

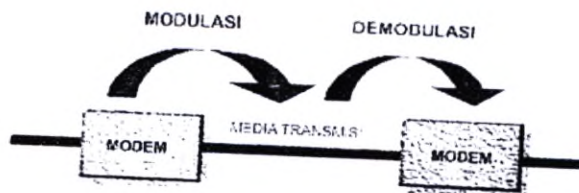
BAB II

TEKNOLOGI ADSL

2.1 Teknologi Modem

Modem merupakan singkatan dari *modulator demodulator*, dikenal perangkat yang berfungsi untuk memodulasi informasi tersebut. Pada proses pengiriman informasi antara dua lokasi, pengirim dan yang dituju pada dasarnya memerlukan perangkat pengirim (*transmitter*), perangkat penerima (*receiver*) dan media transmisi sebagai jalan untuk informasi yang akan dikirim oleh *transmitter* untuk kemudian diterima *receiver* (seperti pada gambar 2.1)[3].

Perangkat pengirim harus mempunyai kemampuan untuk menerjemahkan informasi dari suatu bentuk 'antarmuka' baik berupa kata yang ditulis, suara yang diolah maupun objek gambar diam dan yang bergerak, ataupun gabungan dari beberapa objek informasi menjadi suatu bentuk sinyal tertentu yang siap dikirim. Dalam istilah komunikasi proses ini diistilahkan dengan proses modulasi. Setelah diterima oleh perangkat penerima sinyal hasil modulasi tersebut dikembalikan lagi ke bentuk informasi yang semula untuk kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa manusia kembali. Proses ini dikenal dengan istilah demodulasi.



Gambar 2.1 Aliran Data Modem

Pada gambar 2.1 itu merupakan aliran data melalui proses modulasi digital dari perangkat modem. Proses modulasi dalam konteks modem diartikan sebagai proses pengubahan sinyal data digital menjadi sinyal analog untuk dapat dikirimkan melalui media transmisi (jaringan telepon). Pada proses pengiriman, sinyal data digital diubah menjadi bentuk sinyal analog. Sebelum proses modulasi dilakukan, format sinyal diacak menjadi suatu urutan tertentu sebagai alasan keamanan selama sinyal dikirim. Selanjutnya sinyal dimodulasi berdasarkan teknik modulasi yang ada. Sebelum sinyal hasil modulasi dikirim, dilakukan proses penyaringan terhadap sinyal-sinyal gangguan yang timbul.

Sedangkan proses demodulasi adalah kebalikan dari proses modulasi yaitu mengubah sinyal analog menjadi digital untuk dapat diteruskan ke perangkat digital. Apabila diperhatikan definisi tersebut, maka dapat diartikan bahwa perangkat modem adalah sepasang perangkat transmisi untuk mengirimkan informasi dengan modulasi dan mendemodulasi kembali informasi tersebut.

Pada proses penerimaan, sinyal yang diterima modem disaring terlebih dahulu agar sinyal yang akan diproses hanya sinyal informasi. Sinyal gangguan dari luar sistem selama proses pengiriman akan disaring oleh filter. Selanjutnya sinyal diperkuat oleh amplifier karena selama perjalanan pengiriman, sinyal mengalami penurunan kualitas. Proses selanjutnya adalah kebalikan dari proses pengiriman dimana sinyal di demodulasi sesuai teknik modulasi yang dipergunakan. Urutan sinyal yang telah diacak dikembalikan ke bentuk semula oleh descrambler dan selanjutnya di decode menjadi sinyal digital kembali[3].

Seiring dengan perjalanan waktu maka perkembangan teknologi modem terus mengalami peningkatan dari yang menggunakan teknik modulasi paling sederhana hingga pada teknik modulasi yang canggih. Perjalanan sejarah modem diawali dengan munculnya modem 300 bps. Sejalan dengan perkembangan teknologi maka kecepatan modem terus dapat ditingkatkan hingga 56,4 Kbps.

2.2 Transmisi Digital Pada Jaringan Akses

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin matang maka layanan komunikasi pita lebar menjadi suatu trend dalam dunia telekomunikasi. Popularitas internet sebagai suatu layanan mendorong tumbuhnya layanan data pita lebar. Kecenderungan ini ditanggapi secara positif oleh produsen teknologi telekomunikasi dengan menciptakan berbagai produk inovasi yang dapat menjadi salah satu alternatif dalam pembangunan jaringan *broadband*. Bahkan terkesan teknologi yang dibuat melangkah lebih maju dan mencoba merubah paradigma tentang jaringan telekomunikasi yang ada saat ini.

Sebagai contoh telah ditemukan teknologi yang memanfaatkan jaringan akses tembaga untuk mentransmisikan data berkecepatan tinggi. Teknologi ini juga mampu menyediakan pengiriman data yang lebih cepat daripada modem konvensional. Kecepatan data antara 160 Kbps sampai dengan 60 Mbps dapat dimungkinkan dengan teknologi baru yang disebut dengan *x-DSL (x-Digital Subscriber Line)*. Beberapa jenis teknologi x-DSL telah dikembangkan untuk aplikasi tertentu. Teknologi x-DSL mempunyai banyak jenis diantaranya DSL, HDSL, ADSL, RADSL dan VDSL.

Sebutan untuk seluruh istilah x-DSL berasal dari *Bellcore* sebuah lembaga riset telekomunikasi di Amerika. Turunan dari teknologi x-DSL sangat beragam, namun demikian semua teknologi tersebut berbasis pada pemanfaatan jaringan kabel tembaga sebagai media transmisinya. Teknologi-teknologi turunan tersebut dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa golongan dengan berdasarkan mode transmisinya. Yaitu ada yang transmisinya berbentuk simetris dan ada pula yang transmisinya berbentuk asimetris. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut [5]:

Tabel 2.1 Teknologi x-DSL berdasarkan mode transmisi

Tekhnologi x-DSL	
Transmisi Simetris	Transmisi Asimetris
1. DSL	1. ADSL
2. HDSL	2. VADSL
3. VDSL	3. RADSL
4. RADSL	

Maksud dari simetris disini adalah besar kecepatan arah kirim (*upstream*) dan arah terima (*downstream*) sama besar. Sedangkan yang dimaksud dengan asimetris adalah *upstream* dan *downstream*nya berbeda. *Upstream* adalah kecepatan data dari router x-DSL ke ISP dan *downstream* adalah kecepatan data dari ISP ke router ADSL. Berdasarkan kecepatan transmisi *downstream* maka teknologi x-DSL dapat dilihat pada tabel 2.2:

Tabel 2.2 Teknologi x-DSL dan Kecepatan Downstream

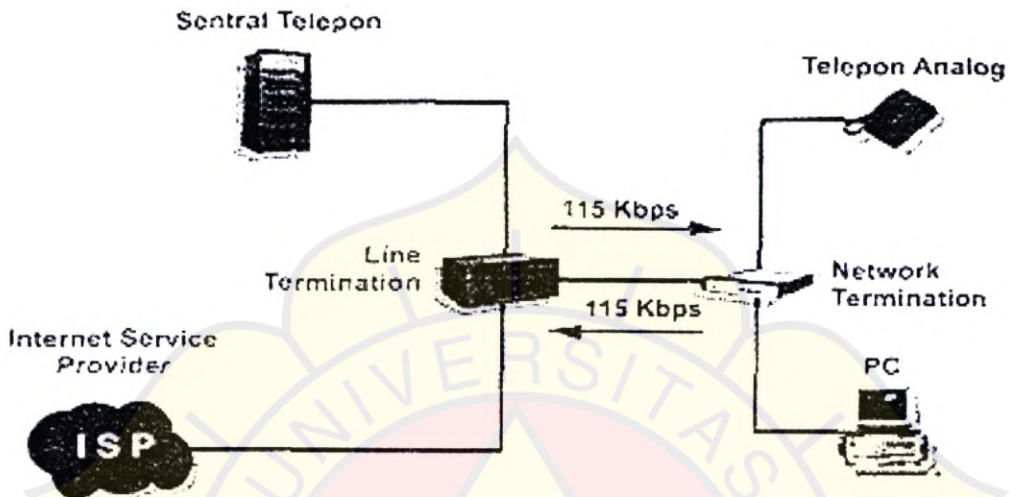
Kecepatan Downstream	Tekhnologi x-DSL
160 Kbps	DSL
1,5 atau 2 Mbps	HDSL, DSL, RADSL, ADSL
4 Mbps	ADSL, RADSL
6 Mbps	ADSL, RADSL
8 Mbps	ADSL, RADSL
55 Mbps	VDSL

Perbedaan paling mendasar dari teknologi modem analog dengan x-DSL adalah mekanisme pembentukan hubungan. Pada modem analog sebelum hubungan terbentuk diperlukan proses *dial up* yaitu proses pemanggilan pada nomor tujuan seperti yang dilakukan untuk pemanggilan layanan telepon. Sedangkan pada teknologi x-DSL tidak memerlukan proses memanggil nomor tertentu. Setelah itu perbedaan kecepatan dimana pada transmisi melalui modem analog lebih rendah daripada modem yang memakai teknologi x-DSL[5].

2.2.1 DSL (Digital Subscriber Line)

DSL adalah teknologi x-DSL yang memanfaatkan jaringan kabel tembaga dapat mengirim paket data hingga 160 Kbps. Modem pada DSL juga dirancang untuk digunakan pada akses jaringan data atau internet. Pengirim data melalui teknologi DSL menggunakan transmisi simetris yaitu dimana *upstream*

dan *downstreamnya* sama. Gambar 2.2 berikut ini merupakan konfigurasi DSL. Di dalam gambar tersebut terlihat bahwa besar kecepatan yang keluar (*upstream*) dari pelanggan dan besar kecepatan yang diterima sama yaitu sebesar 115 Kbps[5].



Gambar 2.2 Konfigurasi DSL untuk aplikasi internet

2.2.2 HDSL (High bit rate Digital Subscriber Line)

Perkembangan DSL terus berjalan dan menemukan bentuk teknologi baru yang dikenal sebagai HDSL yaitu teknologi modem yang menggunakan pair kabel tembaga untuk mengirim sinyal digital hingga 1,5 Mbps atau 2 Mbps. Implementasi HDSL semula dimaksudkan untuk mengantisipasi keterbatasan jarak jangkauan jaringan penghubung antara sentral telepon atau gerbang telekomunikasi data yang membutuhkan saluran kapasitas 2 Mbps maupun kelipatannya[5].

Berbagai layanan yang dapat dikirimkan dengan menggunakan modem HDSL ini adalah:

- a. Telephone atau faksimile
- b. *Teleconference (video-conference/audio-conference)*
- c. Komunikasi data yang membutuhkan kecepatan sampai dengan 2 Mbps

2.2.3 RADSL (Rate Adaptive Digital Subscriber Line)

Kreatifitas penyedia layanan akan melahirkan berbagai macam layanan yang inovatif dan menarik. Hal ini tentu saja harus didukung oleh jaringan akses yang memadai dalam artian kehandalan serta kemampuan mentransmisikan layanan tersebut hingga ke pelanggan. Namun fakta lain menyatakan bahwa kondisi ataupun performansi jaringan kabel tembaga selalu tidak sama, redaman kabel tembaga berbeda-beda. Apalagi kalau dikaitkan dengan layanan *multimedia* yang memerlukan *band* frekuensi yang lebar tentu diperlukan suatu perangkat x-DSL yang mampu mengakomodasikan keterbatasan-keterbatasan di atas[5].

Dengan melihat kondisi seperti yang telah disebutkan di atas maka diciptakan teknologi RADSL. Konfigurasi RADSL sama dengan konfigurasi ADSL. Perbedaan yang mendasar dari RADSL dan ADSL adalah :

1. Pilihan kecepatan transmisi pada RADSL lebih variatif artinya kecepatan *downstream*nya bisa diatur pada kecepatan tertentu.
2. RADSL tidak selalu menggunakan mode transmisi asimetris, namun bisa diatur menjadi simetris sehingga kecepatan *downstream* dan *upstream*nya sama. Akan tetapi pada saat diatur mode transmisinya

simetris maka kecepatan transmisi maksimal yang bisa dicapai lebih rendah daripada pada saat diatur pada mode transmisi asimetris.

2.2.4 VDSL (Very high rate Digital Subscriber Line)

Pada awal kemunculannya teknologi VDSL disebut dengan VADSL (Very high-rate ADSL), karena VDSL dianggap juga sebagai modem asimetrik seperti halnya ADSL, namun dengan kecepatan yang lebih tinggi. Pada kesempatan lain VDSL sering diistilahkan dengan BDSL (Broadband DSL) karena dapat mendukung layanan-layanan komunikasi broadband. Dengan kecepatan *downstream* sampai dengan 52 Mbps, teknologi modem VDSL sebagai suatu langkah maju teknologi x-DSL setelah pengembangan teknologi ADSL. VDSL datang dengan dua versi sebagai modem simetrik dan sebagai modem asimetrik[5].

Ide lahirnya VDSL adalah bagaimana memberikan layanan kecepatan data yang lebih besar dari 8 Mbps atau layanan lebih dari ADSL melalui jaringan kabel tembaga yang sama. Harapan aplikasi yang akan dapat diberikan VDSL seperti:

- Dapat mengirim layanan berbagai macam saluran TV ke konsumen, yang selama ini dikirim melalui media satelit ataupun jaringan kabel.
- Mengkombinasikan layanan data dan video pada jaringan kabel.
- Memberikan layanan komunikasi data kecepatan tinggi langsung ke konsumen (sekitar 10 Mbps atau bahkan 25 Mbps).

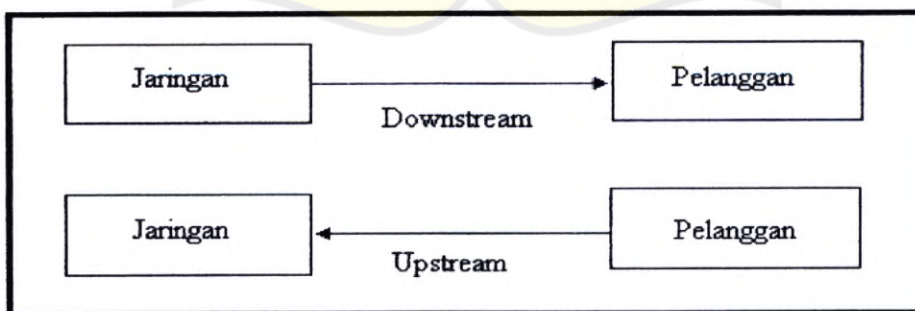
2.3 Teknologi ADSL

Salah satu varian dari teknologi x-DSL yang telah dikembangkan untuk aplikasi tertentu, salah satunya adalah *Assymmetric Digital Subscriber Line* (ADSL). ADSL merupakan hasil penelitian yang dilakukan oleh Joseph Lechleider pada tahun 1989 di Bellcore (*Bell Communication Research*) sebuah lembaga riset telekomunikasi di Amerika Serikat. Kemunculan teknologi ini diawali dengan adanya masalah keterbatasan kecepatan data maksimum pada teknologi modem tradisional yang dioperasikan pada infrastruktur *voiceband* yang ada. Para peneliti mulai mempelajari cara memanfaatkan *bandwith* yang didukung oleh jaringan kabel tembaga. Sebuah penelitian, tentang transmisi antara pelanggan dan sentral menunjukkan bahwa untuk transmisi dengan panjang 18.000 feet, pada frekuensi di atas *voiceband* masih bisa diperoleh sinyal di bagian penerima dengan kekuatan dan kualitas yang masih bisa ditoleransi untuk pemrosesan selanjutnya. Usaha ini menghasilkan teknologi baru yang disebut *Asymmetric Digital Subscriber Line* (ADSL)[6].

Teknologi ADSL telah digunakan oleh banyak negara di dunia, dikarenakan sistem teknologi ini telah distandarisasikan oleh banyak badan standarisasi dunia seperti *American National Standards Institute* (ANSI) dan *European Technical Standards Institute* (ETSI) dengan maksud agar dapat digunakan untuk negara-negara Eropa. Badan standarisasi lainnya yang juga ikut serta memberikan pengakuan dan standarisasi bagi teknologi ini seperti *ATM Forum*, *Digital Audio Visual Council* (DAVIC) dan ADSL Forum[6].

Teknologi ADSL adalah teknologi akses dengan khusus pada sentral dan pelanggan yang memungkinkan transmisi *broadband* melalui kabel tembaga, teknologi ini sering disebut juga dengan istilah teknologi suntikan atau *injection technology*. Sehingga kabel telpon biasa yang telah ada dapat dipakai untuk menghantarkan data dalam jumlah yang besar dan dengan kecepatan yang tinggi. Teknologi ADSL memanfaatkan lebih banyak frekuensi dengan membaginya (*splitting*), frekuensi yang lebih tinggi untuk komunikasi data (diatas 4 kHz) dan frekuensi yang lebih rendah untuk komunikasi suara dan fax (0-4 kHz).

Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) mentransmisikan data secara asimetrik, yaitu kecepatan transmisinya berbeda antara *downstream* atau *download* dan *upstream* atau *upload* seperti terlihat pada gambar 2.3. *Downstream* adalah kecepatan data dari ISP ke modem ADSL, sedangkan *upstream* adalah kecepatan data dari modem ADSL ke ISP. Untuk kebutuhan layanan pengiriman data atau gambar yang membutuhkan *download* file yang besar dengan cepat dibutuhkan kecepatan *downstream* yang tinggi, sedangkan sinyal informasi dari arah pelanggan atau *upstream* hanya berupa perintah-perintah untuk proses pengiriman atau penerimaan sinyal, sehingga data transmisi yang dibutuhkan relatif rendah.



Gambar 2.3 Aliran data antara jaringan dengan pelanggan

Teknologi ADSL mempunyai kecepatan data *downstream* hingga 8 Mbps, sedangkan kecepatan data *upstream* hingga mencapai 1 Mbps. Ada beberapa alasan mengapa transmisi data berbentuk asimetrik, yaitu antara lain :

1. Kebutuhan kapasitas dan kecepatan transmisi.

Kebutuhan kapasitas dan kecepatan transmisi data dapat dilihat dari kebiasaan para pengguna (misalnya pengguna dan pelanggan *internet*) yang hanya memerlukan pengambilan data (*download*) dari penyedia informasi. Ketika pelanggan melakukan *download* berupa informasi *multimedia* atau data dengan ukuran yang besar, diperlukan saluran transmisi dengan kapasitas yang besar pula, karena semakin besar bit data yang terkirim atau dengan kata lain semakin lebar frekuensi kerja saluran transmisi maka semakin tinggi kecepatannya.

2. Segi aplikasi pengiriman data.

Proses pengiriman data ke jaringan (*upload*) jarang sekali dilakukan oleh pelanggan, biasanya hanya berupa data-data kontrol dalam bentuk *keyboard stroke* (tekanan pada tombol-tombol *keyboard* komputer) atau permintaan pelayanan ke penyedia informasi yang relatif pendek sehingga hanya memerlukan saluran transmisi dengan kapasitas yang terbatas. Selain itu saat ini banyak aplikasi-aplikasi yang menyediakan informasi satu arah yang memerlukan proses *download* yang cepat, misalnya *video-on-demand*, *internet games*, *multimedia access*.

Kebutuhan untuk *download* jauh lebih besar daripada kebutuhan untuk proses *upload*. Jika digunakan transmisi data yang simetrik maka akan

menyebabkan pengguna *bandwidth* menjadi tidak efisien. Jadi *Asymmetric Digital Subscriber Line* (ADSL) sangat sesuai dengan persyaratan untuk *internet*.

Berdasarkan kecepatan dan aplikasi ADSL dibedakan menjadi dua bagian, yaitu ADSL *Full Rate* dan ADSL *Lite*. Aplikasi ADSL *Full Rate* meliputi akses *internet*, *video-on-demand* (VOD), multimedia interaktif dan aplikasi lain yang memerlukan transmisi *downstream* hingga 6 Mbps. Sedangkan ADSL *Lite* atau *universal* adalah jenis lain dari ADSL yang dirancang untuk aplikasi kecepatan rendah. ADSL *Lite* sebenarnya muncul dipicu karena adanya permintaan akan layanan akses *internet* yang cepat dan murah. Disamping itu, aplikasi yang ada pada *internet* belum banyak yang menggunakan aplikasi *video* atau dengan kata lain masih berbasis teks dan gambar. Alasan lain pengembangan ADSL *Lite* memiliki kecepatan *downstream* hingga 1,5 Mps dan kecepatan *upstream* hingga mencapai 512 Kbps.

2.3.1 Performance Kabel ADSL

Dalam teknologi ADSL, satu pair kabel tembaga telepon terdapat beberapa kegunaan. Selain untuk kanal *voice* (suara) yang biasa kita gunakan, kabel telpon itu juga dapat berguna untuk kanal data untuk akses *internet* dan juga *video* dalam TV kabel / VOD (*Video On Demand*).

Kualitas performance jaringan telepon dalam teknologi ADSL sangat bergantung pada jarak jangkauan dari sentral ke kabel pelanggan dan juga ukuran kawat. Di bawah ini tabel 2.3 akan menjelaskan mengenai bagaimana saling keterkaitannya

keterkaitannya antara ukuran kawat, jarak jangkauan kabel telepon dari pelanggan ke sentral dengan besar kecilnya kecepatan data yang bisa digunakan.

Tabel 2.3 Performance Kabel tembaga

Data Rate (Mbps)	Ukuran Kawat (mm)	Jarak (Km)
2 atau 3,5	0,5	4,5
1 atau 1,5	0,5	5,5
6 - 7	0,4	2,7
7 - 8	0,5	2,7

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa dengan jarak kabel yang sama, tetapi ukuran kawat yang berbeda, maka akan terjadi perbedaan kecepatan bit rate, dimana semakin ukuran diameter kabel yang lebih besar akan menghasilkan kecepatan bit rate yang lebih besar. Sedangkan dengan ukuran diameter kabel yang sama, tetapi jaraknya berbeda, maka akan terjadi perbedaan kecepatan bit rate pula. Dimana kabel yang mempunyai jarak semakin pendek akan menghasilkan kecepatan bit rate yang lebih baik atau lebih besar[5].

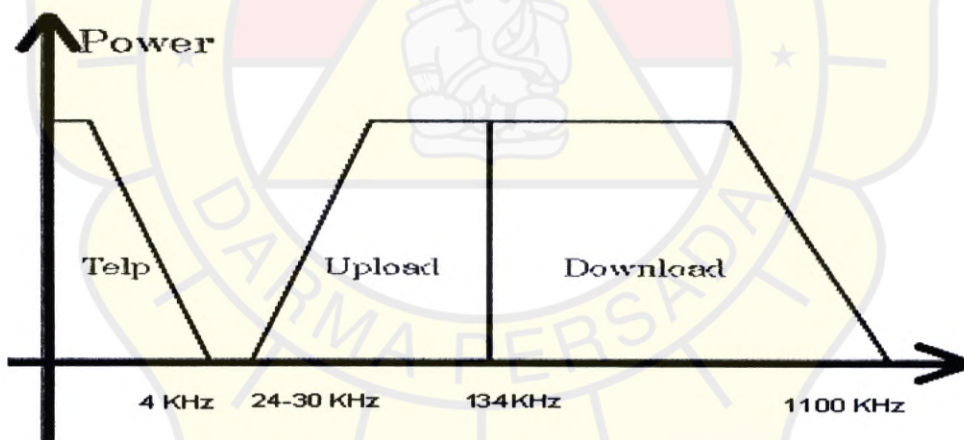
2.3.2 Alokasi Frekuensi ADSL

ADSL menggunakan alokasi frekuensi diatas frekuensi suara telepon. Dengan penggunaan frekuensi diatas frekuensi suara itu, menyebabkan ADSL tidak akan mengganggu jalur telepon, sehingga telepon dan ADSL dapat dipakai secara

bersamaan. ADSL menggunakan frekuensi berkisar antara 24 KHz atau 30 KHz sampai 1.1 MHz[5].

Band frekuensi yang digunakan ADSL terbagi atas tiga jangkauan (gambar 2.4) yaitu :

- 1) 0 – 24 kHz untuk POTS (Plain Old Telephone Service), dimana hanya 0 – 4 kHz yang digunakan POTS untuk membawa sinyal suara, sementara sisanya 5-24 kHz sebagai cadangan untuk menghindari terjadinya *crosstalk* antara kanal suara dan kanal data.
- 2) 24– 134 kHz, dialokasikan untuk *upload* data.
- 3) Band frekuensi 134-1100 kHz dialokasikan untuk *downstream* data.



Gambar 2.4 Alokasi Frekuensi ADSL

2.3.3 Aplikasi ADSL

Sifat ADSL yang diberikan asimetrik membuatnya sesuai untuk aplikasi yang membutuhkan *bandwidth downstream* yang tinggi dengan *bandwidth upstream*

yang lebih rendah. Berikut ini akan dibahas mengenai aplikasi yang sesuai dengan sifat asimetrik dari ADSL.

- Internet kecepatan tinggi

Dengan adanya ADSL, yang mampu memberikan kecepatan akses hingga 6 Mbps, tidak ada lagi menunggu lama-lama untuk masuk ke sebuah website atau mendownload sebuah file.

- Permainan Interactive secara On-line

Dengan kecepatan akses hingga 6 Mbps, permainan akan menjadi lebih mengasyikkan, tidak ada lagi gerakan putus-putus dalam bermain game.

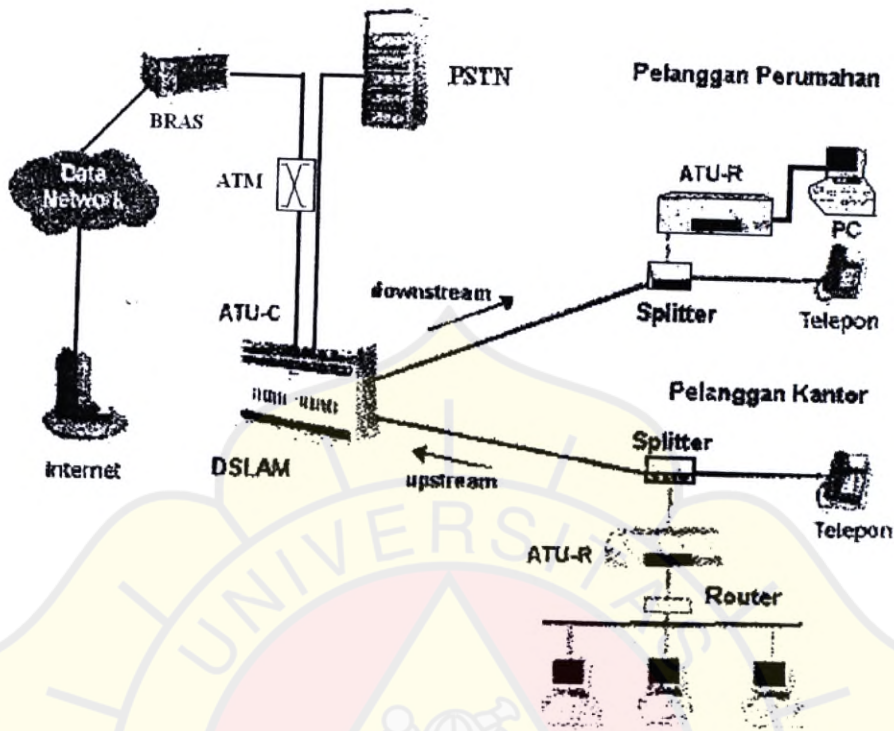
- Tele Education / Tele Medicine

Dengan adanya teknologi ADSL ini, para siswa sekolah dan para mahasiswa bisa menggunakan internet sebagai penambah wawasan pelajaran dan juga dapat mencari dan mendownload tugas-tugas yang diberikan oleh guru/dosen melalui internet. Demikian pula dapat berkonsultasi masalah kesehatan melalui internet tanpa harus pergi lagi ke rumah sakit.

- Telecommuting

Dengan tersedianya teknologi ADSL, telekomuniting dapat membuat pekerja melakukan kegiatan kantornya dari rumah.

2.4 Konfigurasi ADSL



Gambar 2.5 Konfigurasi ADSL

Konfigurasi ADSL seperti yang terlihat pada gambar 2.5, terdiri dari dua komponen utama, yaitu perangkat DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) pada sisi operator telekomunikasi dan modem ADSL di sisi pelanggan. Pada sisi pelanggan jalur konfigurasi yaitu dari komputer atau jaringan LAN (Local Area Network). Dari LAN, data tersebut masuk ke sebuah modem ADSL. Didalam modem tersebut output yang masih berupa sinyal data masuk ke splitter [1,2,4,5,6,7].

2.4.1 ADSL Transceiver Unit (ATU)

ATU merupakan perangkat yang terdapat baik di sisi sentral maupun di sisi pelanggan, sehingga ATU dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

- *ADSL Transceiver Unit-Central Terminal (ATU-C)*, adalah perangkat ADSL, berupa modem yang ditempatkan pada sisi sentral operator telekomunikasi yang terhubung dengan sumber layanan.
- *ADSL Transceiver Unit-Remote Terminal (ATU-R)* adalah perangkat ADSL berupa modem ADSL yang ditempatkan pada sisi pelanggan yang dihubungkan dengan terminal pelanggan misalnya komputer.

2.4.2 Jenis Modem ADSL

Pada prinsipnya ada dua jenis mode/router ADSL yang biasa digunakan pelanggan, yaitu modem USB dan router ADSL. Perbedaan modem USB dengan modem router adalah :

1) Modem USB

Modem USB memperoleh catu daya dan tersambung ke komputer melalui USB, seluruh konfigurasi dilakukan melalui komputer. Modem USB lebih murah dibanding modem router, akan tetapi kalau komputer terkena virus, maka akan bermasalah dan kemungkinan perlu me-reset modem ADSL tersebut.

2) Modem Router

Modem router sbetulanya merupakan komputer sendiri yang biasanya bersatu dengan beberapa sambungan LAN. Sambungan LAN merupakan kumpulan dari beberapa komputer yang mempunyai satu server dan server tersebut yang tersambung ke modem.

2.4.3 Splitter

Perangkat splitter ini terdapat pada sisi pelanggan. Splitter di sini berfungsi sebagai filter (untuk membedakan) antara sinyal suara (frekuensi rendah di bawah 4 kHz) dan sinyal data (frekuensi tinggi di atas 24 kHz). Jika filter tersebut menerima sinyal, bila sinyal suara yang masuk, maka ia akan dialirkan ke telepon oleh splitter. Sedangkan bila sinyal yang masuk adalah sinyal data, maka ia akan dialirkan ke modem ADSL. Tidak semua splitter/filter ADSL mempunyai kualitas yang baik. Beberapa filter mempunyai kualitas yang buruk sehingga tidak berhasil menfilterkan dengan baik. Konsekuensinya adalah akan terdengar suara noise pada frekuensi tinggi di pesawat telepon yang digunakan [2].

Perpaduan sinyal suara dan data yang telah difilterkan tersebut akan masuk ke DSLAM yang berada pada sisi operator telekomunikasi.

2.4.4 Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM)

DSLAM ini adalah kumpulan modem-modem ADSL dari tiap-tiap ISP (Internet Service Provider). DSLAM merupakan konfigurasi perangkat xDSL yang secara fisik modem sentralnya berupa card module yang berisi banyak modem sentral. DSLAM sebagai modem sentral berisi berbagai jenis teknologi x-DSL (ADSL, SDSL, dll). Jadi, di sisi pelanggan harus ada penerima DSL (modem ADSL atau router ADSL). 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

keterlambatan, sehingga pesan yang dikirim berikutnya akan lebih dulu sampai di tujuan.

2.4.6 BRAS (Broadband Remote Acces Server)

Ada 3 fungsi BRAS dalam konfigurasi jaringan ADSL. Berikut dibawah ini penjelasan mengenai fungsi dari BRAS tersebut :

1) BRAS sebagai Registrasi Rating

Fungsi BRAS sebagai Registrasi Rating disini adalah berfungsi untuk memasukkan (meregistrasi) data-data pelanggan dan memberi koneksi bagi pelanggan ADSL serta untuk mengidentifikasi data pelanggan yang berupa IP address komputer, username dan passwordnya agar dapat terkoneksi ke internet.

2) BRAS sebagai Radius Server

BRAS merupakan server management dari jaringan ADSL. Dimana BRAS itu berfungsi untuk mengatur dan memonitoring transmisi jaringan ADSL.

3) BRAS sebagai *Gateway* ADSL

Fungsi BRAS yang terakhir yaitu sebagai *gateway* (penghubung) jalannya transmisi jaringan ADSL ke Network.

2.4.7 ISP (Internet Service Provider)

Untuk dapat mengadakan koneksi ke internet dengan layanan ADSL, harus berlangganan ke ISP. ISP ini adalah sebagai penyedia jasa layanan internet.

2.5. Analisis Regresi

Jika mempunyai data yang terdiri atas dua atau lebih variabel, adalah sewajarnya untuk mempelajari cara bagaimana varibel-variabel itu berhubungan. Hubungan yang didapat pada umumnya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan *fungsional* antara variabel-variabel. Studi yang menyangkut masalah tersebut dikenal dengan *analisis regresi* [8].

Analisis regresi adalah prediksi/peramalan dalam menentukan hubungan fungsional yang diharapkan berlaku untuk populasi pada saat atau pada waktu tertentu yang didapat berdasarkan data sampel yang diambil dari populasi yang bersangkutan.

Untuk analisis regresi akan dibedakan dua jenis variabel ialah variabel bebas atau *variabel prediktor* dan variabel tak bebas atau *variabel respon*. Penentuan variabel mana yang bebas dan mana yang tak bebas dalam beberapa hal tidak mudah dapat dilaksanakan. Studi yang cermat, diskusi yang seksama, berbagai pertimbangan, kewajaran masalah yang dihadapi dan pengalaman akan membantu memudahkan penentuan. Variabel yang mudah didapat atau tersedia sering dapat digolongkan kedalam variabel bebas sedangkan variabel yang terjadi karena variabel bebas itu merupakan variabel tak bebas. Untuk keperluan analisis, variabel bebas dinyatakan dengan X_1, X_2, \dots, X_k ($k \geq 1$) sedangkan variabel tak bebas akan dinyatakan dengan Y [8].

2.5.1 Regresi Linier

Regresi linier adalah prediksi/peramalan dalam menentukan suatu hubungan yang didapat berdasarkan data sampel dimana terjadi perubahan dengan nilai yang sama pada setiap waktunya.

Taksiran untuk regresi linier mempunyai persamaan umum :

$$\hat{Y} = a + bX \dots\dots\dots (1.1)$$

Koefisien-koefisien a dan b harus ditentukan berdasarkan data hasil pengamatan. Dengan menggunakan metode regresi linier, maka a dan b dapat dihitung melalui sistem persamaan [8]:

$$\sum Y_i = na + b\sum X_i$$

$$\sum X_i Y_i = a\sum X_i + b\sum X_i^2$$

Dimana : \hat{Y} = Nilai Regresi

a = Bilangan Konstan

b = Nilai Kecondongan Garis Regresi

X = Mewakili Waktu (Bulan atau Tahun)

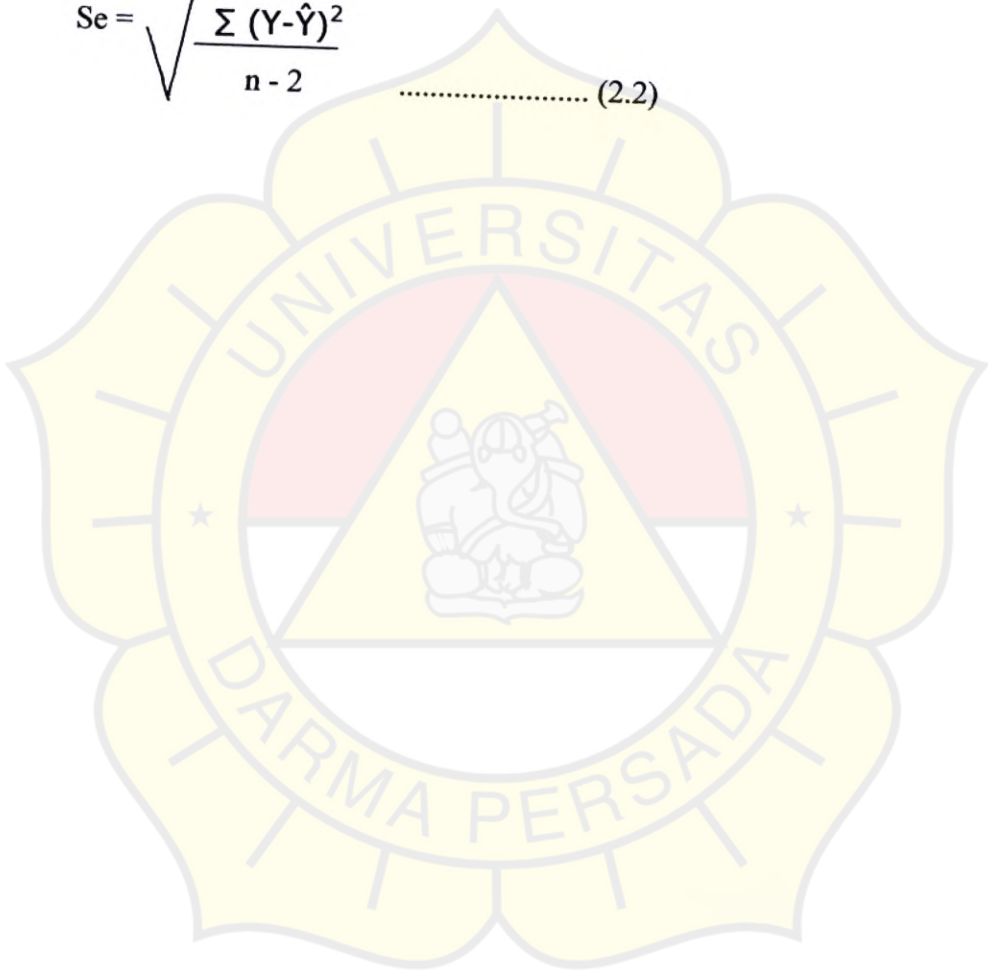
2.5.1 Regresi Non Linier Model Kuadratik

Taksiran untuk model kuadratik mempunyai persamaan umum :

$$\hat{Y} = a + bX + cX^2 \dots\dots\dots (1.1)$$

hasil pengamatan, maka terjadi perbedaan $Se = | Y - \hat{Y} |$, yang biasa disebut *standard error of estimate*. Pengertian dari *standard error of estimate* adalah standar penyimpangan data dari garis regresinya. Untuk mencarinya digunakan rumus sebagai berikut [8]:

$$Se = \sqrt{\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{n - 2}} \dots\dots\dots (2.2)$$



Koefisien-koefisien a, b dan c harus ditentukan berdasarkan data hasil pengamatan. Dengan menggunakan metode kuadratik terkecil, maka a, b dan c dapat dihitung melalui sistem persamaan [8]:

$$\begin{aligned}\sum Y_i &= na + b\sum X_i + c\sum X_i^2 \\ \sum X_i Y_i &= a\sum X_i + b\sum X_i^2 + c\sum X_i^3 \\ \sum X_i^2 Y_i &= a\sum X_i^2 + b\sum X_i^3 + c\sum X_i^4 \dots\dots\dots (1.2)\end{aligned}$$

Untuk mempermudah perhitungannya, maka dapat digunakan skala X yang angkanya sederhana (..... -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3,). Akibatnya disamping mengalikannya lebih mudah, nilai $\sum X$ dan $\sum X^3$ sebesar 0, sehingga persamaan di atas dapat disederhanakan menjadi :

$$\begin{aligned}\sum Y_i &= na + c\sum X_i^2 \\ \sum X_i Y_i &= b\sum X_i^2 \\ \sum X_i^2 Y_i &= a\sum X_i^2 + c\sum X_i^4 \dots\dots\dots (1.3)\end{aligned}$$

- Dimana : \hat{Y} = Nilai trend
 X_i = Variabel waktu
 Y_i = Nilai aseli yang diperoleh
a, b & c = Konstanta

2.5.2 Standard Error Of Estimate

Untuk analisis regresi, hasil pengamatan variabel tak bebas Y belum tentu sama besarnya dengan harga yang diharapkan, yakni \hat{Y} yang didapat dari regresi

pelanggan tidak akan merasakan turunnya unjuk kerja apabila terjadi penambahan pelanggan.

Selain berfungsi sebagai kumpulan modem-modem ADSL, DSLAM juga berfungsi sebagai splitter dimana sinyal yang masuk berupa sinyal suara, sinyal tersebut akan masuk ke STO, sedangkan sinyal data akan dimasukkan ke BRAS (Broadband Radius Acces Server) melalui jaringan ATM.

2.4.5 ATM (Asynchronous Transfer Mode)

ATM merupakan suatu jaringan yang dapat digunakan untuk menangani berbagai macam layanan (*multi-service*), sehingga ATM merupakan *transfer mode* yang direncanakan akan digunakan pada jaringan masa depan.

Jaringan ATM adalah jaringan *packet switching*, yaitu tranfer informasi dilakukan dalam format sel informasi yang akan dikirim dibagi menjadi potongan-potongan dengan ukuran tertentu. Ide ATM adalah mempartisi data dari pengguna menjadi segmen-segmen kecil yang banyak, yang dinamakan sel untuk ditransmisikan melalui jaringan.

Sifat pengiriman informasinya adalah *connectionless service*. *Connectionless Service* ini dibentuk berdasarkan sistem surat pos. Dimana setiap pesan (surat) memiliki alamat yang dituju. Setiap surat mempunyai route masing-masing yang berdiri sendiri satu sama lainnya. Umumnya bila 2 pesan yang memiliki alamat tujuan yang sama, maka surat yang dikirim terlebih dahulu akan sampai di tujuan. Tetapi mungkin saja pesan yang dikirim lebih dulu mengalami