

## BAB II

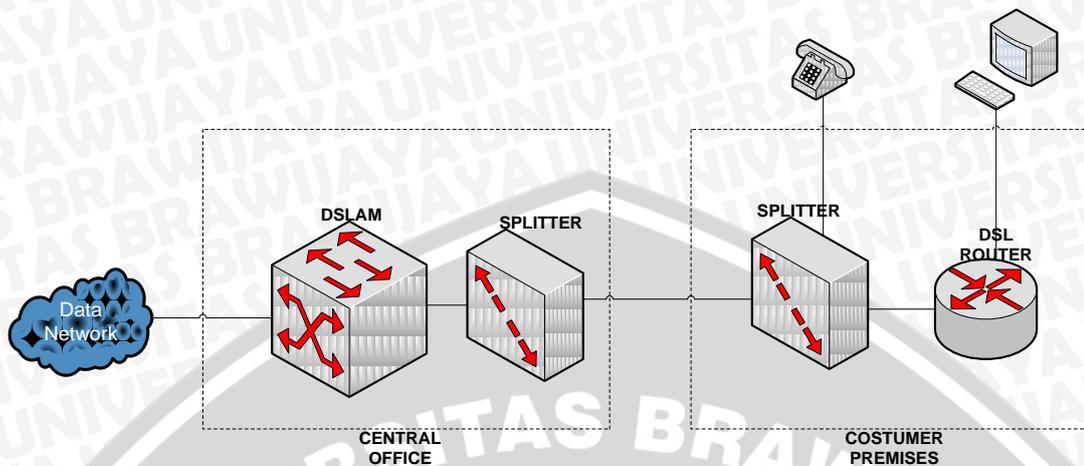
### *Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM)*

DSLAM adalah suatu perangkat yang berfungsi memisahkan frekuensi sinyal suara dari trafik kecepatan tinggi, serta mengontrol dan merutekan 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 POTS (*Plain Ordinary Telephone Service*) ketika mencapai di CO (*Central office*). 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.

#### 2.1 Prinsip Kerja

Setelah menghilangkan sinyal suara analog, DSLAM mengumpulkan sinyal – sinyal yang berasal dari end-user dan menyatukannya menjadi sinyal tunggal dengan *bandwidth* yang 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).



Gambar 2.1 Skema Transmisi DSLAM

(sumber : Alies Telesis DSL white paper)

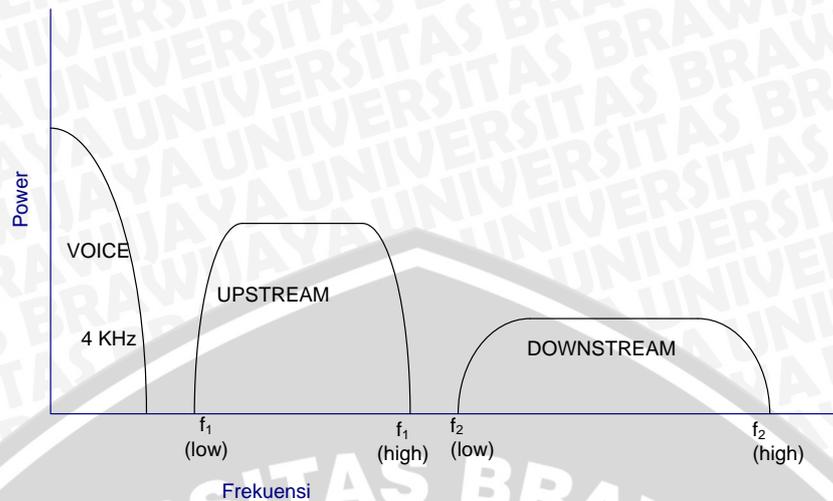
Pada Gambar 2.1, sinyal yang dikirimkan melalui internet atau jaringan lain muncul kembali pada CO yang dituju, dimana DSLAM yang lain menunggu. DSLAM bersifat fleksibel dan bisa mendukung berbagai macam DSL yang terdapat dalam sebuah CO, dan juga bisa mendukung berbagai *protocol* dan modulasi, seperti kedua macam modulasi yang digunakan yaitu CAP dan DMT. Keduanya juga dapat menyediakan *routing* maupun penomoran IP secara dinamik untuk pelanggan (*end-user*).

## 2.2 Modulasi pada Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM)

Terdapat dua jenis modulasi yang dipergunakan pada perangkat DSLAM dalam konfigurasi layanan *speedy*, yaitu CAP (*Carrierless Amplitude/Phase Modulation*) dan DMT (*Discrete Multitone*).

### 2.2.1 Carrierless Amplitude Phase (CAP)

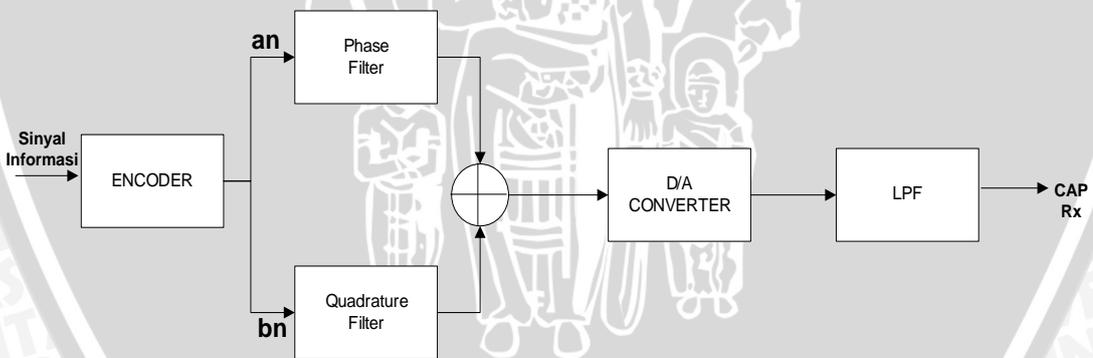
CAP merupakan teknik modulasi yang bekerja dengan membagi spektrum frekuensi yang terdapat pada jalur *speedy* menjadi tiga bagian, yaitu kanal suara (berkisar antara 0 – 4 KHz), kanal *upstream* (25 Khz – 188 KHz), dan kanal *downstream* (240 KHz keatas). Pemisahan ini dimaksudkan untuk meminimalisasi kemungkinan terjadinya interferensi antar kanal, seperti yang ditunjukkan Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Alokasi Kanal CAP

(Sumber : PRIMA K-PENS)

Modulasi CAP (*Carrierless Amplitude Phase*) mempunyai prinsip yang sama dengan modulasi QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*). Perbedaan dasar terletak pada sinyal *carrier*. CAP tidak menggunakan atau mengurangi *carrier* untuk merepresentasikan perubahan amplitudo dan fasa.

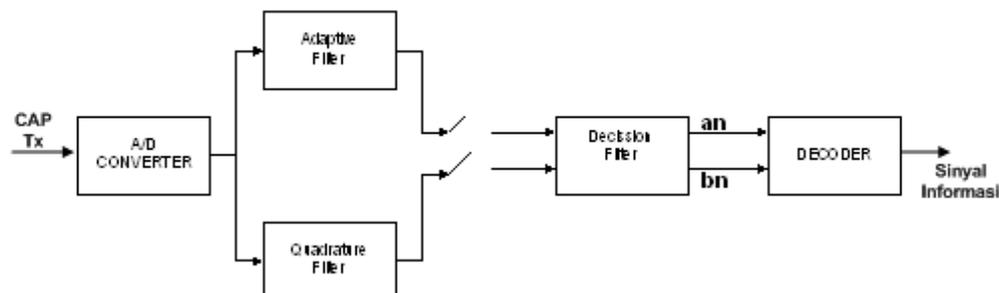


Gambar 2.3 Skema Transmitter CAP

(sumber : PT TELKOM INDONESIA, 2004)

Gambar 2.3, pada sisi pengirim dua bentuk gelombang digunakan untuk mengkodekan bit-bit menjadi simbol-simbol tertentu (sama dengan simbol seperti diagram konstilasi pada QAM) dengan menggunakan *phase filter* dan *quadrature filter*. Pada 16-CAP akan terdapat 16 ( $2^4$ ) kemungkinan simbol yang kesemuanya

dapat merepresentasikan 4 bit data. Keluaran kedua digital filter ini akan dikonversikan menjadi sinyal analog untuk kemudian dikirimkan.



Gambar 2.4 Skema *Receiver* CAP

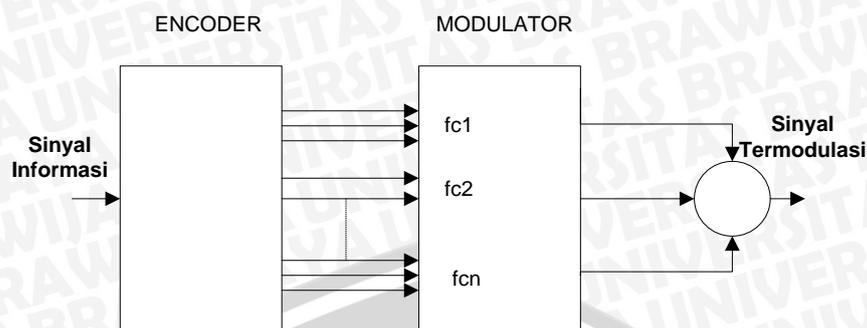
(sumber : PT TELKOM INDONESIA, 2004)

Gambar 2.4, pada sisi penerima pertama-tama sinyal dikonversi kembali menjadi sinyal digital. *Output konverter A/D* membagi kedua sinyal digital *differential equalizer* untuk mengkonversi kembali blok-blok simbol.

Karena CAP tidak menggunakan atau mengurangi carrier, maka untuk mendapatkan kembali sinyal dilakukan proses deteksi sinyal. *Adaptive filter* berfungsi sebagai rangkaian deteksi dan koreksi. Masing-masing filter mempunyai rangkaian *equalizer* untuk menentukan data-data *binary*.

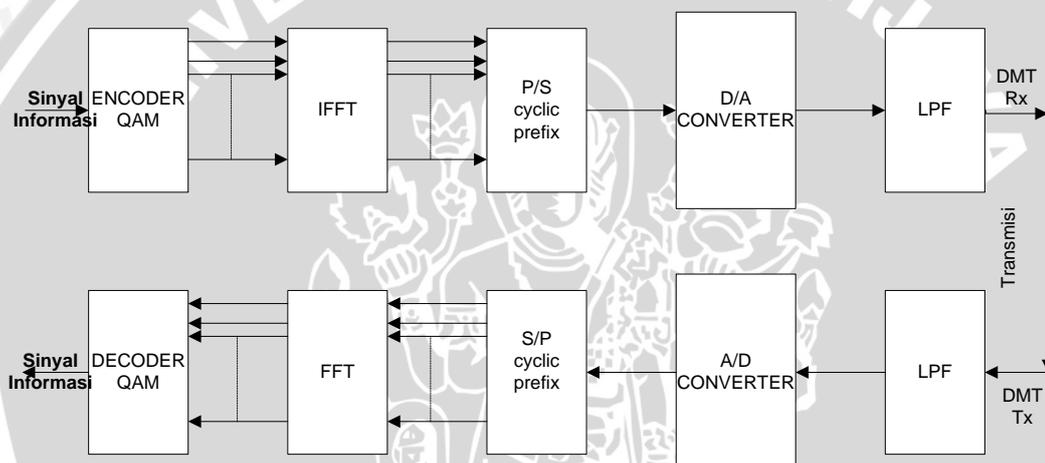
### 2.2.2 Discrete Multitone (DMT)

Teknik modulasi DMT bekerja dengan membagi frekuensi menjadi 256 kanal, yang masing-masing lebarnya 4,3125 KHz. Pada teknik modulasi ini, kecepatan data yang dikirim ke setiap kanal dapat diatur secara terpisah. Dengan cara ini, modulasi DMT dapat mengeliminasi kanal-kanal yang mengalami gangguan atau interferensi di kanal tersebut.



Gambar 2.5 Skema Pengiriman Sinyal *Multicarrier*

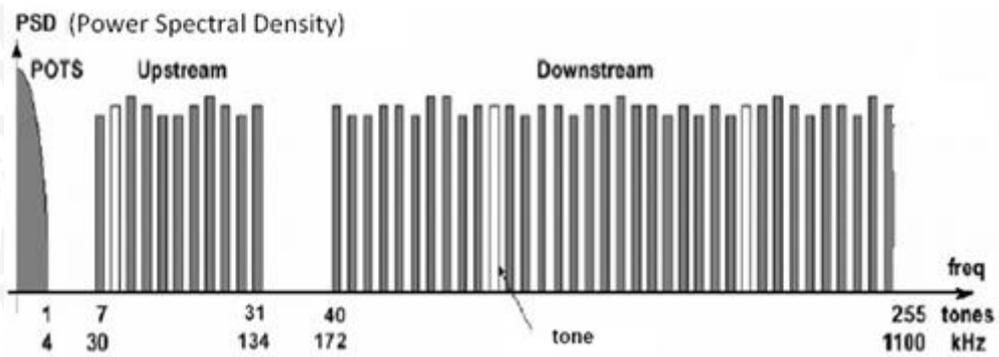
(sumber : PT TELKOM INDONESIA, 2004)



Gambar 2.6 *Transmitter dan Receiver* dari DMT

(sumber : PT TELKOM INDONESIA, 2004)

Gambar 2.5 dan Gambar 2.6 menjelaskan, pada sisi pengirim dan penerima, masing-masing *sub-symbol* di-*encoding* secara QAM sebagai masukan *Inverse Fourier Transform* dengan kombinasi sub-simbol ke dalam *sample time domain*. Pada kenyataannya sub-kanal berdiri sendiri (*independent*) sehingga beberapa *sample time domain* itu tidak tetap posisinya (*prefixed*). *Cyclic prefix* ditambahkan untuk memindahkan *intersymbol interference* (ISI) antar sub-kanal. *Sample time domain* (dengan atau tanpa *cyclic prefix*) yang telah bebas dari ISI kemudian dilewatkan ke *D/A converter*, *lowpass filter* dan dikirim keluar. Pada penerima (dengan atau tanpa *cyclic prefix*) dilakukan proses sebaliknya.



Gambar 2.7 Alokasi Kanal pada DMT

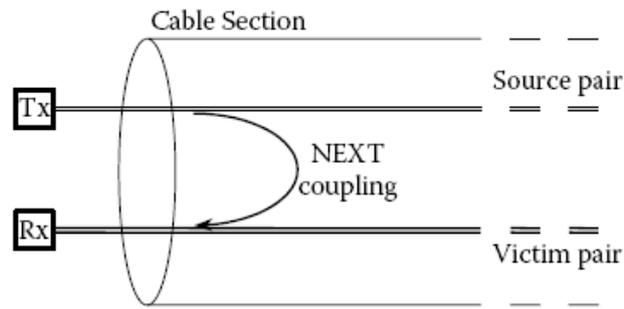
(Sumber : DSL access techniques, 2011)

Gambar 2.7, Sistem *multicarrier* membagi band frekuensi ke dalam beberapa subkanal yang berdiri independen dan terisolasi secara spektral. Dalam prosesnya, implementasi sistem *multicarrier* menggunakan transformasi digital orthogonal pada blok data, sebuah proses yang disebut *subchannelization*,

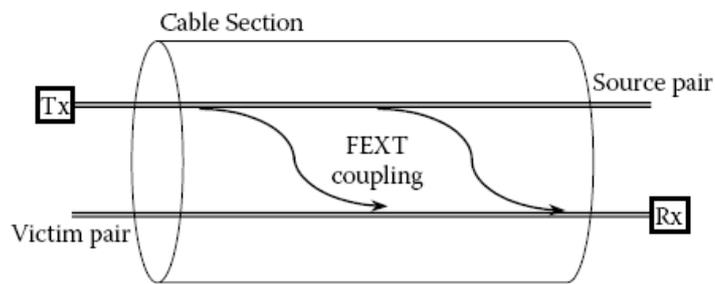
Dengan menjaga daya sinyal subkanal yang terdapat pada sebuah *bandwidth* yang sangat sempit, tiap subkanal hanya menduduki sebuah bagian kecil dari band frekuensi total dan *overlap* hanya terjadi dengan subkanal disebelahnya. Pada saat sinyal informasi tersebut dikirimkan melalui saluran kabel tembaga, komponen frekuensi sinyal yang lebih tinggi diredam lebih banyak dibanding komponen frekuensi yang lebih rendah.

### 2.3. Noise

Saluran telepon adalah lingkungan yang tidak bebas dari *noise* yang merupakan energi yang tidak diinginkan pada sisi penerima. *Noise* yang berpengaruh dominan pada saluran kabel tembaga (*twisted pair*) adalah cakup silang (*crosstalk*). Pada sistem komunikasi untuk frekuensi suara, level *noise* yang disebabkan oleh cakup silang biasanya sangat kecil dan dapat diabaikan. Pada frekuensi tinggi seperti sistem VDSL, cakup silang merupakan faktor yang membatasi dalam perolehan kapasitas kanal maksimum saluran.



(a)



(b)

Gambar 2.8 Ilustrasi dari (a) NEXT, (b) FEXT

(Sumber : Fundamental DSL Technology)

Cakap silang adalah *noise* pada saluran telepon yang disebabkan oleh radiasi elektromagnetik dari saluran telepon lainnya yang berdekatan. Seperti pada Gambar 2.8, cakap silang yang disebabkan oleh sinyal berjalan dalam arah yang berlawanan dinamakan *Near End Crosstalk* (NEXT), sering terjadi pada *central office* ketika sinyal *upstream* yang lemah terganggu oleh sinyal *downstream* yang kuat. cakap silang yang disebabkan oleh sinyal yang berjalan pada arah yang sama dinamakan *Far End Crosstalk* (FEXT), terjadi pada kedua ujung saluran transmisi (Sjoberg, 2000:18).

#### 2.4. Kapasitas Kanal CAP dan DMT

Kapasitas kanal menunjukkan kemampuan dari suatu saluran untuk mengalirkan data dalam satu satuan waktu, bisa dalam bit/detik (bps) atau bit/jam. Apabila besarnya kapasitas kanal saluran lebih besar dari *throughput* maka semua informasi yang ada akan dapat terkirim semua tanpa ada kesalahan. Kapasitas

kanal juga dapat dijadikan referensi dari kemampuan atau efektifitas transmisi dari arsitektur *transceiver* yang dibangun. Besarnya kapasitas kanal dipengaruhi oleh tingkat sinyal transmisi, faktor redaman, dan *front-end noise*.

Kapasitas kanal merupakan fungsi dari karakteristik kanal yang diterima dan daya noise (SNR yang diterima). Teorema pengkodean kanal Shannon ber-noise menyatakan bahwa laju data tertinggi tanpa *error* sebuah kanal yang dapat dicapai dibatasi oleh kapasitas kanal C.

Untuk kapasitas tiap kanal DMT :

$$C_k = \frac{1}{T} \log_2 \left( 1 + \frac{SNR_k}{2} \right) \quad (2.1)$$

maka, untuk kapasitas kanal total adalah total :

$$C = \sum_{k=K_0}^K C_k \quad (2.2)$$

dengan :

C = kapasitas kanal total DMT

SNR<sub>k</sub> = SNR tiap kanal DMT

T = simbol data rate (bit)

r = shannon kapasitas

Untuk kapasita kanal CAP :

$$C = \log_2 (1 + SNR) \quad (2.3)$$

dengan :

SNR = SNR kanal CAP