

Implementasi HDSL Menggunakan xDSL *Bridge* dan LTU/NTU

Laporan Kerja Praktek di PT Telkom Divre IV Jateng dan DIY
oleh Wahyu Nugroho Santoso (L2F099650)

Abstrak - HDSL (*High bit-rate Digital Subscriber Lines*) merupakan generasi modem yang menyertakan transmisi untuk *voice*, *video* dan *data* lewat *line* telepon tembaga yang dapat meningkatkan kecepatan data hingga *megabit per second* (Mbps). HDSL menyediakan *bandwidth dedicated* yang kecepatan datanya mencapai 278 kali lebih cepat dari modem 28,8 Kbps, 143 kali lebih cepat dari modem 56 Kbps, 62 kali lebih cepat dari ISDN dan dapat ditingkatkan lebih cepat dari koneksi T1. Internet dapat diakses ketika *line* telepon yang sama sedang digunakan untuk percakapan dan fax, sehingga tetap terdapat koneksi tanpa ada *line* sibuk (*busy line*). HDSL mempunyai kecepatan data tinggi sampai 2,048 Mbps, melalui dua pasang kabel dan pada jarak maksimum 4 km dari sentral HDSL ke pelanggan.

I. PENDAHULUAN

Teknologi modem *voice* konvensional saat ini yang mempunyai kecepatan 56 Kbps tentu saja tidak dapat mengakomodasi perkembangan komunikasi data saat ini. Para pengguna (*users*) menginginkan kapasitas transfer data yang lebih besar agar dapat melaksanakan komunikasi data. Oleh karena itu, teknologi HDSL (*High bit-rate Digital Subscriber Lines*) saat ini merupakan sebuah alternatif terbaik yang cocok diterapkan untuk mempercepat akses transfer data di *subscriber lines*.

DCN (*Data Communication Network*), sebagai unit bagian dari *Information System* yang menangani masalah interkoneksi jejaring intranet PT TELKOM Divre IV Jateng dan DIY, menyediakan layanan komunikasi antar entitas sistem (*server*, *workstation*, *host*) dalam suatu jejaring dan layanan koneksi intranet PT TELKOM Divre IV Jateng dan DIY ke jejaring eksternal, dengan menerapkan sistem teknologi HDSL dengan berbagai konfigurasi jejaringnya sesuai dengan kebutuhan.

Jejaring DCN yang menghubungkan 45 *remote sites* dan 60 koneksi *dial-up remote sites* tersebar di seluruh Jawa Tengah dan DIY dengan 4 *backbone sites*, yaitu Semarang, Yogyakarta, Solo, dan Purwokerto, tentunya membutuhkan perangkat baik keras maupun lunak yang meliputi *cabling*, *modem*, *access server*, *hub*, *bridge*, *switch*, *router* (*gateway*), NMS, yang mampu mendukung terciptanya konfigurasi HDSL jejaring intranet PT TELKOM Divre IV Jateng dan DIY.

II. KOMUNIKASI DATA DAN JEJARING KOMPUTER

2.1 Komunikasi Data

Komunikasi data merupakan teknologi yang menggabungkan aspek jejaring telekomunikasi dengan sistem komputer sehingga menambah kemampuan sistem komputer untuk mengolah data. Secara umum komunikasi data dapat dikatakan sebagai proses pengiriman informasi (data) yang telah diubah dalam suatu kode tertentu yang telah disepakati melalui media listrik atau elektro optik dari satu titik ke titik yang lain. Apabila titik-titik yang saling berhubungan cukup banyak maka akan terbentuk suatu jejaring komunikasi data. Jejaring ini dapat berupa jejaring internasional, nasional ataupun lokal.

Dengan melihat kegunaan dari komunikasi data ini dikenal beberapa sistem komunikasi data yang penggunaannya dapat digolongkan sebagai berikut.

1. Bidang pengumpulan data (*data collection*).
2. Bidang tanya-jawab (*inquiry and response*).
3. Bidang *storage and retrieval*.
4. Bidang *time sharing*.
5. Bidang *remote job entry*.
6. Bidang *real time data processing* dan proses kontrol.
7. Bidang pertukaran data antar komputer.

2.2 Jejaring (*Network*) Komputer

Network atau jejaring dapat didefinisikan sebagai hubungan antara dua atau lebih sistem komputer melalui media komunikasi untuk melakukan komunikasi data satu dengan yang lainnya.

Secara sederhana, suatu jejaring terdiri atas dua komputer yang terhubung satu sama lain dengan media kabel sehingga dapat berbagi (*sharing*) data. Jenis jejaring untuk area yang terbatas dikenal dengan *Local Area Network* (LAN), sementara jejaring komputer untuk area yang luas, misalnya seluruh lantai dan ruangan di Gedung PT TELKOM Pahlawan berkomunikasi data dengan Kantor PT TELKOM di seluruh Jateng dan DIY melalui komputer, dikenal dengan nama *Wide Area Network* (WAN).

Dalam membahas jejaring selalu ada tiga komponen yang penting, yaitu:

1. *host* atau *node*,
2. *link*, dan
3. perangkat lunak (*software*).

2.3 LAN (*Local Area Network*)

2.3.1 Komponen Dasar LAN

Beberapa komponen dasar yang biasanya membentuk suatu LAN adalah sebagai berikut.

1. *Workstation*.
2. *Server*.
3. *Client*.
4. *Link* (Hubungan).
5. *Transceiver*.
6. *Network Interface Card* (*Network Controller*).
7. *Software Network*.

2.3.2. Komponen Pendukung LAN

Dalam suatu jejaring diperlukan juga berbagai komponen pendukung sebagai berikut.

1. Modem (Modulator Demodulator).
2. *Repeater*.
3. *Bridge*.
4. *Router*.
5. *Gateway*.

III. SISTEM HDSL (*HIGH BIT-RATE DIGITAL SUBSCRIBER LINES*)

3.1 Teknologi Akses xDSL (*Digital Subscriber Lines*)

Jaringan telepon dari sentral lokal ke pelanggan secara umum dapat dikatakan semuanya masih menggunakan pasangan kawat tembaga (*twisted pair copper*), sementara itu layanan jasa telekomunikasi saat ini tidak hanya terbatas pada suara (*voice*) saja. Penggantian saluran kawat tembaga dari sentral ke pelanggan dengan saluran fiber (fiber optik) untuk transmisi multimedia dirasa masih sangat mahal. Oleh sebab itu, peningkatan layanan ke pelanggan masih tetap diusahakan dengan mengoptimalkan saluran kawat tembaga, salah satunya dengan teknologi DSL (*Digital Subscriber Lines*).

3.1.1 DSL (*Digital Subscriber Lines*)

3.1.1.1 Riwayat DSL (*Digital Subscriber Lines*)

Ketika permintaan *bandwidth* yang besar mulai meningkat pada tahun 1980-an, perusahaan penyedia layanan telekomunikasi dihadapkan pada masalah yang sulit berupa jalur kawat dari sentral lokal ke tempat pelanggan memiliki keterbatasan untuk menangani rangkaian-rangkaian yang berkecepatan tinggi. Hal ini disebabkan saluran kawat tembaga bersifat menurunkan kualitas sinyal pada jarak tertentu. Oleh sebab itu, pada jarak tertentu diperlukan *repeater* yang berfungsi untuk menguatkan dan mengembalikan kualitas sinyal menjadi seperti semula. Pada jaringan T1 (Amerika) maupun E1 (Eropa) sekarang ini (yang masing-masing berkecepatan 1,544 Mbps dan 2,048 Mbps), peralatan-peralatan tersebut harus dipasang pada setiap 3000 sampai 4000 ft (900 m sampai 1,2 km). Hal ini jelas akan mengakibatkan boros waktu dan biaya.

Pada tahun 1980-an itulah, Bellcor (Bell *Communication Research*) mulai melakukan percobaan dengan suatu metoda baru pada jaringan T1/E1 yang dapat mengurangi jumlah *repeater* dan menyederhanakan keseluruhan penyebaran jaringan yang

mempunyai *bandwith* besar. Dari usaha tersebut, lahirlah spesifikasi HDSL (*High bit-rate Digital Subscriber Lines*). Empat tahun setelah usaha tersebut, terlihat peluncuran SDSL (*Symmetric Digital Subscriber Lines*), ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Lines*) dan VDSL (*Very high bit-rate Digital Subscriber Lines*). Dalam waktu singkat setengah lusin pembuat DSL telah menggunakan beberapa teknologi digital yang saling berbeda.

3.1.1.2 Metoda Penyandian (Coding) DSL

Ketika DSL diperkenalkan pertama kali, metoda penyandiannya menggunakan 2B1Q (dua biner satu kuaterner) yang mirip dengan modulasi pada ISDN BRI (*Basic Rate Interface*). Namun dalam perkembangannya, keadaannya menjadi berubah, yakni terjadi persaingan antara penggunaan metoda CAP dan DMT. CAP (*Carrierless Amplitude/Phase Modulation*) adalah suatu teknik modulasi yang mirip dengan QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*), tetapi tidak membutuhkan frekuensi pembawa, sedang DMT (*Discrete Multi Tone*) adalah teknik modulasi yang memecah-mecah *bandwith* yang ada menjadi beberapa *sub-band* yang sempit untuk menjamin reliabilitas transmisi data, bahkan ketika derau mempengaruhi area tertentu dalam spektrum yang ada.

3.1.2 HDSL (High bit-rate Digital Subscriber Lines)

HDSL merupakan sebuah sistem yang lebih baik untuk mengirimkan T1/E1 melalui saluran kawat *twisted-pair*. HDSL memerlukan *bandwidth* yang lebih kecil dan tidak memerlukan *repeater*. Dengan menerapkan teknik modulasi yang lebih baik, HDSL dapat mengirimkan data dengan transfer *rate* 2,048 Mbps (E1) hanya dengan *bandwidth* sekitar 80 kHz hingga 240 kHz.

HDSL dapat menyalurkan data pada kecepatan tersebut di atas pada saluran 24 AWG (*American Wire Gauge*) sepanjang 12 kft (4 km), biasa disebut CSA (*Carrier Serving Area*), dan memerlukan 2 pasang saluran untuk E1 yang masing-masing bekerja pada 1/2 kecepatan total.

3.1.3 SDSL (Symmetric Digital Subscriber Lines)

SDSL merupakan jenis lain HDSL. SDSL sama dengan HDSL dalam hal memberikan kecepatan 2,048 Mbps baik untuk *downstream* maupun *upstream*-nya, tetapi pada sepasang kawat tembaga pilin untuk menyalurkan POTS (*Plain Old Telephone Service*) dan T1/E1. Kelebihan utama SDSL dibandingkan dengan HDSL adalah mudah diterapkan di setiap pelanggan karena hanya memerlukan satu saluran telepon biasa. Penggunaan sepasang kawat saluran ini membatasi rentang operasi SDSL; dalam praktek, 10.000 ft (3 km) merupakan batas aplikasi SDSL. Aplikasinya adalah seperti pada *residential video converencing* atau akses LAN jarak jauh.

3.1.4 ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Lines)

ADSL merupakan perkembangan lanjut HDSL. ADSL teknologinya secara mendasar cocok untuk mengakses internet karena dibuat untuk memberikan lebih banyak lebar pita untuk aliran ke “bawah” (istilahnya *downstream*; yakni dari sentral ke pelanggan) daripada sebaliknya (*upstream*; dari pelanggan ke sentral). Laju *downstream*-nya berkisar dari 1,5 Mbps sampai 9 Mbps, sementara *upstream*-nya dari 16 kbps sampai 640 kbps. Transmisi ADSL bekerja pada jarak sampai 18.000 ft (5,48 km) pada sepasang kawat tembaga pilin (*single twisted pair*). Bersama dengan akses internet, perusahaan telekomunikasi berkemungkinan untuk dapat memberikan layanan akses LAN jarak jauh (*remote LAN*) dan layanan VOD (*video-on-demand*) melalui ADSL.

3.1.5 VDSL (Very high bit-rate Digital Subscriber Lines)

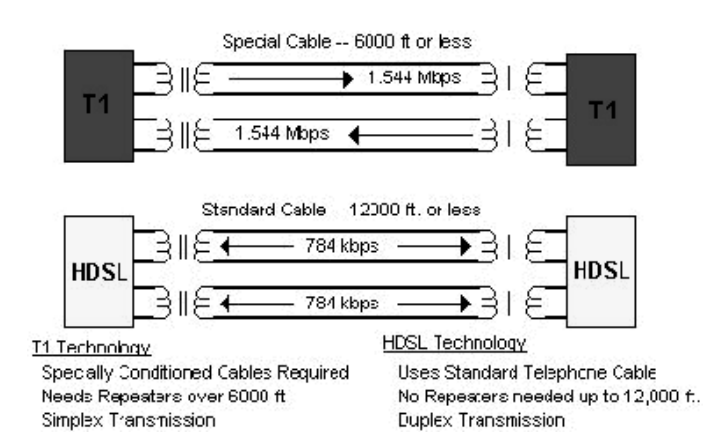
VDSL sebelumnya disebut sebagai VADSL karena pada awalnya, VDSL hanya dapat mengirimkan data digital secara asimetrik seperti ADSL, tetapi dengan kapasitas yang lebih tinggi dari ADSL dan panjang saluran yang lebih pendek. Belum ada standar yang umum untuk VDSL. Dari beberapa diskusi yang ada, kapasitas downstream yang umum untuk VDSL adalah 12,96 Mbps (1/4STS-1; 4,5 kft), 25,82 Mbps (1/2STS-1; 4 kft), dan 51,84 Mbps (STS-1; 1 kft). Untuk keperluan *upstream*, kapasitas tersedia antara 1,6 Mbps hingga 2,3 Mbps.

3.2 HDSL (High bit-rate Digital Subscriber Lines)

3.2.1 Definisi dan Aplikasi Utama

HDSL merupakan tipe DSL yang paling “matang” pada saat ini. HDSL dikembangkan pertama kali pada akhir 1980 sebagai alternatif standar T1/E1 saat ini. HDSL dapat memenuhi peran jalur T1/E1 yang saat ini sedang diimplementasikan di perusahaan-perusahaan.

3.2.2 Informasi Teknis



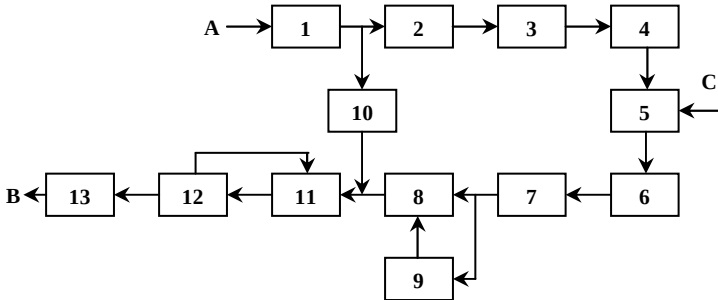
Gambar 1 Perbandingan Bit Rate T1 dengan HDSL

HDSL dirancang untuk menghadapi berbagai masalah teknis yang dihadapi T1/E1. Teknologi T1/E1 memerlukan pra kondisi untuk menyesuaikan spesifikasi jalur yang dibutuhkan. Untuk mendapat kondisi jalur yang diinginkan, memerlukan kabel khusus. HDSL dirancang untuk menyesuaikan dengan kondisi jalur. HDSL memperbolehkan *bridge taps* dan perubahan *wire gauge* yang teknologi T1/E1 tidak bisa.

Kelemahan lain teknologi T1/E1 adalah menggunakan transmisi *simplex*. Transmisi *simplex* merupakan transmisi yang informasinya dikirim secara satu arah pada satu jalur. Sebagai alternatifnya, HDSL menggunakan transmisi *duplex*. Transmisi *duplex* mengirimkan data dalam dua arah (*bi directional*). Dengan menggunakan teknik *echo cancellation*, HDSL memperbolehkan pengiriman data pada kedua arah pada frekuensi yang sama, yang hal itu sangat diinginkan, karena memerlukan *bandwith* frekuensi yang kecil untuk mengirimkan sejumlah data yang sama. *Bandwith* frekuensi kecil berarti bahwa hanya frekuensi rendah saja yang digunakan, yang dapat membantu mengurangi rugi-rugi (*losses*) dan *Near-End Cross Talk* (NEXT).

3.2.3 Struktur Transceiver HDSL

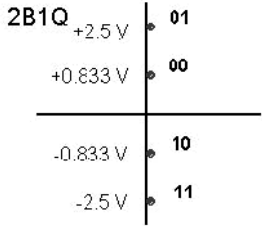
Sepasang *transceiver* HDSL dibutuhkan pada kedua sisi (*end subscriber loop* untuk membentuk suatu *link* HDSL. Sepasang *link* HDSL diperlukan untuk membentuk *line* E1 *duplex* tanpa *repeater*, dengan masing-masing *link* mempunyai *bit rate* 1,024 Mbps.



8. ADC (Analog to Digital Converter).
9. Timing Recovery Circuit.
10. Echo Canceled.
11. Decision Feedback Equalizer.
12. Decision Device.
13. 2B1Q Decoder.
- A. Transmit bits.
- B. Received bits.
- C. Twisted Pair Telephone Line.

3.2.4 Line Coding

Simbol-simbol (seperti huruf-huruf yang sedang dipakai saat ini) tidak dapat dikirim melalui kawat tembaga secara langsung, maka simbol-simbol tersebut harus di-*encode* dalam format yang dapat dikirim dan diterima tanpa ambigu. Metoda yang simbol-simbol yang dikirim sepanjang jalur data ini disebut *line coding*.



Gambar 3 Line coding 2B1Q

Line coding untuk HDSL disebut 2B1Q, yang merupakan kependekan 2-*binary* 1-*quaternary*. 2B1Q merupakan kode 4 level yang mengkodekan dua bit dalam satu waktu. Tiap level mewakili dua bit data (satu bit tersebut dapat berupa 1 atau 0).

IV. IMPLEMENTASI HDSL MENGGUNAKAN xDSL BRIDGE DAN LTU/NTU

4.1 Pendahuluan

Sistem HDSL, sebagai penghubung antara LAN dan WAN, merupakan salah satu sarana yang vital dalam sistem jejaring komunikasi data di PT TELKOM Divre IV Jateng dan DIY.

Perangkat HDSL terpasang pada lokasi *backbone* dan lokasi *remote*. Ada dua model perangkat HDSL, yaitu:

- 1) model *rack* yang terpasang di lokasi *backbone*, dan
- 2) model *stand alone* yang terpasang di lokasi *remote*.

Konfigurasi HDSL DCN PT TELKOM Divre IV Jateng dan DIY terdiri dari 4 wilayah *bakcbone* yaitu Semarang, Purwokerto, Solo dan Yogyakarta. Saat ini DCN *menghandle* 45 lokasi *remote*. Masing-masing *remote* terhubung ke *backbone* secara langsung dan masing-masing lokasi *backbone* terhubung secara *mesh* dengan menggunakan SDH.

4.2 Konfigurasi Jejaring HDSL di PT TELKOM Divre IV Jateng dan DIY

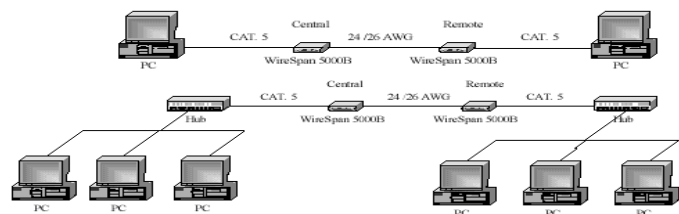
Berbagai konfigurasi jejaring sistem HDSL pada PT TELKOM Divre IV Jateng dan DIY dapat dimodelkan secara sederhana sebagai berikut.

- a. Konfigurasi Backbone Model 1.
- b. Konfigurasi Backbone Model 2.
- c. Konfigurasi Remote Model 1.
- d. Konfigurasi Remote Model 2.
- e. Konfigurasi Remote Model 3.
- f. Konfigurasi Remote Model 4.

4.3 Implementasi HDSL Menggunakan xDSL Bridge dan LTU/NTU

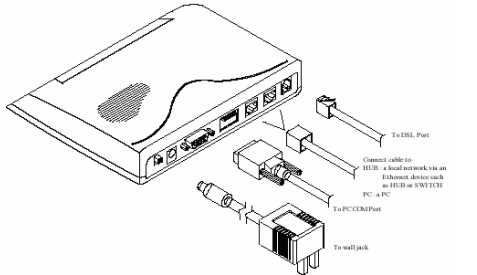
4.3.1 WireSpan 5000B xDSL Bridge

The WireSpan 5000B xDSL Bridge memberikan koneksi data kecepatan tinggi (*high-speed data connection*) melalui sepasang kabel tembaga. The WireSpan 5000B menggunakan teknologi *Symmetric Digital Subscriber Lines* (SDSL) untuk memberikan *data rates* dari 256 Kbps sampai 2320 Kbps. *Data rate* yang digunakan dapat dikonfigurasi secara manual, berdasarkan jarak koneksi dan kondisi *line*. The WireSpan 5000B dihubungkan melalui *port* 10/100BASE-T ke sebuah PC (*personal computer*) atau *Local Area Network* (LAN).



Gambar 4 Koneksi WireSpan 5000B xDSL Bridge

The WireSpan 5000B menyediakan fasilitas *MAC layer bridging* dari frame-frame yang diterima pada *interface* LAN dan WAN. Serta menyediakan fasilitas *transparent address learning* (menyimpan sampai 1024 *MAC addresses*) pada *interface* LAN. Alamat yang masuk akan *time out* setelah 300 detik. The WireSpan 5000B tidak mendukung *spanning tree*. Konsekuensinya, alat ini tidak dapat digunakan secara paralel dengan *brigde* yang lain untuk menyediakan *redudancy*.



Gambar 5 Koneksi kabel WireSpan 5000B xDSL Bridge

The WireSpan 5000B sangat mudah dalam instalasinya. Pengaturan transmisi *rate* dengan mengatur DIP switch yang terdapat pada bagian belakang (*back panel*) dan setelah dihubungkan dengan kabel, alat ini siap dipakai. The WireSpan 5000B menggunakan sepasang kabel (*single-pair wire*) untuk menghubungkan PC pelanggan atau LAN dengan DSL *line*.

4.3.2 LTU/NTU CopperTrunk II HDSL System

4.3.2.1 CopperTrunk II HDSL System

The CopperTrunk II *High bit-rate Digital Subscriber Lines* (HDSL) System menunjukkan suatu peningkatan *features* dan pengurangan konsumsi daya (*power*) secara dramatis pada produk Orckit's HDSL generasi ke empat ini. 2B1Q-based CopperTrunk II HDSL System memancarkan sinyal 2 Mbps *bi-directional* melalui dua pasang kabel tembaga dan dapat memberikan daya tambahan pada *line* HDSL yang telah diperbaharui secara *remote*, untuk peningkatan reliabilitas.

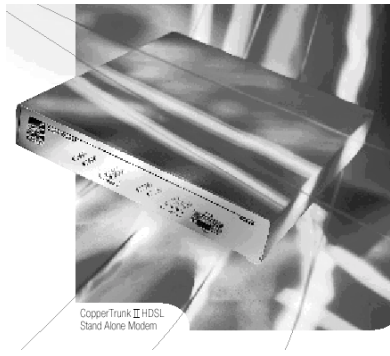
Dengan melipatgandakan jarak HDSL yang sebelumnya menggunakan regenerator, CopperTrunk II memberikan operator telekomunikasi kemampuan untuk melayani secara lebih dekat semua konsumen (*end-customers*), meskipun pada lokasi *remote* yang sangat jauh.

4.3.2.2 Aplikasi

- Koneksi PABX sampai dengan 30 *line* telepon menggunakan dua pasang kabel tembaga.
- *High speed data/leased line access solution* pada Nx64 Kbps *data rates*.
- Koneksi *wireless cellular base stations* dengan *Central Office* menggunakan E1 *fractional*.
- *High speed transmissions* untuk me-multiple *sites* menggunakan 2 Mbps *leased lines*.
- *Video Conferencing*.
- Aplikasi *point to multi-point*.
- Konversi dari E1 ke V.35/X.21 *interface*.
- *Fast Internet connection*.

Produk-produk The CopperTrunk II HDSL terdiri atas CopperTrunk II HDSL *Line Card* (OR701), yang cocok dengan CopperTrunk II HDSL *Shelf* (ORRACK), CopperTrunk II HDSL *Stand Alone Modem* (OR701SA), and CopperTrunk II HDSL Regenerator (OR572), yang dapat melipatgandakan jarak dari sistem HDSL. *Line Card* digunakan sebagai *Line Termination Unit* (LTU) dan *Stand Alone Modem* sebagai *Network Termination*

Unit (NTU), meskipun begitu baik *Line Card* maupun *Stand Alone* dapat digunakan sebagai LTU atau NTU. Sebagai tambahan, terdapat CopperTrunk II SNMP *Shelf Manager Card*, yang sesuai dengan *Shelf* pada slot 1, dan menyediakan *interface* dengan *remote ORview Network Management System*. *Interface local craft terminal* juga tersedia pada unit *line card* dan *stand alone*.



Gambar 6 Modem CopperTrunk II stand alone

4.3.2.6 E1 Transmission/Transmisi E1

Transmisi E1 biasa digunakan pada *base station* sistem selular atau koneksi PABX. Unit CopperTrunk II *line card* dan *stand alone* sesuai dengan *interface* 2,048 Kbps berdasarkan ITU G.703 and G.704. Tiap sepasang kabel tembaga memancarkan data dengan kecepatan 1,168 Kbps. Dua *interface* dengan bidang yang optional tersedia pada kedua jenis, baik itu *stand alone* maupun *shelf*, 75 W *unbalanced* atau 120 W *balanced* untuk *twisted pair*. Transmisi E1 dapat dilakukan dengan tiga macam konfigurasi. Operasi yang sederhana (*fractional operation*) digunakan saat pengguna (*user*) hanya mempunyai satu pasang kabel untuk sistem HDSL atau ketika hanya memerlukan *data rate* yang rendah (1,152 Kbps). Data dipancarkan secara keseluruhan pada pasangan 1 atau 2 tergantung kabel mana yang tersambung. Mode *fractional* memperbolehkan adanya fleksibilitas dalam pemilihan time slot E1, sampai 18 *time slot* dapat dipilih. Sistem dilengkapi proteksi, ketika beroperasi pada mode *fractional* dan kedua pasang kabel tersambung. Jika kedua pasang kabel sama-sama berfungsi, informasi akan mengalir melalui salah satu pasang kabel. Jika terdapat gangguan pada pasangan kabel yang sedang beroperasi, maka sistem secara otomatis akan memindahkan aliran data ke pasangan kabel yang lain.

4.3.2.7 Data Communication Services (Nx64 to Nx64, E1 to Nx64, 10BaseT to Nx64, atau 10BaseT to 10BaseT)

Data communication services biasa digunakan pada *leased line* atau akses internet. *Interface* DCE Nx64 tersedia pada modem *stand alone* maupun *line card*. Dalam aplikasi ini, variabel N dapat berupa harga 1 sampai 32. Harga N dapat dipilih melalui menu terminal yang terdapat pada *Network Management System* (NMS). Aplikasi ini menunjang *interface* V.35, RS-530, X.21 RS-449 atau 10BaseT. Jenis *clock* untuk *interface* tersebut adalah eksternal, internal dan *loopback timing*. Jenis *clock* tersebut dapat dipilih dengan menggunakan DIP *switch*, *terminal control* atau NMS.

Interface 10BaseT mempunyai kemampuan *bridge* dan berguna untuk menyediakan *small office direct access to data services* (contohnya *internet service*).

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil kerja praktek yang telah penulis laksanakan ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. The WireSpan 5000B xDSL *Bridge* memberikan koneksi data kecepatan tinggi (*high-speed data connection*) melalui sepasang kabel tembaga. The WireSpan 5000B menggunakan teknologi *Symmetric Digital Subscriber Line* (SDSL) untuk memberikan *data rates* dari 256 Kbps sampai 2320 Kbps.
2. Penggunaan The WireSpan 5000B xDSL *Bridge* meningkatkan efisiensi dalam pembangunan jejaring komunikasi data karena dapat mereduksi penggunaan *router* dan modem *dial-up*, serta meningkatkan jangkauan *hub*.

3. 2B1Q-based CopperTrunk II HDSL *System* memancarkan (*transmits*) sinyal 2 Mbps *bi-directional* melalui dua pasang kabel tembaga dan dapat memberikan daya tambahan pada *line* HDSL yang telah diperbaharui secara *remote*, untuk peningkatan reliabilitas.
4. Dengan melipatgandakan jarak HDSL menggunakan LTU/NTU CopperTrunk II HDSL *System*, memberikan operator telekomunikasi kemampuan untuk melayani secara lebih dekat semua konsumen (*end-customers*), meskipun pada lokasi *remote* yang sangat jauh.

5.2 Saran

1. The WireSpan 5000B xDSL *Bridge* dan LTU/NTU CopperTrunk II HDSL *System* dalam simulasi terbukti dapat meningkatkan jarak dan kualitas jaringan HDSL dengan kecepatan yang lebih baik, namun performansinya harus tetap dimonitor setiap saat dengan *Network Management System* (NMS).
2. Penggunaan kedua jenis perangkat tersebut dapat ditingkatkan pada jejaring lainnya di PT Telkom Divre IV Jateng dan DIY, sehingga dapat meningkatkan efisiensi jejaring komunikasi data.

DAFTAR PUSTAKA

[1] ---, BIT: *Contact Person IS (Information System)*, PT TELKOM Divre IV Jateng dan DIY, Semarang, 2002.
[2] Chen, Walter Y., Dr, *DSL: Simulation Techniques and Standards Development for Digital Subscriber Lines Systems*, Macmillian Technical Publishing, Indianapolis, 1998.
[3] Tanutama, Lukas, *Pengantar Komunikasi Data*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1989.
[4] Tanutama, Lukas, *Mengenal Local Area Network*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1993.
[5] <http://www.ai3.itb.ac.id>
[6] <http://www.dslforum.org>
[7] <http://www.dslreport.org>
[8] <http://www.elektroindonesia.com>
[9] <http://www.iec.org>
[10] <http://www.istecs.org>

BIOGRAFI



Wahyu Nugroho Santoso, mahasiswa konsentrasi telekomunikasi, semester 7, Teknik Elektro Undip Semarang. Kerja praktek dilakukan di *Data Communication Network* (DCN), *Information System*, PT Telkom Divre IV Jateng dan DIY, tanggal 1-11-02 s.d. 31-12-02.

Mengetahui/mengesahkan
Dosen Pembimbing

Achmad Hidayatno, ST, MT
NIP.132 137 933