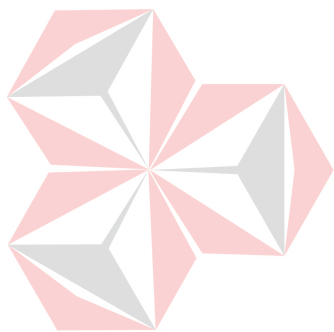
Selama pelaksanaan kerja praktek, penulis mendapatkan bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak yang telah membantu baik pelaksanaan kerja praktek maupun penyelesaian laporan kerja praktek. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Alloh SWT karena dengan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Kerja Praktek ini tepat pada waktunya.
2. Bapak dan Ibu selaku orang tua kami yang senantiasa menjadi penyemangat dan cerminan pribadi kami. Kami bukanlah apa-apa dan tidak akan bisa seperti ini tanpa bimbingan dari bapak dan ibu. Restu bapak dan ibu amatlah berarti untuk kami.
3. Ibu Nunung yang senantiasa membimbing saya dengan sabar. Sungguh besar sekali budi ibu yang tak mungkin bisa saya membalasnya.
4. Ratri Agustiningtyas yang setia mendampingi dengan penuh kesabaran.
5. Bapak Dr. Y. Jangkung Karyantoro, M.B.A., selaku ketua STIKOM Surabaya.
6. Bapak Pauladie Susanto, S. Kom., selaku Kepala Program Studi Jurusan S-1 Sistem Komputer.
7. Bapak Yuwono Marta Dinata, S. T., selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktek.
8. Bapak Agus Wibowo (Officer 2 Data Network), Bapak Sinung Wibowo (Manager IP Network), Bapak Roestanto Eka Widjaya (GM NETRE Jatim), serta Semua pihak atau staff Unit NETRE (Network Regional) di kantor PT. TELKOM, Tbk DIVISI INFRATEL NETWORK REGIONAL Jawa Timur yang tidak mungkin penulis sebutkan satu-persatu di sini, yang selama ini telah memberikan bantuan moral dan material kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan Kerja Praktek ini masih memiliki banyak kekurangan, namun dengan rendah hati penulis berharap semoga Kerja Praktek ini dapat memberikan sumbangan dalam perkembangan ilmu pengetahuan, terutama bagi mahasiswa STIKOM pada khususnya, serta bagi semua yang memerlukannya.

Surabaya, April 2010

Penulis



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR PERSAMAAN.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Kerja Praktek.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Waktu dan Lama Kerja Praktek.....	4
1.5 Ruang Lingkup Kerja Praktek.....	5
1.6 Metodologi.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB 2 GAMBARAN UMUM.....	8
2.1 Sejarah Singkat PT. TELKOM.....	8
2.2 Struktur Organisasi.....	11
2.2.1 Struktur Organisasi Divisi Regional (DIVRE).....	11
2.2.2 Struktur Organisasi Kantor Daerah Telkom (Kandatel).....	12
2.3 Logo dan Maskot TELKOM.....	13
2.3.1 Arti Logo TELKOM.....	13
2.3.2 Arti Maskot Be Bee.....	14

2.3.3 Arti Kredo.....	15
2.4 Visi dan Misi TELKOM.....	15
2.4.1 Visi TELKOM.....	15
2.4.2 Misi TELKOM.....	15
2.5 Budaya Perusahaan.....	16
2.6 Jaringan Telekomunikasi PT. TELKOM.....	18
BAB 3 TEORI PENUNJANG.....	20
3.1 Telekomunikasi Multimedia.....	20
3.2 Komponen Telekomunikasi.....	21
3.3 Analog dan Digital.....	21
3.4 Transmisi.....	22
3.4.1 Jenis Transmisi.....	27
3.4.2 Gangguan Transmisi.....	28
3.4.3 Media Transmisi.....	31
3.4.4 Karakteristik Transmisi.....	33
3.4.5 Proses Transmisi.....	33
BAB 4 PEMBAHASAN.....	37
4.1 Jaringan Lokal Akses.....	37
4.1.1 Jaringan Lokal.....	37
4.1.2 Junction (Sistem Transmisi antar STO).....	38
4.1.3 JARLOKAF (Jaringan Lokal Akses Fiber Optik).....	39
A. Teori Cahaya.....	40
B. Serat Optik	48
C. Kabel Optik.....	55

D. Komponen Sistem Komunikasi Serat Optik.....	61
4.2 Customer Premises Equipment (CPE).....	74
4.2.1 Komponen CPE.....	74
4.2.2 Jenis Modem.....	78
4.2.3 Instalasi CPE.....	80
4.2.4 Setting Modem.....	86
4.2.5 Koneksi ke-RAS.....	88
4.2.6 Konfigurasi CPE.....	90
4.3 Teknologi DSL (Digital Subscriber Line).....	91
4.3.1 ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Lines).....	94
4.4 BRAS (Broadband Remote Access Server).....	118
4.5 RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service).....	120
4.6 ISP (Internet Service Provider).....	121
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	122
5.1 Kesimpulan.....	122
5.2 Saran.....	123

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Organisasi DIVRE.

Gambar 2.2. Struktur Organisasi KANDATEL

Gambar 2.3. Logo Telkom.

Gambar 2.4. Maskot Be Bee.

Gambar 3.1. Sinyal Analog.

Gambar 3.2. Perbedaan Fasa.

Gambar 3.3. Efek Bandwidth Sinyal Digital.

Gambar 3.4. Sinyal Analog

Gambar 3.5. Sinyal Digital

Gambar 3.6. Proses Pensinyalan Analog dan Digital dari Data Analog dan Digital.

Gambar 3.7. Sinyal Proses Transmisi Data.

Gambar 3.8. Penyaringan Frekuensi Suara.

Gambar 3.9. Proses Sampling.

Gambar 3.10. Proses Kuantisasi.

Gambar 3.11. Proses Coding

Gambar 3.12. Grafik Segmen pengisian bit.

Gambar 4.1. Jaringan Lokal Akses.

Gambar 4.2. Jaringan Antar STO.

Gambar 4.3. Ilustrasi Perambatan gelombang Elektromagnetik.

Gambar 4.4. Ilustrasi Perambatan gelombang Elektromagnetik Dalam Vakum.

Gambar 4.5. Polarisasi Linier.

Gambar 4.6. Polarisasi Eliptik.

Gambar 4.7. Polarisasi Sirkular.

Gambar 4.8. Ilustrasi Cahaya yang Melewati 2 Medium Yang Berbeda.

Gambar 4.9. Cahaya Yang Dibiaskan Mendekati Garis Normal.

Gambar 4.10. Cahaya Yang Dibiaskan Menjauhi Garis Normal.

Gambar 4.11. Ilustrasi Terjadinya Pantulan Sempurna.

Gambar 4.12. Struktur Serat Optik.

Gambar 4.13. Karakteristik Serat Optik Singlemode Step Index.

Gambar 4.14. Karakteristik Serat Optik Multimode Step Index.

Gambar 4.15. Karakteristik Serat Optik Multimode Graded Index.

Gambar 4.16. Redaman Sebagai Fungsi Panjang Gelombang.

Gambar 4.17. Rugi-Rugi Yang Terjadi Pada Serat Optik.

Gambar 4.18. Konstruksi Kabel Fiber Optik Untuk Berbagai Jenis Aplikasi.

Gambar 4.19. Kabel Fiber Optik Loose Tube, Slotted Core, Dan Central Tube.

Gambar 4.20 Penampang Kabel Jenis Slot.

Gambar 4.21 Kode Warna Serat.

Gambar 4.22. Pita-Pita Energi Diskrit Suatu Atom.

Gambar 4.23. Karakteristik Energi Berbagai Tipe Bahan.

Gambar 4.24. Power Launching Pada Serat Step Index.

Gambar 4.25. Berbagai Teknik untuk Meningkatkan efisiensi Kopling Daya Optik.

Gambar 4.26.1. Prosedur Penyambungan.

Gambar 4.26.2. Penyambungan Dengan Mechanical Splicer.

Gambar 4.27. Konfigurasi CPE.

Gambar 4.28. Splitter

Gambar 4.29. Konfigurasi Splitter.

Gambar 4.30. Jenis Modem ADSL.

Gambar 4.31. Jenis Konektor.

Gambar 4.32. Contoh Modem Router.

Gambar 4.33. Langkah Koneksi LAN.

Gambar 4.34. Setting TCP/IP.

Gambar 4.35. Pengalamatan.

Gambar 4.36. Setting LAN.

Gambar 4.37. Setting LAN.

Gambar 4.38. Melihat Konfigurasi.

Gambar 4.39. Hasil Konfigurasi.

Gambar 4.40. Koneksi ke RAS (Dinamic).

Gambar 4.41. Koneksi ke RAS (Static).

Gambar 4.41 Spektrum Frekuensi ADSL

Gambar 4.42 konfigurasi umum ADSL

Gambar 4.43. CPE Mendapatkan Service ADSL Akses dari ISP.

Gambar 4.45. Konfigurasi DSLAM (global).

Gambar 4.46. Konfigurasi DSLAM (1).

Gambar 4.47. Konfigurasi DSLAM (2).

Gambar 4.48. Konfigurasi DSLAM (3).

Gambar 4.49. Ilustrasi Sederhana dari konfigurasi DSLAM.

Gambar 4.50. Konfigurasi ADSL - BRAS.

Gambar 4.51. Mekanisme NAT/PAT disisi BRAS.

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Media Transmisi.

Tabel 3.2. Harga Bit A, Bit B dan Bit C.

Tabel 3.3. Harga Bit W, Bit X, Bit Y, dan Bit Z.

Tabel 4.1. Diameter Dan Berat Kabel Optik Slot (Di Jepang).

Tabel 4.2. Bahan-Bahan Sumber Optik.

Tabel 4.3. Energi Gap Berbagai Bahan LED.

Tabel 4.4 Perbandingan LED Dan Laser

Tabel 4.5. Jenis Modem.

Tabel 4.6. Jenis DSL (1).

Tabel 4.7. Jenis DSL (2).

Tabel 4.8. Bandwidth Layanan



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1. Atenuasi.

Persamaan 2. Signal To Noise Ratio.

Persamaan 3. Medan Elektrik.

Persamaan 4. Medan Magnetik.

Persamaan 5. Indeks Bias.

Persamaan 6. Sudut Kritis.

Persamaan 7. Hubungan Energi Dengan Frekuensi.

Persamaan 8. Redaman Dalam Serat Optik.

Persamaan 9. Meff.

Persamaan 10. Egap (Band Gap Energi).

Persamaan 11. Panjang Gelombang Emisi Keluaran.

Persamaan 12. Jarak Antar Cahaya Keluaran.

Persamaan 13. Serat Graded Index (Kopling Sempurna).

Persamaan 14. Serat Graded Index (Kopling Sempurna).

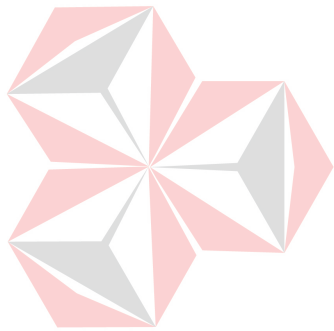
Persamaan 15. Koefisien Refleksi Fresnel.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Bimbingan Kerja Praktek

Lampiran 2. Acuan Kerja Praktek

Lampiran 3. Datadiri / Riwayat Penulis



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB I

PENDAHULUAN

Dalam bab satu membahas tentang uraian mengenai latar belakang masalah, tujuan kerja praktek, pembatasan masalah, waktu dan lama kerja praktek, ruang lingkup, metodologi, serta sistematika penulisan.

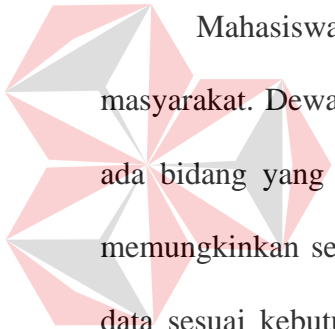
1.1 LATAR BELAKANG

Dengan perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat dewasa ini mengakibatkan kebutuhan akan tenaga kerja yang menguasai sistem komputerisasi sangat meningkat. Sehingga banyak terbentuk lembaga-lembaga pendidikan formal di bidang informasi dan komputer seperti sekolah - sekolah tinggi manajemen informatika dan komputer, sekolah menengah kejuruan berbasis teknologi informasi dan lain-lain. Akan tetapi tidak sedikit dari teori – teori yang diberikan di lembaga-lembaga pendidikan formal tersebut yang tidak sesuai dengan praktek di lapangan kerja. Sedangkan pendidikan pada umumnya berkaitan dengan mempersiapkan calon tenaga yang diperlukan oleh instansi atau organisasi. Oleh karena itu praktek langsung di lapangan diperlukan untuk menyeimbangkan antara teori yang didapat tersebut dengan yang ada di lapangan kerja .

Kerja Praktek adalah suatu kegiatan mandiri berupa pengamatan dan studi orientasi yang dilakukan di suatu instansi atau perusahaan. Sehingga nantinya ada pertukaran informasi yang berguna bagi mahasiswa dan perusahaan tersebut. Selain itu kerja praktek juga merupakan merupakan bagian dari kurikulum

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Teknik Komputer (STIKOM) Surabaya dan prasyarat untuk menempuh ujian tugas akhir.

Prosedur kerja praktek telah diatur sesuai dengan pedoman yang telah ditetapkan, yaitu harus mendapatkan persetujuan dari instansi atau perusahaan tempat melaksanakan kerja praktek. Dengan adanya program kerja praktek ini diharapkan dapat dicapai suatu pengembangan dan penerapan kemampuan dan tanggap terhadap kenyataan yang ada dilapangan atau masyarakat. Sasaran kerja praktek ini adalah untuk menerapkan ilmu yang didapat dari bangku kuliah ke perusahaan yang ditempati. Dan bila memungkinkan dapat meningkatkan sistem yang diterapkan di perusahaan tersebut.



Mahasiswa juga diharapkan tanggap akan kenyataan yang ada di tengah masyarakat. Dewasa ini pemakaian komputer sudah sangat meluas, hampir tidak ada bidang yang tidak menggunakan jasa komputer. *Personal Computer* (PC) memungkinkan setiap pemakai menggunakan perangkat lunak dan menganalisa data sesuai kebutuhannya. Namun dalam suatu organisasi pengguna komputer-komputer secara mandiri, tentu saja kurang menguntungkan, apalagi dalam jumlah yang besar akan memerlukan *software*, *printer*, atau basis data masing-masing. Maka muncul pemikiran untuk menggabungkan sejumlah komputer dan peralatan lain menjadi suatu jalinan kerja.

Dengan sistem jaringan komputer yang terintegrasi, sejumlah komputer dapat secara bersama-sama mengirimkan akses ke basis data sekaligus melakukan pencetakan laporan sehingga pemakaian komputer dan perangkat pendukungnya dapat lebih efektif, efisien dan ekonomis.

1.2 TUJUAN KERJA PRAKTEK

Dalam melaksanakan praktek kerja lapangan di suatu perusahaan maupun instansi, maka mahasiswa sebagai seorang yang menjalankan syarat pendidikan tinggi tentunya memiliki tujuan-tujuan yang hendak dicapai dalam melaksanakan kegiatan praktek ini. Beberapa tujuan praktek kerja lapangan yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Dapat memberikan pengalaman kepada mahasiswa tentang dunia kerja yang sebenarnya khususnya di bidang sistem informasi dan jaringan komputer .
2. Memberikan pengetahuan dan pemahaman kepada mahasiswa tentang penerapan berbagai pengetahuan baik teori maupun praktek yang didapat di bangku perkuliahan pada lapangan pekerjaan yang sesungguhnya di tempat praktek terutama dalam sistem informasi dan jaringan komputer.
3. Memberikan pengetahuan tambahan tentang hal - hal yang belum didapat di bangku perkuliahan mengenai jaringan komputer.
4. Mahasiswa dapat melihat dan merasakan secara langsung kondisi dan keadaan dunia kerja yang sesungguhnya, sehingga memperoleh pengalaman yang lebih banyak lagi.
5. Mahasiswa dapat menerapkan dan mempraktekkan secara langsung teori yang telah didapat di bangku perkuliahan pada saat melaksanakan praktek kerja lapangan dalam hal jaringan komputer.
6. Mendidik dan melatih mahasiswa untuk dapat menyelesaikan dan mengatasi berbagai masalah yang dihadapi di lapangan dalam melaksanakan praktek.

7. Dapat membantu memperluas wawasan dan pengetahuan bagi kami sebagai seorang mahasiswa terhadap disiplin ilmu yang telah diperoleh pada saat belajar di bangku perkuliahan.

1.3 PEMBATAAN MASALAH

Mengingat begitu kompleksnya masalah telekomunikasi, penulis hanya membatasi pembahasan pada layanan *SPEEDY Broadband access* dan teknologi *Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)*. Batasan masalah yang dikerjakan sebagai berikut :

- a. Transmisi data hanya mulai dari pesawat telepon sampai menuju *Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM)* melalui kabel tembaga kemudian menuju MetroEthernet melalui *patchcore* (fiber optik).
- b. Pengetahuan masyarakat luas mengenai pengoptimalan penggunaan komputer dan layanan internet cepat masih kurang.

1.4 WAKTU & LAMA KERJA PRAKTEK

Adapun waktu dan lama Kerja Praktek di PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Tbk DIVISI INFRATEL NETRE Jawa Timur di laksanakan selama 4 minggu yang dimulai pada tanggal 18 Januari - 12 Februari 2010.

1.5 RUANG LINGKUP KERJA PRAKTEK

Sasaran kerja praktek adalah agar mahasiswa mendapatkan pengalaman belajar melalui pengamatan di bidang Telekomunikasi. Hal-hal yang utama dipelajari selama kerja praktek yaitu :

- a. Infrastruktur Telkom
- b. Jaringan Telekomunikasi Multimedia
- c. *Speedy Broadband Access*
- d. Infrastruktur IP *NETWORK*
- e. Pengenalan *wireless* / komunikasi nirkabel (*Hotspot Speedy*)
- f. Pengenalan *Main Distribution Frame* (MDF)
- g. Pengenalan *Digital subscriber line access multiplexer* (DSLAM)
- h. Pengenalan *Broadband Remote Access Server* (BRAS)
- i. Implementasi *Fiber Optik : Maintenance & Troubleshooting* (pengukuran)

1.6 METODOLOGI

Untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh penulis maka penulis mendapatkan bimbingan langsung dari karyawan/staff PT. TELKOM,Tbk bagian *Officer 2 Data Network* serta langsung mempraktekkan ke sistem jaringan yang ada. Dari praktek tersebut penulis mendapat gambaran tentang desain atau topologi dari sistem jaringan tersebut. Untuk mengetahui instalasi jaringan pada PT. TELKOM, Tbk, maka penulis perlu riset di ruangan khusus *server* induk. Adapun teknik atau metode yang kami lakukan adalah sebagai berikut :

1. Observasi, yaitu dengan melakukan pengamatan terhadap kebutuhan konsumen perusahaan yang sekiranya dapat menentukan sistem kontrol apa yang baik digunakan.
2. Wawancara, yaitu dengan melakukan tanya jawab terhadap beberapa *staff* yang ada hubungannya dengan permasalahan yang akan diselesaikan.
3. Pengecekan langsung terhadap permasalahan yang terjadi dan memberikan gambaran tentang bagaimana harus menanganinya, sehingga sistem tersebut berjalan sesuai dengan semestinya.
4. Studi literatur atau kepustakaan, yaitu dengan cara membaca buku-buku yang ada hubungannya dengan pemecahan masalah.
5. Pengujian, yaitu menguji sistem yang telah dibangun apakah telah berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.
6. Penulisan dan penyusunan laporan dari pelaksanaan kerja praktek yang telah dilakukan sebagai pertanggung jawaban kepada perusahaan dan STIKOM.

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan laporan hasil praktek kerja lapangan pada Bidang Sistem Informasi PT. Telekomunikasi Indonesia Divisi Infratel Netre Jawa Timur adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab satu membahas tentang uraian mengenai latar belakang masalah, tujuan kerja praktek, pembatasan masalah, waktu dan lama kerja praktek, ruang lingkup, metodologi, dan sistematika penulisan.

BAB 2 GAMBARAN UMUM

Bab dua membahas tentang uraian gambaran umum TELKOM yang diantaranya sejarah dan perkembangannya TELKOM, struktur organisasi makna logo dan maskot, visi-misi, budaya perusahaan hingga jaringan telekomunikasi PT TELKOM.

BAB 3 TEORI PENUNJANG

Bab tiga membahas tentang teori penunjang yang digunakan sebagai acuan dalam kerja praktek tersebut. Mencakup komponen dasar, perbedaan analog dan digital, serta transmisi.

BAB 4 PEMBAHASAN

Bab empat membahas tentang proses yang terjadi dalam transmisi kabel optik. Mencakup jaringan lokal akses, teori cahaya, pantulan cahaya dalam suatu proses transmisi data, jenis serat optik, karakteristik transmisi, keuntungan-kerugian pemakaian serat optik, penyambungan serat optik, *Costumer Premises Equipment* (CPE), teknologi *Digital Suscriber Line* (DSL), BRAS, *Remote Authentication Dial In User Service* (RADIUS), dan *Internet Service Provider* (ISP).

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab lima adalah bagian terakhir dari laporan kerja praktek yang membahas tentang kesimpulan dari keseluruhan hasil kerja praktek serta saran disesuaikan dengan hasil dan pembahasan pada bab-bab yang sebelumnya.

BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

Bab dua membahas tentang uraian gambaran umum TELKOM yang diantaranya sejarah dan perkembangannya TELKOM, struktur organisasi makna logo dan maskot, visi-misi, budaya perusahaan hingga jaringan telekomunikasi PT TELKOM.

2.1 SEJARAH SINGKAT TELKOM

PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA Tbk. Atau dikenal dengan PT. TELKOM adalah suatu badan usaha yang memiliki sejarah panjang. Berawal dari *Post en Telegraafdienst* yaitu sebuah perusahaan swasta yang menyelenggarakan jasa-jasa pos dan telekomunikasi yang didirikan dengan Staatsblad No. 52 tahun 1884. Penyelenggaraan telekomunikasi oleh swasta ini berlangsung sampai tahun 1906 dan sejak itu diambil alih oleh pemerintah Belanda dengan berdasarkan kepada *Staatblad* No. 395 tahun 1906. Sejak itu berdirilah *Post Telegraaf en Telefoondienst*, atau disebut *PTT Dienst* yang pada tahun 1927 ditetapkan sebagai perusahaan negara pemerintah Hindia Belanda.

Jawatan PTT berlangsung sampai dikeluarkannya Peraturan Pemerintah Pengganti Undang–Undang (Perpu) No. 19 tahun 1960, yang menetapkan jawatan PTT untuk tetap menjadi perusahaan negara. Kemudian berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 240 tahun 1961 Perusahaan Jawatan PTT berubah menjadi Perusahaan Negara (PN) Pos dan Telekomunikasi. Dalam perkembangan selanjutnya pemerintah memandang perlu untuk membagi PN. Pos

dan Telekomunikasi menjadi dua Perusahaan Negara yang berdiri sendiri, yakni berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 29 tahun 1965 dibentuk PN. Pos dan Giro dan dengan Peraturan Pemerintah No. 30 tahun 1965 didirikan PN. Telekomunikasi.

Kemajuan teknologi dan jasa telekomunikasi mendorong pemerintah untuk meningkatkan bentuk perusahaan PN. Telekomunikasi menjadi Perusahaan Umum (PERUM). Untuk itu berdasarkan peraturan pemerintah No. 36 tahun 1974 resmi berdiri Perusahaan Umum Telekomunikasi yang populer dengan sebutan PERUMTEL. Dalam peraturan tersebut, PERUMTEL dinyatakan sebagai penyelenggara telekomunikasi untuk umum, baik hubungan telekomunikasi dalam negeri maupun luar negeri. Pada saat itu, hubungan telekomunikasi luar negeri juga diselenggarakan oleh PT. *Indonesian Satellindo Corporation* (INDOSAT) yang saat itu berstatus perusahaan asing, bagian dari *American Cable & Radio Corporation*, sebuah perusahaan di negara bagian Delaware, Amerika Serikat. Seluruh saham PT. INDOSAT dengan modal asing tersebut, pada akhir tahun 1980 dibeli oleh Negara Republik Indonesia dan untuk selanjutnya dikeluarkan peraturan pemerintah No. 53 tahun 1980, yang isinya perubahan atas Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 1974. Berdasarkan peraturan pemerintah nomor 53 tahun 1980, PERUMTEL ditetapkan sebagai badan usaha penyelenggara telekomunikasi dalam negeri dan INDOSAT sebagai penyelenggara telekomunikasi jasa luar negeri. Namun saat ini INDOSAT telah dijual oleh pemerintah Republik Indonesia ke Singapura.

Memasuki Repelita V pemerintah merasakan perlunya percepatan pembangunan telekomunikasi, karena sebagai infrastruktur diharapkan dapat

memacu pembangunan di sektor lainnya. Untuk itu berdasarkan peraturan pemerintah No. 25 tahun 1991, maka dibentuk perusahaan umum (PERUM) dialihkan menjadi perusahaan perseroan (PERSERO) Telekomunikasi Indonesia dengan sebutan TELKOM.

Perubahan di lingkungan TELKOM juga terus berlangsung seperti perubahan bentuk perusahaan sejak dari jawatan, perusahaan umum, perusahaan perseroan (PERSERO) sampai menjadi perusahaan publik. Bahkan secara makro, penyelenggaraan yang semula menjadi monopoli pemerintah secara berangsur angsur diberlakukan privatisasi dalam penyelenggaraan telekomunikasi.

Perubahan besar-besaran terjadi pada tahun 1995, meliputi :

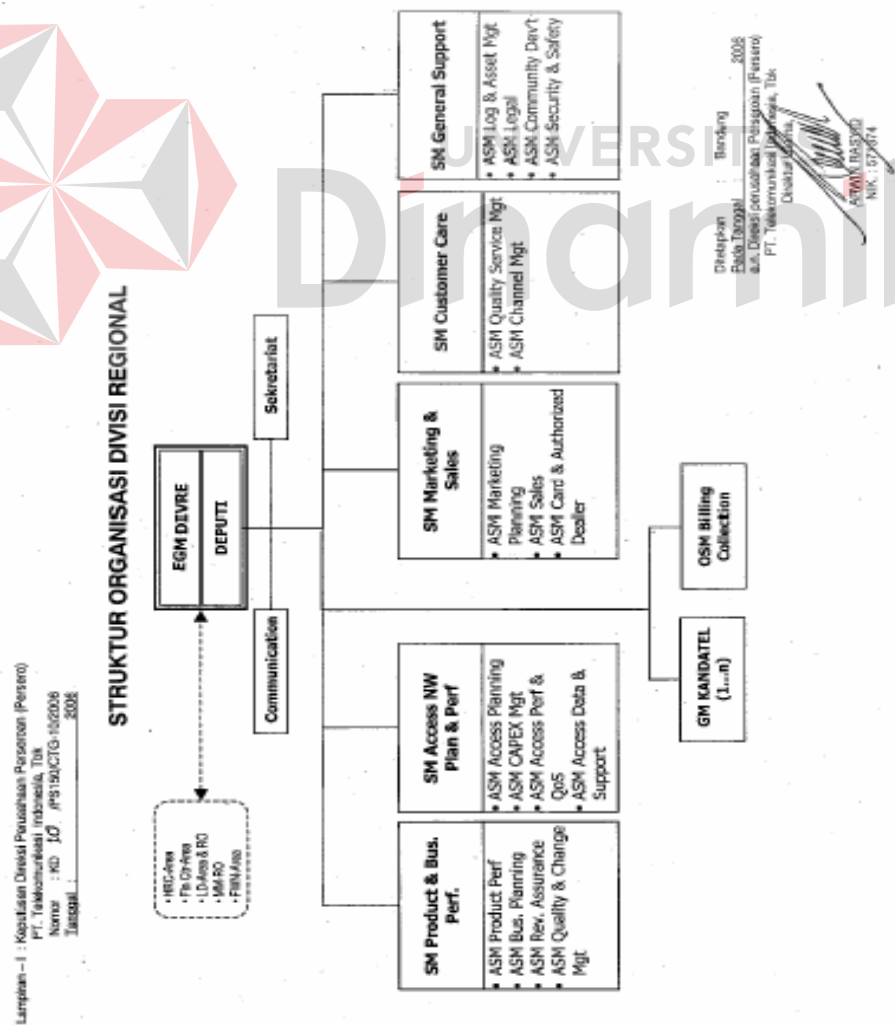
1. restrukturisasi internal ;
2. kerjasama operasi ;
3. *Initial public offering* (IPO).

Restrukturisasi internal dimaksudkan untuk menjadikan pengelola perusahaan menjadi efisien dan efektif, karena terjadi pemisahan bidang antara bidang usaha utama (*core business*); bidang usaha terkait dan bidang usaha penunjang. Sebagai hasil restrukturisasi, sejak 1 juli 1995 organisasi TELKOM terdiri dari tujuh divisi regional dan satu divisi network yang keduanya mengelola bidang usaha utama. Antara lain :

- Divisi Regional Sumatera, terdiri dari: Aceh, Sumatera Utara, Medan, Lampung, Sumatera Barat, Riau Daratan, Riau Kepulauan, Sumatera Bagian Selatan.
- Divisi Regional Jakarta
- Divisi Regional Jawa Barat

2.2.1 Struktur Organisasi Divisi Regional (DIVRE)

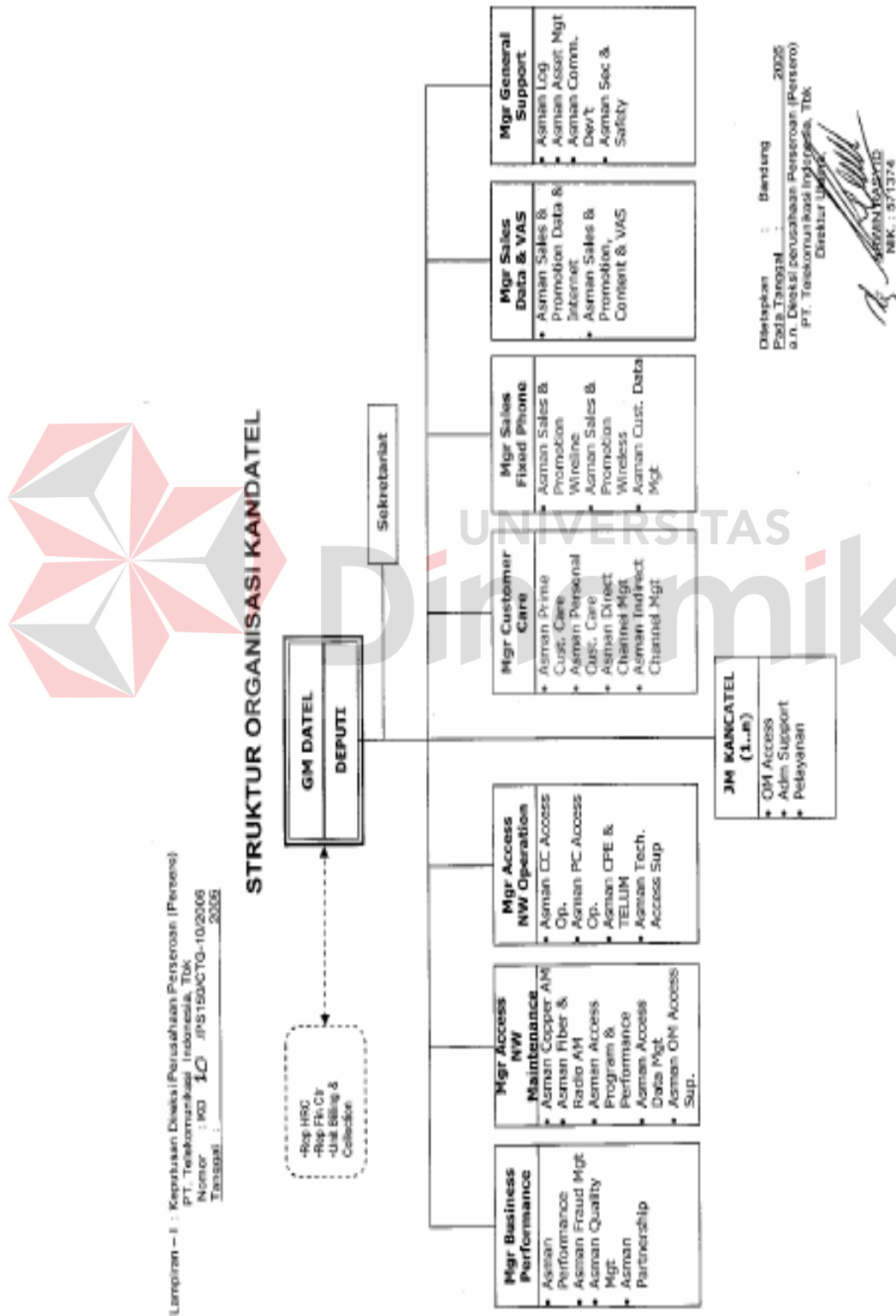
Pada Gambar 2.1 dapat dilihat struktur organisasi divisi regional (DIVRE) dari PT TELKOM, Tbk.



Gambar 2.1. Struktur Organisasi DIVRE.

2.2.2 Struktur Organisasi Kantor Daerah Telkom (Kandatel)

Pada Gambar 2.2 dapat dilihat struktur organisasi kantor daerah telkom (Kandatel) dari PT TELKOM, Tbk.



Gambar 2.2. Struktur Organisasi KANDATEL

2.3 LOGO DAN MASKOT TELKOM

2.3.1 Arti Logo TELKOM



Gambar 2.3. Logo Telkom.

Logo baru TELKOM pada Gambar 2.3, mencerminkan *brand positioning* "Life Confident" dimana keahlian dan dedikasi akan diberikan bagi semua pelanggan untuk mendukung kehidupan mereka dimanapun mereka berada. *Brand positioning* ini didukung oleh "service culture" baru yaitu: *expertise, empowering, assured, progressive* dan *heart*.

Sekilas logo bulat dengan siluet tangan terkesan simpel; Simplifikasi logo ini terdiri dari lingkaran biru yang ada di depan tangan berwarna kuning. Logo ini merupakan cerminan dari "*brand value*" baru yang selanjutnya disebut dengan "*Life in Touch*" dan diperkuat dengan tag line baru pengganti "*committed 2U*" yakni "*the world is in your hand*". Penjelasan dari Brand Positioning TELKOM sebagai berikut ;

- a. *Expertise* : makna dari lingkaran sebagai simbol dari kelengkapan produk dan layanan dalam portofolio bisnis baru TELKOM yaitu TIME (*Telecommunication, Information, Media & Edutainment*). TELKOM yang mantap, modern, luwes, dan sederhana.

- b. *Empowering* : makna dari tangan yang meraih ke luar. Simbol ini mencerminkan pertumbuhan dan ekspansi ke luar.
- c. *Assured* : makna dari jemari tangan. Simbol ini memaknai sebuah kecermatan, perhatian, serta kepercayaan dan hubungan yang erat.
- d. *Progressive* : kombinasi tangan dan lingkaran. Simbol dari matahari terbit yang maknanya adalah perubahan dan awal yang baru.
- e. *Heart* : simbol dari telapak tangan yang mencerminkan kehidupan untuk menggapai masa depan.
- f. *Expert Blue* pada teks Telkom melambangkan keahlian dan pengalaman yang tinggi.
- g. *Vital Yellow* pada telapak tangan mencerminkan suatu yang atraktif, hangat, dan dinamis.
- h. *Infinite sky blue* pada teks Indonesia dan lingkaran bawah mencerminkan inovasi dan peluang yang tak berhingga untuk masa depan.

2.3.2 Arti Maskot Be Bee



Gambar 2.4. Maskot *Be Bee*.

Pada Gambar 2.4 dapat dilihat maskot *Be Bee*. Penjelasan mengenai arti dan makna maskot sebagai berikut ;

- a. Antena Lebah Sensitif terhadap segala keadaan dan perubahan

- b. Mahkota Kemenangan
- c. Mata yang Tajam dan Cerdas
- d. Sayap Lincah dan Praktis
- e. Tangan Kuning Memberikan Karya Yang Terbaik

Arti Kredo *Committed 2 U*

- a. TELKOM selalu fokus kepada pelanggan
- b. TELKOM selalu memberikan pelayanan yang prima dan mutu produk yang tinggi serta harga yang kompetitif
- c. TELKOM selalu melaksanakan segala sesuatu melalui cara-cara yang terbaik (*Best Practices*)
- d. TELKOM selalu menghargai karyawan yang proaktif dan inovatif, dalam peningkatan produktivitas dan kontribusi kerja
- e. TELKOM selalu berusaha menjadi yang terbaik.

2.4 VISI & MISI TELKOM

2.4.1 Visi TELKOM

“To become a leading InfoCom player in the region” menunjukkan TELKOM berupaya untuk menempatkan diri sebagai perusahaan *InfoCom* terkemuka di kawasan Asia Tenggara, Asia dan akan berlanjut ke kawasan Asia Pasifik.

2.4.2 Misi TELKOM

Memberikan layanan *“One Stop InfoCom”* dengan jaminan bahwa pelanggan akan mendapatkan layanan terbaik, berupa kemudahan, produk dan

jaringan berkualitas, dengan harga yang kompetitif. TELKOM akan mengelola bisnis melalui praktek-praktek terbaik dengan mengoptimalkan sumber daya manusia yang unggul, penggunaan teknologi yang kompetitif, serta membangun kemitraan yang saling menguntungkan dan saling mendukung secara sinergis.

2.5 BUDAYA PERUSAHAAN

THE TELKOM WAY 135 sebagai budaya korporasi yang dikembangkan TELKOM merupakan bagian terpenting dari upaya perusahaan untuk meneguhkan hati, merajut pikiran, dan menyerasikan langkah semua insan TELKOM dalam menghadapi persaingan bisnis *InfoCom*. Di dalamnya terkandung beberapa unsur, yang secara integral harus menjiwai insan TELKOM, yakni :

a. (satu) asumsi dasar yang disebut *Committed 2 U*

Tiga nilai inti, mencakup :

- *Customer value*
- *Excellent Service*
- *Competent People*

b. Lima langkah perilaku untuk memenangkan persaingan, yang terdiri dari :

- *Stretch The Goal*

Karyawan TELKOM harus mempunyai komitmen untuk dapat mencapai target yang lebih tinggi atau diatas rata-rata yang diharapkan (*Stretch the Goals*)

- *Simplify*

Karyawan TELKOM senantiasa berusaha meningkatkan cara-cara kerja yang semakin baik, cepat dan mudah (*simplify*). Penyederhanaan dapat dilakukan dalam hal memecahkan masalah dengan tidak menerapkan peraturan yang kaku; mengambil keputusan dan aktifitas/ proses dengan cepat; dan penggunaan teknologi yang sudah diaplikasikan. Sikap sederhana dapat juga direfleksikan dalam penggunaan anggaran atau peralatan yang tidak boros, efisien dan tidak mubazir, serta tidak menciptakan pekerjaan yang tidak perlu.

- *Involve Everyone*

Karyawan TELKOM selalu melibatkan setiap orang (*involve everyone*) yang terkait untuk bekerjasama membangun sinergi dan terbentuknya kerja tim yang kuat. Menghilangkan secara vertikal (karyawan dengan management), horizontal (antar fungsi) dan external (*customer & supplier*), agar tercipta iklim dimana semua karyawan bisa berpartisipasi dan berkontribusi. Dengan kerjasama akan memunculkan ide, kreatifitas dan gagasan banyak orang, sehingga tugas yang berat menjadi lebih ringan, dapat dilakukan lebih cepat, lebih cerdas dan lebih inovatif.

- *Quality is My Job*

Karyawan TELKOM selalu mengutamakan kualitas dalam melaksanakan pekerjaannya (*quality is my job*). Kualitas bukan pekerjaan atasan tapi pekerjaan semua karyawan. Memastikan bahwa kualitas atau mutu pekerjaan menjadi tujuan yang dimulai dari pekerjaan yang ada pada setiap insan pegawai.

- *Reward the Winners*

Karyawan TELKOM harus mempunyai sifat saling menghargai pendapat, respek dan manajemen memberikan penghargaan kepada karyawan yang berprestasi. Perusahaan menerapkan penghargaan yang tinggi bagi yang terbaik (reward for the winner), baik secara individu maupun unit kerja.

THE TELKOM WAY 135 adalah hasil penggalian dari perjalanan TELKOM dalam mengarungi lingkungan yang terus berubah, dan dikristalisasi serta dirumuskan dengan dirangsang oleh berbagai inspirasi dari perusahaan lain dan berbagai tantangan dari luar. Dengan akar yang kuat pada kesadaran kolektif organisasi, diharapkan *THE TELKOM WAY 135* dapat cepat tertanam jiwa insan TELKOM. TELKOM berharap dengan tersosialisasinya *THE TELKOM WAY 135*, maka akan tercipta pengendalian kultural yang efektif terhadap cara merasa, cara memandang, cara berfikir, dan cara berperilaku semua insan TELKOM.

2.6 JARINGAN TELEKOMUNIKASI - PT. TELKOM

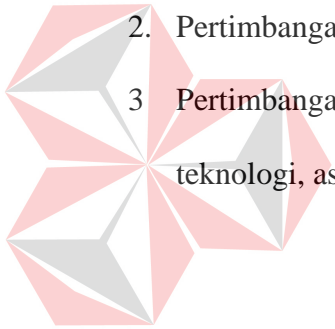
Jaringan telekomunikasi di PT. TELKOM sering disebut sebagai jaringan akses (*access network*), yang merupakan jaringan yang menghubungkan antara terminal pelanggan (UNI / *User Network Interface*) dengan sentral lokal (SNI / *Service Network Interface*) yang ada di bagian jaringan ini pada struktur PT. TELKOM dikenal sebagai divisi Jaringan Akses.

Secara umum, sistem telekomunikasi dibangun dalam bentuk jaringan-jaringan lokal dan nonlokal. Jaringan lokal adalah jaringan yang menghubungkan sentral telepon dengan pesawat telepon pelanggan, di dalamnya termasuk semua infrastruktur yang menghubungkan sentral telepon dengan pelanggan. Sedangkan jaringan nonlokal merupakan jaringan yang menghubungkan antara sentral yang

satu dengan sentral yang lain, yang termasuk di dalamnya adalah sistem transmisi sinyal antarsentral telekomunikasi.

Tujuan dari seluruh jaringan telekomunikasi, baik lokal maupun nonlokal, yang dimiliki oleh PT. TELKOM adalah untuk menyediakan jasa telekomunikasi yang efektif dan efisien baik bagi pelanggan sebagai pengguna jasa ataupun bagi PT. TELKOM sebagai perusahaan penyedia jasa telekomunikasi. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi dalam penentuan proyek instalasi jaringan fisik antara lain :

1. Pertimbangan Efisiensi Biaya Penyelesaian Proyek (tenaga kerja, bahan baku, peralatan)
2. Pertimbangan Efisiensi Waktu Penyelesaian Proyek
3. Pertimbangan Kelayakan Proyek (aspek pasar, aspek pemasaran, aspek teknologi, aspek hukum, aspek lingkungan, aspek finansial).



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB III

TEORI PENUNJANG

Bab tiga membahas tentang teori penunjang yang digunakan sebagai acuan dalam kerja praktek tersebut. Mencakup komponen dasar, perbedaan analog dan digital, serta transmisi.

3.1 TELEKOMUNIKASI MULTIMEDIA

Telekomunikasi adalah teknik pengiriman atau penyampaian informasi, dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam kaitannya dengan 'Telekomunikasi' bentuk komunikasi jarak jauh dapat dibedakan atas tiga :

- a. Komunikasi Satu Arah (*Simplex*). Dalam komunikasi satu arah (*Simplex*) pengirim dan penerima informasi tidak dapat menjalin komunikasi yang berkesinambungan melalui media yang sama. Contoh : *Pager*, televisi, dan radio.
- b. Komunikasi Dua Arah (*Duplex*). Dalam komunikasi dua arah (*Duplex*) pengirim dan penerima informasi dapat menjalin komunikasi yang berkesinambungan melalui media yang sama. Contoh : Telepon dan VOIP.
- c. Komunikasi Semi Dua Arah (*Half Duplex*). Dalam komunikasi semi dua arah (*Half Duplex*) pengirim dan penerima informasi berkomunikasi secara bergantian namun tetap berkesinambungan. Contoh : *Handy Talkie*, FAX, dan *Chat Room*.

Sejak ditemukan telepon oleh Graham Bell, telekomunikasi telah berkembang pesat, bahkan bisa jadi tercepat diantara sistem lain. Terutama setelah

ditemukan *transistor*, *Integrated Circuit* (IC), sistem prosesor, dan sistem penyimpanan.

3.2 KOMPONEN TELEKOMUNIKASI

Untuk bisa melakukan telekomunikasi, ada beberapa komponen untuk mendukungnya yaitu :

a. Informasi :

Merupakan data yang dikirim/diterima seperti suara, gambar, file, tulisan

b. Pengirim :

Mengubah informasi menjadi sinyal listrik yang siap dikirim

c. Media transmisi :

Alat yang berfungsi mengirimkan dari pengirim kepada penerima. Karena dalam jarak jauh, maka sinyal pengirim diubah lagi / dimodulasi agar dapat ter kirim jarak jauh.

d. Penerima :

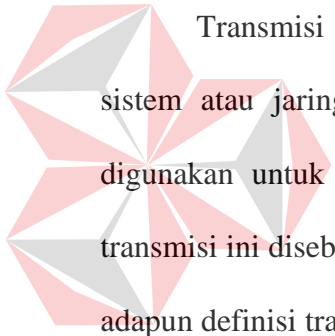
Menerima sinyal listrik dan merubah kedalam informasi yang bisa dipahami oleh manusia sesuai yang dikirimkan.

3.3 ANALOG & DIGITAL

Dalam merubah informasi menjadi sinyal listrik yang siap dikirim, ada dua model yang dipakai. Pertama adalah merubah informasi ke sinyal analog dimana sinyal berbentuk gelombang listrik yang kontinue (terus menerus) kemudian

dikirim oleh media transmisi. Kedua adalah sinyal digital, dimana setelah informasi diubah menjadi sinyal analog kemudian diubah lagi menjadi sinyal yang terputus-putus (*discrete*). Sinyal yang terputus-putus dikodekan dalam sinyal digital yaitu sinyal "0" dan "1". Dalam pengiriman sinyal melalui media transmisi, sinyal analog akan terkena gangguan, sehingga di sisi penerima sinyal tersebut terdegradasi. Sementara untuk sinyal digital, selama gangguan tidak melebihi batasan yang diterima, sinyal masih diterima dalam kualitas yang sama dengan pengiriman.

3.4 TRANSMISI



Transmisi adalah proses membawa informasi antar *end points* di dalam sistem atau jaringan. Dalam suatu jaringan telekomunikasi, sistem transmisi digunakan untuk saling menghubungkan sentral (router). Keseluruhan sistem transmisi ini disebut jaringan transmisi atau jaringan transport / transport network, adapun definisi transmisi menurut definisi ANSI :

- *Simplex*,
- *Half-duplex*.
- *Full-duplex*

A. AMPLITUDO

Amplitudo adalah suatu nilai yang merujuk pada ketinggian intensitas sinyal pada setiap waktu. Intensitas sinyal yang tertinggi disebut dengan amplitudo puncak. Intensitas sinyal ini berkaitan dengan jumlah energi yang

dibawa oleh gelombang tersebut. Sebagai contoh pada sinyal listrik, amplitudo diukur dengan satuan *volt*.

B. FREKUENSI

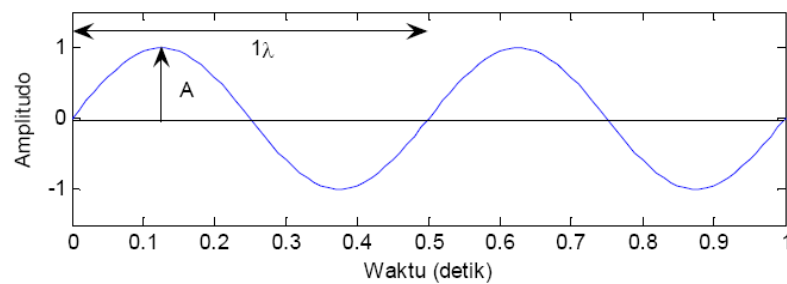
Frekuensi dinyatakan sebagai jumlah periode yang dilalui oleh satu gelombang dalam waktu 1 detik.

C. PERIODE

Periode adalah waktu yang dibutuhkan untuk menempuh 1 siklus gelombang.

D. PANJANG GELOMBANG

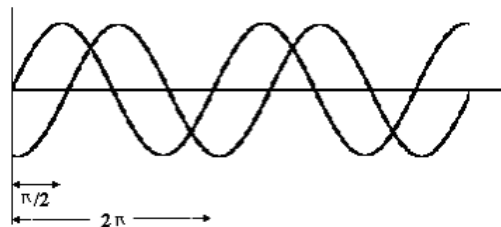
Panjang gelombang adalah jarak yang dilalui untuk menempuh satu siklus gelombang dalam satuan meter. Berikut pada Gambar 3.1 dapat dilihat contoh sinyal analog yang juga merupakan gelombang.



Gambar 3.1. Sinyal Analog.

E. PHASE

Phase / Fasa adalah ukuran dari posisi relatif pada suatu saat dengan tidak melewati periode tunggal dari sinyal. Contoh perbedaan fasa dapat dilihat pada Gambar 3.2.

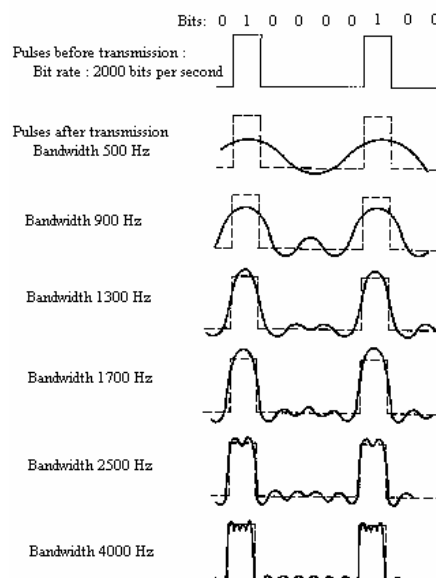


Gambar 3.2. Perbedaan Fasa.

F. SPEKTRUM SINYAL

Spektrum sinyal adalah daerah frekuensi yang dapat dimuati.

G. ABSOLUTE BANDWIDTH dari sinyal adalah lebar spektrum. Efek *bandwidth* sinyal digital dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Efek *Bandwidth* Sinyal Digital.

H. JENIS SINYAL

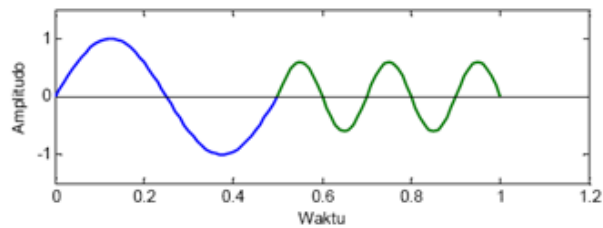
Berdasarkan bentuknya, data dapat dibedakan ke dalam data *analog* dan *digital*. Begitu pula sinyal dapat dibedakan ke dalam sinyal analog atau sinyal *digital*. Suatu data atau sinyal dikatakan analog apabila amplitudo dari data atau sinyal tersebut terus-menerus ada dalam rentang waktu tertentu (*continue*) dan memiliki variasi nilai amplitudo tak terbatas. Misalnya, data yang berasal dari suara (*voice*) tergolong sebagai data analog. Sebaliknya data atau sinyal dikatakan digital apabila amplitudo dari data atau sinyal tersebut tidak kontinyu dan memiliki variasi nilai amplitudo yang terbatas (*diskrit*).

Sinyal analog dan digital berdasarkan siklus perulangan gelombang dapat dibedakan ke dalam dua bentuk, yaitu sinyal *periodik* dan sinyal *tidak-periodik*. Sinyal *periodik* akan selalu berulang kembali setelah periode waktu tertentu terlewati. Dalam satu satuan waktu dimana sinyal tersebut berulang disebut dengan satu periode (disimbolkan dengan T) atau satu siklus. Sedangkan sinyal *tidak-periodik* tidak menunjukkan adanya siklus tertentu sepanjang waktu. Di dalam komunikasi data seringkali digunakan sinyal analog *periodik* karena sinyal semacam itu memiliki *bandwidth* kecil. Namun untuk sinyal digital seringkali digunakan sinyal *tidak-periodik* karena sinyal semacam itu dapat merepresentasikan data dalam jumlah yang bervariasi.

a. Sinyal Analog

Adalah gelombang elektromagnetik *continuous* yang disebar melalui suatu media, tergantung pada spektrumnya. Bentuk sinyal analog yang paling sederhana dapat digambarkan sebagai gelombang sinus. Namun dalam keadaan nyata suatu sinyal analog merupakan gabungan dari beberapa

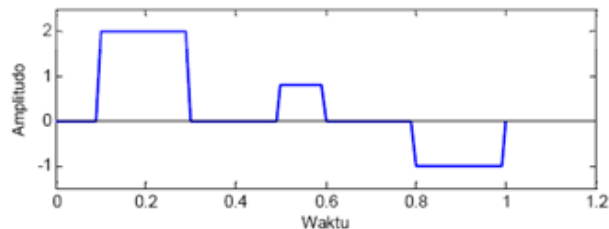
gelombang sinus yang disebut dengan sinyal *komposit*. Dalam keadaan nyata suatu sinyal analog merupakan gabungan dari beberapa gelombang sinus yang disebut dengan sinyal *komposit*. Pada Gambar 3.4 merupakan contoh sinyal analog.



Gambar 3.4. Sinyal Analog.

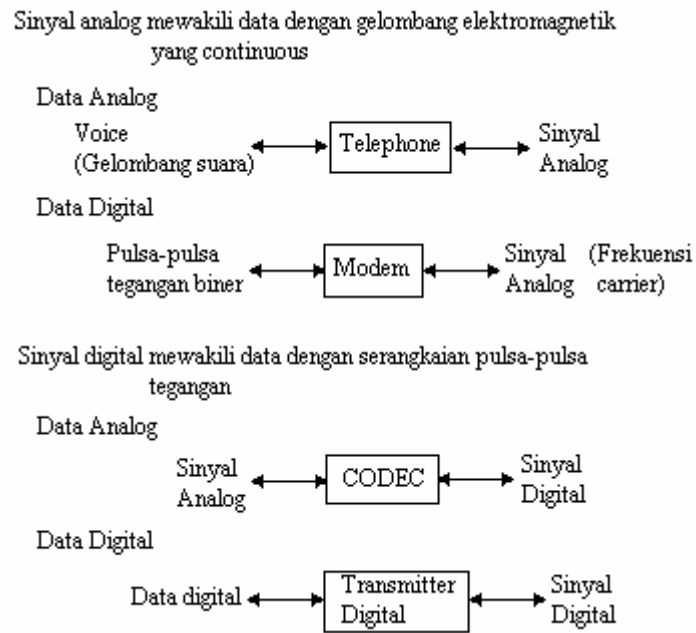
b. Sinyal Digital

Adalah serangkaian pulsa tegangan yang dapat ditransmisikan melalui suatu medium. Pada Gambar 3.5 merupakan contoh sinyal digital.



Gambar 3.5. Sinyal Digital.

Sedangkan proses pensinyalan analog dan digital dari data analog dan digital dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Proses Pensinyalan Analog dan Digital dari Data Analog dan Digital.

3.4.1 JENIS TRANSMISI

a. Transmisi Analog

Adalah suatu upaya mentransmisi sinyal analog tanpa memperhatikan muatannya.

b. Transmisi Digital

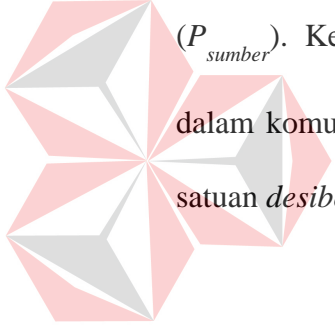
Berhubungan dengan muatan dari sinyal. Alasan-alasan digunakannya teknik pensinyalan digital :

- Teknologi digital
- Keutuhan data
- Penggunaan kapasitas
- Keamanan dan privasi
- Integrasi

3.4.2 GANGGUAN TRANSMISI

a. Atenuasi

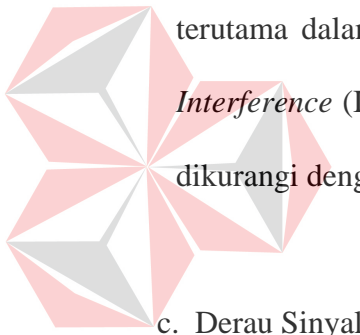
Kekuatan sinyal akan melemah karena jarak yang jauh melalui medium transmisi apapun. Sesuai dengan hukum Termodinamika II, tidak mungkin tidak ada energi yang terbuang selama sebuah sistem melakukan proses. Demikian pula halnya dengan sinyal yang merambat melalui media transmisi, secara natural pasti akan mengalami kehilangan energi akibat adanya gesekan elektron dengan media (terbuang menjadi energi panas). Hal ini menyebabkan adanya penurunan daya sinyal pada sisi penerima (P_{tujuan}) jika dibandingkan dengan daya yang dikirimkan oleh sisi pengirim (P_{sumber}). Kedua daya diukur dalam satuan *watt*. Penurunan daya inilah dalam komunikasi data disebut dengan istilah *atenuasi* yang diukur dalam satuan *desibel* (dB). Atenuasi dapat dilihat pada Persamaan 1.


$$Atenuasi(dB) = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{tujuan}}{P_{sumber}} \right) \quad \text{Persamaan 1}$$

Gangguan akibat adanya atenuasi ini dapat diatasi dengan menambahkan peralatan yang disebut dengan *repeater* di antara sisi pengirim dan sisi penerima. *Repeater* atau *Amplifier* bertugas untuk menguatkan kembali sinyal yang telah kehilangan daya tersebut. Tanpa adanya *repeater*, maka sinyal tidak akan dapat dideteksi dengan baik oleh peralatan di sisi penerima.

b. Distorsi

Terjadi akibat kecepatan sinyal yang melalui medium berbeda-beda sehingga tiba pada penerima dengan waktu yang berbeda. *Distorsi* mengakibatkan adanya perubahan bentuk sinyal di sisi penerima sehingga peralatan pada sisi penerima tidak dapat mendeteksi sinyal dengan benar. Salah satu penyebab distorsi adalah adanya berbagai macam *filter* di sepanjang jalur komunikasi antara pengirim dan penerima. Bahkan media transmisi sendiri dapat berfungsi sebagai filter. Karena tidak ada filter yang bersifat ideal, maka sinyal yang melewatinya pasti akan terdistorsi. Salah satu jenis distorsi yang secara dominan mengganggu komunikasi data terutama dalam komunikasi nirkabel disebut dengan istilah *Inter-Symbol Interference* (ISI). Akan tetapi kabar baiknya adalah jenis distorsi ISI dapat dikurangi dengan menambahkan peralatan *equalizer* pada sisi penerima.



c. Derau Sinyal

Derau Sinyal / *Noise* adalah tambahan sinyal yang tidak diinginkan yang masuk dimanapun diantara transmisi dan penerima. Derau dapat dikategorikan ke dalam beberapa macam, yaitu *thermal noise*, *induced noise*, *crosstalk*, dan *impulse noise*. *Thermal noise* secara natural terjadi akibat adanya gesekan elektron dalam media. *Induced noise* berasal dari perangkat- perangkat lain di sekitar jalur komunikasi, misalnya adanya medan listrik di sekitar media komunikasi. *Crosstalk* terjadi akibat saling pengaruh antara media pengirim dan penerima. Tidak jarang saat anda berbicara melalui pesawat telepon, pada saat bersamaan anda mendengar

pembicaraan orang lain. Inilah yang disebut dengan *crosstalk*. *Impulse noise* merupakan derau dengan energi sangat tinggi tetapi berlangsung dalam waktu cukup singkat. Misalnya, energi yang berasal dari petir yang menjalar melalui media komunikasi dapat digolongkan sebagai *impulse noise*.

Perbandingan antara daya dari sinyal asli dan daya dari derau disebut dengan *Signal-to-Noise Ratio* (SNR). SNR diukur dalam satuan *desibel* (dB) dan didefinisikan dengan rumu yang terdapat pada Persamaan 2.

$$SNR = 10 \log_{10} \left(\frac{P_s}{P_N} \right) \quad \text{Persamaan 2}$$

Dengan :

- P_s adalah daya rata-rata sinyal dalam satuan *watt*
- P_N adalah daya rata-rata dari derau dalam satuan *watt*.

Apabila nilai daya rata-rata dari derau cukup besar dibandingkan dengan daya rata-rata dari sinyal, maka SNR akan bernilai kecil. Daya rata-rata derau yang besar ini adalah kondisi yang tidak diinginkan. Nilai SNR dapat dinaikkan dengan cara memperbesar daya rata-rata dari sinyal. Dibagi menjadi empat kategori :

- *Thermal noise*
- *Intermodulation noise*
- *Crosstalk*
- *Impulse noise*

Contoh sinyal pada saat proses transmisi data dengan disertai *noise* dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Sinyal Proses Transmisi Data Disertai Dengan Noise.

3.4.3 MEDIA TRANSMISI

Media transmisi data mempunyai karakteristik yang berbeda-beda bergantung pada jenisnya. Karakteristik dari media transmisi dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Media Transmisi.

<i>Transmission Medium</i>	Total Data rate	Bandwidth	Repeater Spacing
<i>Twisted pair</i>	4 Mbps	3MHz	2 to 10 km
<i>Coaxial Cable</i>	500 Mbps	350 MHz	1 to 10 km
<i>Optical Fiber</i>	2 Gbps	2 GHz	10 to 100 km

a. *Fiber Optik*

Karakteristik *fiber* optik yang membedakannya dari twisted pair dan kabel koaksial :

- *bandwidth* yang lebih besar : data rate sebesar 2 Gbps dengan jarak 10 kilometer dapat dicapai
- ukuran yang lebih kecil dan berat yang lebih ringan
- *attenuation* yang lebih rendah
- isolasi terhadap elektromagnetik : sehingga tidak mudah terkena *interferensi* dari elektromagnetik eksternal
- jarak antar *repeater* yang lebih jauh. Sistem transmisi *fiber* optik di Jerman dapat mencapai data rate 5 Gbps dengan jarak 111 km tanpa *repeater*.

b. Gelombang *Microwave*

Pada gelombang *microwave* ada beberapa karakteristik Transmisi :

- *range* frekuensi optimumnya antara 1 sampai 10 GHz.
- frekuensi transmisi dan penerimaan berbeda.
- tipe transmisinya *full-duplex* antara pengguna dan satelit.
- karena jarak yang jauh maka timbul *delay* sebesar 240 sampai 300 ms dari transmisi salah satu stasiun bumi ke penerimaan oleh stasiun bumi lainnya.
- semua stasiun dapat melakukan transmisi ke satelit dan transmisi dari satelit dapat diterima oleh semua stasiun.

c. Radio

Perbedaan dengan *microwave* bahwa radio adalah segala arah sedangkan *microwave* adalah terfokus.

- digunakan pada *band* VHF dan UHF : 30 MHz sampai 1 GHz termasuk radio FM dan UHF dan VHF televisi.
- untuk komunikasi data digital digunakan *packet radio*.

3.4.4 KARAKTERISTIK TRANSMISI

Transmisi mempunyai karakteristik yang didesain sedemikian rupa agar paket-paket data dapat diteruskan tanpa adanya gangguan yang dapat mengakibatkan *loss*.

- untuk komunikasi data digital dipakai data *rate* yang rendah dengan frekuensi dalam kilo bit daripada dalam mega bit atas dasar pertimbangan efek *attenuation*
- digunakan untuk komunikasi *broadcast*, contoh : sistim ALOHA di Hawaii
- seperti pada satelit, frekuensi transmisi dan penerima berbeda
- transmisi dalam bentuk paket-paket
- *repeater* dipakai pada sistim untuk setiap radius kira-kira 500 km.

3.4.5 PROSES TRANSMISI

a. *Band Pass Filter* (BPF)

Band pass filtering merupakan suatu tindakan penambahan *filter* untuk mengurangi *noise* sekaligus untuk menyaring sinyal suara yang diharapkan. Efek penambahan BPF, sinyal yang masuk hanyalah sinyal untuk frekuensi suara saja. Sedangkan sinyal diluar frekuensi suara dihilangkan. Efek penambahan BPF dapat terlihat pada Gambar 3.8.



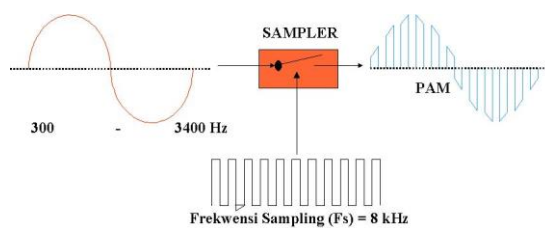
Gambar 3.7. Penyaringan Frekuensi Suara.

Fungsi *Band Pass Filter* (BPF) :

- Menyaring sinyal *voice* yang diharapkan
- Menghilangkan / membatasi *Noise*

b. *Sampling*

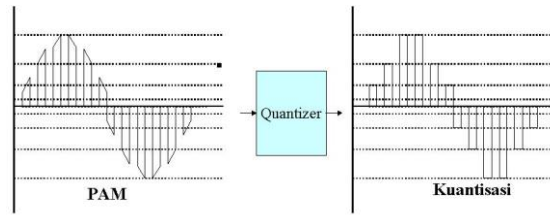
Proses *sampling* adalah proses pengambilan *sample* dari sinyal suara dengan lebar pita frekwensi antara 300-3400 Hz; dimana proses ini dikerjakan oleh *modulator* amplitudo. Prinsip kerja dari sampler ini sama seperti pintu/*gate* atau saklar, yang membuka dan menutup dengan periode waktu yang tertentu dan kontinu; yang mana membuka dan menutupnya pintu/*gate* atau saklar ini dikerjakan oleh suatu frekwensi, yang dikenal sebagai frekwensi *sampling*. Contoh proses sampling dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Proses *Sampling*.

c. *Quantizing*

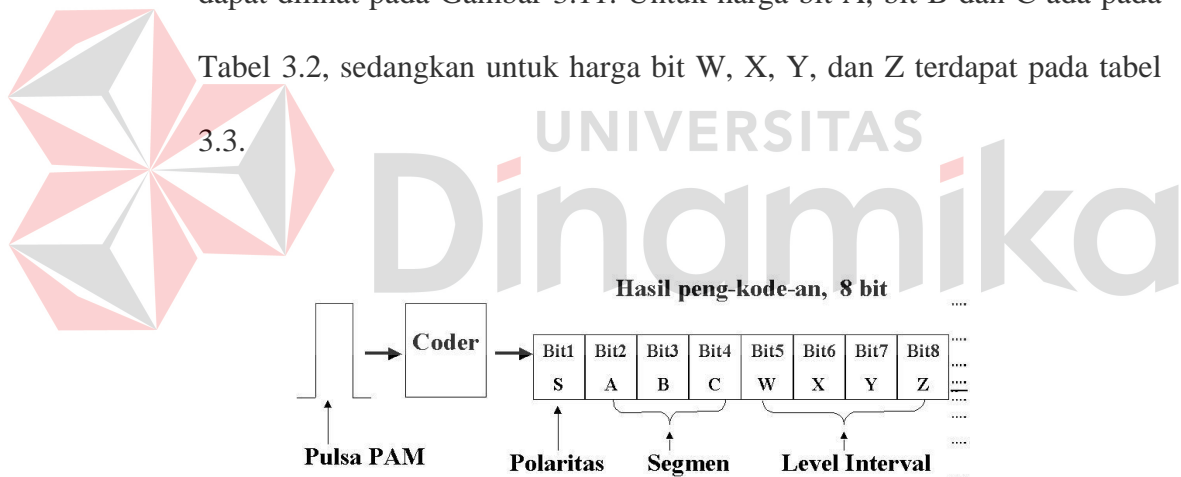
Proses pemberian harga berupa level tegangan terhadap setiap pulsa keluaran dari pulsa PAM. Gambar 3.10 menunjukkan Proses kuantisasi.



Gambar 3.10. Proses Kuantisasi.

d. *Coding*

Proses pengubah dari sinyal analog yang sudah dikuantisasi menjadi sinyal digital, dimana setiap pulsa PAM yang sudah dikuantisasi, dikodekan menjadi 8 Bit (*binary digit / Byte*) secara serial. Proses *coding* dapat dilihat pada Gambar 3.11. Untuk harga bit A, bit B dan C ada pada Tabel 3.2, sedangkan untuk harga bit W, X, Y, dan Z terdapat pada tabel



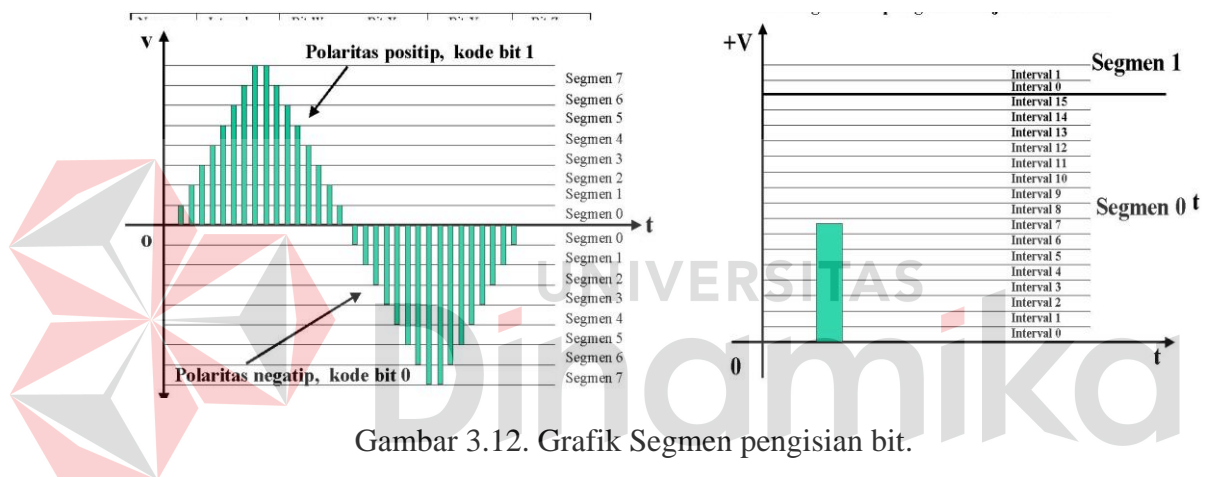
Gambar 3.11. Proses *Coding*

Tabel 3.2. Harga Bit A, Bit B dan Bit C.

Nomer	Segment	Bit-A	Bit-B	Bit-C
1	0	0	0	0
2	1	0	0	1
3	2	0	1	0
4	3	0	1	1
5	4	1	0	0
6	5	1	0	1
7	6	1	1	0
8	7	1	1	1

Tabel 3.3. Harga Bit W, Bit X, Bit Y, dan Bit Z.

Nomer	Interval	Bit-W	Bit-X	Bit-Y	Bit-Z
1	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	1
3	2	0	0	1	0
4	3	0	0	1	1
5	4	0	1	0	0
6	5	0	1	0	1
7	6	0	1	1	0
8	7	0	1	1	1
9	8	1	0	0	0
10	9	1	0	0	1
11	10	1	0	1	0
12	11	1	0	1	1
13	12	1	1	0	0
14	13	1	1	0	1
15	14	1	1	1	0
16	15	1	1	1	1



Gambar 3.12. Grafik Segmen pengisian bit.

Cara pengisian 8 Bit tiap tiap *Time Slot*, dari Gambar 3.12 sebelah kiri terlihat bahwa :

- Polaritas positif, maka bit S adalah “ 1 “
- Berada pada Segmen ke “ 0 “, maka bit A = 0 , bit B =0 dan bit C = 0
- Dan berada pada Interval ke “ 7 “, maka bit W = 0, bit X = 1, bit Y = 1 dan bit Z = 1 Sehingga kode 8 bit dari pulsa tersebut adalah :

1	0	0	0	0	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

BAB 4

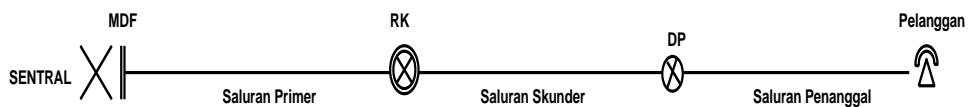
PEMBAHASAN

Bab empat membahas tentang proses yang terjadi dalam transmisi kabel optik. Mencakup jaringan lokal akses, teori cahaya, pantulan cahaya dalam suatu proses transmisi data, jenis serat optik, karakteristik transmisi, keuntungan-kerugian pemakaian serat optik, penyambungan serat optik, *Costumer Premises Equipment* (CPE), teknologi *Digital Suscriber Line* (DSL), BRAS, *Remote Authentication Dial In User Service* (RADIUS), dan *Internet Service Provider* (ISP).

4.1 JARINGAN LOKAL AKSES

4.1.1 JARINGAN LOKAL

Pada jaringan lokal terdapat jaringan langganan yang menghubungkan sejumlah pesawat telepon ke sentral telepon/penyambung. Untuk mengetahui bentuknya dapat kita lihat pada Gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 4.1. Jaringan Lokal Akses.

Penjelasan tentang Gambar 4.1 sebagai berikut :

- a. *Main Distribution Frame* (MDF)

MDF atau sering disebut Rangka Pembagi Utama (RPU) biasanya berlokasi dalam satu bangunan dengan sentral telepon. MDF terdiri dari beberapa terminal yang berfungsi sebagai terminal akhir dari kabel, dari sentral dan sebagai awal terminasi dari kabel primer.

b. Rumah Kabel (RK)

RK sering juga disebut juga dengan *Crooe Conection Point* (CCP) merupakan terminal sekunder. RK dapat disebut sebagai titik hubung yang fleksibel antara kabel primer dan kabel sekunder. Disamping itu RK juga - mempunyai fungsi sebagai titik inspeksi dalam rangka pemeliharaan. Kapasitas RK ada yang 800 *pairs*, 1600 *pairs* dan 2400 *pairs*.

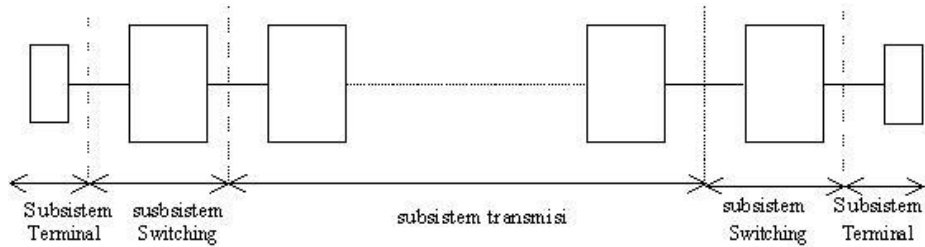
c. *Distribution Point* (DP)

Sering disebut dengan Kotak pembagi (KP), merupakan terminal kabel yang berkapasitas 10 *pair* atau 20 *pair* namun ada juga yang lebih. Bersamaan dengan *bandwidth* yang lebih besar. Untuk memecahkan masalah ini peralatan tambahan yang dinamakan *High bit rate Digital Subscriber Line* (HDSL) dipasang pada jaringan eksisting. HDSL dipakai sebagai sebuah solusi untuk memenuhi permintaan pelayanan dengan bit *rate* (2 Mbps) pada jaringan lokal kabel metalik.

4.1.2 JUNCTION (SISTEM TRANSMISI ANTAR STO)

Sistem transmisi merupakan subsistem dari suatu sistem telekomunikasi. Ada tiga subsistem utama yang membentuk sistem telekomunikasi yaitu

subsistem terminal, subsistem *switching* (sentral), dan subsistem transmisi. Secara umum konfigurasi dari sistem telekomunikasi dapat digambarkan pada Gambar 4.2 sebagai berikut:



Gambar 4.2. Jaringan Antar STO.

Subsistem terminal dapat berupa : pesawat telepon, pesawat teleprinter, terminal komputer. Fungsi dari peralatan terminal adalah untuk mengubah informasi yang akan dikirim menjadi sinyal-sinyal listrik dengan karakteristik tertentu. Proses ini terjadi pada sisi pengirim. Pada sisi penerima sinyal-sinyal listrik tersebut akan diubah kembali menjadi bentuk aslinya.

4.1.3 JARLOKAF (Jaringan Lokal Akses *Fiber Optik*)

Jaringan Lokal Akses *Fiber Optik* merupakan jaringan lokal telekomunikasi yang menggunakan media kabel *fiber optik* untuk menghubungkan sentral dengan konsumen. Kabel optik saat ini dapat digunakan untuk menggantikan gelombang radio atau kabel tembaga dalam suatu jaringan lokal.

Salah satu keuntungan kabel optik adalah kemampuan transmisi sinyal yang berkecepatan tinggi karena sinyal-sinyal telekomunikasi pada kabel optik dapat diubah menjadi gelombang cahaya yang berkecepatan tinggi. Dengan

menggunakan kecepatan tranmisi sinyal yang tinggi, maka kapasitas jaringan dalam mentransmisikan sinyal juga semakin besar.

Metode pemasangan instalasi jaringan fisik kabel optik dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain :

- Kabel *Duct*
- Kabel Tanah
- Kabel Udara
- Kabel *Indoor*

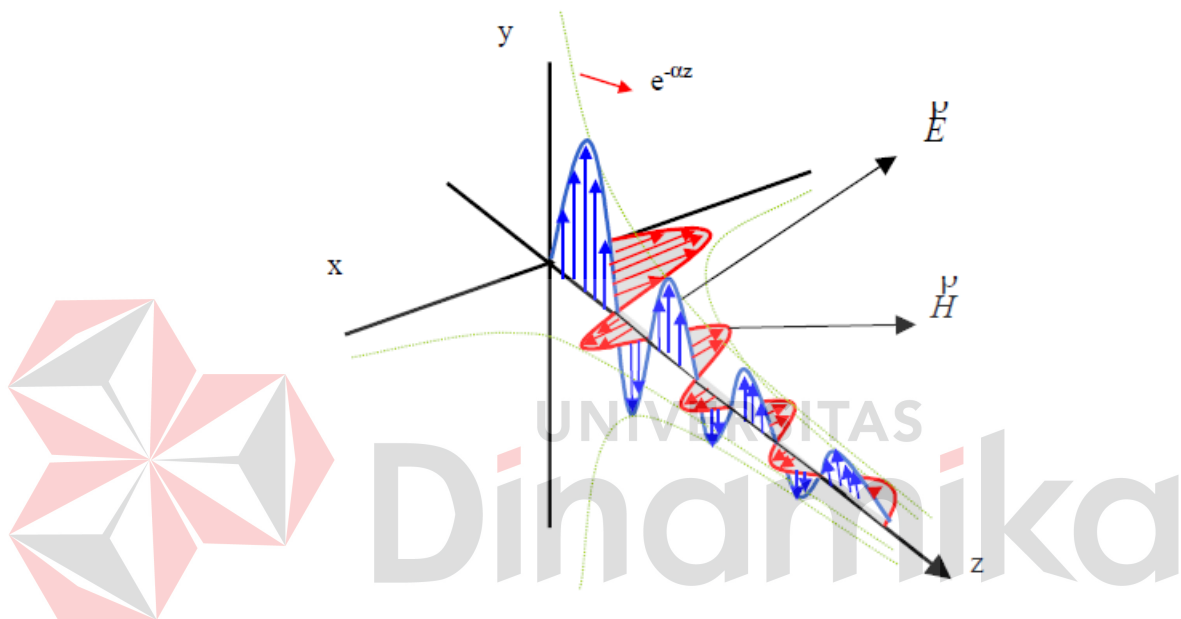
Penggunaan kabel optik sebagai media perambatan juga harus mempertimbangkan besarnya redaman kabel. Redaman kabel akan mengakibatkan timbulnya *losses* yang akan mempengaruhi seberapa besar perbandingan antara sinyal yang diterima dengan sinyal yang dikirimkan. Sehingga faktor besarnya redaman kabel akan digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan panjang kabel. Untuk mengetahui karakteristik transmisi data melalui *fiber* optik, kita akan mempelajari teori cahaya terlebih dahulu mengingat cahaya adalah komponen utama dalam transmisi data *fiber* optik.

A. TEORI CAHAYA

Secara umum, cahaya bisa dipandang dengan 3 pendekatan, yakni: melihat cahaya sebagai sebuah *ray* atau *geometrical optic*, melihat cahaya sebagai sebuah *electromagnetic wave*, dan melihat cahaya dengan sebuah pendekatan teori kuantum.

a1. Cahaya Sebagai Gelombang Elektromagnetik

Maxwell menyatakan bahwa cahaya adalah gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik terdiri dari distribusi medan elektrik dan medan magnetik yang bergerak saling tegak lurus. Dalam Gambar 4.3 diilustrasikan bentuk gelombang elektromagnetik yang merambat dalam suatu medium.



Gambar 4.3. Ilustrasi Perambatan Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik terdiri dari medan elektrik, dan medan magnetik.

$$\vec{E}(z,t) = E_0 e^{-\alpha z} \cos(2\pi f t - \beta z) \hat{a}_x \quad \rightarrow \text{Persamaan 3 (Medan Elektrik)}$$

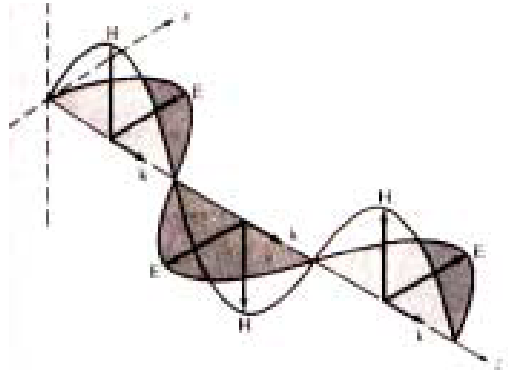
$$\vec{H}(z,t) = H_0 e^{-\alpha z} \cos(2\pi f t - \beta z - \theta) \hat{a}_y \quad \rightarrow \text{Persamaan 4 (Medan Magnetik)}$$

Persamaan di atas merupakan gelombang elektromagnetik yang merambat ke arah z positif, merambat dalam medium konduktif.

Beberapa karakteristik gelombang elektromagnetik:

- a. Gelombang elektromagnetik adalah *transversal*, artinya medan listrik dan medan magnetik bergetar tegak lurus terhadap arah perambatan.

- b. Kecepatan fasa gelombang elektromagnetik di dalam vakum (udara) adalah $c = 3 \times 10^8$ m/s. Untuk lebih jelasnya bisa melihat Gambar 4.4.
- c. Gelombang elektromagnetik di udara tidak mengalami redaman $\alpha = 0$



Gambar 4.4. Ilustrasi Perambatan Gelombang Elektromagnetik Dalam Vakum

- d. Parameter-parameter gelombang dinyatakan dengan:

λ = panjang gelombang (m)

α = konstanta redaman (Np/m)

β = konstanta propagasi (rad/m)

f = frekuensi gelombang (Hz)

- e. Gelombang elektromagnetik yang merambat dalam suatu medium konduktif akan mempunyai karakteristik sbb:

$$vf < c$$

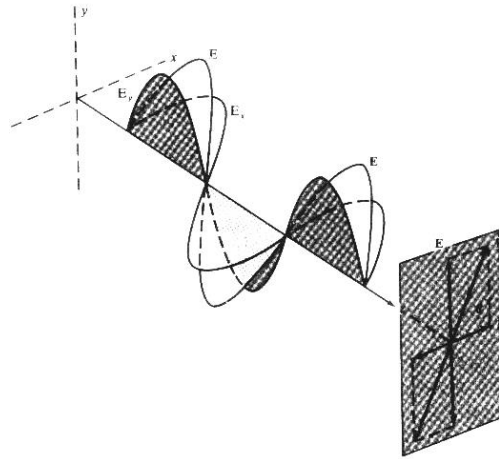
$$\lambda < \lambda \text{ di udara}$$

f tetap

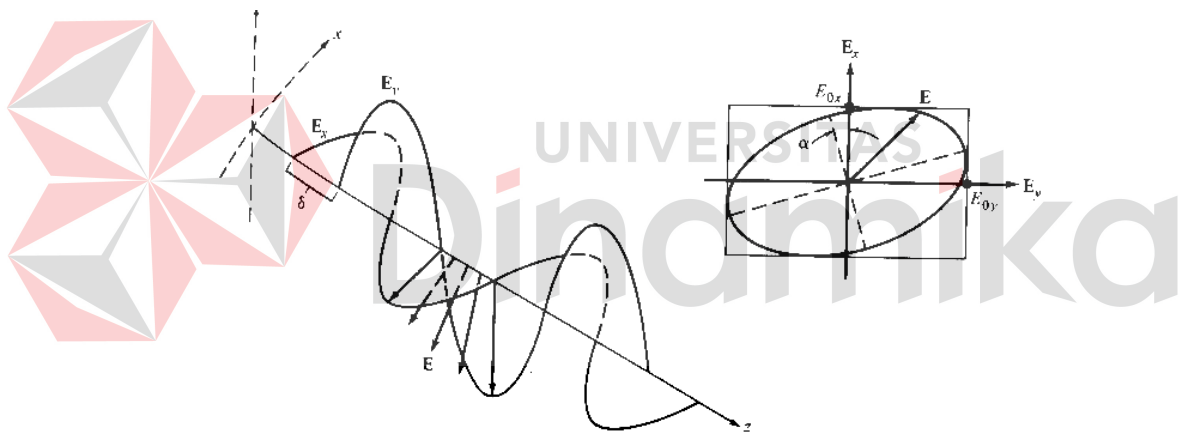
$$\alpha \neq 0$$

- f. Karakteristik penting dari gelombang elektromagnetik adalah polarisasi, yaitu: pola pergerakan medan elektrik yang diamati dari arah perambatan. Polarisasi gelombang elektromagnetik ada 3 jenis, yakni:

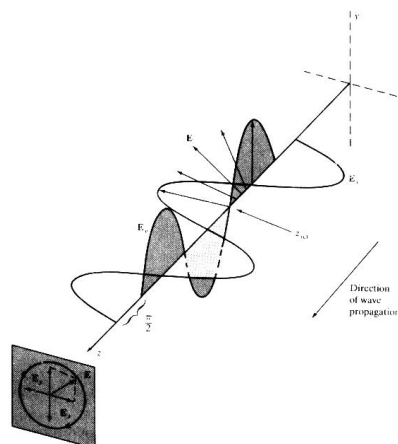
polarisasi linier (Gambar 4.5), polarisasi eliptik (Gambar 4.6), dan polarisasi sirkular (Gambar 4.7).



Gambar 4.5. Polarisasi Linier



Gambar 4.6. Polarisasi Eliptik



Gambar 4.7. Polarisasi sirkular

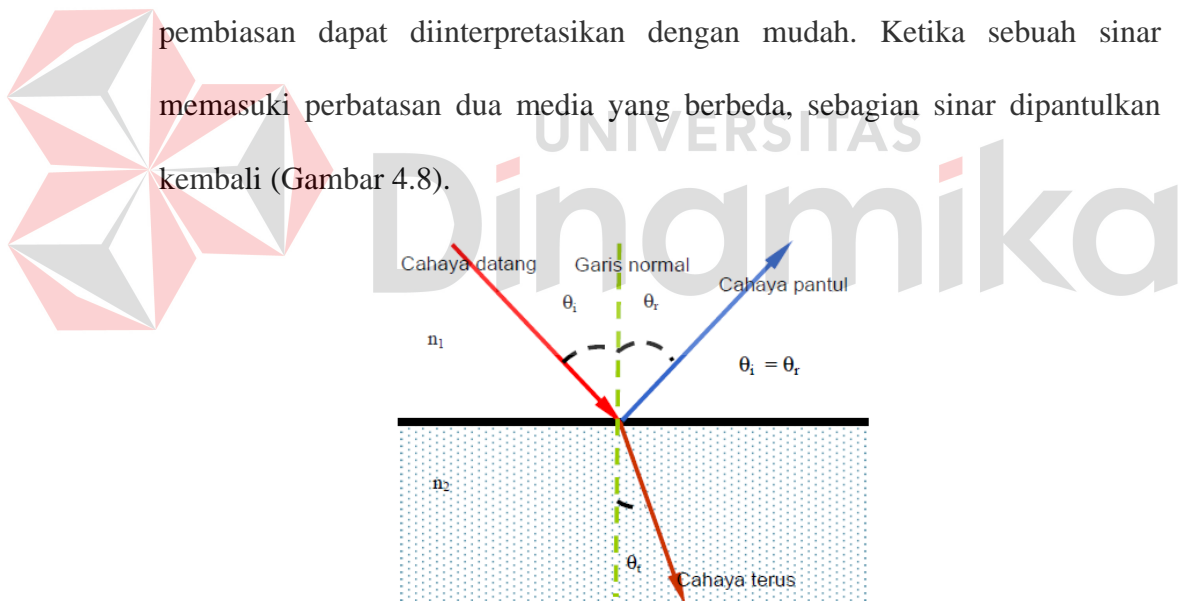
a2. Tinjauan Geometrikal Optik Cahaya

Parameter optik sebuah material adalah indeks bias. Di udara kecepatan fasa cahaya adalah 3×10^8 m/s. Kecepatan fasa berkaitan dengan frekuensi dan panjang gelombang, $c = f \lambda$. Indeks bias didefinisikan oleh Persamaan 5 .

$$n = \frac{c}{v_{ph}} \quad \text{Persamaan 5}$$

Dengan nilai n adalah 1.00 untuk udara, 1.33 untuk air, 1.50 untuk gelas, dan 2.42 untuk berlian.

Dengan melihat cahaya sebagai sinar, maka konsep pantulan dan pembiasan dapat diinterpretasikan dengan mudah. Ketika sebuah sinar memasuki perbatasan dua media yang berbeda, sebagian sinar dipantulkan kembali (Gambar 4.8).



Gambar 4.8. Ilustrasi Cahaya Yang Melewati 2 Medium Yang Berbeda

Prinsip pantulan dan pembiasan dijelaskan oleh *Snell* dalam hukumnya.

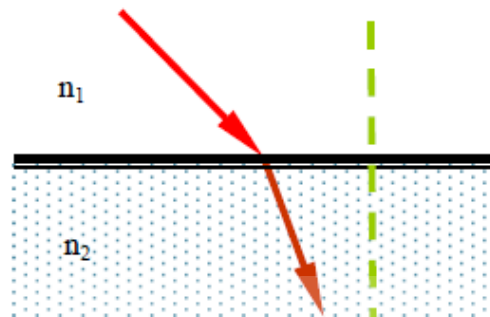
Hukum pantulan *Snell*,

- 1) sudut datang (θ_i) sama dengan sudut pantul (θ_r),

- 2) sinar datang, garis normal, dan sinar pantul terletak pada bidang yang sama, yang tegak lurus terhadap permukaan batas, yang disebut sebagai *plane of incidence*.

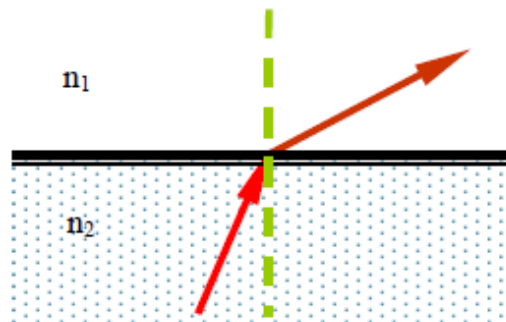
Hukum pembiasan *Snell*:

- 1) Cahaya merambat dari medium 1 (n_1) ke medium 2 (n_2) dengan $n_2 > n_1$, maka cahaya akan dibiaskan mendekati garis normal (Gambar 4.9).



Gambar 4.9. Cahaya Yang Dibiaskan Mendekati Garis Normal

- 2) Cahaya merambat dari medium 2 (n_2) ke medium 1 (n_1) dengan $n_2 > n_1$, maka cahaya akan dibiaskan menjauhi garis normal (Gambar 4.10).

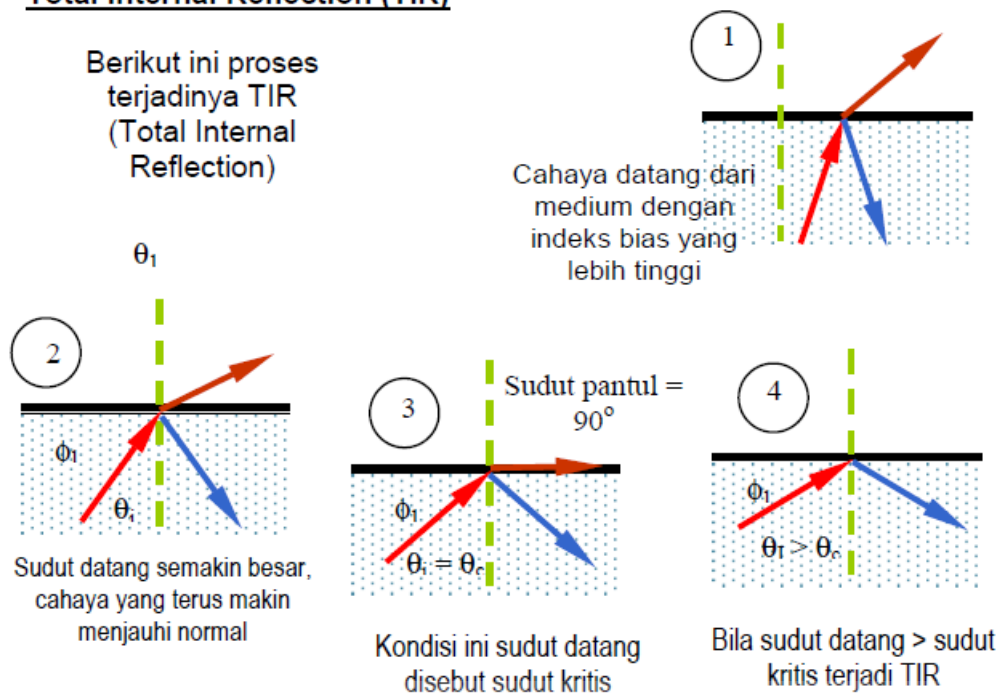


Gambar 4.10. Cahaya Yang Dibiaskan Menjauhi Garis Normal

Sedangkan untuk ilustrasi terjadinya pantulan sempurna dapat dilihat pada Gambar 4.11

Total Internal Reflection (TIR)

Berikut ini proses terjadinya TIR (Total Internal Reflection)



Gambar 4.11. Ilustrasi Terjadinya Pantulan Sempurna

Besarnya sudut kritis diturunkan dari hukum *Snell* dapat dilihat pada Persamaan

6:

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

Persamaan 6

Sebagai tambahan, jika cahaya terpantul secara total, fasa akan berubah δ terjadi pada gelombang pantul. Perubahan fasa ini bergantung pada sudut $\phi_1 < \pi/2 - \theta_c$

$$\tan \frac{\delta_N}{2} = \frac{\sqrt{n^2 \cos^2 \phi_1 - 1}}{n \sin \phi_1}$$

$$\tan \frac{\delta_P}{2} = \frac{n \sqrt{n^2 \cos^2 \phi_1 - 1}}{\sin \phi_1}$$

Dengan : δ_N dan δ_P adalah perubahan fasa komponen medan elektrik normal dan

paralel terhadap *plane of incidence*. $n = n_1/n_2$.

a3. Tinjauan Teori Kuantum Cahaya

Teori gelombang untuk cahaya cukup untuk menjelaskan semua fenomena yang melibatkan transmisi cahaya. Akan tetapi, dalam menjelaskan hubungan cahaya dan materi, seperti dispersi, emisi dan absorpsi cahaya, teori gelombang dan teori partikel tidak cukup. Teori kuantum mengindikasikan bahwa radiasi optik mempunyai karakteristik partikel sebagaimana karakteristik gelombang. Energi cahaya selalu mengeluarkan atau menyerap foton atau quanta. Energi foton bergantung pada frekuensi f . Hubungan energi dan frekuensi dapat dilihat pada Persamaan 7.

$$E = hf. \text{ Persamaan 7.}$$

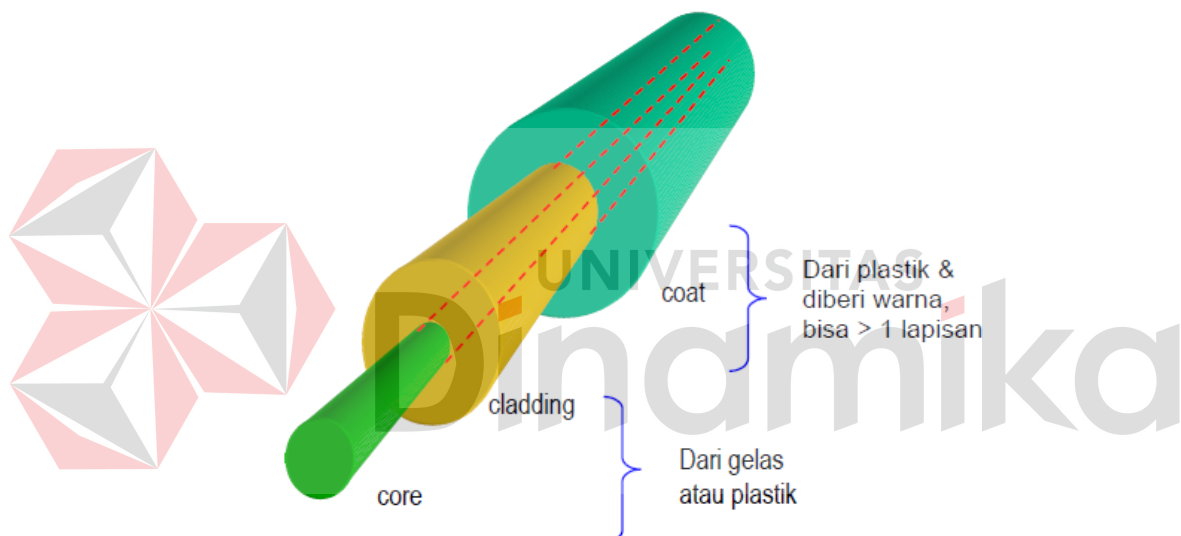
Dengan h adalah konstanta *Planck*, besarnya $= 6.625 \times 10^{-34}$ J.s.

Ketika cahaya jatuh pada sebuah atom, sebuah foton dapat mentransfer energinya ke sebuah elektron dalam atom tsb, sehingga membuatnya meloncat ke level energi yang lebih tinggi. Dalam proses ini sebagian atau seluruh energi foton diberikan pada elektron. Energi yang diserap elektron harus sama besar dengan energi yang dibutuhkan elektron untuk melompat ke level energi yang lebih tinggi. Sebaliknya elektron yang telah tereksitasi dapat turun ke level energi yang lebih rendah dengan mengeluarkan energi yang sama dengan energi yang digunakan untuk eksitasi.

B. SERAT OPTIK

b1. Gambaran Umum Serat Optik

Serat optik adalah suatu bumbung gelombang yang berisi dielektrik dengan indeks bias tertentu yang digunakan untuk merambatkan energi elektromagnetik pada frekuensi antara 300 – 600 Tera Hertz (frekuensi optik). Serat optik terdiri dari *core* (inti) dan *cladding* (selubung inti). Struktur serat optik bisa dilihat pada gambar 4.12.

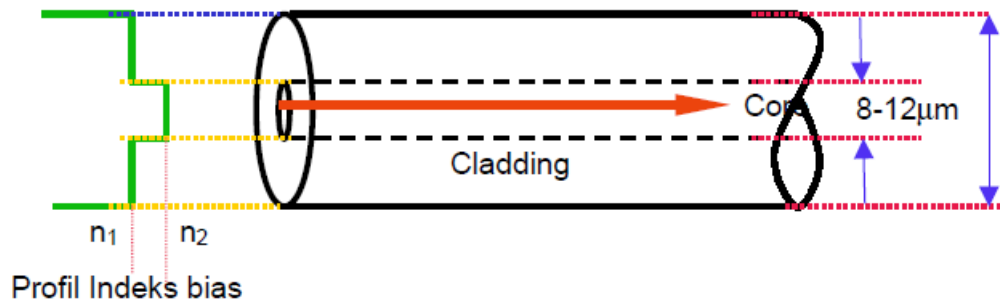


Gambar 4.12. Struktur Serat Optik

Fungsi inti adalah sebagai penyalur gelombang cahaya, dan *cladding* berfungsi untuk memperkecil rugi-rugi permukaan serta mengarahkan gelombang cahaya tersebut. Penjelasan beberapa tipe Serat optik adalah sbb :

1. Serat optik *singlemode step-index*.

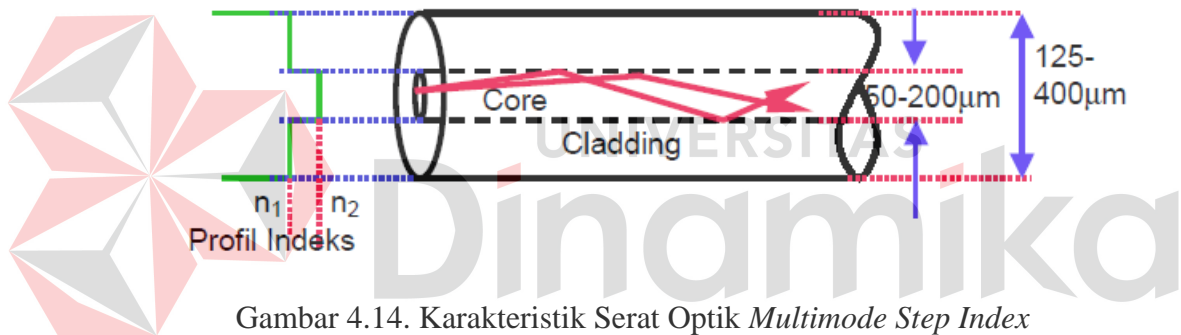
Karakteristik serat optik *singlemode step-index* dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Karakteristik Serat Optik *Singlemode Step Index*

2. Serat optik *multimode step-index*

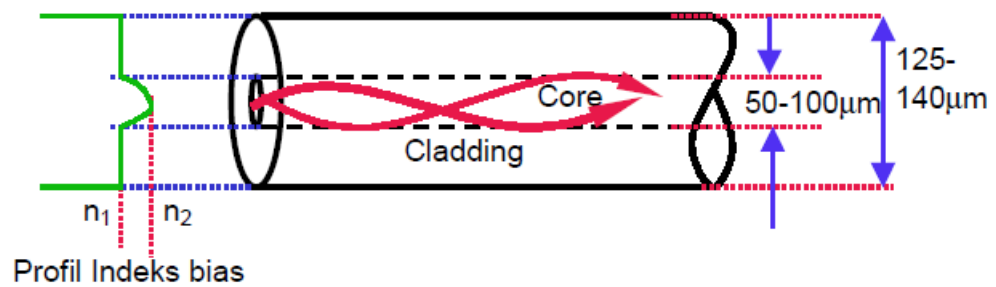
Karakteristik serat optik *multimode step-index* dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14. Karakteristik Serat Optik *Multimode Step Index*

3. Serat optik *multimode graded-index*.

Karakteristik serat optik *multimode graded-index* dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15. Karakteristik Serat Optik *Multimode Graded Index*

b2. Material Serat optik

Dalam memilih material untuk serat optik, kriteria yang harus dipenuhi ada beberapa, diantaranya :

1. Memungkinkan untuk membuat serat yang panjang, tipis, dan fleksibel.
2. Material harus transparan pada panjang gelombang optik tertentu untuk membimbing cahaya secara efisien.
3. Secara fisik material harus mempunyai perbedaan indeks bias antara inti selubung.

Material yang cocok dengan kriteria di atas adalah plastik dan gelas. Serat optik ada tiga jenis bila dikelompokkan berdasarkan materi pembentuknya :

- Inti dan selubung terbuat dari gelas.

Bahan dasar serat gelas adalah silika (SiO_2) dengan indeks bias = 1,458 pada panjang gelombang 850 nm. Indeks bias dapat dimodifikasi dengan menambahkan dopant pada silika berupa : GeO_2 , P_2O_5 dll. Keunggulan serat gelas terletak pada absorpsi-nya yang sangat rendah. Akan tetapi kelemahannya terutama pada fabrikasinya.

- Inti terbuat dari gelas, dan Selubung terbuat dari plastik.

Bahan untuk inti adalah *quartz*, sedangkan bahan untuk selubung adalah :

(1) resin silikon, dengan indeks bias = 1,405 pada panjang gelombang = 850 nm.

(2) bahan teflon FEP pun dapat digunakan dengan indeks bias = 1,338.

Kegunaan serat optik jenis ini adalah untuk jarak yang agak pendek (~ 100 m) karena ia lebih murah dan atenuasinya masih dalam batas toleransi untuk jarak agak pendek. Diameter inti 150 – 600 μm .

Perbedaan inti-selubung lebih besar dari jenis pertama.

- Inti dan selubung terbuat dari plastik

Kegunaan serat optik jenis ini adalah untuk jarak yang pendek maksimal 100 m. NA-nya dapat mencapai 0,6. Sudut penerimaan sampai 70°.

Diameter inti : 110 – 1400 μm . Contoh :

(1) Inti *polystyrene* ($n_1 = 1,6$) dan selubung *methyl methacrylate* ($n_2 = 1,49$). NA = 0,6.

(2) Inti *polymethyl methacrylate* ($n_1 = 1,49$) dan selubung *copolymer* ($n_2 = 1,4$). NA=0,5.

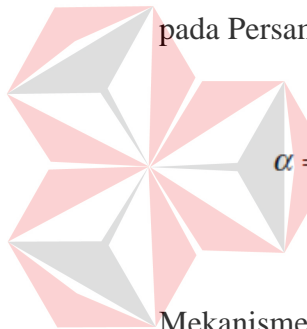
Fabrikasi serat optik mempunyai dua teknik dasar, yaitu :

- a. *Vapor phase oxidation processes*; merupakan proses pelapisan (deposisi) pada *preform* (batang silinder dengan distribusi indeks bias yang sama dengan serat optik yang akan dibuat). *Preform* selanjutnya dipanaskan dan ditarik menjadi serat optik.
- b. *Direct-melt methods*; yaitu metoda yang mengikuti cara-cara membuat gelas secara tradisional yaitu serat optik dibuat dari keadaan meleleh komponen komponen yang sudah gelas silikat yang telah dimurnikan.

b3. Karakteristik Transmisi Serat Optik

1. Redaman/Atenuasi

Dalam desain sistem komunikasi serat optik, redaman mempunyai peranan yang sangat penting. Redaman menentukan jarak transmisi maksimum antara *transmitter* dan *receiver*, juga akan menentukan banyaknya repeater dan margin daya yang dibutuhkan dalam sebuah *link*. Redaman (α) sinyal atau rugi-rugi serat didefinisikan sebagai perbandingan antara daya output optik (P_{out}) terhadap daya input optik (P_{in}) sepanjang serat L . Redaman dalam serat optik untuk berbagai panjang gelombang tidak selalu sama karena redaman ini merupakan fungsi panjang gelombang ($\alpha(\lambda)$) yang dapat dilihat pada Persamaan 8.


$$\alpha = \frac{10}{L} \log \left(\frac{P_{in}}{P_{out}} \right) \text{ dB/m} \quad \text{Persamaan 8.}$$

Mekanisme redaman dalam serat optik ada tiga, yaitu :

- Absorpsi/penyerapan

Redaman ini disebabkan oleh 3 mekanisme :

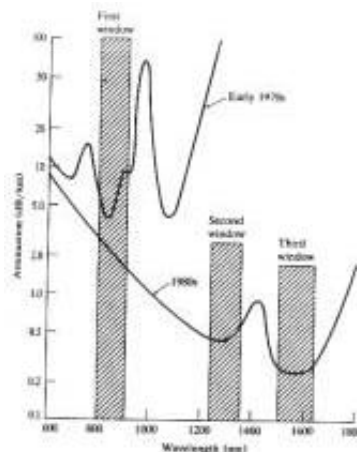
- a. Absorpsi oleh kerusakan atomik dalam komposisi gelas. Kerusakan ini merupakan ketidaksempurnaan struktur atomik bahan serat, misalnya molekul yang hilang, kerusakan oksigen dalam struktur gelas. Biasanya redaman absorpsi jenis ini cukup kecil bila dibandingkan dengan jenis lain tetapi akan sangat berarti apabila tercemari oleh adanya ledakan nuklir.
- b. *Extrinsic absorption* oleh atom pengotoran dalam bahan gelas. Hal ini disebabkan oleh adanya pencampuran silika dengan bahan doping dan uap

oksidihidrogen selama pembuatan serat. Berikut kurva redaman terhadap panjang gelombang serat silika diproses UBAD dengan OH yang sangat rendah.

- c. *Intrinsic absorption* oleh atom unsur pokok bahan serat. Hal ini berhubungan dengan bahan serat (misalnya SiO₂ murni) dan faktor-faktor prinsip yang menentukan *transparency window* bahan pada daerah spektrum tertentu. Absorpsi terjadi pada saat foton berinteraksi dengan elektron di pita valensi dan mendorong ke level energi yang lebih tinggi.

▪ *Scattering*/hamburan

Redaman ini timbul dari variasi mikroskopik dalam densitas bahan, dari fluktuasi komposisional dan dari ketidakhomogenan struktur dari kerusakan yang terjadi selama manufaktur. Pada Gambar 4.16 dapat dilihat redaman sebagai fungsi panjang gelombang



Gambar 4.16 Redaman Sebagai Fungsi Panjang Gelombang

▪ *Bending*/pembengkokan

Redaman akibat pembengkokan ada dua jenis, yaitu : *macrobending* dan *microbending*. *Macrobending* adalah pembengkokan serat optik

dengan radius yang panjang bila dibandingkan dengan radius serat optik. Redaman ini dapat diketahui dengan menganalisis distribusi modal pada serat optik. Pada saat serat optik melengkung, medan pada sisi yang jauh harus bergerak lebih cepat untuk mengimbangi kecepatan medan di inti. Pada saat kritis dengan jarak x_c dari pusat serat, medan harus bergerak lebih cepat. Karena tidak bisa, maka energi teradiasi. Banyaknya modal efektif yang masih dapat terbimbing adalah M_{eff} , yang dapat dilihat pada Persamaan 9.

$$M_{eff} = M_{\infty} \left\{ 1 - \frac{\alpha + 2}{2\alpha\Delta} \left[\frac{2a}{R} + \left(\frac{3}{2n_2 k R} \right)^{2/3} \right] \right\} \quad \text{Persamaan 9.}$$

$$M_{\infty} = \frac{\alpha}{\alpha + 2} (n_1 k a)^2 \Delta$$

Dengan M_{∞} : jumlah total *mode* yang ada pada serat optik yang tidak melengkung.

$$k = 2\pi/\lambda$$

R adalah radius pembengkokan

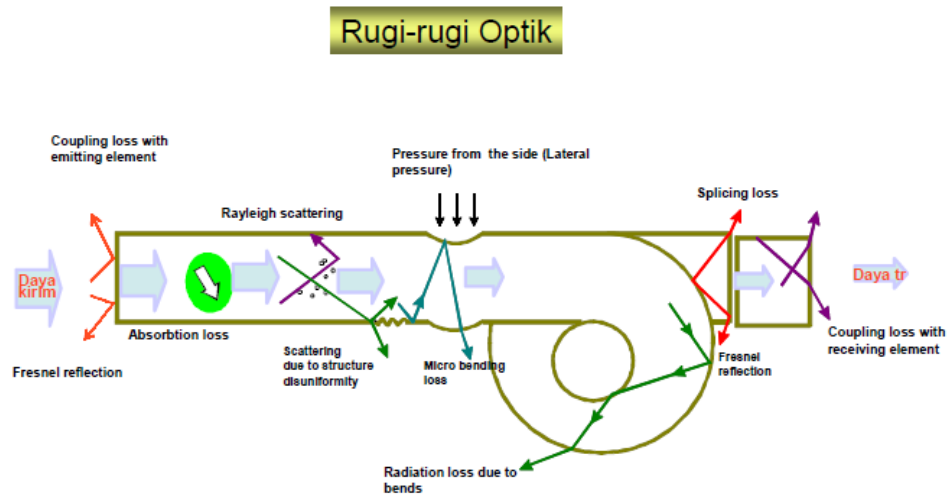
α adalah profil *graded index*

Δ adalah perbedaan indeks bias inti-selubung

a adalah radius serat optik

Microbending adalah pembengkokan-pembengkokan kecil pada serat *optic* akibat ketidakseragaman dalam pembentukan serat atau akibat adanya tekanan yang tidak seragam pada saat pengkabelan. Salah satu cara untuk menguranginya adalah dengan menggunakan *jacket* yang tahan terhadap

tekanan. Pada Gambar 4.17 dapat kita lihat rugi-rugi yang terjadi pada serat optik akibat pembengkokan.



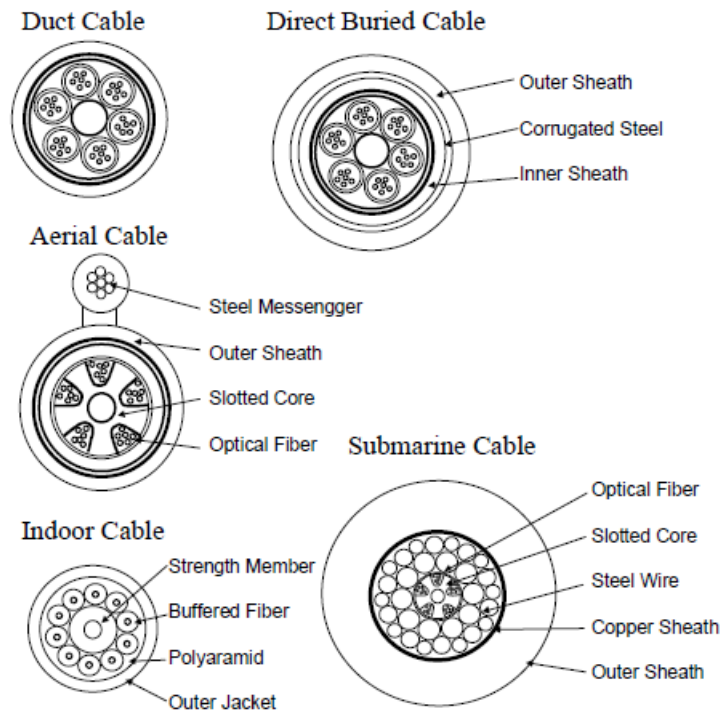
Gambar 4.17. Rugi-Rugi Yang Terjadi Pada Serat Optik

c. Kabel Optik

Berbeda dengan kabel metalik, kabel serat optik ukurannya kecil, + 3 cm, dan lebih ringan sehingga instalasi kabel serat optik dapat dilakukan melalui beberapa *span* secara sekaligus. Panjang kabel serat optik dalam satu *haspel* biasanya mencapai 2 s/d 4 km. Konstruksi kabel optik dapat dilihat pada gambar 4.18.

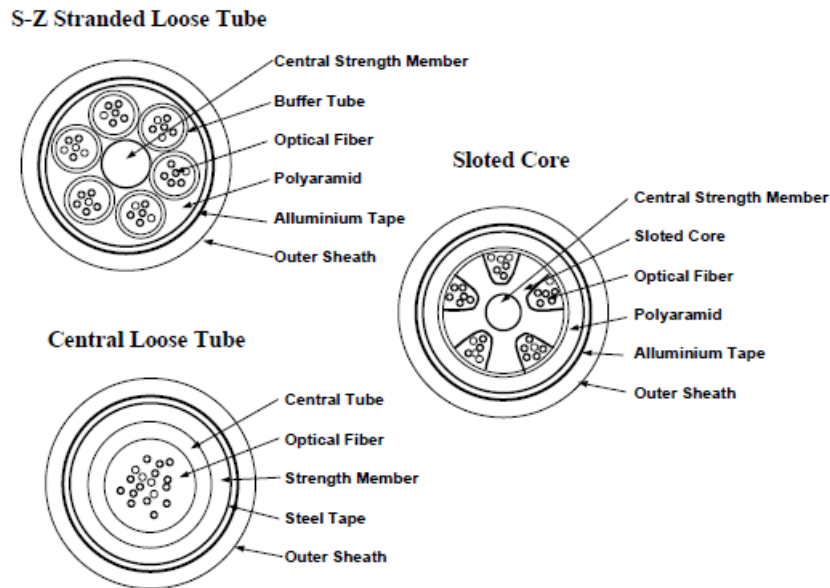
Konstruksi kabel optik sangat dipengaruhi oleh peruntukannya :

- Kabel *duct*
- Kabel tanah
- Kabel atas tanah
- Kabel rumah



Gambar 4.18. Konstruksi Kabel Fiber Optik Untuk Berbagai Jenis Aplikasi

Pada saat ini, untuk mengatasi keterbatasan kapasitas kabel tembaga, maka pembangunan *junction* menggunakan kabel serat optik jenis *single mode*. Ada dua jenis kabel optik, yaitu Pipa Longgar (*Loose Tube*) dan *slotted*:. Serat optik ditempatkan di dalam pipa longgar (*loose tube*) yang terbuat dari bahan PBTP (*Polybutylene Terephthalate*) dan berisi *jelly*. Saat ini sebuah kabel optik maksimum mempunyai kapasitas 8 *loose tube*, di mana setiap *loose tube* berisi 12 serat optik. Penampang kabel jenis *Loose Tube* di Gambar 4.19.



Gambar 4.19. Kabel Fiber Optik *Loose Tube*, *Slotted Core*, Dan *Central Tube*

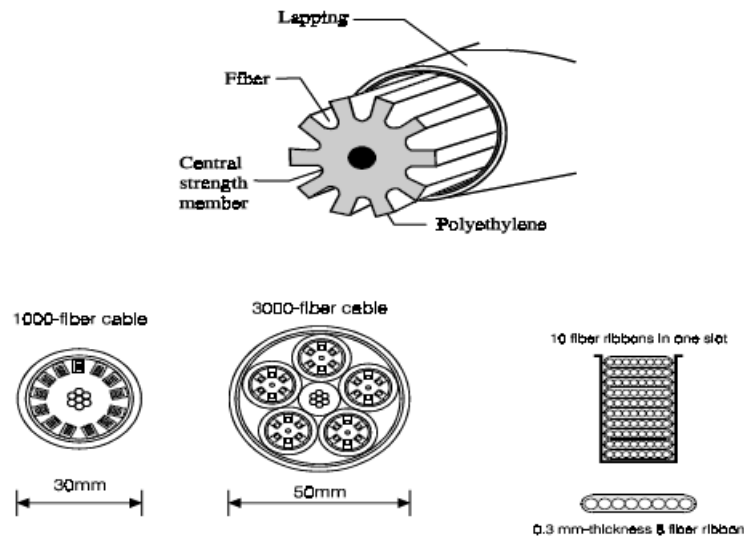
c1. Fungsi Dan Bagian-Bagian Kabel Optik Jenis *Loose Tube* :

- a. *Loose tube*, berbentuk tabung longgar yang terbuat dari bahan *Polybutyleneterephthalate* (PBTP) yang berisi *thixotropic gel* dan serat *optic* ditempatkan didalamnya. Konstruksi *loose tube* yang berbentuk longgar tersebut mempunyai tujuan agar serat optik dapat bebas bergerak, tidak langsung mengalami tekanan atau gesekan yang dapat merusak serat pada saat instalasi kabel optik. *Thixotropic gel* adalah bahan semacam *jelly* yang berfungsi melindungi serat dari pengaruh mekanis dan juga untuk menahan air. Sebuah *loose tube* dapat bersisi 2 sampai dengan 12 serat optik. Sebuah kabel optik dapat bersisi 6 sampai dengan 8 *loose tube*.
- b. *HDPE Sheath* atau *High Density Polyethylene Sheath* yaitu bahan sejenis *polyethylene* keras yang digunakan sebagai kulit kabel *optic* berfungsi sebagai bantalan untuk melindungi serat optik dari pengaruh mekanis pada saat instalasi.

- c. Alumunium *tape* atau lapisan alumunium ditempatkan diantara kulit kabel dan *water blocking* berfungsi sebagai konduktivitas elektris dan melindungi kabel dari pengaruh mekanis.
- d. *Flooding gel* adalah bahan campuran petroleum, *synthetic* dan *silicone* yang mempunyai sifat anti air. *Flooding gel* merupakan bahan pengisi yang digunakan pada kabel optik agar kabel menjadi padat.
- e. PE *Sheath* adalah bahan *polyethylene* yang menutupi bagian *central strength member*.
- f. *Central strength member* adalah bagian penguat yang terletak ditengah tengah kabel optik. *Central Strength Member* dapat merupakan: pilinan kawat baja, atau *Solid Steel Core* atau *Glass Reinforced Plastic*. *Central Strength* member mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi yang diperlukan pada saat instalasi.
- g. *Peripheral Strain Elements* terbuat dari bahan *polyramid* yang merupakan elemen pelengkap optik yang diperlukan untuk menambah kekuatan kabel optik. *Polyramid* mempunyai kekuatan tarik tinggi.

c2. Alur (Slot)

Serat optik ditempatkan pada alur (slot) di dalam silinder yang terbuat dari bahan PE (*Polyethyiene*). Pada saat ini di Jepang telah dibuat kabel jenis slot dengan kapasitas 1.000 serat dan 3.000 serat. Contoh diameter dan berat kabel optik jenis slot produk Jepang dan Penampang kabel optik jenis Slot terdapat di Tabel 4.1 dan Gambar 4.20.



Gambar 4.20. Penampang Kabel Jenis Slot

Tabel 4.1 Diameter dan Berat Kabel Optik Slot (Di Jepang)

Type Kabel	Diameter (mm)	Berat
400-fiber cable	24 (25)	0.57 (0.65)
600-fiber cable	24 (25)	0.57 (0.65)
800-fiber cable	30 (31)	0.85 (1.02)
1.000-fiber cable	30 (31)	0.85 (1.02)

Fungsi dan Bagian-Bagian Kabel Optik Jenis Slot :

- Kulit kabel, terbuat dari bahan sejenis *polyethylene* keras, berfungsi sebagai bantalan untuk melindungi serat optik dari pengaruh mekanis saat instalasi.
- Aluran (slot) terbuat dari bahan *polyethylene* berfungsi untuk menempatkan sejumlah serat. Untuk kabel optik jenis slot dengan kapasitas 1000 serat, diperlukan 13 aluran (slot) dan 1 slot berisi 10 fiber ribbons. 1 fiber ribbon berisi 8 serat.
- Central strength member* adalah bagian penguat yang terletak ditengahtengah kabel optik. *Central strength member* terbuat dari pilinan

kawat baja yang mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi yang diperlukan pada saat instalasi.

c3. Spesifikasi Kabel Optik

Karakteristik Mekanis :

1. *Fibre Bending* (tekukan Serat)

Tekukan serat yang berlebihan (terlalu kecil) dapat mengakibatkan bertambahnya *optical loss*.

2. *Cable Bending* (tekukan Kabel)

Tekukan kabel pada saat instalasi harus di jaga agar tidak terlalu kecil, karena hal ini dapat merusak serat sehingga menambah *optical loss*.

3. *Tensile Strength*

Tensile strength yang berlebihan dapat merusakkan kabel atau serat.

4. *Crush*

Crush atau tekanan yang berlebihan dapat mengakibatkan serat retak / patah, sehingga dapat menaikkan *optical loss*

5. *Impact*

Impact adalah beban dengan berat tertentu yang dijatuhkan dan mengenai kabel optik. Berat beban yang berlebihan dapat mengakibatkan serat retak / patah, sehingga dapat menaikkan *optical loss*.

6. *Cable Torsion*

Torsi yang diberikan kepada kabel dapat merusak selubung kabel dan serat.

c4. Kode warna

Untuk memudahkan instalasi, *coating* masing-masing serat diberi warna. Demikian pula dengan selongsong kabel baik pada jenis *loose tube* maupun pada *slotted cable*. Kode warna tertera pada Gambar 4.21.

Kode warna serat

1	2	3	4	5	6
Biru	Oranye	Hijau	Coklat	Abu-abu	Putih

7	8	9	10	11	12
Merah	Hitam	Kuning	Ungu	Pink	Turquoise

Gambar 4.21. Kode Warna Serat

d. Komponen Sistem Komunikasi Serat Optik

d1. Sumber Optik

Ada dua jenis sumber optik yang sering digunakan, yakni *Light Emitting Diode* (LED) dan *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (LASER).

Beberapa karakteristik yang harus dipenuhi oleh sumber optik yaitu :

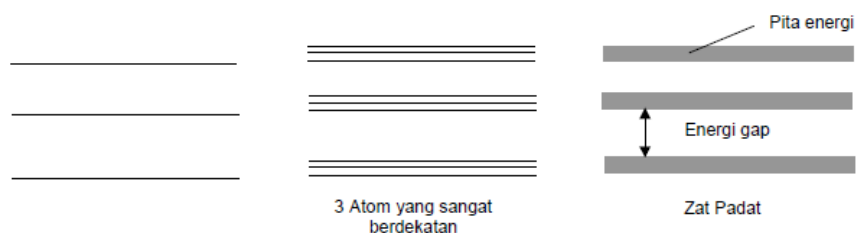
- Ukuran dan konfigurasi kompatibel dengan cahaya yang dimasukkan ke dalam serat.
- Mempunyai akurasi yang tinggi dalam mengkonversi sinyal listrik masukan untuk mengurangi distorsi dan derau.
- Cahaya yang dihasilkan berada pada panjang gelombang di mana serat mempunyai redaman dan dispersi rendah, dan di mana detektornya dapat bekerja secara efisien.
- Kemudahan dalam memodulasi sinyal.

- Cahaya yang dihasilkan harus dapat di-*couple* ke dalam serat dengan efisien agar menghasilkan daya optik yang cukup.
- Menghasilkan cahaya dengan lebar pita frekuensi yang cukup sempit untuk meminimumkan dispersi.
- Cukup stabil terhadap pengaruh luar.
- Mempunyai keandalan tinggi dan harga yang cukup murah agar dapat menandingi teknik transmisi konvensional.
- Bahan sumber optik mempunyai kriteria antara lain merupakan formasi p-n *junction*, efisien dalam transisi radioaktif dan panjang gelombang yang dihasilkan digunakan sepenuhnya. Bahan yang cocok dengan kriteria ini adalah golongan III dan golongan IV dalam sistem periodik. Sebelum memasuki pembahasan mengenai LED dan LASER, peninjauan mengenai semikonduktor perlu dilakukan.

d1.1. Pita Energi

Dalam benda padat, atom-atom berada dalam jarak yang berdekatan.

Dengan demikian, karena elektron merupakan bagian dari atom, maka elektron pun berada dalam kondisi yang berdekatan. Prinsip Pauli menyatakan bahwa dua elektron tidak boleh mempunyai keadaan yang identik. Atom dalam pendekatan modern digambarkan dengan pita-pita energi yang diskrit seperti pada Gambar 4.22.



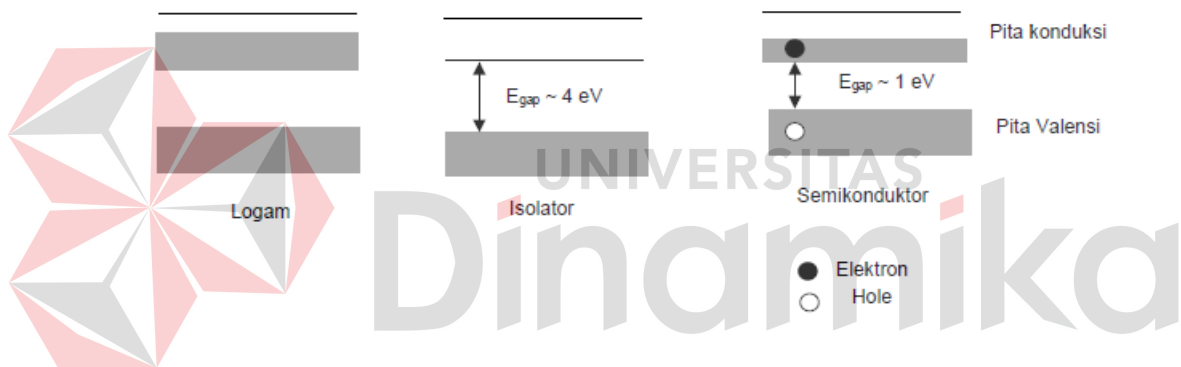
Gambar 4.22. Pita- Pita Energi Diskrit Suatu Atom

Untuk menentukan sifat elektrik bahan, apakah suatu benda termasuk *isolator* atau konduktor yang baik, ditentukan oleh 2 pita energi teratas yaitu : pita konduksi dan pita valensi seperti pada Gambar 4.23. Selisih antara pita konduksi dan pita valensi adalah E_{gap} (*band_gap energy*). Rumus E_{gap} dapat dilihat pada Persamaan 10.

$$E_{gap} = h f = h c / \lambda \quad \rightarrow \text{Persamaan 10}$$

$$= 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 1,6 \cdot 10^{-19} \lambda$$

$$= 1,24 / \lambda \text{ eV } (\lambda \text{ dalam } \mu\text{m})$$



Gambar 4.23. Karakteristik Energi Berbagai Tipe Bahan

Energi *thermal* rata-rata elektron :

$$kT \sim 1/40 \text{ eV}$$

Tabel 4.2 Bahan-Bahan Sumber Optik

Bahan	Singkatan	Bandgap energi (eV)
Aluminium phosphide	AlP	3,0
Aluminium arsenide	AlAs	2,3
Gallium phosphide	GaP	2,25
Gallium arsenide	GaAs	1,34
Aluminium antimonide	AlSb	1,52
Indium phosphide	InP	1,27
Silicon	Si	1,1
Germanium	Ge	0,72
Gallium Antimonide	GaSb	0,7

Pada Tabel 4.2. dapat dilihat berbagai macam bahan-bahan sumber optik. Semikonduktor, merupakan bahan yang mempunyai karakteristik khusus sehingga ia sangat baik digunakan sebagai sumber optik. Ada dua tipe semikonduktor, yaitu

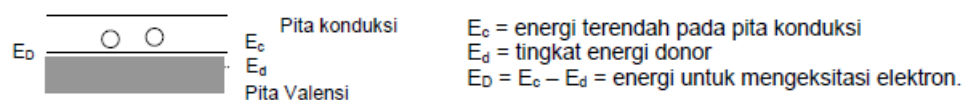
: semikonduktor intrinsik dan semikonduktor ekstrinsik. Semikonduktor intrinsik merupakan semikonduktor tanpa pengotoran (*impurities*), sehingga konsentrasi elektron (n) = konsentrasi *hole* (p) = n_i . Untuk silikon pada temperatur kamar, $n_i \sim 1,6 \times 10^{16} \text{ m}^{-3}$ (bandingkan dengan logam yang mempunyai 10^{28} m^{-3} elektron bebas). Semikonduktor ekstrinsik merupakan semikonduktor yang telah ditambah

impurities, sehingga hubungan *hole* dan elektron memenuhi Persamaan sbb :

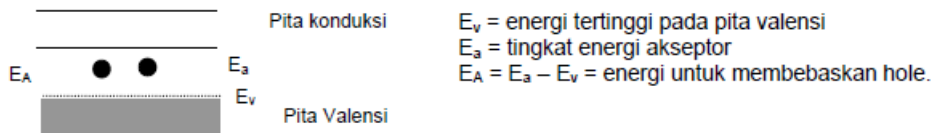
$$np = n_i^2$$

2. Ada dua tipe :

- (1) Tipe n : pembawa muatan mayoritas elektron. Contoh : silikon (valensi 4) yang diberi atom fosfor (valensi 5)



- (2) Tipe p : pembawa muatan mayoritas *hole*. Contoh : silikon yang diberi boron (valensi 3)



d1.2. LED

Bagian utama dari LED adalah *p-n junction* yang disebut sebagai daerah aktif. LED memerlukan bias maju agar dapat beroperasi. Proses emisi cahaya pada LED adalah bila *p-n junction* mendapatkan bias maju maka elektron dan hole diinjeksikan ke daerah p dan n. Masing-masingnya sebagai pembawa minoritas akan dapat bergabung kembali (rekombinasi) dengan melepaskan : energi radiasi berupa foton memberikan cahaya keluaran dan energi non radiasi berupa foton didisipasikan sebagai panas. Hasil cahaya keluaran inkoheren dengan : spektrum lebar dan emisi tidak terarah. Jenis LED yang digunakan :

a. *Surface Emitter* (dioda *burrus*) LED

Karakteristiknya : tipe *high radiance*, radiasi keluaran dengan sudut pancar 180° , bersifat *lambertian source*, memerlukan bias maju, emisi cahaya melalui permukaan, daerah aktif berbentuk lingkaran dengan diameter $50\ \mu\text{m}$, kemasan *pigtail* dengan serat optik langsung pada daerah aktif sepanjang 30 cm.

b. *Edged Emitter* LED.

Karakteristiknya : radiasi keluaran lebih terarah, daerah aktif berbentuk pipih segi empat (*stripe*), spektrum pancaran berbentuk ellips, emisi cahaya ke arah samping atau ujung, memerlukan bias maju, lebar spektrum keluaran sudut paralel : 120° dan sudut yang tegak lurus = $25^\circ - 35^\circ$. Panjang gelombang emisi puncak ditentukan oleh bahan yang digunakan dengan dopan yang ditambahkannya. Dengan mengatur komposisi bahan

dapat merubah harga E_g . Pada Tabel 4.3 dapat kita lihat tabel energi gap berbagai bahan LED.

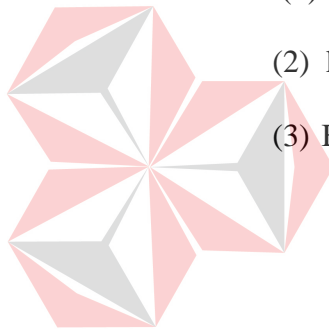
Tabel 4.3 Energi Gap Berbagai Bahan LED

Bahan LED	Panjang gelombang (μm)	Energi band gap (E_g)
GaAs	0,9	1,4
AlGaAs	0,8-0,9	1,4-1,55
InGaAs	1,0-1,3	0,95-1,24
InGaAsP	0,9-1,7	0,73-1,35

Terlihat bahwa menambah Al akan menurunkan panjang gelombang. Sedangkan menambah In dan P akan memperbesar panjang gelombang. Karakteristik penting LED adalah : (1) kurva daya optik keluaran terhadap arus pacu

(2) kecepatan respon atau *rise time*

(3) $BW_{\text{listrik}} = 0,35 \text{ GHz/tr ns}$. Biasanya harga *rise time* LED = 5 s.d. 250 ns.



UNIVERSITAS
Dinamika

1.3. LASER

Laser merupakan sumber optik yang koheren. Bahan dasarnya berupa gas, cairan, kristal dan semikonduktor. Pengoperasian laser harus menggunakan arus bias yang besar di atas arus threshold. Proses pembentukan laser :

1. Absorpsi foton; proses perpindahan elektron dari energi valensi ke energy konduksi.
2. Emisi Spontan; proses di mana elektron dalam keadaan tereksitasi di energy konduksi kembali ke energi dasar dengan melepas foton.

3. Emisi terangsang (*stimulated*); proses saat keadaan inversi populasi elektron tereksitasi yang mendapat rangsangan (pacu) akan serentak melepaskan foton dalam jumlah banyak.

Panjang gelombang emisi keluaran dapat dihitung menggunakan Persamaan 11.

$$\lambda = \frac{2nL}{q} \quad \text{Persamaan 11}$$

Dengan λ = panjang gelombang cahaya keluaran

n = indeks bias daerah aktif

L = panjang rongga resonansi optic

q = jumlah mode yang berosilasi.

Jarak antar komponen cahaya keluaran dapat dihitung menggunakan Persamaan

12.

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{(2L)^n} \quad \text{Persamaan 12}$$

Komunikasi jarak jauh memerlukan laser *monomode* (*single mode*).

Perkembangan laser *monomode* adalah sbb :

- DFB : *Distributed Feedback Laser*
- DBR : *Distributed Bragg Reflector Laser*
- DR : *Distributed Reflector Laser*
- SEL : *Surface Emitting Laser*.

Keluaran Laser mempunyai sifat yaitu : mendekati monokromatik (hanya mempunyai 1 panjang gelombang), koheren (panjang gelombang berada dalam 1 fasa), dan sangat terarah (diagram arahnya sangat konvergen).

Karakteristik dioda laser adalah sbb :

- daya optik keluarannya besar.
- ada penguatan optik.
- harus bekerja di atas arus threshold.
- memiliki rongga resonan optik (*Fabry Perrot Resonator*).
- Disipasi panas besar, sehingga diperlukan stabilitasi temperatur.
- Arus *threshold* dipengaruhi temperatur.

d1. Perbandingan LED dan LASER:

LED dan LASER tentu berbeda, baik sifatnya, kestabilanya, dan sebagainya.

Untuk lebih lengkapnya bisa dilihat di Tabel 4.4.

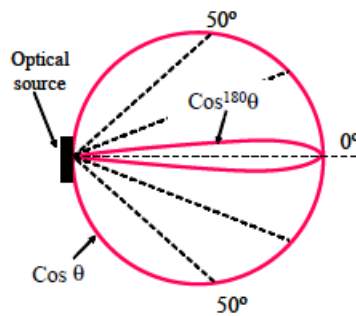
Tabel 4.4 Perbandingan LED dan Laser

Karakteristik	LED	LASER DIODE
Spektrum keluaran	Tidak koheren	Koheren
Daya Optik keluaran	Lebih rendah (0,4-4,0 mW)	Lebih tinggi (1,5-8,0 mW)
Kestabilan operasi terhadap temperatur	Lebih stabil	Kurang stabil
Penguatan cahaya	Tidak ada	Ada
Arah pancaran cahaya	Kurang terarah	Sangat terarah
Arus pacu	Kecil	Besar
Rongga resonansi opti	Tidak ada	Ada
Disipasi panas	Kecil	Besar
Harga	Lebih murah	Lebih mahal
Kemudahan penggunaan	Lebih mudah	Lebih sulit
NA	Lebih tinggi	Lebih rendah
Kecepatan (rise time)	Lebih lambat (2 – 10 ns)	Lebih cepat (0,3 – 0,7 ns)
Lifetime	Lebih lama	Cukup lama
Kompatibilitas dengan SMF	Tidak	Ya
Panjang gelombang	800-850, 1300 nm	800-850, 1300, 1500 nm
Lebar pita (nm)	30-60 (λ = 800-850 nm) 50-150 (λ =1300)	1-2 (λ = 800-850 nm) 2-5 (λ = 1300 nm) 2-10 (λ = 1500 nm)
Daya ke serat	0,03 – 0,15 mW	0,4 – 3,0 mW
Frekuensi modulasi	0,08 - 0,3 Ghz	2 – 3 GHz
Kepekaan	-	elektrostatik

d2. Power Launching Dan Coupling

Power launching adalah memasukkan daya dari sumber optik ke dalam serat optik.

- Serat *Step Index*



Gambar 4.24. *Power Launching* Pada Serat Step Index

Pada Gambar 4.24 di atas dapat dilihat *power launching* dengan menggunakan serat step index.

$$P_{LED,step} = P_s (NA)^2 \text{ rs} \leq a$$

$$P_{LED,step} = (a/rs)^2 P_s (NA)^2 \text{ rs} > a$$

Dengan $P_s = \pi^2 \text{ rs}^2 B_0$

rs adalah jari-jari daerah aktif (cm)

B_0 adalah daya optik yang diradiasikan normal terhadap permukaannya
(*radiating surface* – dalam $\text{W}/\text{cm}^2.\text{sr}$)

NA adalah *numerical aperture* serat optik dan a adalah jari-jari inti serat.

- Serat *Graded Index*

$$P_{LED,GI} = 2P_s n_1^2 \Delta \left(1 - \frac{2}{\alpha + 2} \left(\frac{r_s}{a} \right)^\alpha \right) \quad r_s \leq a \quad \text{Persamaan 13}$$

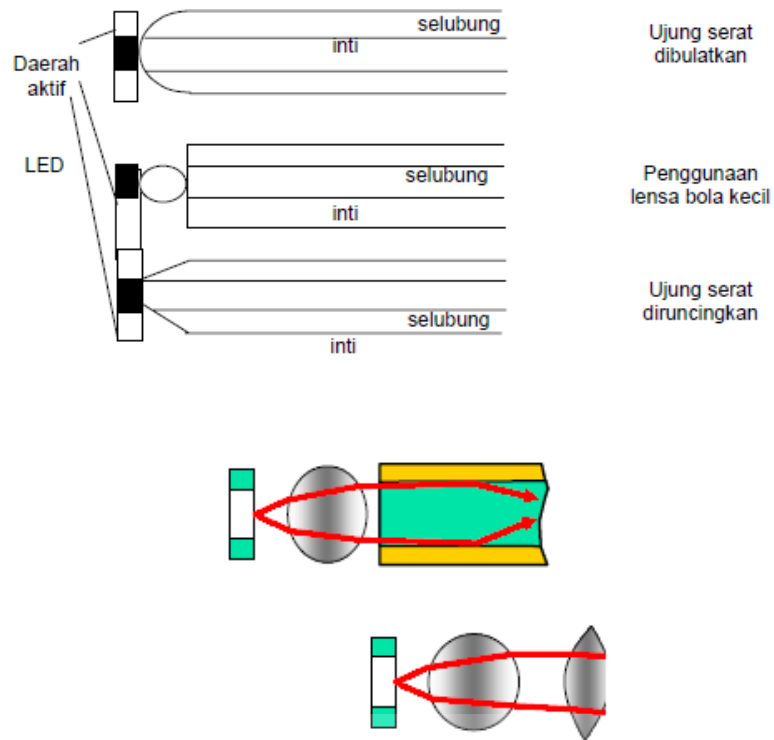
$$P_{LED,GI} = 2\pi^2 a^2 B_0 n_1^2 \Delta \left(1 - \frac{2}{\alpha + 2} \left(\frac{r_s}{a} \right)^\alpha \right) \quad r_s > a \quad \text{Persamaan 14}$$

Rumus-rumus pada Persamaan 13 dan Persamaan 14 tersebut dipergunakan apabila terjadi kopling sempurna ($n = n_1$). Bila indeks bias medium yang memisahkan antara sumber dan serat berbeda ($n \neq n_1$) maka akan terjadi pemantulan sebagian. Daya yang terkopel ke serat akan dikurangi oleh faktor koefisien refleksi *Fresnell* (R). Koefisien refleksi *Fresnell* (R) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 15.

$$R = \left(\frac{n_1 - n}{n_1 + n} \right)^2 \quad \text{Persamaan 15}$$

$$P_{\text{coupled}} = (1-R) P_{\text{emitted}}$$

Lensa dapat dipergunakan sebagai alat bantu dalam me-*launching* daya dari sumber ke serat. Untuk lebih jelasnya bisa melihat Gambar 4.25.

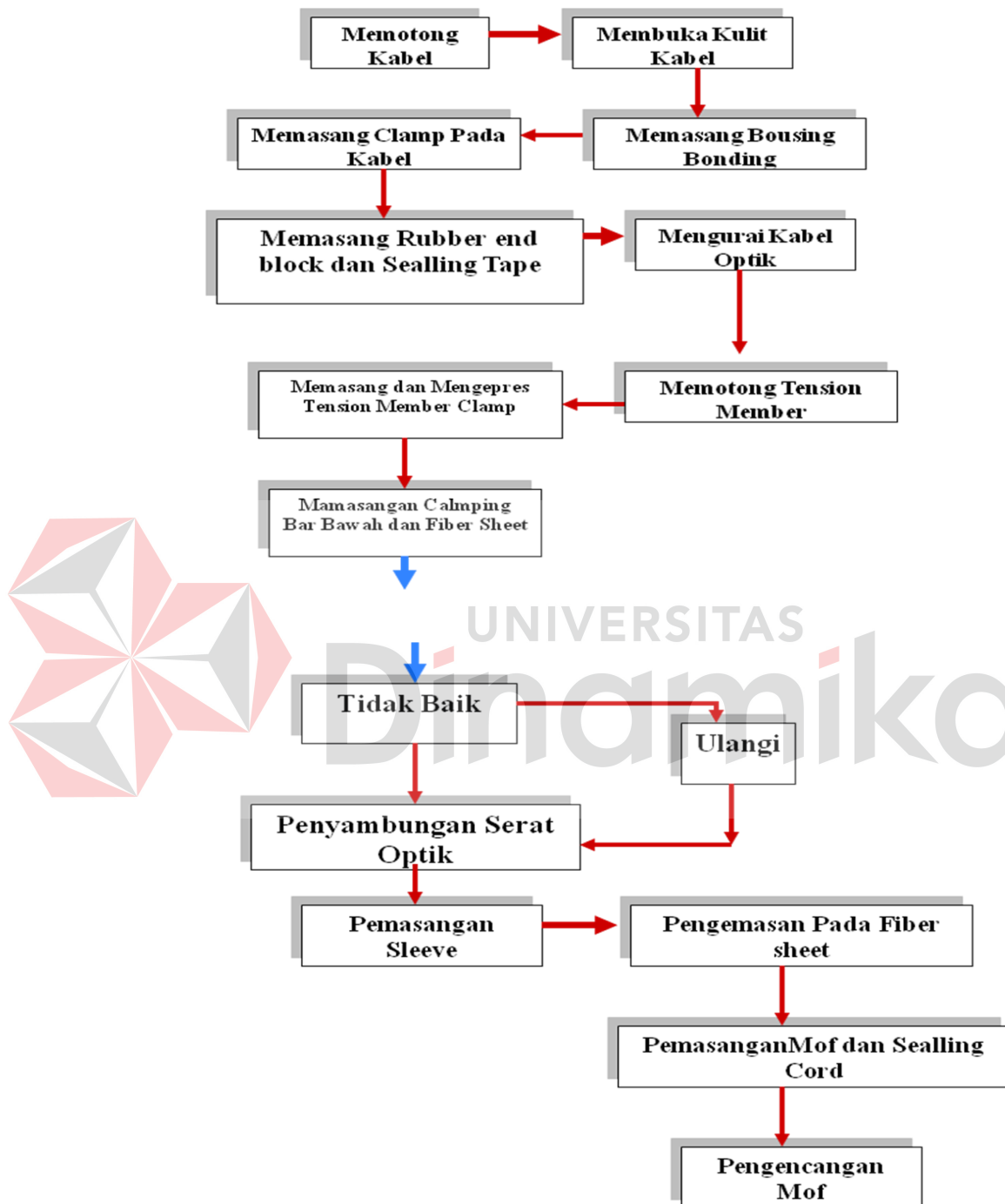


Gambar 4.25. Berbagai Teknik Untuk Meningkatkan Efisiensi Kopling Daya

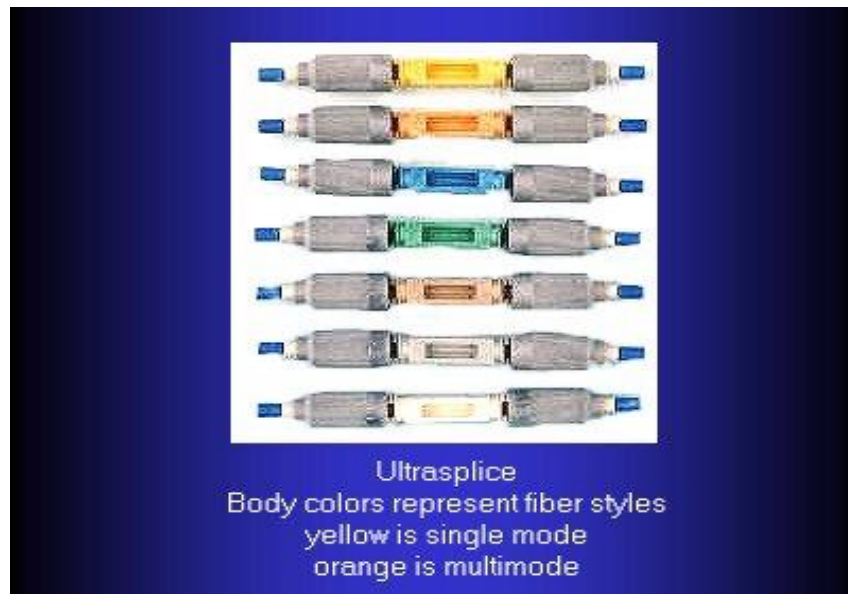
Optik

d3. Penyambungan Serat Optik

Terdapat berbagai macam metode penyambungan serat optik. Prosedur penyambungannya dapat dilihat pada Gambar 4.26.1. Sedangkan Pada Gambar 4.26.2 adalah teknik penyambungan dengan *mechanical splicer*.



Gambar 4.26.1. Prosedur Penyambungan



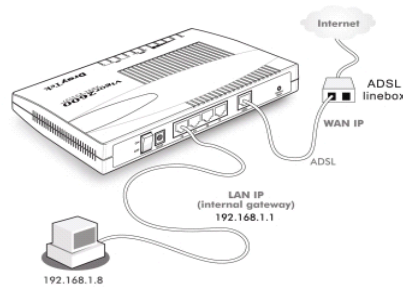
Gambar 4.26.2. Penyambungan dengan *Mechanical Splicer*

Berikut tahap penyambungan *fusion splicing* :

- Pengupasan lapisan luar SO dengan alat *fiber stripper*
- Membersihkan serat
- Memotong serat
- Pengecekan potongan serat optik pada *splicing machine*
- Penyambungan serat optik dengan peleburan (Pengelasan)
- Pemanasan Selongsong

4.2 CUSTOMER PREMISES EQUIPMENT (CPE)

CPE adalah kependekan dari *Customer Premises Equipment*. Yang dalam bahasa Indonesia dapat diartikan sebagai Perangkat yang berada di sisi pelanggan. CPE untuk layanan *Speedy Broadband Access* terdiri dari beberapa komponen. Konfigurasi CPE dapat dilihat pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27. Konfigurasi CPE.

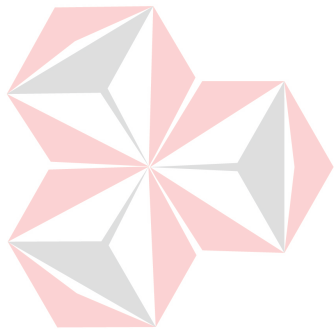
4.2.1 KOMPONEN CPE

a. Komputer

Komputer berasal dari bahasa Yunani yaitu *COMPUTA* yang dalam bahasa Inggrisnya berarti “Mesin Hitung”. Komputer saat ini sudah banyak digunakan oleh berbagai lapisan masyarakat, dari mulai komputer yang berada di rumah, kantor-kantor, WARNET dsb. Penggunaannya pun beragam, tapi kebanyakan komputer dipakai sebagai sarana kerja yang mendukung kelancaran tugas dan fungsi seseorang dalam menjalankan tugasnya, bahkan saat ini komputer merupakan sarana penting untuk mendapatkan informasi melalui jaringan Internet.

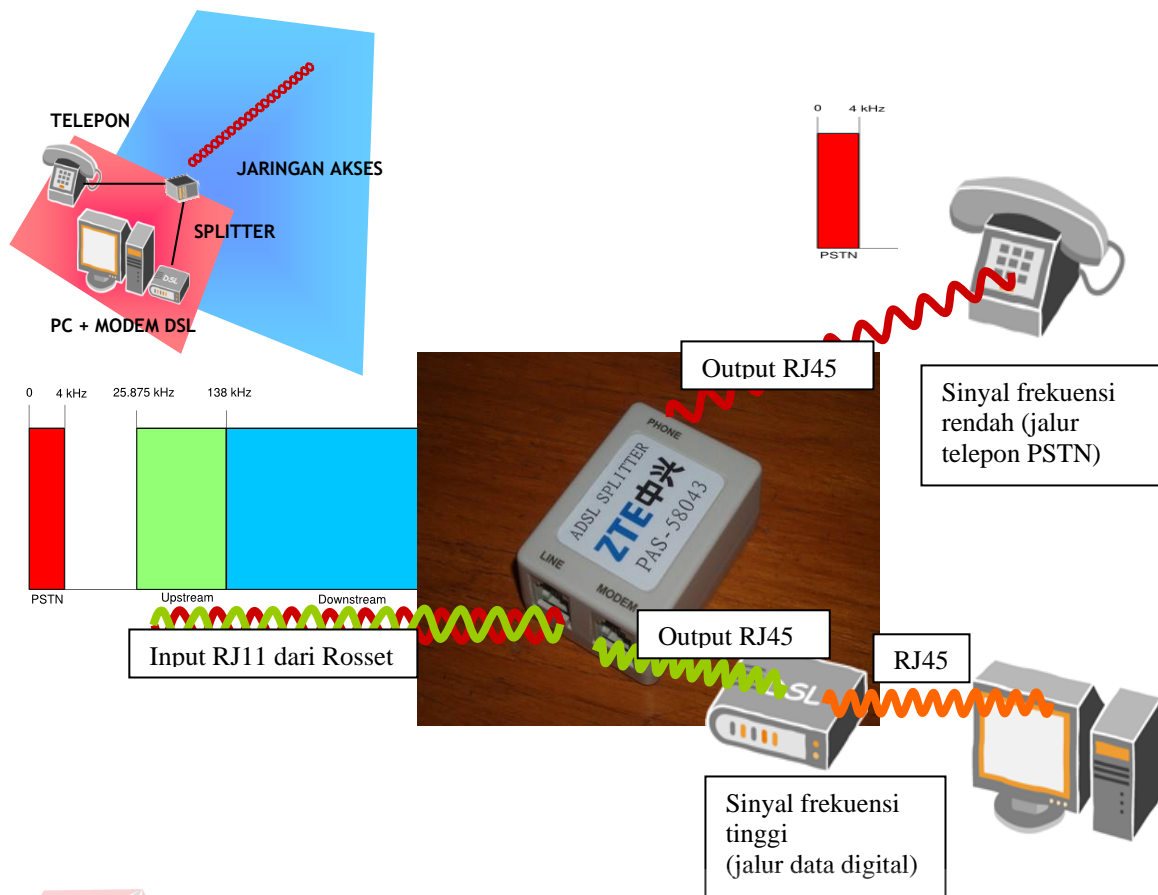
b. *SPLITTER*

Splitter adalah komponen dari CPE yang berfungsi memisahkan atau menduplikasi frekuensi yang membawa informasi baik itu *voice* maupun data. *Voice* dibawa oleh frekuensi 0 – 4 KHz akan diarahkan menuju ke terminal telepon pada sisi ROT dan ke Sentral Telepon Lokal pada sisi COT, sedangkan - Data dibawa oleh frekuensi 26 KHz – 1,1 MHz akan diarahkan ke *Modem* pada sisi ROT dan ke DSLAM pada sisi ROT. Gambar 4.28 merupakan gambar *splitter* :



Gambar 4.28. *Splitter*.

Terdiri dari 3 *port*, 1 *port* RJ11 untuk dihubungkan ke Roset, 1 *port* RJ11 dihubungkan ke telepon dan satu *port* nya lagi RJ11 yang dihubungkan ke *modem*. Konfigurasinya bisa dilihat pada Gambar 4.29.



Gambar 4.29. Konfigurasi *Splitter*.

c. *Modem* ADSL

Modem adalah salah satu komponen dari CPE yang berfungsi melakukan modulasi dan demodulasi sinyal *carrier* (ADSL) ke sinyal digital / yang dikenali komputer. Dengan adanya kebijakan “Liberalisasi Terminal” pelanggan *Speedy* diberi kebebasan memilih merk *modem* yang beredar dipasaran. *Modem* ADSL terdiri dari dua tipe yaitu *Bridge* dan *Router*. Contoh jenis *modem* ADSL ada pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30. Jenis *Modem* ADSL.

d. Konektor

Konektor adalah komponen dari CPE yang berfungsi sebagai *interface* antara dua kondisi yang berbeda. Pada umumnya terdapat tiga buah konektor yang digunakan *Speedy* yaitu RJ45, RJ11, USB dan DB9. Contoh jenis konektor ada pada Gambar 4.31.



Gambar 4.31. Jenis Konektor.

e. Kabel

- Kabel UTP atau *unshielded twisted pairs*, terdiri dari 4 *pair* kabel tembaga dan menggunakan RJ45 sebagai konektornya. Kabel ini digunakan untuk menghubungkan *modem* dengan komputer melalui *port ethernet*.
- Jenis UTP berdasarkan *throughput*, umumnya ada 2, yaitu:
 1. 10 Base-T : *throughput max 10 Mbps*
 2. 100 Base-T : *throughput max 100 Mbps*
- Jenis UTP berdasarkan tipe koneksi umumnya juga ada 2, yaitu :
 - A. *Cross Over type* : Biasanya digunakan untuk menghubungkan dua device jaringan pada layer yang sama. Contoh : *Router - Router*, *Switch - Switch*, *PC - PC*.
 - B. *Straight type* : Digunakan untuk menghubungkan dua *device* jaringan pada *layer* yang berbeda. Contoh: *PC - Hub*, *Hub - Router*

4.2.2 JENIS MODEM

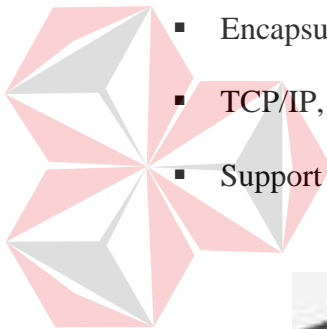
Ada banyak jenis *modem*, penggolongannya berdasarkan fungsi, letak, dan aplikasi *setting*. Untuk lebih mudahnya bisa langsung melihat Tabel 4.5.

A. Berdasarkan fungsinya

1. Router

Modem jenis ini dapat terhubung ke RAS baik dengan IP statik maupun dengan *user/password (dynamic)*, dengan spesifikasi sebagai berikut :

- ANSI T1.413, G.DMT (G.992.1), G.Lite (G.992.2)
- RFC1483R (MPoA), RFC2364 (PPPoA/PPPoE)
- Encapsulation LLC, VC
- TCP/IP, NAT
- Support IP WAN/LAN statik/dinamik



Gambar 4.32. Contoh *Modem Router*.

Pada Gambar 4.32 diatas dapat dilihat contoh *modem router*.

2. Bridge / USB

Modem yang hanya mensupport protokol *Dial-in*, tidak bisa untuk konfigurasi statik. *Modem* jenis ini terhubung ke RAS melalui proses autentikasi di RADIUS. dengan spesifikasi sebagai berikut :

- ANSI T1.413, G.DMT (G.992.1), G.Lite (G.992.2)

- RFC2364 : PPPoA/PPPoE
- TCP/IP, NAT
- *Encapsulation* LLC, VC
- *Support* IP WAN/LAN dinamik

B. Berdasarkan letaknya

1. *Internal Modem*

Merupakan *device* berupa *card* yang terpasang pada *motherboard* PC yang berfungsi sebagai *network Card* sekaligus *Modem Router* ADSL.

Spesifikasi :

- berbentuk *card* PCI/AGP yang dipasang ke *motherboard* komputer
- memiliki semua fitur dasar pada *Modem Router* ADSL

2. *Eksternal Modem*

Modem yang terpisah dari perangkat PC yang biasanya Dilengkapi aksesoris seperti kabel *interface* untuk Menghubungkan PC dengan *Modem*.

C. Berdasarkan Aplikasi Setting

- *http (web based)*
- *telnet*
- *windows wizard*
- *CD installer*
- *Hyperterminal*

Tabel 4.5. Jenis *Modem*.

Aplikasi	Fungsi	Konektor	Interface PC-user	Setted
http	R/B	RJ 45, USB	GUI	PC, modem
telnet	R/B	RJ 45, USB	CLI	modem
windows wizard	B	RJ 45	GUI	PC
CD installer	B	USB	GUI	PC
hyperterminal	R/B	DB9	CLI	PC, modem

4.2.3 INSTALASI CPE

A. Langkah-Langkah :

▪ Langkah I :

Periksa kelengkapan CPE yang ada. Untuk kelengkapan *modem* biasanya terdiri dari 1 paket yaitu ; *Modem ADSL*, *Power Adaptor*, Kabel UTP, Kabel RJ11, *CD Installer*, *Splitter*, Buku manual dan kabel USB untuk *modem* yang berjenis *Bridge*.

▪ Langkah ke II :

Baca buku manual yang tersedia dengan seksama, perhatikan alamat atau **IP Address modem**, **Username** dan **Password modem** yang dikeluarkan oleh pabrik pembuatnya.

▪ **Langkah III :**

Hubungkan komputer dengan *modem* ADSL menggunakan kabel UTP yang tersedia dengan memasukan konektor RJ45 pada *port ethernet* pada kedua *device* tersebut.

▪ **Langkah IV :**

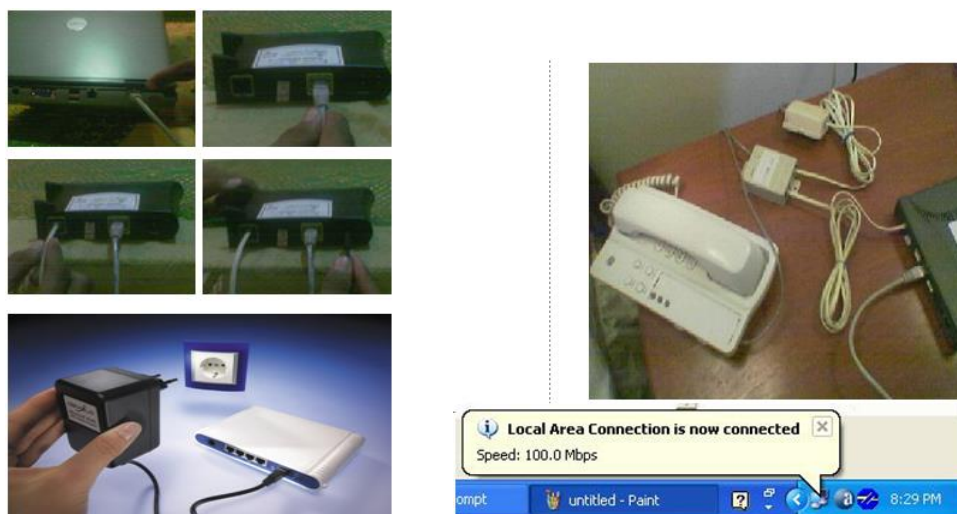
Hubungkan *Roset* dengan *Splitter* pada *port line* menggunakan RJ11, *Splitter* dengan telepon pada *port Phone* dan *Splitter* dengan *Modem* pada *port DSL*.

▪ **Langkah V :**

Hubungkan kabel *power adaptor* dari *modem ADSL* ke catuan listrik, kemudian tekan tombol *power* “ON”.

▪ **Langkah VI :**

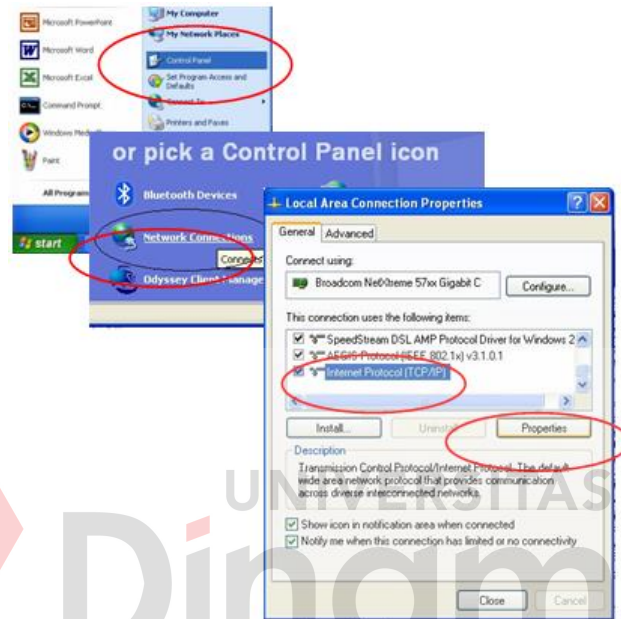
Tunggu beberapa saat. Apabila ada pesan “*Local Area Connection Is Now Connected*” yang muncul pada layar komputer sebelah kanan bawah (seperti pada Gambar 4.33), hal ini menandakan bahwa komputer dan *modem* telah terhubung dengan baik.



Gambar 4.33. Langkah Koneksi LAN.

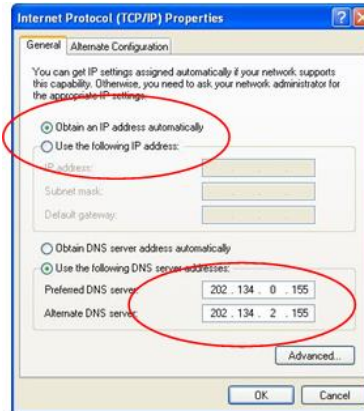
B. *Setting Komputer Menggunakan Windows XP*

- Pilih *Start* → *Control Panel* → *Network Connection*
- Double klik pada icon “*Local Area Connection*”
- Pilih atau klik pada “*Internet Protocol (TCP/IP)*” kemudian klik tombol “*Properties*”. Agar lebih mudah memahami, bisa melihat Gambar 4.34.



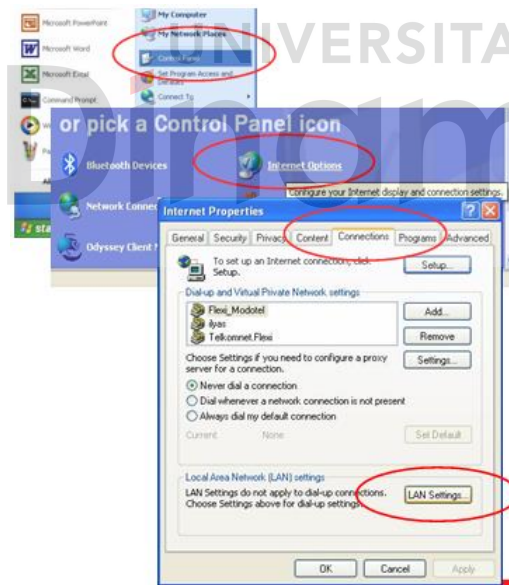
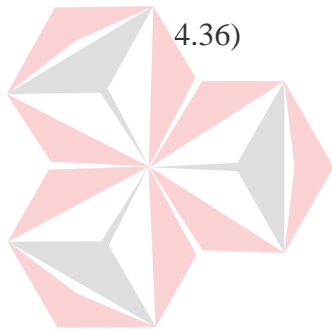
Gambar 4.34. *Setting TCP/IP.*

- Kosongkan IP Address dengan mengklik *Radio Button* “*Obtain an IP address automatically*”
 - Isikan DNS Telkom :
Preferred DNS server : **202.134.0.155**
Alternate DNS Server : **202.134.2.155**
 - Jika DNS “*Auto Detect*”, kosongkan DNS, Kemudian klik tombol “**OK**”
- Contoh pengisian alamat ada pada Gambar 4.35.



Gambar 4.35. Pengalamatan.

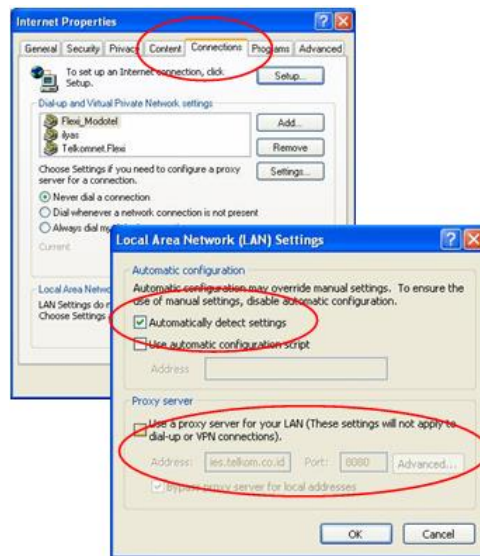
- Pilih *Start* → *Control Panel* → *Internet Option*
- Pilih Menu Bar “*Connection*” dan klik tombol “*LAN Setting*” (Gambar 4.36)



Gambar 4.36. *Setting LAN.*

- Klik *Automatically detect settings*
- Kosongkan *address proxies server* dengan mengkosongkan tanda pada kotak “*Use proxies server for your LAN*” (Gambar 4.37)

- Klik tombol “OK”



Gambar 4.37. Setting LAN.

- Bacalah buku petunjuk manual dengan seksama untuk mengetahui **IP Address Modem / Gateway, username dan password**
- Melihat Konfigurasi (Perintah DOS) :

Pilih menu **Start** → **run** (contoh seperti pada Gambar 4.38), ketikkan perintah “**cmd**” kemudian ;



Gambar 4.38. Melihat Konfigurasi.

- Ketikkan perintah DOS :

\$ ipconfig lalu *Enter*

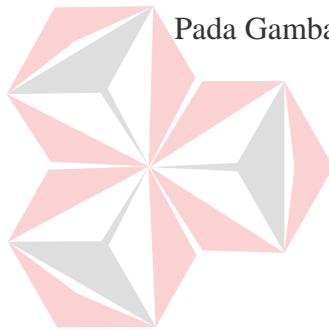
perhatikan IP *address* merupakan alamat komputer dan *Gateway* sebagai alamat *Modem*

- Cek Koneksi :

Untuk memastikan koneksi *modem* dengan komputer terhubung baik, ketikkan perintah :

\$ ping <IP gateway/modem>

Pada Gambar 4.39 dapat dilihat hasil konfigurasi yang benar.



```

Command Prompt
C:\Documents and Settings\taufan>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : domain.invalid
    IP Address. . . . . : 192.168.254.1
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 192.168.254.254

Ethernet adapter Wireless Network Connection 2:

    Media State . . . . . : Media disconnected

Ethernet adapter Bluetooth Network Connection:

    Media State . . . . . : Media disconnected

Command Prompt
C:\Documents and Settings\taufan>ping 192.168.254.254

Pinging 192.168.254.254 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.254.254: bytes=32 time<1ms TTL=30
Reply from 192.168.254.254: bytes=32 time<1ms TTL=30
Reply from 192.168.254.254: bytes=32 time<1ms TTL=30
Reply from 192.168.254.254: bytes=32 time<1ms TTL=30

Ping statistics for 192.168.254.254:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Documents and Settings\taufan>_

```

Gambar 4.39. Hasil Konfigurasi.

4.2.4 SETTING MODEM

A. Konfigurasi *Local Area Network* (LAN)

- IP Address LAN (*Private*)
- Subnet mask
- IP Address Gateway
- DHCP
- NAT
- IP Address WAN (*Public*)
- DNS

B. Hal-hal Yang Diperlu Diperhatikan Dalam *Set Up Modem*

○ Konektor

Khususnya untuk UTP, perlu diperhatikan apakah menggunakan *Cross over Type* atau *Straight*. Jenis UTP yang harus digunakan dapat diketahui dari spesifikasi *Modem* dalam buku manual produk *modem* yang digunakan.

○ LAN LED

Lampu yang menunjukkan koneksi *modem* ke PC. Jika sudah terhubung ke PC maka lampu ini akan *blinking* (kedap kedip) dan selanjutnya akan nyala permanen.

○ Power LED menyala

Lampu yang menunjukkan *Modem* terhubung ke Catu daya.

○ Link LED menyala

Lampu yang menunjukkan koneksi ADSL (*Link/WAN/DSL/Line/ACT*). Jika lampu ini *blinking* berarti *modem* masih dalam proses sinkronisasi.

Setelah sinkron, lampu tidak *blinking* lagi (menyala permanen). Ada beberapa Merk *modem* menambah satu lampu lagi yang diberi label “SYNC” (*Synchronization*) untuk menunjukkan proses sinkronisasi sinyal ADSL pada *modem*.

○ TCP/IP LED

Beberapa *modem* menyertakan lampu ini untuk menunjukkan bahwa *Modem* telah terhubung ke *internet* dan siap *browsing*. Lampu ini juga biasa diberi label “ACT” atau “PPPoA/PPPoE”. Lampu ini akan menyala setelah proses *setup modem* selesai dan pelanggan terhubung ke ISP.

C. Parameter Setting Modem

- *Parameter mandatory:*

ATM : VPI, VCI
Protocol : PPPoA, PPPoE
Encapsulation : VCMUX, LLC

Username dan password Speedy

- *Parameter optional:*

DHCP - Modulation (DMT)
NAT - Class Service (UBR)
DNS - Gateway

D. Parameter Setting Speedy

- Username bersifat unik
- Password sifat rahasia

- Surabaya :
VPI : 0, VCI : 35, PPPoE, LLC
- Alcatel :
VPI : 8, VCI : 35 , PPP : LLC
- Siemens :
VPI : 1, VCI : 33 ,PPP : VCMUX

4.2.5 KONEKSI ke-RAS

1. *Dial In* (dinamik)

Pelanggan terhubung ke ISP dengan *username* dan *password*, yang harus disetting ke *modem*. Jenis Modemnya bisa USB maupun *Router*. Konfigurasi IP dipelanggan *diassign* otomatis oleh RAS segera sesudah *username/password* lolos autentikasi di RADIUS. Proses *Dial in* meliputi : *Dial in* ke RAS, Autentikasi Radius, *Accounting & Data* LDAP dan *Assign* konfigurasi oleh RAS.

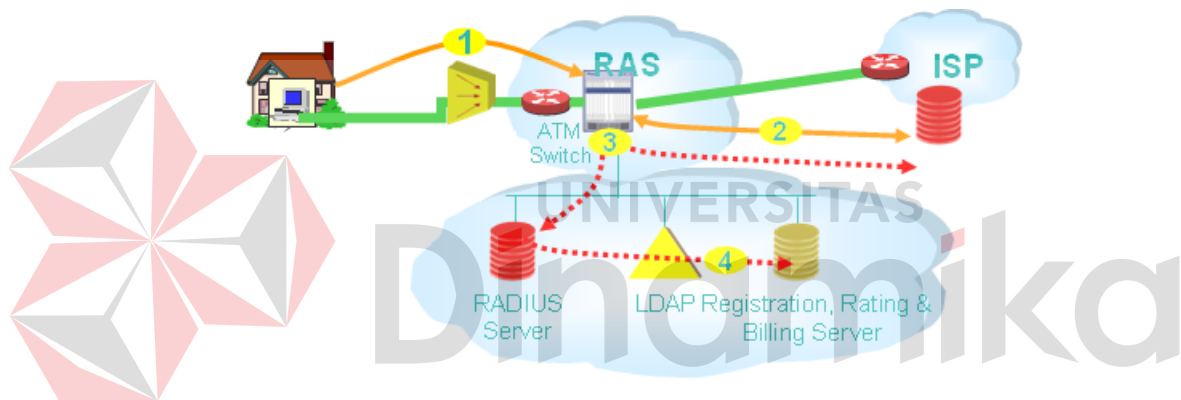
Pengertian dinamik : pelanggan dapat terhubung ke ISP manapun dengan mengubah *domain* pada user id. Misal: 121223200075@telkom.net yg sebelumnya terhubung dengan Astinet dapat terhubung ke CBN dengan mengubah *domain* menjadi 121223200075@centrin.com. Pada Gambar 4.40 dapat dilihat contoh koneksi ke RAS (dinamik).

Setting *modem* untuk Dinamik akan dijelaskan lebih lanjut (setting dinamik).

❖ Langkah-langkah :

1) *Modem Dial in* ke RAS

- 2) *Autentikasi & counting* RADIUS (misal ISP CBN)
- 3) *Autentikasi & accounting* ke RADIUS (u/ pelanggan Astinet) , *Accounting* u/ ISP lain.
- 4) Data LDAP & proses *Billing* dijalankan
- 5) Setelah autentikasi selesai. Radius mengirimkan parameter ke RAS bahwa pelanggan lolos autentikasi
- 6) Garis hijau: pelanggan *browsing* dengan konfigurasi IP yang sudah dialokasikan BRAS menurut parameter dari RADIUS/LDAP



Gambar 4.40. Koneksi ke RAS (Dinamik).

2. Statik

Pelanggan dapat terhubung ke ISP tanpa *Dial in*. Pelanggan diberikan konfigurasi IP statik mulai dari IP WAN, *subnet*, IP Gateway dan juga IP LAN (sesuai permintaan), yang harus disetting oleh pelanggan ke *Modem*. Jenis *Modem* harus *router*. RADIUS dan LDAP dalam hal ini tidak berperan karena tidak ada proses autentikasi di ISP, karena pelanggan sudah terhubung ke ISP setiap saat. Contoh koneksi statik ke RAS dapat dilihat pada Gambar 4.41.

Setting modem untuk Statik (setting statik)

IP address : 203.130.197.231

Subnet : 255.255.255.255

Gateway : 203.130.225.1

DNS : 202.134.0.155

VPI/VCI : 1/33 (siemens),

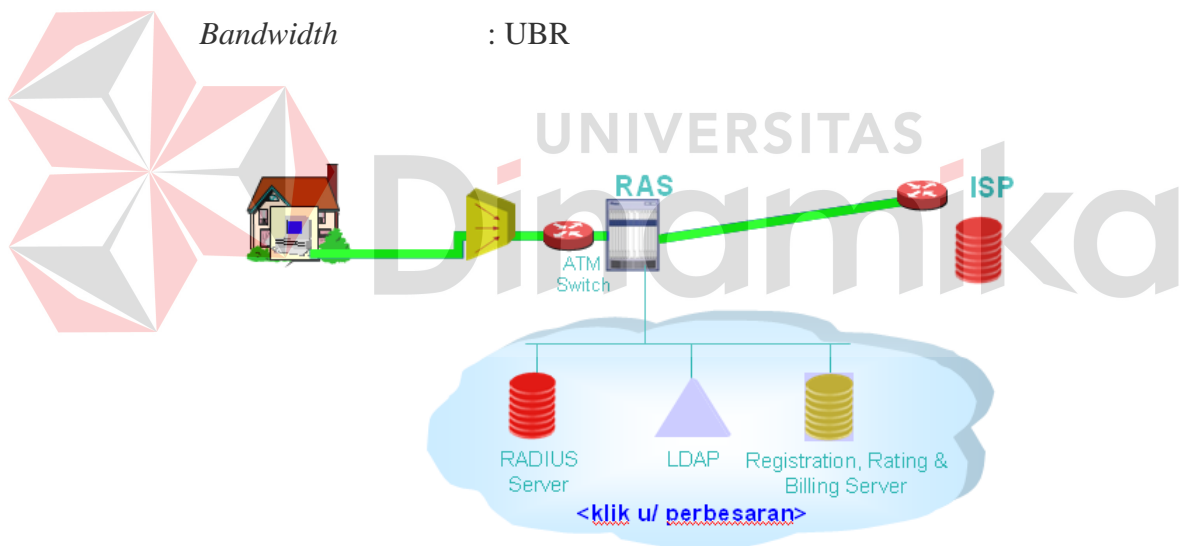
: 8/35 (alcatel)

: 0/35 (siemen)

Encapsulation : 1483R, LLC based

NAT : *Enabled*

Bandwidth : UBR



Gambar 4.41. Koneksi ke RAS (*Static*).

4.2.6 KONFIGURASI CPE

Keterangan :

1. *Splitter/Microfilter*
2. *Modem ADSL*

3. Konektor
4. *Server/Terminal* (PC)
5. *Telephone Handset*

4.3 TEKNOLOGI *Digital Subscriber Line* (DSL)

Digital Subscriber Line (DSL) adalah teknologi akses dengan perangkat khusus pada *central office* dan pelanggan yang memungkinkan transmisi *broadband* melalui kabel tembaga, teknologi ini sering disebut juga dengan istilah teknologi suntikan atau *injection technology*. Sehingga kabel telepon biasa yang telah ada dapat dipakai untuk menghantarkan data dalam jumlah yang besar dan dengan kecepatan yang tinggi. Telepon hanya menggunakan sebagian frekuensi yang mampu dihantarkan oleh kabel tembaga. Sedangkan DSL memanfaatkan lebih banyak frekuensi dengan membaginya (*splitting*), frekuensi yang lebih tinggi untuk data dan frekuensi yang lebih rendah untuk suara dan *fax*. VDSL dikenal sebagai seri teknologi x-DSL yang terakhir dan mempunyai kecepatan pengiriman data paling tinggi. VDSL pada dasarnya adalah teknologi *broadband* dengan memanfaatkan kabel tembaga standar sebagai infrastruktur dasar yang dipergunakan bersama sama dengan jaringan *telephone*. Teknologi VDSL telah hadir untuk memenuhi kebutuhan akan informasi yang semakin meningkat, khususnya komunikasi data dan pelayanan jasa *internet*. Teknologi VDSL dipakai untuk mengoptimalkan jaringan lokal tembaga yang telah ada. Untuk mengefisienkan *bandwidth* yang tersedia dan tetap menjaga kualitas sinyal diperlukan teknik modulasi yang optimal, yang bersifat *robust* (tahan terhadap *noise*) dan mempunyai efisiensi transmisi yang tinggi.

Pada VDSL terdapat pilihan teknik modulasi sinyal, untuk *single carrier* adalah dengan modulasi QAM sedangkan untuk *multicarrier* dengan modulasi DWMT, DMT atau *Zipper*. DWMT menggunakan teknik modulasi *multicarrier* dengan transformasi *Wavelet* untuk membangun dan memodulasikan setiap *carrier*-nya. Teknik modulasi DWMT memberikan beberapa keuntungan yaitu DWMT mempunyai transmisi *overhead* yang lebih sedikit dibanding DMT atau OFDM dan tidak ada *lost guard time* antara simbol. DWMT dapat lebih memelihara *throughput* optimum dalam lingkungan *noise narrowband* dibandingkan dengan sistem DMT atau OFDM. Di dalam tugas akhir ini akan dicoba penggunaan teknik modulasi *multicarrier* DWMT yang menggunakan algoritma transformasi *wavelet* untuk memodulasikan setiap *subcarrier*-nya sehingga diharapkan akan mendapatkan suatu sistem yang optimal.

Digital Subscriber Lines sebagai teknologi transmisi sebenarnya dibangun untuk ISDN (*Integrated Services Digital Network*) *Basic Rate Access Channel*. Nama DSL digunakan untuk mendeskripsikan teknologi transmisi atau *physical layer* untuk ISDN *Basic Rate Access Channel*. Saat ini, DSL, atau disebut juga xDSL digunakan sebagai penamaan umum untuk semua jenis sistem DSL. DSL adalah *next generation* teknologi untuk akses *internet*. Suatu rumah atau kantor yang telah diinstal DSL memiliki sebuah data *socket* yang bentuknya sama dengan *socket* telepon. DSL adalah koneksi langsung ke *internet* yang *always on*. Untuk pemasangan dibutuhkan sebuah *modem* DSL (ATU-R), *modem* DSL sudah mulai tersedia di pasar bebas, tetapi umumnya disediakan oleh *provider* DSL yang dipilih pelanggan karena standar DSL bervariasi, dan *modem* tersebut harus kompatibel dengan perangkat yang disediakan *provider*. (Pelanggan

dapat menanyakan pada *provider* apakah pelanggan tersebut dapat menggunakan perangkat milik sendiri, misalnya *modem second-hand*). *Broadband Internet* adalah layanan akses *internet* dengan teknologi “*last mile*” *bandwidth* besar, dan biasanya bersifat *dedicated network* atau jaringan tertentu. Besar *bandwidth* pada *Broadband Internet* adalah paling kurang 300 kbps.

Dalam implementasinya *broadband internet* bisa menggunakan berbagai macam teknologi “*last mile*” misalnya :

1. *Leased Channel* (LC) contoh, LC *divre*, *DinAccess*
2. HFC untuk layanan *broadcast* dan *mix internet*
3. *SL Variant* (ADSL, SHDSL, VDSL)

Adapun jenis-jenis DSL, antara lain dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7.

Tabel 4.6. Jenis DSL (1).

Jenis DSL	Kec. Upstream Maksimal	Kec. Downstream Maksimal	Jarak Maksimal	Jalur	Mendukung Percakapan Telepon
ADSL	800 Kbps	8 Mbps	18,000 ft (5,500 m)	1	Ya
HDSL	1,54 Mbps	1,54 Mbps	12,000 ft (3,650 m)	2	Tidak
IDSL	144 Kbps	144 Kbps	35,000 ft (10,700 m)	1	Tidak
MSDSL	2 Mbps	2 Mbps	29,000 ft (8,800 m)	1	Tidak
RADSL	1 Mbps	7 Mbps	18,000 ft (5,500 m)	1	Ya
SDSL	2,3 Mbps	2,3 Mbps	22,000 ft (6,700 m)	1	Tidak
VDSL	16 Mbps	52 Mbps	4,000 ft (1,200 m)	1	Ya

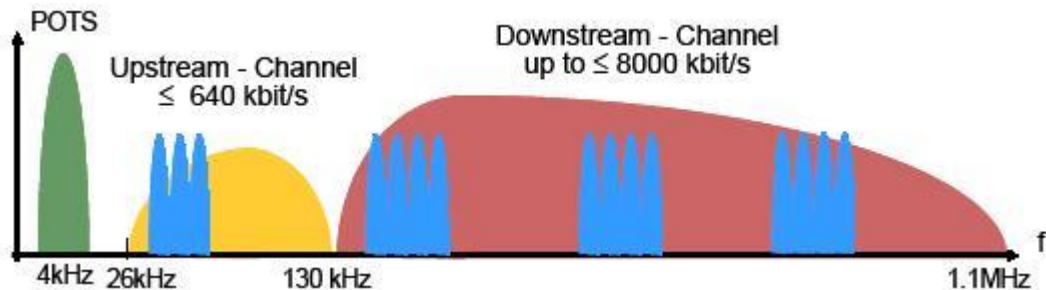
Tabel 4.7. Jenis DSL (2).

Type 		# Pairs	Max. Rate (km/s)	Maximum  Rate	
				Downstream	Upstream
ADSL -G.992.1 (G.dmt)	Asymmetric	1	5,4	8 Mbps	640 Kbps
ADSL Lite -G.992.2 (G.lite)	Asymmetric	1	5,4	1.5 Mbps	512 Kbps
ADSL2 (ADSL2.dmt) -G.992.3	Asymmetric	1	6	16 Mbps	800 Kbps
ADSL2+ -G.992.5	Asymmetric	1	3	24 Mbps	800 Kbps
HDSL -G.991.1	Symmetric	1, 2, 3	3.6	2 Mbps	2 Mbps
HDSL2	Symmetric	1	3.6	2 Mbps	2 Mbps
SDSL	Symmetric	1	6.5	2.3 Mbps	2.3 Mbps
SHDSL -G.991.2 (G.shdsl)	Symmetric	1, 2	6.5	192 Kbps – 2.32 Mbps	192 Kbps – 2.32 Mbps
IDSL	Symmetric	1	5.5	144 Kbps	144k
VDSL -G.993.1 (G.vdsl)	Asymmetric / Symmetric	1	1	52 Mbps	6 Mbps
REDSL2	Asymmetric	1	6	1.5 Mbps	512 Kbps
RADSL	Asymmetric	1	5,4	7 Mbps	1 Mbps

4.3.1 Asymmetric Digital Subscriber Lines (ADSL)

Teknologi ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) adalah suatu teknologi *modem* yang memiliki kecepatan transfer data 1.5 Mbps sampai 8 Mbps untuk mendukung implementasi layanan multimedia pada jaringan *broadband* dengan menggunakan satu *pair* kabel tembaga. Disebut *asymmetric* karena *rate* (kecepatan transmisi) dari arah *downstream* (sentral ke pelanggan) lebih besar dari arah *upstream* (pelanggan ke sentral), atau dapat dikatakan bahwa kecepatan transmisi dari arah *downstream* berbeda dengan dari arah *upstream*. *Bit rate downstream* 1,5-8 Mbps, *upstream* 16-640 Kbps. Adanya perbedaan kecepatan transmisi antara sisi *downstream* dan *upstream* dikarenakan kebutuhan koneksi *internet* lebih banyak digunakan untuk mengambil data (*download*) dari jaringan utama dibandingkan dengan pengiriman informasi (*upload*). Perbedaan antara *modem* konvensional dengan *modem* ADSL pada dasarnya dikarenakan perbedaan penggunaan frekuensi untuk mengirimkan sinyal/data. Pada *modem* konvensional frekuensi yang digunakan di bawah 4 KHz, sedangkan pada *modem* ADSL

digunakan frekuensi di atas 4 KHz. Gambar spektrum frekuensi ADSL ditunjukkan oleh Gambar 4.41 :



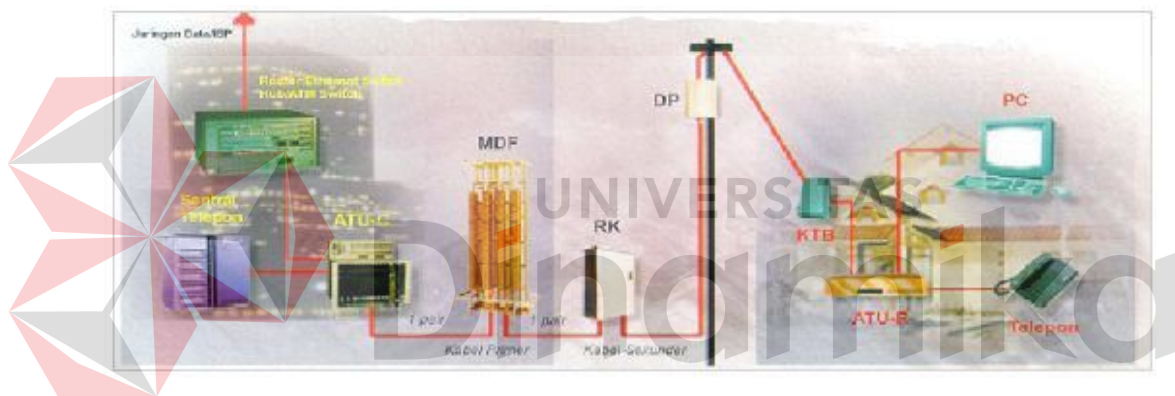
Gambar 4.41 Spektrum Frekuensi ADSL

ADSL membagi *bandwidth* menjadi 2 bagian :

- Band frekuensi rendah (0 ~ 4 kHz) untuk *voice* (POTS) atau fax.
- Band frekuensi tinggi (26 kHz ~ 1.1 MHz) untuk data.
- Antara 4kHz - 26kHz digunakan sebagai '*guard band*'.

Kelebihan *modem* ADSL yang lainnya adalah dari segi *line coding* nya yaitu menggunakan teknik modulasi *multicarrier* atau lebih dikenal dengan istilah *Discrete Multitone* (DMT). DMT mampu mengalokasikan *bandwidth* untuk transmisi data sehingga transmisi dari tiap sub kanal lebih maksimal. Teknik *multiplexing* yang digunakan pada teknologi ADSL adalah melalui *Frekuensi Division Multiplexing* (FDM) atau *Echo Cancellation*. Cara kerja teknologi ADSL hanya berupa proses "*dial-up connection*", bukan proses "*call set-up*" seperti jaringan *fixed telephone*, harus melalui proses *dial tone* dulu. Ketika ada permintaan dari *user* (pelanggan di rumah) untuk akses *internet*, maka *modem* ADSL sisi sentral akan langsung memprosesnya (dipisahkan apakah informasi yang diminta berupa data atau suara, alat pemisahanya disebut *splitter*).

Selanjutnya informasi tersebut akan dilewatkan melalui MDF-RK-DP hingga KTB, kemudian di sisi pelanggan informasi data tersebut masuk ke *splitter* lagi, jika informasinya berupa akses *internet* (data) maka akan dimasukkan ke *modem* ADSL sisi pelanggan diteruskan ke PC *user*, jika berupa suara dari *splitter* langsung ke telepon, jika yang diminta *video* dari *splitter* masuk ke *modem* ADSL lalu masuk ke *Set Top Box* (STB) baru ke layar TV. Berikut pada Gambar 4.42 adalah gambar konfigurasi umum ADSL dengan jaringan kabel tembaga *existing*:

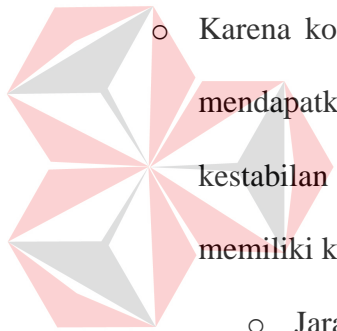


Gambar 4.42 konfigurasi umum ADSL

Keterangan:

1. ATU-C (ADSL Transciever Unit – Central Office End) =ADSL Terminal Unit, terletak di sisi Sentral
2. ATU-R (ADSL Transciever Unit – Remote Terminal) = ADSL Terminal Remote, terletak di sisi pelanggan. Beberapa keuntungan menggunakan teknologi ADSL adalah:
 - Menggunakan jaringan kabel tembaga *existing* atau kabel tembaga baru sehingga menghemat investasi pengeluaran jaringan baru.

- Mudah dalam proses instalasi
- Dibandingkan dengan 56k *modem*, ADSL mampu menawarkan kecepatan hingga 125x lebih cepat.
- Tidak perlu *dial-up* lagi, begitu komputer hidup, koneksi langsung tersambung.
- ADSL memberikan kemampuan *Internet* dan *Voice/Fax* secara simultan. Ini berarti kita dapat *surfing internet* dan menggunakan Telepon atau *Fax* pada saat bersamaan. Ini akan memberikan kepuasan untuk menikmati *High-Speed Internet Access* tanpa kehilangan kontak telepon dengan relasi.



- Karena koneksi dilakukan dengan kabel sendiri, maka setiap pelanggan mendapatkan masing-masing koneksi *point-to-point* ke *internet*. Sehingga kestabilan koneksi dan keamanan lebih terjamin. Akan tetapi ADSL juga memiliki kekurangan diantaranya :

- Jarak yang terlalu jauh dari STO akan menurunkan kualitas sambungan dan menurunkan kecepatan.
- Kabel tembaga tua dapat menurunkan kualitas sambungan dan menurunkan kecepatan.
- Koneksi asimetris berarti waktu *upload* akan lebih lama daripada *download*.
- Layanan ini tidak terdapat di semua wilayah
- Teknologi ADSL didesain untuk mendukung beberapa jenis aplikasi atau layanan diantaranya dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Bandwidth Layanan

No	Service	Typical Bandwith
1.	POTS	64 Kbps (PSTN)
2.	Voice (Voice over Data)	Up to 3 Mbps
3.	High Speed Internet Access (Browsing, IM, Chatting, FTP, VPN access, etc)	Residential : Up to 2 Mbps SME/SOHO : Up to 3 Mbps
4.	Server based email	Residential : Up to 3 Mbps SME/SOHO : Up to 6 Mbps
5.	Live TV on PC	300 to 750 Kbps
6.	Video on Demand	300 to 750 Kbps
7.	Video Conferencing	300 to 750 Kbps
8.	Interactive Games	300 to 750 Kbps
9.	Broadcast TV e.g MPEG2	3 to 6 Mbps

Ada beberapa perlengkapan yang dibutuhkan untuk menyediakan layanan layanan ADSL. Komponen-komponen yang digunakan beserta fungsinya adalah sebagai berikut :

- *Transport System*
- Komponen ini menyediakan *interface* transmisi *backbone* untuk *system* DSLAM. *Device* ini menyediakan *interface*, seperti T1/E1, T3/E3, OC-1, OC-3, STS-1, dan STS-3.
- *Local Access Network* menggunakan *local carrier inter-CO network* sebagai fondasi. *Switch* ATM, *Frame Relay*, dan/atau *router* dapat

digunakan untuk mengakses jaringan. Saat ini, ATM adalah sistem yang paling efisien.

- *Multiservice Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM)*
- DSLAM yang berada dalam lingkungan *central office* (CO) digunakan sebagai dasar untuk solusi DSL. DSLAM berfungsi untuk mengkonsentrasikan trafik data dari berbagai *loop* DSL yang kemudian akan dikirimkan ke *backbone network* untuk dihubungkan lagi ke jaringan lainnya. DSLAM dapat mengirimkan layanan untuk aplikasi berbasis paket, *cell*, dan *circuit*, seperti DSL ke 10Base-T, 100Base-T, T1/E1, T3/E3, atau ATM.DSL *Transceiver Unit* (ATU-R)
- Unit ini digunakan pada sisi pemakai. Koneksi ATU-R biasanya 10base-T, V.35, ATM-25, atau T1/E1. Alat *multiport* lain yang mendukung suara, data, dan *video* juga memungkinkan. ATU-R tersedia dalam berbagai konfigurasi. Selain sebagai modem DSL, ATU-R dapat juga digunakan untuk *bridging*, *routing*, TDM *multiplexing*, dan ATM *multiplexing*.
- POTS *splitter*
- *Device* ini ada pada CO dan pemakai yang memungkinkan *loop* digunakan untuk transmisi data kecepatan tinggi dan digunakan juga untuk komunikasi telepon. POTS *splitter* biasanya mempunyai 2 konfigurasi, yaitu *splitter* tunggal untuk pengguna rumah dan *mass splitter* untuk C
- DSLAM : DSL *Access Multiplexer* merupakan perangkat xDSL yang berupa *card module* yang berisi banyak *modem* disisi sentral (COT) dengan kapasitas besar dan dapat memuat berbagai varian sistem xDSL dalam satu sistemnya (ADSL, SDSL, G.Lite, G.SHDSL, dll). DSLAM

sebagai *modem* sentral dapat berisi berbagai jenis teknologi x-DSL (ADSL, SDSL, HDSL, G.Lite, dll). Antarmuka DSLAM ke arah jaringan *transport/backbone* umumnya berupa STM-1, E3, nxE1 IMA, dan 10/100 Base-T.

Komponen-komponen dalam DSLAM secara umum terdiri dari :

1. *Backbone interface* sebagai gerbang menuju jaringan ATM sebagai jaringan keluar yang lebih besar. Yang dimaksud dengan *backbone interface* adalah antarmuka antara DSLAM dengan jaringan *backbone*. Jaringan *backbone* dapat diartikan sebagai jaringan penghubung antar ATM Switch. Biasanya antarmuka yang digunakan pada *backbone interface* adalah OC-1, OC-3, STS-1, STS-3 dan STM- 1.
2. *Line Interface Module* (LIM) sebagai *modem* ADSL yang akan menuju ke *modem* di sisi pelanggan. LIM merupakan modul penggabungan antara modul ATU-C dan POTS *splitter*.
3. Setiap rak dilengkapi dengan sistem manajemen jaringan (NMS) yang memadai untuk mengetahui performansi perangkat dan status jaringan. Perangkat manajemen jaringan terhubung ke DSLAM dengan memanfaatkan jaringan ATM dengan alokasi *Virtual Path* (VP) dan *Virtual Channel* (VC) tertentu. Dengan demikian sistem manajemen jaringan dapat memonitor beberapa perangkat DSLAM tanpa melalui jaringan khusus secara fisik yang menghubungkan antara beberapa DSLAM dengan perangkat NMS. Dikarenakan sebagian besar negara di Asia termasuk Indonesia mengacu sistem standarisasi Eropa maka

antarmuka ini sedapat mungkin menggunakan standar ETSI untuk 155 Mbps (STM-1) seperti pada jaringan *backbone* umumnya.

4. POTS *splitter* yang berfungsi untuk memisahkan layanan telepon dan data.

Berbagai Jenis Koneksi *internet* pada umumnya :

- **Dial up** : Menghubungkan komputer ke internet melalui sambungan jaringan *line* telepon. Dengan menggunakan sebuah *modem dial-up*. Saat *online (connect)* maka telepon tidak dapat digunakan. Perhitungan pulsa telepon berjalan + biaya *internet* dari *provider*. *max* kecepatan 56 kb.
- **Broadband** : Menghubungkan komputer ke *internet* melalui sambungan jaringan kabel tv, dengan menggunakan *modem broadband*. Saat *online* dapat sekaligus nonton tidak berpengaruh, kecepatan mulai dari 64 kb – 256 kb.
- **ADSL** : Menghubungkan komputer ke *internet* melalui sambungan jaringan *line* telepon juga. Namun ADSL menggunakan teknologi yang lebih modern. Saat *online* jalur telepon tidak terganggu, dapat digunakan dalam kebersamaan. Biaya cukup membayar *provider internet* dengan sistem perhitungan berdasarkan besarnya *kilobyte* yang digunakan, koneksi 24 jam online. Kecepatan mencapai 512 kb.
- **HANDPHONE** : Menghubungkan komputer ke *internet* melalui sambungan jaringan *handphone*. Dapat dihubungkan melalui *Bluetooth* maupun *usb cable data*. Saat *online* jalur telepon juga tidak terganggu. Bisa menggunakan jaringan GSM maupun CDMA. GSM dapat lebih cepat dengan teknologi 3G atau bahkan teknologi terbaru *high speed 3,5G*.

Sedangkan CDMA menggunakan teknologi CDMA 2000 1x hampir setara dengan 3G. Perhitungan biaya hampir sama semua yaitu menggunakan sistem perhitungan per *kilobyte*. Kecepatan mulai dari 64 kb – 2 mb.

ADSL merupakan perkembangan selanjutnya dari HDSL. Seperti namanya, ADSL mentransmisikan data secara asimetrik, yaitu kapasitas transmisinya berbeda antara saat *downstream* (dari jaringan ke pelanggan) dan saat *upstream* (dari pelanggan ke jaringan). Kapasitas *downstream* lebih tinggi daripada kapasitas *upstream*. Ada beberapa alasan mengenai transmisi datanya yang asimetrik, antara lain karena kebutuhan kapasitas transmisinya, sifat saluran transmisi, dan sisi aplikasinya. Kebutuhan kapasitas yang tidak perlu sama dapat dilihat dari kebiasaan yang ada sampai saat ini, yaitu biasanya para pelanggan (misalnya pelanggan layanan *Internet*) hanya memerlukan pengambilan data (download) dari penyedia informasi. Jika informasi yang diambil tersebut berupa informasi *multimedia* (atau apapun yang memiliki ukuran data yang relatif besar), seharusnya diperlukan saluran transportasi dengan kapasitas yang besar untuk keperluan *download* tersebut. Di sisi lain, pelanggan jarang sekali melakukan pengiriman data ke jaringan (*upload*). Jika dilakukan, biasanya hanya berupa data-data *control* atau permintaan pelayanan ke penyedia informasi. Data kontrol ini tidak lebih dari sederetan karakter yang relatif pendek. Oleh karena itu, hanya diperlukan saluran transmisi dengan kapasitas yang terbatas. Ada kalanya pelanggan melakukan *upload* ke jaringan dengan mengirimkan data-data yang cukup besar. Akan tetapi, inipun relatif lebih jarang dilakukan dibandingkan dengan *download*. Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan

untuk *download* jauh lebih besar daripada keperluan *upload*. Jika dipaksakan untuk mempunyai *rate* yang sama, hal itu akan membuat *bandwidth* menjadi tidak efisien. Jika dilihat dari media transmisinya, saluran-saluran transmisi yang ada (saluran telepon) tidak disalurkan satu per satu ke setiap pelanggan (saluran tunggal), melainkan beberapa saluran dijadikan satu dalam satu bundel saluran. Biasanya dalam satu bundel terdapat 50 saluran. Dengan kondisi seperti ini, interferensi antar saluran akan sangat mungkin banyak terjadi. Bahkan, jika dalam satu bundel yang sama terjadi transmisi data pada arah yang berlawanan, sinyal yang dipancarkan pada satu sisi (sisi bundel kabel) yang memiliki level sinyal yang masih tinggi akan mengganggu penerima pada sisi yang sama (sisi bundel kabel yang sama dengan pemancar) dengan level sinyal pada penerima yang lemah sekali. Kejadian ini disebut NEXT. Akan tetapi, jika pada bundel yang sama tersebut sedang terjadi transmisi sinyal pada arah yang sama dan level sinyal yang ada pada kedua saluran tersebut bisa dianggap sama kuat, gangguan saluran juga dapat terjadi. Efek gangguannya lebih kecil daripada NEXT. Kejadian ini disebut dengan FEXT. Selain itu, jika pada saluran yang sama ingin dilakukan komunikasi *full-duplex*, biasanya komunikasi dilakukan dengan mengirimkan kedua sinyal (sinyal yang dikirimkan dan diterima) dengan memodulasikannya pada frekuensi pembawa yang sama sehingga akan terjadi yang disebut dengan *echo* (sinyal yang sedang dipancarkan masuk ke bagian penerima kembali atau sinyal sinyal balik). *Echo* biasanya dapat dihilangkan dengan rangkaian *echo canceller* yang tidak sederhana. Dari sisi aplikasinya, dewasa ini hanya diperlukan aplikasi-aplikasi yang dapat menyediakan informasi satu arah, misalnya *video-on-demand*, *home shopping*, *Internet access*, *remote LAN access*, dan *multimedia*

access. Oleh karena itu, dari semua penjelasan di atas, tampaknya akan lebih mudah untuk membangun sistem ADSL.

➤ **Cara Penggunaan ADSL**

Adapun cara-cara penggunaan ADSL di Indonesia, pertama-tama terlebih dahulu harus memiliki perangkat ADSL. Setelah memiliki perangkat ADSL, harus diperiksa keberadaan nomor telepon rumah di layanan Telkom *Speedy*, apakah sudah terdaftar atau belum. Selanjutnya yang harus diperhatikan adalah, seberapa jauh jarak antara gardu Telkom dengan rumah. Karena dalam ADSL, jarak sangat berpengaruh pada kecepatan koneksi *internet*. Setelah memastikan bahwa nomor telepon sudah terdaftar dan jarak sudah diperhitungkan, yang harus kita lakukan selanjutnya adalah pemasangan ADSL pada sambungan telepon.

Untuk menyambungkan antara ADSL dengan *line* telepon, kita menggunakan sebuah alat yang disebut sebagai *Splitter* atau pembagi *line*. *Splitter* ini berguna untuk menghilangkan gangguan ketika kita menggunakan *modem* ADSL. Sehingga nantinya kita tetap dapat menggunakan *internet* dan menjawab telepon secara bersamaan.

➤ **Ciri ADSL**

ADSL sendiri memiliki bermacam-macam jenis dengan kecepatan, jenis *router*, USB dan perangkat lain yang ada di dalamnya. Misalnya ada yang dapat dipakai untuk dua komputer dengan menggunakan sambungan USB, tapi ada juga yang dapat digunakan untuk empat komputer dengan koneksi LAN *Ethernet*. Namun ada baiknya dalam memilih *modem* ADSL, kita memilih menggunakan

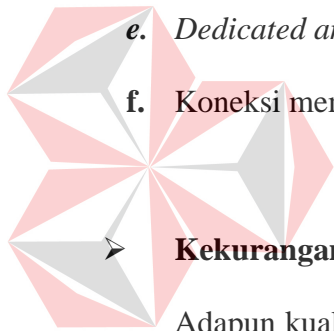
modem yang memiliki tombol on dan off. Hal ini dimaksudkan supaya kita dapat mengatur penggunaan koneksi sebanyak yang kita butuhkan dan menghemat biaya koneksi yang digunakan. Terlebih di Indonesia masih menggunakan penghitungan waktu atau banyaknya *bandwidth* yang digunakan.

Hal penting lain yang dimiliki oleh *modem* ADSL adalah adanya lampu indikator yang berguna mengetahui jalannya proses koneksi yang terjadi. Umumnya lampu yang ada pada *modem* ADSL adalah lampu PPP, *Power*, DSL. Ada juga lampu tambahan bila kita menggunakan koneksi *Ethernet* dan USB. Dari tiga lampu indikator yang ada pada modem, yang terpenting adalah lampu PPP dan DSL. Di mana lampu DSL menunjukkan koneksi sudah terhubung dengan baik pada *line*. Sementara lampu PPP menunjukkan adanya arus data ketika seseorang melakukan *browsing*.

Setelah perangkat lengkap, hal yang penting dalam penggunaan ADSL di Indonesia adalah penggunaan IP *modem* dan *password*. Hal ini digunakan untuk melindungi penggunaan layanan bagi konsumen yang diberikan oleh *provider*. IP yang kita miliki akan menjadi gerbang untuk memasuki jaringan. Jika kita merubah *password* untuk *login*, maka kita perlu memasukkan kembali sesuai perubahan yang dilakukan. Bila seluruh proses ini berhasil dilalui, maka selanjutnya kita sudah dapat berkoneksi *internet* dengan ADSL. Pada Gambar 4.43 dapat dilihat proses CPE mendapatkan *service* ADSL akses dari ISP

➤ **Kelebihan ADSL**

- a. Pembagian frekuensi menjadi dua, yaitu frekuensi tinggi untuk menghantarkan data, sementara frekuensi rendah untuk menghantarkan suara dan *fax*. Pada Gambar 4.44 dapat dilihat frekuensi ADSL.
- b. Bagi pengguna di Indonesia yang memakai program *Speedy*, penggunaan ADSL membuat kegiatan *internet* menjadi jauh lebih murah. Sehingga kita dapat memakai *internet* tanpa khawatir dengan tagihan yang membengkak.
- c. Satu saluran telepon dapat digunakan untuk pembicaraan telepon dan akses *internet* pada saat bersamaan.
- d. Koneksi ke *internet* lebih cepat dibanding menggunakan analog *modem*.
- e. *Dedicated and secure connection.*
- f. Koneksi memiliki sifat *high reliability* (tidak terputus).



➤ **Kekurangan ADSL**

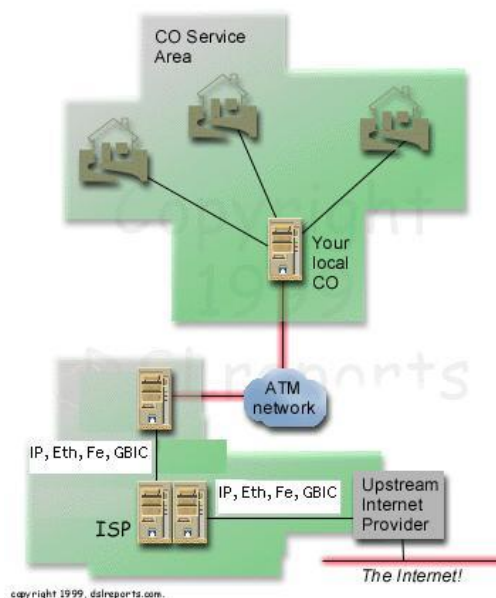
Adapun kualitas dari ADSL saat ini masih memiliki kekurangan, antara lain

adalah :

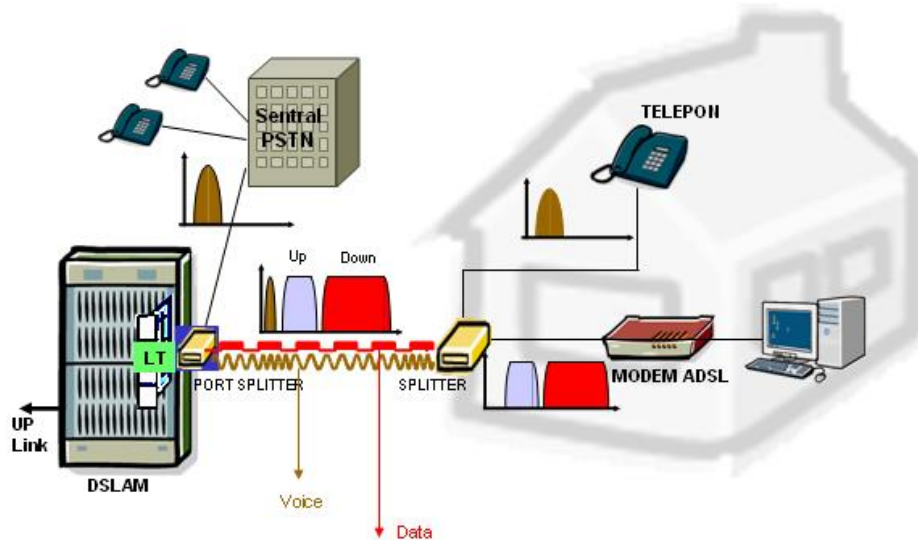
- a. Seperti sangat berpengaruhnya jarak pada kecepatan pengiriman data. Semakin jauh jarak antara *modem* dengan PC, atau saluran telepon kita dengan gardu telepon, maka semakin lambat pula kecepatan mengakses *internet*-nya.
- b. Tidak semua *software* dapat menggunakan *modem* ADSL. Misalnya *Linux* atau program lama seperti *Windows 98*. Cara yang dipakai pun akan lebih rumit dan ada kemungkinan memakan waktu lama. Sehingga pengguna

Linux harus menggantinya dengan *software* yang lebih umum seperti *Windows Xp* atau *Mac*.

- c. Adanya *load coils* yang dipakai untuk memberikan layanan telepon ke daerah-daerah, sementara *load coils* sendiri adalah peralatan induksi yang menggeser frekuensi pembawa ke atas. Sayangnya *load coils* menggeser frekuensi suara ke frekuensi yang biasa digunakan DSL. Sehingga mengakibatkan terjadinya interferensi dan ketidak cocokkan jalur untuk ADSL.
- d. Adanya *Bridged tap*, yaitu bagian kabel yang tidak berada pada jalur yang langsung antara pelanggan dan CO. *Bridged tap* ini dapat menimbulkan noise yang mengganggu kinerja DSL.
- e. Penggunaan *fiber optic* pada saluran telepon digital yang dipakai saat ini. Di mana penggunaan *fiber optic* ini tidak sesuai dengan sistem ADSL yang masih menggunakan saluran analog yaitu kabel tembaga, sehingga akan sulit dalam pengiriman sinyal melalui *fiber optic*.



Gambar 4.43. CPE Mendapatkan *Service* ADSL Akses dari ISP.



Gambar 4.44. Frekuensi ADSL.

➤ **Karakteristik ADSL :**

○ *Transmission Rate :*

Asimetrik *Upstream* ~ 512 kb/s ~ 640 kb/s

Downstream ~ 1,5 Mb/s ~ 6 Mb/s

○ Jumlah *pair* kabel : 1 *pair* kabel.

ADSL itu sendiri sebenarnya adalah suatu *modem* yang biasa kita gunakan untuk akses *internet* dengan “*dial up connection*”, bukan suatu sistem sambungan/jaringan. Teknologi ADSL adalah suatu teknologi *modem*. Jadi kalau kita sedang berbicara tentang ADSL, artinya kita sedang berbicara tentang suatu *modem* yang dalam hal ini adalah *modem* ADSL. Lalu apa bedanya dengan *modem* konvensional (*dial up*) yang memiliki kecepatan penransferan data maksimum 56 Kbps Perbedaan antara *modem* ADSL dengan *modem* konvensional yang paling mudah kita jumpai adalah :

1. Dalam kecepatan pentransferan (*upload/download*) data. Walaupun sama-sama menggunakan saluran telepon umum sebagai jalur komunikasinya, kecepatan pada *modem* ADSL berkisar antara 1.5 Mbps sampai 9 Mbps.
2. Perbedaan kecepatan yang mencolok diantara keduanya (*modem* konvensional dan ADSL) dikarenakan perbedaan penggunaan frekuensi untuk mengirim sinyal/data. Ada dua standar ADSL yg dibedakan menurut sinyal *carrier*-nya. Pertama adalah *Carrierless Amplitude Phase* (CAP) dan kedua adalah *Discrete Multi Tone* (DMT). Pada CAP, suara percakapan dibawa pada frekuensi (sinyal *carrier*) 0 sampai 4 kHz. Kanal *upstream* dibawa pada frekuensi 25 sampai 160 kHz. Kanal *downstream* mulai dari 240 kHz dan seterusnya, maksimum sampai kurang lebih 1.5 MHz. Pemisahan frekuensi dimaksudkan meminimalkan kemungkinan interferensi/pencampuran antar kanal. DMT menggunakan wilayah frekuensi dari 30 kHz sampai 1 MHz sebagai *carrier* sinyal. Frekuensi *carrier* tadi dibagi-bagi lagi menjadi *sub carrier* 4 kHz untuk kemudian dimodulasikan. Keuntungan sistem modulasi DMT ini adalah memiliki karakteristik saluran yang sangat baik dalam penyaluran data/sinyal/informasi, baik dari segi *loss* (hilangnya data) maupun *noise*. Hal ini disebabkan karena adanya pembagian pada frekuensi *carrier* menjadi *sub carrier* tadi.

➤ **Konfigurasi ADSL :**

Untuk membangun suatu jaringan *broadband* ADSL minimal diperlukan peralatan-peralatan berikut pada pos-pos telepon di tiap wilayah : *Splitter, Router,*

DSLAM. Sedangkan peralatan minimal yang diperlukan *user* adalah *splitter* dan *modem* ADSL saja. *Splitter* di sini berfungsi sebagai *filter* (untuk membedakan) antara sinyal suara (frekuensi rendah di bawah 4kHz) dan sinyal data (frekuensi tinggi di atas 30kHz). *Splitter* yang ada di *user* juga sama fungsinya. Bila sinyal suara yang masuk, maka ia akan dialirkan ke telepon oleh *splitter*. Bila sinyal yang masuk adalah sinyal data, maka ia akan dialirkan ke *modem* ADSL.

➤ **Bentuk fisiknya :**

DSLAM ini adalah kumpulan *modem-modem* ADSL dari tiap-tiap ISP. DSLAM merupakan konfigurasi perangkat x-DSL yang secara fisik *modem* sentralnya berupa *card module* yang berisi banyak *modem* sentral. DSLAM sebagai *modem* sentral dapat berisi berbagai jenis teknologi x-DSL (ADSL, SDSL, HDSL, G.Lite, dll). Jadi, di sisi pelanggan harus ada penerima DSL (*modem* ADSL atau *router* ADSL). Di sisi Telkom terdapat ADSL *multiplexer* (disebut DSLAM, *Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) untuk menerima sambungan dari pelanggan. DSLAM mengumpulkan koneksi dari pelanggan-pelanggan dan meneruskannya melalui sebuah jalur kecepatan tinggi ke ISP. ADSL memberikan jalur tersendiri dari pelanggan hingga ke DSLAM yang berarti pelanggan tidak akan merasakan turunnya unjuk kerja apabila terjadi penambahan pelanggan. Ada beberapa perlengkapan yang dibutuhkan untuk menyediakan layanan-layanan DSL. Komponen-komponen yang digunakan beserta fungsinya adalah sebagai berikut :

a. Transport System

Komponen ini menyediakan *interface* transmisi *backbone* untuk *system* DSLAM. *Device* ini menyediakan *interface*, seperti T1/E1, T3/E3, OC-1, OC-3, STS-1, dan STS-3.

b. Local Access Network

Local Access Network menggunakan *local carrier inter-CO network* sebagai fondasi. *Switch* ATM, *Frame Relay*, dan/atau *router* dapat digunakan untuk mengakses jaringan. Saat ini, ATM adalah sistem yang paling efisien.

c. Multiservice Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM)

DSLAM yang berada dalam lingkungan CO (*central office*) digunakan sebagai dasar untuk solusi DSL. DSLAM berfungsi untuk mengkonsentrasikan trafik data dari berbagai *loop* DSL yang kemudian akan dikirimkan ke *backbone network* untuk dihubungkan lagi ke jaringan lainnya, selain itu dapat berfungsi menggabungkan dan memisahkan sinyal data dengan saluran telepon yang dipakai untuk mentransmisikan data, peralatan ini terletak di ujung sentral telepon terdekat. Berfungsi juga sebagai *multiplexer*. Perangkat ini merupakan sebuah syarat dalam pengimplementasian jaringan DSL. DSLAM dapat mengirimkan layanan untuk aplikasi berbasis paket, *cell*, dan *circuit*, seperti DSL ke 10Base-T, 100Base-T, T1/E1, T3/E3, atau ATM. Pada perangkat DSLAM biasanya sudah terpasang *splitter* yang berfungsi memisahkan sinyal suara dan sinyal data, dimana sinyal suara akan menuju perangkat sentral telepon dan sinyal data akan diarahkan menuju BRAS melalui media transmisi yang bisa berbentuk E1, STM-1 (*Fiber Optic*). Selanjutnya dari BRAS akan diarahkan ke masing-masing ISP yang sudah bekerja sama. DSLAM ditempatkan di sentral telepon dan menerima semua

line dari *modem* ADSL di terminal pelanggan. DSLAM mengumpulkan koneksi dari pelanggan dan meneruskan melalui jalur kecepatan tinggi ke *Internet Service Provider* (ISP). Akses dari *end-user* melalui DSLAM akan tersentralisasi melalui BRAS. DSLAM dapat mengakomodir banyak pelanggan yang dihubungkan dengan satu jaringan *backbone* kecepatan tinggi, baik *ATM switch* maupun *IP base*. DSLAM menyediakan layanan transmisi data kecepatan tinggi dengan memanfaatkan kabel tembaga yang sudah ada. Pada saat sentral telepon menerima sinyal DSL, maka *modem* ADSL akan mendeteksi suara dan data. Suara akan dikirim ke PSTN, sedangkan data akan dikirimkan ke DSLAM, yang akan melewati ATM atau IP menuju *internet*. Prinsip kerja DSLAM pada prinsipnya sama dengan ADSL. DSLAM memisahkan frekuensi sinyal suara dari trafik data kecepatan tinggi, serta mengontrol dan membuat rute trafik *digital subscriber line* (xDSL) antara perangkat *end-user*, seperti: *router*, *modem*, dan *network interface card*, dengan jaringan penyedia layanan. DSLAM menyalurkan data digital memasuki jaringan suara (POTS). DSLAM mengalihkan kanal suara (biasanya dengan menggunakan *splitter*) sehingga sinyal tersebut dapat dikirimkan melalui PSTN, dan kanal data yang sudah ada kemudian ditransmisikan melalui DSLAM yang sebenarnya adalah kumpulan *modem* DSL. Setelah menghilangkan sinyal suara analog, DSLAM mengumpulkan sinyal-sinyal yang berasal dari *end-user* dan menyatukan menjadi sinyal tunggal dan *bandwidth* lebar, melalui proses *multiplexing*. Sinyal yang sudah disatukan ini disalurkan dengan kecepatan Mbps ke dalam kanal oleh peralatan *switching backbone* melalui jaringan akses (AN) yang biasa disebut *network service provider* (NSP). Sinyal yang dikirimkan melalui *internet* atau jaringan lain muncul kembali pada sentral telepon yang

dituju, dimana DSLAM yang lain menunggu. DSLAM bersifat *flexible* dan dapat mendukung berbagai macam DSL yang terdapat dalam sebuah sentral telepon, yang juga menyediakan *routing* maupun penomoran IP secara dinamik untuk pelanggan (*end user*). Jika tidak tersedia tempat di dalam MDF atau ternyata jarak antara sentral dengan pelanggan terlalu jauh maka solusinya dengan menggunakan mini DSLAM. Mini DSLAM ini dapat diletakkan pada RK yang terdapat di antara STO dengan pelanggan. DSLAM terdiri dari :

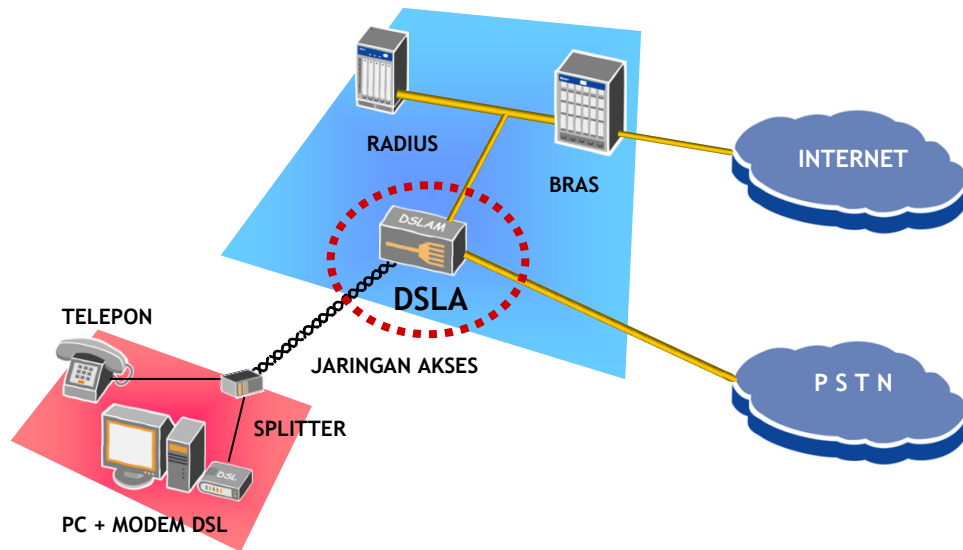
a. *Splitter - Low Pass Filter* untuk melewatkan *band* suara dan *high pass filter* untuk melewatkan *band* ADSL.

b. Modul-modul pelanggan dapat berupa modul ADSL, SDSL, VDSL, dan lain-lain. Untuk layanan *speedy* dipergunakan modul ADSL. Modul ADSL di sisi DSLAM disebut ATU-C, sedangkan ADSL di sisi pelanggan disebut ATUR. ADSL *Transceiver Unit - Central Office* (ATU-C), melakukan *multiplexing* dasar, *demultiplexing*, *receiving*, fungsi kontrol sistem dan menyediakan *interface* untuk *loop*, jaringan transport serta sistem operasi dan *switching*.

ADSL *Transceiver Unit - Remote* (ATU-R), menyediakan *interface* untuk distribusi lokal yang digunakan untuk layanan *broadband* melalui *service module*.

Proses Konfigurasi DSLAM

Proses konfigurasi DSLAM mempunyai beberapa tahap. Sedangkan proses konfigurasi DSLAM secara global dapat dilihat pada Gambar 4.45.



Gambar 4.45. Konfigurasi DSLAM (global).

Tahap I :

- DSLAM terkoneksi ke BRAS via E1
- Cocok untuk mendeliver layanan *internet* (*browsing, chatting, email*)
- Kurang cocok untuk layanan haus BW (Vid *stream*, VOD, Vid *conf*)
- Tidak *scalable*

Tahap II :

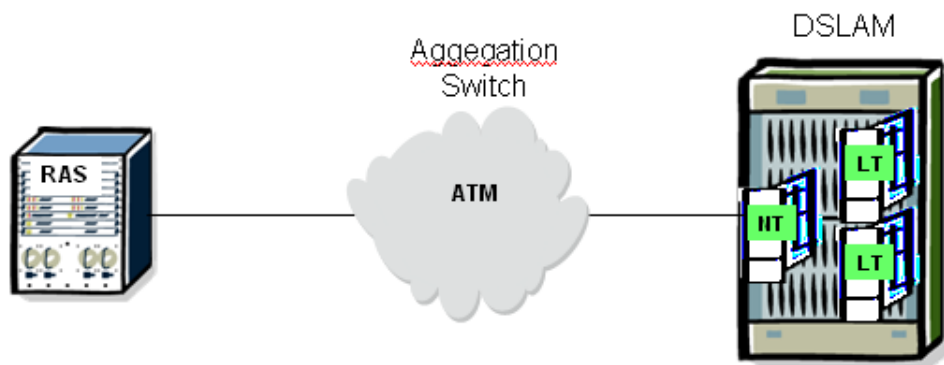
- DSLAM terkoneksi di *layer* IP via FE
- Cocok untuk mendeliver layanan *internet* (*browsing, chatting, email*)
- Dapat dikembangkan untuk layanan haus BW (Vid *stream*, VOD, Vid *conf*)
- Kurang *scalable* untuk penempatan konten *local*

Tahap III :

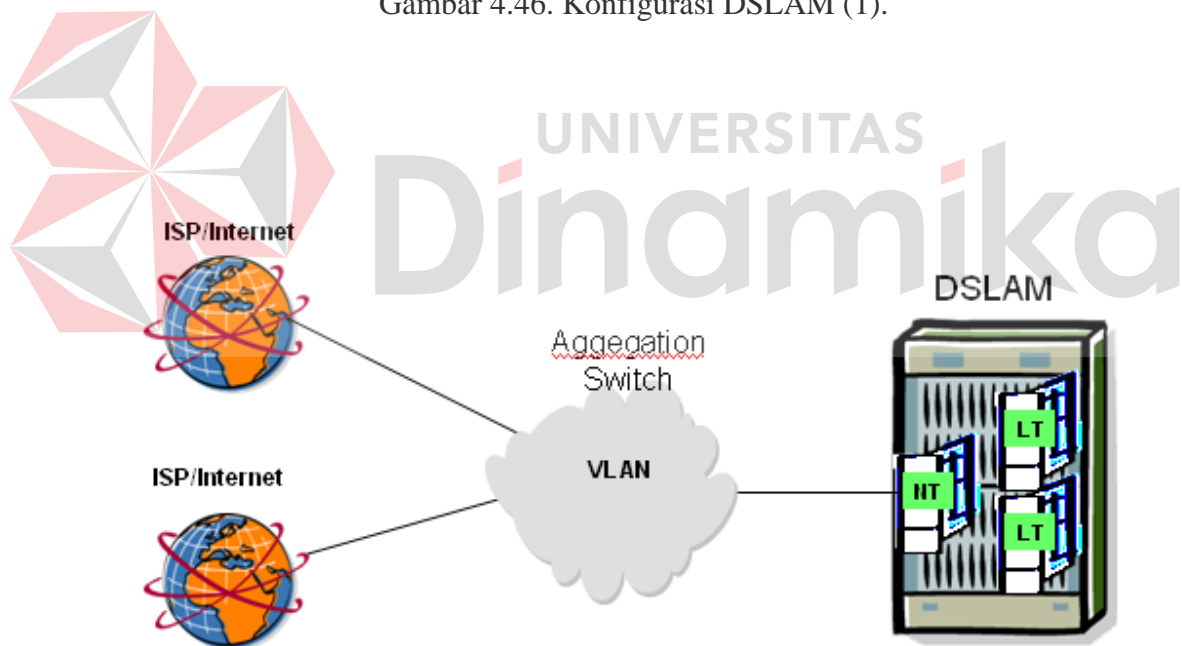
- DSLAM dalam 1 awan IP (*metro access*)
- Cocok untuk mendeliver layanan *internet* (*browsing, chatting, email*)

- Cocok untuk layanan haus BW (*Vid stream*, VOD, Vid conf)
- *Scalable* untuk penempatan konten *local*

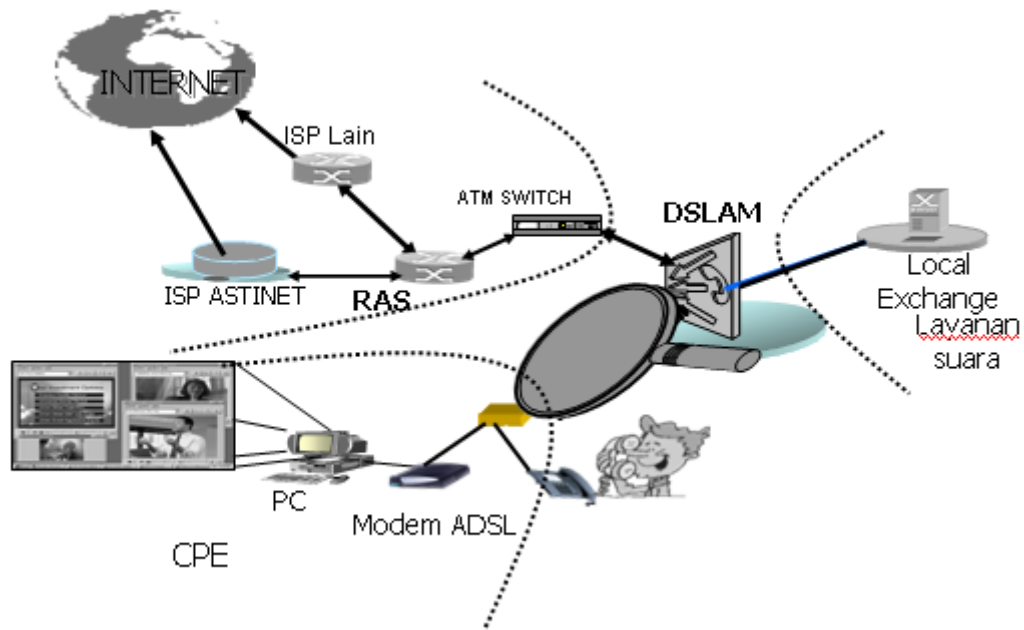
Untuk lebih jelasnya lagi dapat dilihat pada Gambar 4.46, Gambar 4.47, dan Gambar 4.48.



Gambar 4.46. Konfigurasi DSLAM (1).



Gambar 4.47. Konfigurasi DSLAM (2).



Gambar 4.48. Konfigurasi DSLAM (3).

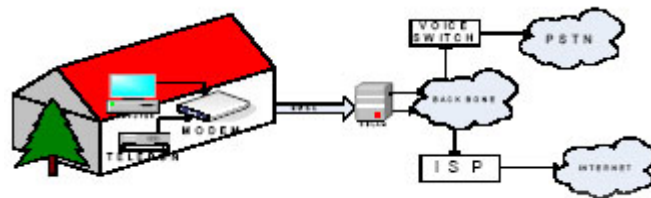
Remote DSLAM

Pada dasarnya prinsip kerja *Remote DSLAM* sama dengan DSLAM biasanya, yang membedakannya yaitu *Remote DSLAM* ditujukan bagi pelanggan yang berada pada jaringan *fiber* dan bagi pelanggan yang letaknya jauh dari sentral, kapasitas yang lebih kecil untuk satu jenis xDSL saja, serta penempatannya tidak diletakkan dekat sentral, melainkan penempatannya dekat dengan *Remote Terminal*. Hal tersebut bertujuan untuk merendahkan jarak antara sentral DSLAM dengan *modem* pelanggan agar didapatkan kecepatan akses *internet* yang lebih besar.

DSLAM adalah konfigurasi perangkat xDSL yang secara fisik *modem* sentralnya berupa *card module* yang berisi banyak *modem* sentral yang dapat mengakomodir banyak pelanggan DSL untuk kemudian dihubungkan dengan satu jaringan *backbone* dengan kecepatan yang tinggi DSLAM menyediakan layanan

transmisi data kecepatan tinggi dengan memanfaatkan kabel eksisting yang sudah ada. Pada saat sentral telepon menerima *signal* DSL, maka *modem* ADSL akan mendeteksi suara dan data. Suara akan dikirim ke PSTN, sedangkan data akan dikirimkan ke DSLAM, dimana ini melewati IP menuju *internet*, lalu kembali ke DSLAM dan ADSL sebelum ke pengguna.

Gambaran sederhana dari konfigurasi DSLAM ditunjukkan pada Gambar 4.49 :



Gambar 4.49. Ilustrasi Sederhana dari konfigurasi DSLAM.

Cara kerja DSLAM pada prinsipnya sama dengan DSL. DSLAM memisahkan frekuensi sinyal suara dari trafik data kecepatan tinggi, serta mengontrol dan membuat rute trafik *Digital Subscriber Line* (xDSL) antara perangkat *end-user*, seperti: *router*, *modem*, *network interface card* dengan jaringan penyedia layanan. DSLAM menyalurkan data digital memasuki jaringan suara *Plain Ordinary Telephone Service* (POTS) ketika mencapai di CO. DSLAM mengalihkan kanal suara (biasanya dengan menggunakan *splitter* POTS) sehingga sinyal tersebut dapat dikirim melalui PSTN, dan kanal data yang sudah ada kemudian ditransmisikan melalui DSLAM yang sebenarnya adalah kumpulan *modem* DSL. Setelah menghilangkan sinyal suara analog, DSLAM mengumpulkan sinyal-sinyal yang berasal dari *end user* dan menyatukan menjadi sinyal tunggal dengan *bandwidth* lebar, melalui proses *multiplexing*. Sinyal yang sudah disatukan ini

disalurkan dengan kecepatan Mbps ke dalam kanal oleh peralatan *switching backbone* melalui jaringan akses (*Access Network*) yang biasa disebut *network service provider* (NSP). Sinyal yang dikirimkan melalui *internet* atau jaringan lain muncul kembali pada CO yang dituju, dimana DSLAM yang lain menunggu.

d. DSL Transceiver Unit (ATU-R)

Unit ini digunakan pada sisi pemakai. Koneksi ATU-R biasanya 10base-T, V.35, ATM-25, atau T1/E1. Alat *multiport* lain yang mendukung suara, data, dan video juga memungkinkan. ATU-R tersedia dalam berbagai konfigurasi. Selain sebagai *modem DSL*,² ATU-R dapat juga digunakan untuk *bridging*, *routing*, TDM *multiplexing*, dan ATM *multiplexing*.

e. POTS splitter

Device ini ada pada CO dan pemakai yang memungkinkan *loop* digunakan untuk transmisi data kecepatan tinggi dan digunakan juga untuk komunikasi telepon. POTS *splitter* biasanya mempunyai 2 konfigurasi, yaitu *splitter* tunggal untuk pengguna rumah dan *mass splitter* untuk CO.

4.4 Broadband Remote Access Server (BRAS)

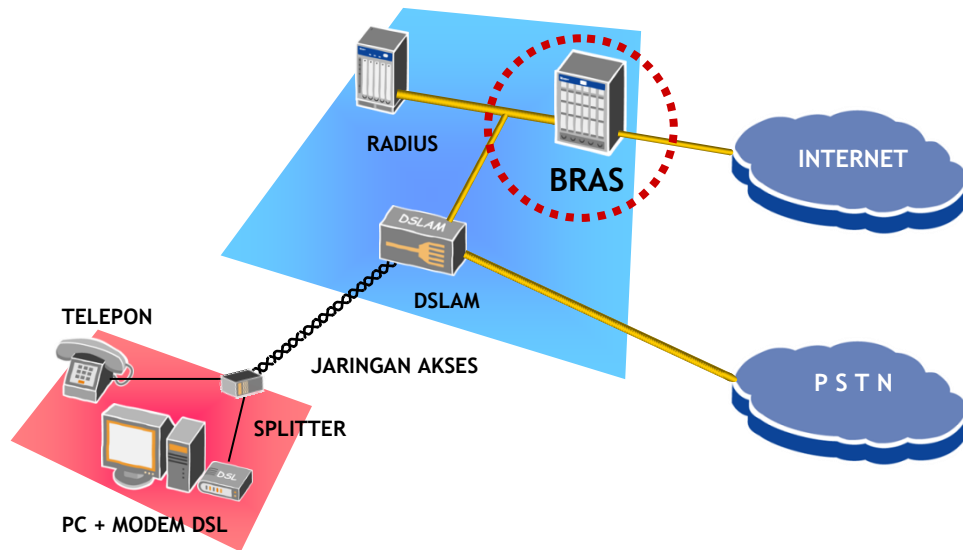
Akses dari *end-user* melalui DSLAM akan tersentralisasi melalui *Broadband RAS*. BRAS adalah perangkat *layer 3* OSI dengan kemampuan AAA, *routing*, *filtering*, *management bandwidth*. Radius (AAA) adalah standar fungsi *Authentication*, *Authorization*, *Accounting* terhadap *end-user* yang *login* ke *network ADSL*. *Routing* adalah kemampuan memberikan jalan/*route* kepada

(paket data) *end-user* yang menuju *internet*. *Filtering* adalah kemampuan melakukan *filter/monitoring* terhadap paket data yang melaluinya (BRAS). *Management Bandwidth* adalah kemampuan melakukan *shaping, priority, modification* terhadap paket data yang melaluinya (BRAS). Sesudah di Autentikasi oleh BRAS dengan standar RADIUS (*Remote Authentication Dial In User Service*), *end-user* akan *login* (mendapatkan *authorisasi*) ke jaringan *internet*. Saat memasuki/*login* ke jaringan *internet*, setiap *end-user* akan mendapatkan IP Address sebagai sebuah *unique-id* di *internet*. Pada Gambar 4.50 dapat dilihat konfigurasi ADSL – BRAS.

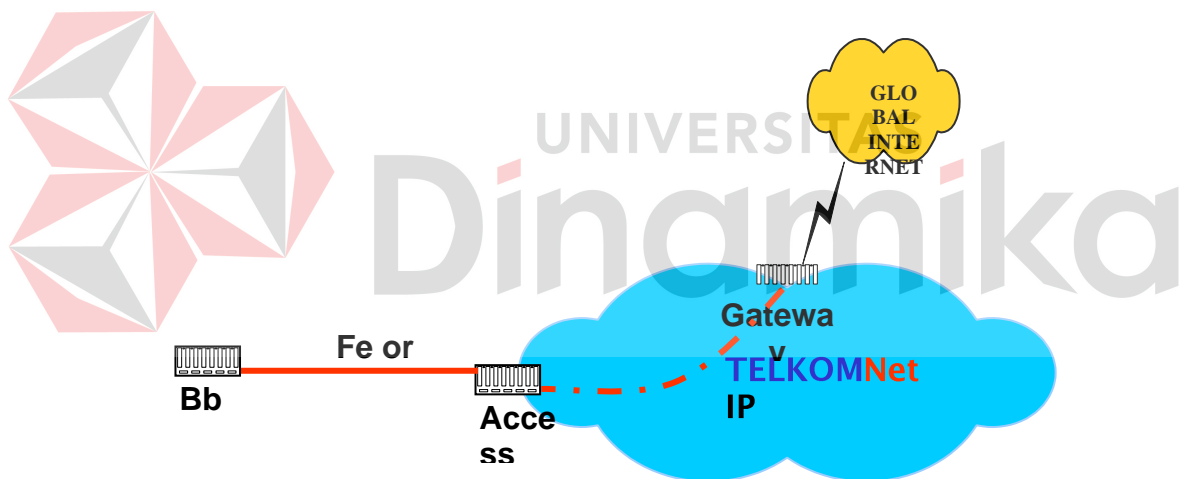
IP address diberikan dengan 2 cara. *Dynamic*, artinya selalu berubah setiap kali melakukan *new-login* ke jaringan ADSL. *Static*, artinya *fix/tetap*, dimana *end-user* mendapatkan IP yang sama setiap kali *login*.

Untuk penghematan *resource* IP, dapat diberikan tipe IP Address *private* (selain dari yang *public*) dgn mekanisme NAT/PAT disisi BRAS. Pada Gambar 4.51 dapat dilihat mekanisme NAT/PAT disisi BRAS. BRAS, berfungsi sbg *router* di sentral yang dilengkapi dengan kemampuan sbb :

- Melakukan agregasi *output DSLAM*
- Memberikan sesi-sesi PPP atau IP/ATM dari user.
- Menjalankan kebijakan *quality of service (QoS)*
- Meneruskan trafik ke *backbone Internet*



Gambar 4.50. Konfigurasi ADSL - BRAS.



Gambar 4.51. Mekanisme NAT/PAT disisi BRAS.

4.5 Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)

Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS) merupakan sistem penyelenggara protokol AAA, yaitu standar fungsi *Authentication*, *Authorization*, *Accounting* terhadap *end-user* yang login ke network ADSL :

- **Authentication:** Saat melakukan akses ke DSLAM, user harus memasukkan *username* dan *password*. Informasi ini akan diperiksa di *database* dalam *server* RADIUS. Jika informasi *valid*, *server* akan melanjutkan ke sesi berikutnya (*Authorization*). Jika tidak *valid*, maka akses akan ditolak.
- **Authorization:** Jika informasi *valid*, *server* akan memberikan akses ke *Internet* sesuai batasan kewenangan *profile user* yg bersangkutan, serta memberikan parameter yang diperlukan, termasuk alamat IP bagi *user*.
- **Accounting:** RADIUS akan mencatat kapan *user* memulai dan mengakhiri akses *Internet*-nya serta berapa *volume* data yang digunakan oleh *user* tiap *session* (fungsi *billing*).

4.6 **Internet Service Provider (ISP)**

Penyelenggara jasa *internet* (disingkat PJI) atau dalam bahasa Inggris:

Internet Service Provider (ISP) adalah perusahaan atau badan yang menyelenggarakan jasa sambungan *internet* dan jasa lainnya yang berhubungan. ISP ini mempunyai jaringan baik secara domestik maupun internasional sehingga pelanggan atau pengguna dari sambungan yang disediakan oleh ISP dapat terhubung ke jaringan *internet* global. Jaringan di sini berupa media transmisi yang dapat mengalirkan data yang dapat berupa kabel (*modem*, sewa kabel, dan jalur lebar), radio, maupun VSAT.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab lima adalah bagian terakhir dari laporan kerja praktek yang membahas tentang kesimpulan dari keseluruhan hasil kerja praktek serta saran disesuaikan dengan hasil dan pembahasan pada bab-bab yang sebelumnya.

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Pada zaman modern seperti sekarang ini, kebutuhan telekomunikasi bukan lagi hanya menyangkut kebutuhan *voice* tetapi telah beralih ke kebutuhan komunikasi data yang serba praktis, cepat, dan murah. ADSL dapat *support* pengiriman data dari 1,5 sampai 9 Mbps saat menerima data atau lebih dikenal dengan *downstream rate* dan dari 16 sampai 640 Kbps saat mengirim data atau lebih dikenal dengan *upstream rate*.
2. Tidak semua jaringan telepon dapat menggunakan layanan *speedy* karena *speedy* berbasis tembaga murni.
3. *Line* telepon yang dihubungkan ke *modem* ADSL melalui *splitter* tidak boleh *line* telepon yang sudah diparalel. Jika pelanggan ingin paralel telepon atau menggunakan PABX, *line* yang digunakan adalah *line* telepon keluaran *splitter*.
4. ADSL memberikan kemampuan *Internet* dan *Voice/Fax* secara simultan. Ini berarti anda dapat *Surfing internet* dan menggunakan Telepon atau *Fax* pada

saat bersamaan. Ini akan memberikan kepuasan bagi Anda untuk menikmati *High-Speed Internet Access* tanpa kehilangan kontak telepon dengan relasi Anda. Kecepatan koneksi lebih stabil karena masing-masing pemakai ADSL mempunyai jalur tersendiri hingga ke peralatan *multiplexer* berbagai aplikasi *multimedia* masa depan, akan dapat dinikmati dengan kualitas serta kenyamanan yang optimal. Anda bisa mulai menjelajahi dunia *internet* masa depan, *internet 3D* - yang padat dengan animasi-video-musik.

5. Dapat menggunakan saluran telepon yang ada sehingga pelanggan dapat mengakses *internet* tanpa mengganggu *line* telepon.
6. Di sisi Telkom, kecepatan tidak terpengaruh oleh penambahan jumlah pelanggan yang akses bersamaan.



5.2 SARAN

Beberapa hal berikut penulis harapkan dapat menjadi masukan bagi PT.

TELKOM untuk kemajuannya di masa yang akan datang, antara lain :

1. Mengingat banyaknya manfaat yang didapat dengan pengimplementasian fiber optik, maka penulis menyarankan agar PT. TELKOM sebaiknya menggunakan media serat optik pada semua jaringannya tidak hanya dari MDF ke RK, tapi juga hingga ke DP.
2. Gunakan *Firewall* dan Anti Virus pada komputer yang digunakan untuk mengakses *Internet SPEEDY*.
3. Melakukan pengembangan teknologi dari teknologi yang sudah ada sekarang. Baik peluncuran produk baru dan peningkatan fitur teknologi yang sudah ada.

DAFTAR PUSTAKA

Anoname. Pelayanan Speedy. 2006. <http://www.speedytelkom.com>

Arif Rahman, Ahmad; Endro Mulyatno dan Syamsuryana. 2000. X-DSL (X-Digital Subscriber Line) : Dari Modem Analog Ke Modem Digital. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.

Ginting, Roby Kristian. Descrete Wavelet Multi Tone (DWMT). Gematel no : 03/XXVIII. Bandung.

Goldman, James. E. Applied Data Communications (A Business – Oriented Approach). Wiley. 2004

Lechleider, Joseph. 1997. The DSL Source Book-Plain Answer About Digital Subscriber Line Opportunities. Paradyne. USA.

Tharom, Tabratas, Marta Dinata dan Xerandy. 2002. Mengenal Teknologi Informasi. Penerbit Elex Media Komputindo. Jakarta.