

Pengantar Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)

Apabila Kita memperhatikan perkembangan teknologi telekomunikasi saat ini, maka hampir dapat dipastikan perkembangan yang paling pesat dalam teknologi telekomunikasi di masa mendatang adalah multimedia.

Secara terminologi multimedia dapat diartikan sebagai banyak media. Oleh karena itu layanan yang dibuat bisa dilewatkan melalui banyak media. Sedangkan secara definitif, multimedia diterjemahkan sebagai integrasi dari suara, data dan gambar.

Ciri layanan multimedia yang paling utama adalah kebutuhan akan *bandwidth* yang sangat besar. Kebutuhan akan *bandwidth* inilah yang pada awalnya menjadi permasalahan pada sisi jaringan akses. Akan tetapi setelah ditemukannya serat optik sebagai media transmisi dengan kapasitas sangat besar maka permasalahan di atas secara teknis dapat diatasi.

Namun ironisnya mayoritas jaringan yang tergelar sekarang ini menggunakan jaringan kabel tembaga. Karenanya dibutuhkan suatu "injeksi teknologi" untuk meningkatkan kemampuan kabel tembaga dalam mentransmisikan sinyal informasi.

Sekilas terkesan sangat kontradiktif apabila kita membicarakan kabel tembaga sebagai media akses dalam komunitas layanan berjalur lebar, karena kabel tembaga mempunyai keterbatasan dalam mentransmisikan sinyal berpita lebar.

Sementara itu, dalam sepuluh tahun terakhir ini telah dikembangkan sejumlah teknik *signal processing* untuk meningkatkan *bit rate* dari transmisi digital melalui kabel tembaga. *Digital subscriber line* (DSL) adalah teknologi modem yang menggunakan saluran telepon *twisted pair existing* untuk mentransmisikan data berpita lebar.

Perkembangan dari DSL ini adalah teknologi xDSL yaitu "seri teknologi *broadband*" yang memanfaatkan media kabel tembaga untuk mengalirkan layanan/*service* berpita lebar. Pada akhirnya teknologi xDSL ini menjadi suatu teknologi alternatif yang patut dipertimbangkan secara teknis maupun ekonomis dalam kancah era multimedia.

Perkembangan Teknologi Jaringan Kabel Tembaga

Kita telah mengetahui modem-modem yang biasa beredar di pasaran (*voice-grade data* modem) menggunakan kabel tembaga sebagai media transmisi fisiknya atau dapat juga dikatakan menggunakan media transmisi fisik akses tembaga. *Voice-grade* modem umumnya

mempunyai kecepatan transmisi 28,8 kbps melalui saluran telepon biasa. Dua puluh tahun yang lalu, karena keterbatasan di lapangan, kecepatannya hanya berkisar pada 1,2 kbps. Mungkin dulu tidak ada yang percaya bahwa kecepatan modem bisa mencapai kecepatan 33,6 kbps seperti pada saat ini. Bagaimanapun juga *voice-grade* modem masih belum melewati batas lebar pita 3,4 kHz. Sebagai contoh modem V.34 yang mampu mengalokasikan 10 bit/hz lebar pita, merupakan suatu gambaran yang cukup menarik dan merupakan pengembangan produk teknologi yang berupaya mendekati batas-batas teoritis. Bukan hanya itu, modem V.34 mampu mengirim dan menerima data secara simultan dalam pita frekuensi yang sama. Bahkan saat ini modem US Robotics dengan teknologi X2™ telah mampu mencapai kecepatan transmisi 56,6 kbps melalui saluran telepon biasa. Hal ini bisa dicapai sebagai hasil perkembangan yang begitu maju dari algoritma komunikasi data, pemrosesan sinyal digital dan teknologi semikonduktor.

Voice-grade modem beroperasi pada titik pelanggan pada saluran suara biasa dan mentransmisikan sinyal melalui *core network* (jaringan *switching* utama). Jaringan memperlakukannya persis sama seperti pada sinyal suara. Ini merupakan keunggulan utamanya, walaupun berkecepatan lebih rendah, namun dapat disambungkan di mana saja asalkan ada saluran telepon yang tersedia.

Keterbatasan lebar pita dari kanal suara terutama bukan dikarenakan oleh saluran pada sisi pelanggan, tetapi disebabkan oleh *core network*. Filter pada *core network* membatasi lebar pita pada kanal suara sekitar 4,4 khz. Jika tanpa hambatan dari filter ini maka kabel tembaga (jaringan akses tembaga) mampu melewatkan frekuensi pada daerah Mhz, meski akan mengalami redaman yang cukup besar. Redaman yang akan meningkat berbanding lurus dengan kenaikan frekuensi dan panjang saluran, merupakan faktor pembatas utama dalam peningkatan kecepatan transmisi data.

Sekilas perkembangan teknologi jaringan akses yang memanfaatkan kabel tembaga untuk menyalurkan informasi pita lebar adalah sebagai berikut :

a. *Digital Subscriber Line* (DSL)

Adalah modem yang biasa digunakan pada layanan ISDN *basic rate*. DSL akan mentransmisikan data secara *duplex* (dalam dua arah sekaligus), pada kecepatan 160 kbps melalui kabel tembaga (saluran telepon biasa) dengan rentang sampai 6 km, melakukan *multiplex* dan *demultiplex* aliran data ini dalam 2 kanal B (masing-masing 64 kbps), satu kanal D (16 kbps) serta mengikutsertakan beberapa *overhead* yang diperlukan oleh perangkat terminal. Berdasarkan standar ANSI

T1.601 atau ITU I.431 DSL juga menggunakan *echo canceller* untuk memisahkan sinyal yang diterima yang berasal dari pantulan sinyal yang dikirim. Berikut tabel perkembangan Teknologi DSL:

Jenis Teknologi Akses	Bit rate	Mode	Aplikasi
<i>Digital Subscriber Line (DSL)</i>	160 kbps	<i>duplex</i>	ISDN, komunikasi data, suara
<i>High data rate Digital Subscriber Line (HDSL)</i>	1,544 Mb–2,048 Mb	<i>duplex</i>	Layanan T1/E1, WAN, LAN, akses server
<i>Single line Digital Subscriber Line (SDSL)</i>	1,544 Mb – 2,048 Mb	<i>duplex</i>	Sama dengan HDSL ditambah akses dasar pada layanan simetris
<i>Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)</i>	16 kbps – 640 kbps	<i>upstream</i>	Akses internet, <i>video on demand</i> , akses <i>remote LAN</i> , Multimedia interaktif
	1,544 Mb – 8 Mbps	<i>downstream</i>	
<i>Very high data rate Digital Subscriber Line (VDSL)</i>	1,5 Mbps – 2,3 Mbps	<i>upstream</i>	Sama dengan ADSL ditambah dengan HDTV
	13 Mbps – 52 Mbps	<i>downstream</i>	

b. *High data rate Digital Subscriber Line (HDSL)*

Merupakan teknologi lanjutan dari DSL dan menggunakan 2 *twisted pair cooper cable*. HDSL cukup baik digunakan untuk menyalurkan sinyal T1 atau E1. HDSL menggunakan lebar pita yang lebih sempit dan tidak membutuhkan *repeater* seperti saluran T1 atau E1 pada umumnya. Biasanya perangkat pada saluran E1 atau T1 menggunakan protocol AMI (*self-clocking Alternate Mark Inversion*) dan membutuhkan *repeater* pada jarak 1000 meter dari sentral dan tiap 2000 meter selanjutnya. AMI membutuhkan lebar pita 1,5 MHz pada T1 sedangkan untuk E1 adalah 2 MHz. Dengan menggunakan modulasi yang lebih baik maka HDSL mampu mentransmisikan sinyal pada kecepatan 1,544 Mbps atau 2,048 Mbps hanya dengan menggunakan lebar pita 80 kHz sampai 280 kHz, tergantung pada teknik modulasi dan pengkodeannya. HDSL mampu menyalurkan sinyal tanpa *repeater* pada kabel tembaga sampai sejauh 4 km, tentu saja dengan menggunakan 2 kabel untuk T1 dan 3 kabel untuk E1, yang masing-masing beroperasi pada kecepatan separuhnya atau sepertiganya. Aplikasi tipikal untuk HDSL adalah seperti koneksi PBX, stasiun antena selular, sistem DLC yang telah cukup matang dalam memberikan

layanan dengan *bit rate* di atas 1 Mbps, dan telah banyak dipakai dalam aplikasi *remote LAN access* serta internet.

c. Single line Digital Subscriber Line (SDSL)

SDSL akan banyak dibutuhkan pada aplikasi yang memerlukan akses simetris dan karena itu dapat dikatakan bahwa layanan SDSL adalah komplementari dari aplikasi ADSL. Hal yang perlu diperhatikan bahwa jangkauan dari SDSL tidak akan melebihi 3000 m, di mana pada jarak tersebut ADSL mampu mencapai *bit rate* 6 Mbps.

d. Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)

Teknologi ini memiliki *bit rate* yang berbeda antara arah kirim (*upstream*) dan arah terima (*downstream*). Kecepatan *upstream*-nya berkisar antara 16 kbps hingga 640 kbps, sedangkan kecepatan *downstream*-nya antara 1,544 Mbps hingga lebih dari 7 Mbps. Karenanya ADSL sangat ideal untuk layanan internet/intranet, *video on demand* dan *remote LAN access*. Karena biasanya pengguna-pengguna aplikasi tersebut lebih banyak membutuhkan menerima informasi/*download* daripada mengirim informasi.

e. Very high data rate Digital Subscriber Line (VDSL)

Pada awalnya VDSL mempunyai nama *Very high data rate Asymmetric Digital Subscriber Line (VADSL)* karena mereka menganggap VDSL tidak akan menggunakan transmisi simetris dan sudah pasti asimetris sehingga tak perlu membagi dalam dua nama, VDSL (untuk simetris) dan VADSL (untuk asimetris). VDSL akan menyalurkan data secara asimetris pada kecepatan transmisi yang lebih cepat daripada ADSL dengan panjang saluran yang lebih pendek. Secara umum VDSL diproyeksikan untuk memiliki kecepatan *downstream* dan *upstream* sebagaimana diperlihatkan dalam tabel 1. Masih banyak hal yang perlu diperjelas dalam VDSL, baik mengenai standar, *service environment*, antar muka juga mengenai biaya.

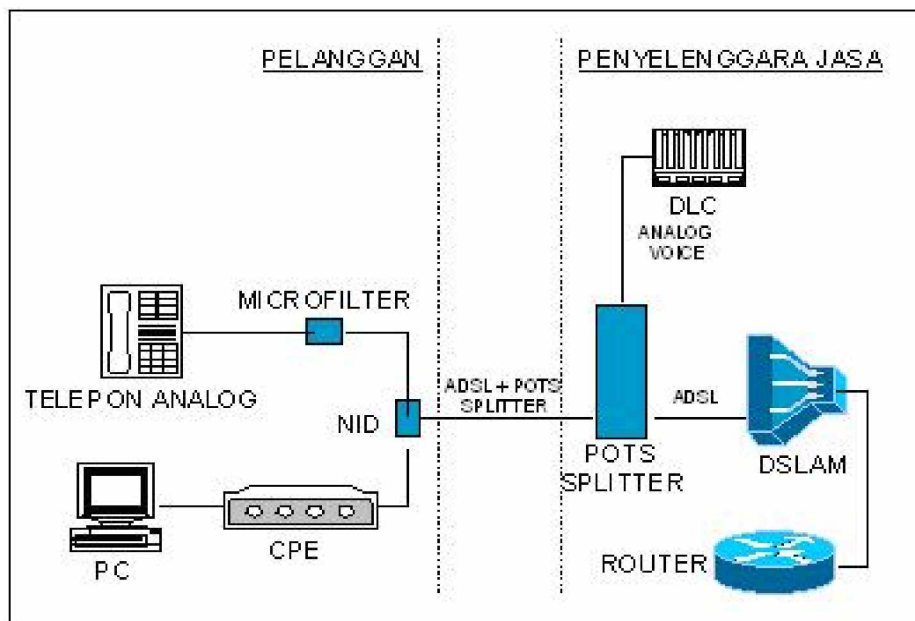
Arsitektur ADSL

Sirkuit ADSL akan saling menghubungkan tiap ujung dari modem ADSL pada saluran telepon biasa (kabel tembaga) dan membuat tiga kanal informasi. Kanal *downstream* kecepatan tinggi, kanal *duplex* kecepatan menengah dan kanal POTS. Kanal POTS dipisah oleh modem digital dengan *filter*, untuk menjamin *uninterrupted* POTS. Kanal kecepatan tinggi pada kecepatan 1,544 Mbps – 6 Mbps, dan *duplex* pada kecepatan 16kbps – 640 kbps. Tiap kanal dapat di *submultiplex*, sehingga dapat dibentuk multiplikasi kanal-kanal dengan

bit rate yang lebih rendah. Berikut tabel karakteristik ADSL berdasarkan kabel yang digunakan :

Data rate (Mbps)	Jenis kabel (AWG)	Ukuran kabel (mm)	Jarak (km)
1,5 atau 2	24	0,5	5,5
1,5 atau 2	26	0,4	4,6
6,1	24	0,5	3,7
6,1	26	0,4	2,7

Kecepatan *downstream* tergantung oleh beberapa faktor, termasuk panjang dari kabel tembaga, ukuran kabel, kualitas sambungan fisik dari kabel dan interferensi kopleng silang. Redaman saluran akan berbanding lurus sesuai pertambahan panjang saluran dan frekuensi, dan akan mengecil bila diameter kabel bertambah. Dengan mengabaikan pengaruh kualitas sambungan maka ADSL mempunyai karakteristik sebagaimana diperlihatkan tabel di atas. Berikut konfigurasi umum ADSL :



Konfigurasi ADSL secara umum adalah sebagaimana diperlihatkan gambar di atas. Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM) adalah perangkat multiplexer pada penyelenggara jasa/sentral, sedangkan pada sisi pelanggan terdapat Customer Premises Equipment (CPE). Keduanya dihubungkan oleh line telepon, di mana di antara keduanya terdapat pots splitter (di sisi penyelenggara/sentral) dan microfilter (di sisi pelanggan) yang berfungsi membagi frekuensi. Frekuensi rendah dialirkan ke line analog, sedangkan frekuensi tinggi

adalah untuk service ADSL. Banyak aplikasi akan mendapatkan manfaat dari keunggulan ADSL terutama dalam digital compressed video. Sebagai sinyal real time, sinyal video digital tidak dapat menggunakan prosedur error control pada level link atau network yang biasanya dipakai dalam sistem komunikasi data yang umum. Sedangkan modem ADSL mampu memberikan forward error corection yang secara dramatis mampu mengurangi error yang diakibatkan oleh impulse noise. Error yang berbasiskan simbol demi simbol juga akan banyak mengurangi kesalahan yang ditimbulkan oleh continuous noise yang terjadi pada saluran.

ADSL menggunakan teknologi pengolahan sinyal digital yang begitu canggih serta menggunakan algoritma yang mampu menciptakan penyaluran data pada kecepatan sangat tinggi melalui kabel tembaga biasa.

Teknik line coding yang digunakan adalah Carrierless Amplitude/Phase Modulation (CAP) atau Discrete Multi Tone (DMT). Teknik line coding CAP dan DMT memberi keuntungan di mana sistem lebih tahan terhadap derau / noise atau interferensi. Di samping itu dengan menggunakan DMT, memungkinkan ADSL menjadi rate adaptive (kecepatan transmisi dapat berubah relatif mengikuti performansi jaringan kabel tembaga yang digunakan sebagai media transmisinya). Dengan DMT juga memungkinkan proses inisialisasi jaringan untuk menentukan sampai pada tingkat kecepatan berapa jaringan tembaga dapat mentransmisikan data dengan aman. Sementara pada teknik konvensional, jika performansi kabel turun kualitasnya, maka sinyal yang di modulasi/demodulasi oleh modem akan rusak.