

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai karakteristik performansi CDMA 2000 1x EV-DO Revision B, konfigurasi jaringan CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2, mekanisme pengiriman data paket kecepatan tinggi berdasarkan CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2, arsitektur protokol CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2, beberapa parameter kualitas layanan data CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2, dan teori dasar *video streaming* serta protokol yang digunakan.

### 2.1 CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2

#### 2.1.1. Teknologi CDMA 2000 1x

CDMA merupakan teknologi digital seluler yang menggunakan sistem pengkodean yang unik, menjamin kenyamanan tinggi dan memiliki kapasitas spektrum yang besar. Pada sisi penerima, sinyal-sinyal CDMA dipisahkan oleh sebuah korelator yang hanya melakukan proses *despreading* spektrum pada sinyal yang sesuai. Sinyal-sinyal lain yang kodenya sesuai, tidak mendapat proses *despreading* dan hasilnya menjadi *noise* dan interferensi.

Teknologi *Code Division Multiple Access* (CDMA) merupakan salah satu alternatif dari arsitektur GSM seluler. Kedua tipe jaringan tersebut membuat transisi ke sistem generasi ketiga (3G) dengan menawarkan layanan kapasitas yang lebih dan layanan data. Perkembangan sistem komunikasi jaringan CDMA 2000 melalui 1x dikenal dengan nama CDMA 2000 1x EV-DO. Sistem 1xEV-DO adalah singkatan dari 1x *evolution data optimized*.

Hasil pengembangan sistem CDMA 2000-1x, diharapkan mampu mengakomodasi berbagai macam layanan paket data berkecepatan tinggi pada jaringan dan alokasi frekuensi yang telah ada. Beberapa layanan yang dapat didukung antara lain *wireless internet*, *wireless E-mail*, *telemetry*, dan *wireless commerce*.

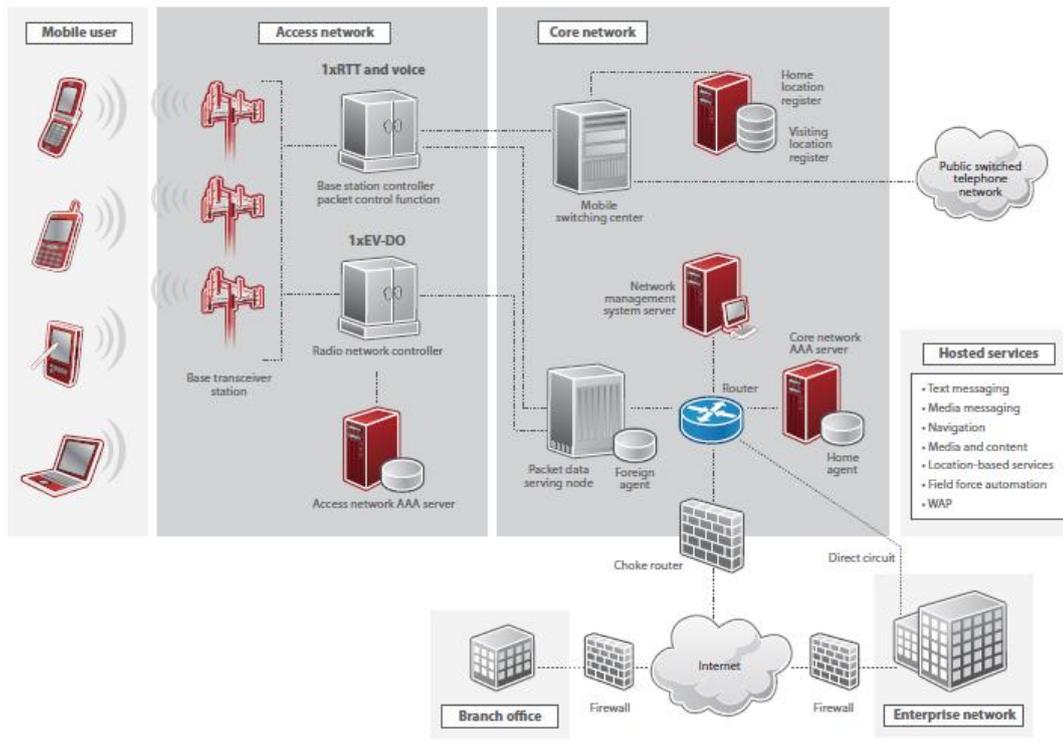
### 2.1.2. Karakteristik CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2

EV-DO Rev B fase 2 merupakan perkembangan *multi-carrier* dari teknologi EV-DO Revision B fase 2. EV-DO Rev B fase 2 tetap menggunakan kemampuan teknologi sebelumnya, namun memiliki beberapa kelebihan berikut:

- Tingkat yang lebih tinggi pada tiap sinyal pembawa (sampai 4,9 Mbit/s pada *downlink* sinyal pembawa). Menggunakan 2 atau 3 sinyal pembawa untuk *downlink data rate* 14,7 Mbit/s. Tingkat yang lebih tinggi dicapai dengan menggabungkan beberapa saluran bersama-sama untuk meningkatkan fasilitas dan memungkinkan layanan baru seperti *high definition video streaming*.
- Mengurangi *latency* dengan menggunakan multiplexing pada seluruh saluran untuk meningkatkan layanan game, video call, dan *web browsing*
- Peningkatan waktu bicara dan waktu siaga
- Mengurangi interferensi dari sektor sejenis terutama kepada pengguna seluler dengan menyediakan kembali frekuensi *Hybrid*.
- Dukungan yang efisien untuk layanan *download* dan *upload* seperti transfer data/ *file*, *web browsing*, dan pengiriman konten multimedia broadband.

### 2.1.3. Konfigurasi Jaringan EVDO Revision B fase 2

Konfigurasi jaringan CDMA yang diterapkan, merupakan integrasi dari dua jaringan yaitu CDMA 2000-1x yang berdasarkan standar IS-2000 untuk layanan *voice* dan layanan data dengan kecepatan menengah dan jaringan CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2 yang khusus hanya ditujukan untuk layanan data dengan kecepatan tinggi. Jadi dapat diketahui bahwa teknologi CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2 diterapkan pada jaringan CDMA 2000-1x yang telah terpasang (*existing*) dengan penambahan perangkat lunak dan perangkat keras dimana untuk komponen-komponen jaringan CDMA 2000 1x tertentu dipakai bersama-sama (*share*) dengan CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2. Dengan demikian teknologi yang diterapkan ini dikenal dengan CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2 yang memiliki kemampuan *dual mode* dengan penggunaan *carrier* sebagai frekuensi pembawa yang pemakaiannya terpisah. Konfigurasi jaringan teknologi CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2 terdiri dari beberapa komponen yang dapat dilihat dalam gambar 2.1.



## 2.1. Arsitektur Jaringan CDMA 2000 1x EV-DO

Sumber: [http://b2b.vzw.com/assets/files/Rev\\_WP.pdf](http://b2b.vzw.com/assets/files/Rev_WP.pdf)

Komponen-komponen yang mendukung arsitektur teknologi jaringan CDMA 2000 1x EV-DO *Revision B* fase 2 terdiri dari:

### 1. *Access Terminal (AT)/Perangkat Wireless*

Merupakan perangkat input dan output suatu data yang digunakan untuk berkomunikasi dengan *Base Station Transceiver Subsystem (BTS)* di dekatnya. Perangkat EV-DO dapat berupa *handphone*, modem radio eksternal, dan *User Identity Module (UIM)*. *Access terminal* terintegrasi ke dalam *Mobile Station (MS)* yang mempunyai fungsi utama yaitu membentuk, memelihara, dan membubarkan hubungan dengan jaringan. MS membentuk hubungan dengan meminta kanal radio dari *Radio Access Network (RAN)*.

### 2. *Radio Access Network*

Pada *Radio Access Network (RAN)* jaringan CDMA 2000 1x EV-DO *Revision B* fase 2 terdiri dari *Base Station Transceiver Subsystem (BTS)*, *Packet Control Function (PCF)*, dan *Base Station Controller (BSC)*.

- *Base Station Transceiver Subsystem (BTS)*

BTS memiliki fungsi dalam pengalokasian sumber (*resources*), daya (*power*), dan mengatur distribusi data ke semua pelanggan. Mengontrol *interface* antara jaringan CDMA 2000 1x EVDO Revision B fase 2 ke bagian pelanggan dan mengontrol berbagai layanan komunikasi yang diminta seperti layanan *voice* atau paket data.

- *Packet Control Function (PCF)*

Fungsi utama PCF adalah untuk membentuk, memelihara, dan memutuskan hubungan dengan *Packet Data Serving Node (PDSN)*. PCF berkomunikasi dengan BSC untuk meminta dan mengatur kanal radio dalam menyampaikan paket dari dan ke MS. PCF juga bertanggung jawab mengumpulkan informasi akunting dan meneruskannya ke PDSN. Dalam hal ini PCF melakukan konektivitas ke sebuah jaringan inti termasuk PDSN yang melewati *interface* dengan standar R-P *Interface* yang berdasarkan pada protokol A10 atau A11 yang berjalan melewati *Internet Protokol (IP)*.

- *Base Station Controller (BSC)*

BSC bertanggung jawab dalam mengontrol semua BTS yang berada dalam wewenangnya. BSC melewatkan paket dari BTS menuju *Packet Data Serving Node (PDSN)* atau sebaliknya dari PDSN menuju BTS dengan menyediakan *interface* data yang terpisah berupa *Radio Packet Interface (R-P Interface)* pada penerapan CDMA 2000 1x EV-DO, sedangkan fungsi tambahan lain terdapat pada penerapan CDMA 2000 1x yaitu mengontrol BTS dan *interface* yang berhubungan dengan *Mobile Switching Center (MSC)* untuk proses pemanggilan.

### 3. *Service Network*

*Service Network* terdiri dari *Mobile Switching Center (MSC)* dan *Packet Data Serving Node (PDSN)*.

#### a. *Mobile Switching Center (MSC)*

MSC merupakan *switching centre* yang mana MSC dihubungkan ke berbagai sistem BSC yang melewati *interface* dengan mengacu standar A *Interface* yang berdasarkan protokol A1, A2, dan A5 untuk mengirimkan dan menerima sinyal *voice* dan data. MSC juga mengatur *Visitor Location Register (VLR)* serta menyimpan berbagai informasi pelanggan yang diperlukan untuk proses pemanggilan data *exchange* dengan *Home Location Register (HLR)*.

#### b. *Packet Data Serving Node (PDSN)*

PDSN digunakan untuk mengontrol dan melewatkan paket-paket data menuju dan dari fungsi PCF dalam hal ini dilakukan oleh BS *packet controller* yang berkomunikasi

dengan *Access Terminal*. PDSN bertanggung jawab dalam membentuk, menjaga, serta menterminasi *interface* data dalam hal ini sesi *Point-To-Point Protocol* (PPP) antara *Access Terminal* melalui PCF dan BTS dan jaringan data paket seperti *Internet*. PDSN juga mendukung layanan-layanan paket seperti *Simple IP* dan *Mobile IP*, melakukan inisialisasi *Authentication*, *Authorization*, dan *Accounting* (AAA) untuk akses *Access Terminal client* menuju *server AAA*, menerima parameter layanan dari *server AAA* menuju *Access Terminal client*, serta merutekan paket-paket dari dan menuju jaringan data paket luar. PDSN juga dapat digunakan bersama-sama (*share*) baik oleh jaringan CDMA 2000 1x maupun CDMA 2000 1x EV-DO.

#### 4. *Public Switched Telephone Network* (PSTN)

PSTN merupakan sistem komunikasi yang tersedia bagi publik untuk memperbolehkan pelanggan saling berhubungan dengan perangkat komunikasi. Jaringan telepon publik di dalam suatu negara dan daerah merupakan standar sistem yang terintegrasi dengan fasilitas *switching* dan transmisi, pemroses pensinyalan, dan pengoperasian yang terpadu mendukung sistem memperbolehkan perangkat komunikasi berkomunikasi satu sama lain pada saat sedang dioperasikan.

#### 5. *Signaling System 7 Network* (SS7 Network)

Jaringan SS7 merupakan sebuah jaringan data yang terpisah yang membawa semua pensinyalan pada masing-masing jaringan penyedia layanan. Jaringan SS7 ini memiliki kemampuan untuk menyediakan informasi *billing* dan fitur-fitur yang terdapat pada pelanggan.

#### 6. *Network Database*

*Network Database* merupakan penyimpanan informasi yang dapat diakses oleh jaringan. Terdapat banyak *database* jaringan pada jaringan CDMA 2000 1x EV-DO, antara lain *Home Location Register* (HLR) berupa *database* master pelanggan, *Visitor Location Register* (VLR) berupa *database* pelanggan aktif yang bersifat sementara, *Equipment Identity Register* (EIR) yang mengandung identitas dari perangkat telekomunikasi seperti telepon *wireless* dan status perangkat tersebut pada jaringan, *Billing Center* (BC) yang melakukan proses perekaman *billing*, dan *Authorization and Validation Center* (AC) yang menangani otentikasi pelanggan dan *interworking* dengan MSC melalui HLR. Berikut ini akan dijelaskan fungsi dari masing-masing komponen yang ada pada *Network Database* untuk VLR dan HLR.

a. *Visitor location Register (VLR)*

VLR berupa *database* pelanggan aktif yang bersifat sementara. VLR mengandung sekumpulan informasi HLR-nya pelanggan yang digunakan ketika telepon *mobile* aktif berada pada MSC tertentu. VLR menangani informasi pelanggan yang memang berada dalam jaringannya (*home*) dan pelanggan yang datang (*visiting*). VLR mengeliminasi keperluan bagi MSC untuk secara terus menerus melakukan pengecekan terhadap HLR telepon *mobile* setiap waktu akses diduduki. Pelanggan memerlukan informasi HLR yang secara sementara tersimpan pada memorinya VLR dan kemudian dihapus ketika terdapat pelanggan yang melakukan *register* dengan MSC lainnya.

b. *Home Location Register (HLR)*

HLR berupa *database* master pelanggan. HLR merupakan *database* pelanggan yang terdapat di setiap identitas pelanggan *mobile* internasional (*International Mobile Subscriber Identity/IMSI*) dan *International Mobile Equipment Identifier (IMEI)* yang secara unik mengidentifikasi setiap pelanggan. Biasanya hanya terdapat satu HLR untuk setiap *carrier* walaupun setiap *carrier* bisa memiliki banyak MSC. HLR menangani profil setiap pelanggan termasuk pemilihan *carrier* dan pembatasan pelanggan. Pelanggan dapat mengubah dan menyimpan perubahan pilihan beberapa fitur pada HLR. *Controller* pada MSC menggunakan informasi ini untuk otorisasi akses sistem dan proses *billing* suatu panggilan.

7. *Authentication, Authorization, and Accounting (AAA)*

AAA merupakan proses yang digunakan sebagai validasi identitas dari pelanggan yang dituju atau suatu perangkat seperti *host*, *server*, *switch*, atau *router* pada suatu jaringan komunikasi. Otorisasi memberikan perlakuan dengan akses yang benar terhadap suatu pelanggan, beberapa pelanggan, sistem, atau suatu proses. *Accounting* melakukan fungsi penelusuran koneksi pelanggan dan sistem pencatatan pelanggan.

8. *Home Agent (HA)*

*Home agent* merupakan program yang mengotentikasi registrasi, melewatkan paket menuju dan dari jaringan data paket contohnya internet, di samping itu juga membuat sesi komunikasi yang aman secara terenkripsi, dan secara dinamis mengatur pengalamatan IP. HA menerima informasi pelengkap dari fungsi AAA.

9. *Interface*

*Interface* merupakan batasan bersama antara dua bagian yang dapat berupa perangkat sistem atau elemen dari informasi dimana interaksi terjadi di antara dua sistem.

*Interface* yang digunakan untuk jaringan CDMA 2000 1x EV-DO dapat dijelaskan sebagai berikut [3gpp2 A.S0011-B version 1.0, 2004:13]:

a. *Interface Um*

*Interface Um* merupakan *interface* yang menghubungkan antara MS dengan BTS yang menggunakan standarisasi *airlink* dari TIA/EIA IS-856.

b. *Interface Abis*

*Interface Abis* merupakan *interface* yang menghubungkan antara BTS dengan BSC. *Interface Abis* terdiri dari *Abis Signalling* dan *Abis Traffic*.

c. *Interface A1*

*Interface A1* membawa informasi pensinyalan antara *call control* dan fungsi manajemen mobilitas dari MSC dan komponen *call control* dari BS (BSC).

d. *Interface A2*

*Interface A2* digunakan untuk menyediakan *path* untuk trafik pelanggan. *Interface A2* membawa 64/65 kbps informasi PCM (untuk *circuit switch* yang berorientasi pada layanan suara atau 64 kbps *Unrestricted Digital Information* (UDI) untuk ISDN antara komponen *switch* dari MSC dan *Selection Distribution Unit* (SDU) yang merupakan fungsi dari BS.

e. *Interface A3*

*Interface A3* digunakan untuk mengangkut trafik pelanggan dan pensinyalan antar BS (*soft/softer handoff*) ketika target BS disertakan untuk fungsi pemilihan *frame* di dalam *source BS*. *Interface A3* membawa informasi pelanggan yang dikodekan berupa data atau suara dan sinyal informasi antara fungsi SDU dari *source BS* dan komponen elemen kanal BTS dari target BS. *Interface A3* terdiri dari dua bagian yaitu pensinyalan dan trafik pelanggan. Informasi pensinyalan dibawa melintasi kanal logika yang terpisah dari kanal trafik pelanggan dan mengontrol alokasi serta penggunaan kanal sebagai transporatasi trafik pelanggan.

f. *Interface A5*

*Interface A5* digunakan untuk menyediakan *path* untuk trafik pelanggan berupa panggilan data antara *source BS* dan MSC. *Interface A5* membawa aliran *byte* secara *full duplex* antara komponen *switch* dari MSC dan fungsi SDU dari BS.

g. *Interface A7*

*Interface A7* membawa informasi pensinyalan antara *source BS* dengan target BS pada kondisi *inter-BS soft/softer handoff*.

h. *Interface A8*

*Interface A8* membawa trafik pelanggan antara AN atau BS dan PCF.

i. *Interface A9*

*Interface A9* membawa informasi pensinyalan antara AN atau BS dan PCF.

j. *Interface A10*

*Interface A10* membawa trafik pelanggan antara PCF dan PDSN.

k. *Interface A11*

*Interface A11* membawa informasi pensinyalan antara PCF dan PDSN

## 2.2 Video Streaming

Berikut ini akan dibahas bagaimana performansi pada video *streaming*, dimana pada pembahasan ini meliputi protokol yang digunakan untuk video *streaming* dan encoder.

### 2.2.1. Protokol pada Video Streaming

a. *User Datagram Protocol (UDP)*

UDP digunakan karena dengan protokol ini tidak memerlukan mekanisme reliabilitas, dalam arti banyaknya data yang dikirimkan tidak perlu diperhatikan jumlah paket yang hilang, hal ini bertujuan agar paket data yang dikirimkan dapat lebih cepat, dan didalam UDP ini tidak ada mekanisme pengiriman ulang sehingga protokol ini banyak digunakan pada jaringan lokal ataupun *private network*.

b. *Real Time Transport Protocol (RTP)*

Merupakan suatu kondisi yang diperlukan untuk mengirimkan data multimedia secara *real-time* yang terjadi dalam jaringan, Protokol RTP ini bergantung pada protokol *Transport*, penggunaan RTP biasa banyak terjadi di UDP tetapi juga dapat terjadi pada protokol yang lain seperti DCCP, SCTP, TCP.

c. *Real-Time Control Protocol (RTCP)*

Merupakan Protokol QoS (*Quality of Service*) yang digunakan untuk menjamin sebuah kualitas dari *streaming*. RTCP Merupakan bagian yang digunakan untuk melakukan pengontrolan terhadap paket data yang ada pada RTP.

d. **Real-Time Streaming Protocol (RTSP)**

Merupakan protokol yang digunakan oleh program *streaming* multimedia untuk mengatur pengiriman data secara *real-time*, tidak bergantung pada protokol *Transport*. Metode yang ada pada RTSP adalah sebagai berikut : *PLAY*, *SETUP*, *RECORD*, *PAUSE* dan *TEARDOWN* yang biasa banyak digunakan pada *Video on Demand*.

### 2.2.2. Karakteristik Video Streaming

Karakteristik dari aplikasi *Streaming* adalah sebagai berikut :

- Distribusi data berupa audio, video dan multimedia pada jaringan secara *real time*, *live casting* atau *video on demand*.
- *Transfer media* data digital oleh *server* dan diterima oleh *client* sebagai *real time stream simultan*.
- *Client* tidak perlu menunggu keseluruhan data di *download* karena *server* mengirimkan data yang diperlukan setiap selang waktu tertentu.
- Terdapat komponen tambahan yang digunakan untuk melakukan *encoding* dan *decoding* terhadap aplikasi *streaming*.
- Pada aplikasi *stream* melibatkan jaringan, dan interaksi *client* dan *server*.

Model pengiriman *file* multimedia *streaming* dibagi menjadi 2 yaitu :

- *Live*, dimana pada model pengiriman file multimedia ini *server* *capture* dan *encode* serta mengirim stream secara *real time*.
- *Pre-Recorded / On Demand*, dimana pada model ini *server* melakukan *pre-encoded* dan menyimpan *content (file media stream)* lalu mengirimkan pada *client* saat ada permintaan.

Jenis aplikasi komunikasi Video Broadcast :

- *Broadcast*. Bersifat *One-to-many*, pengirim menggunakan *channel* yang berbeda untuk setiap penerima, contoh *Digital Video Broadcast for Handled (DVB- H)*.
- *Multicast*. Bersifat *One-to-many*, hanya pada *client* tertentu, contoh *IP-Multicast over the Internet*, *Multimedia Broadcast Multicast Service (MBMS)*.

- *Unicast / Point-to-point*. Bersifat *One-to-one* dengan *property* tergantung pada *available back channel* yaitu dengan *back channel* atau tidak. Contoh dari *Unicast* ini adalah sebagai berikut : *Video Phone, Unicast Over the Internet, Video On Demand (VOD)* dan *Live Streaming*.

Kualitas *video digital* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

- **Frame Rate**, yaitu banyak gambar ditampilkan / detik pada sisi *receiver* (*frame persecond / fps*). *Frame rate* digunakan untuk sinkronisasi gambar suara dan kecepatannya tergantung pada kecepatan koneksi internet. Standar *National Television Standards Committee (NTSC)* untuk *full motion video* adalah 30 fps, program TV memiliki *frame rate* 24 fps dan *video digital* pada internet memiliki *frame rate* 15 - 30 fps.
- **Color Depth**, yaitu banyak bit / pixel sebagai representasi warna, contoh, 24 bit merepresentasi 16,7 juta warna, 16 bit dengan 65.536 warna, dan 8 bit hanya 256 warna.
- **Frame Resolution**, yaitu besaran lebar dan tinggi dalam *pixel*, contoh, *full screen PC display* memiliki resolusi 640 x 480.
- **Bit Rate** dapat ditentukan dengan strategi berikut :
  1. **Constant Bit Rate / CBR** adalah strategi memaksimalkan kualitas visual video dengan mengkonstantakan *bit rate / frame, buffer* dan *feedback* pada *encoding*. Strategi ini digunakan pada *real-time* dan *non-buffered video streaming* karena ketersediaan *bandwidth* tetap namun kapasitas channel terbatas, contoh *video conference* pada *channel* dengan *fixed bandwidth*.
  2. **Variable Bit Rate / VBR** adalah strategi memaksimalkan kualitas visual video dengan meminimalisir *Bit Rate*, karena hal ini berbanding lurus dengan distorsi yang terjadi pada setiap frame. Pada *fast motion scene*, VBR menggunakan lebih banyak bit dari pada *slow motion scene*, pada durasi yang sama untuk mengkonsistenkan kualitas visual. contoh DVD.

### 2.2.3. Kompresi Video

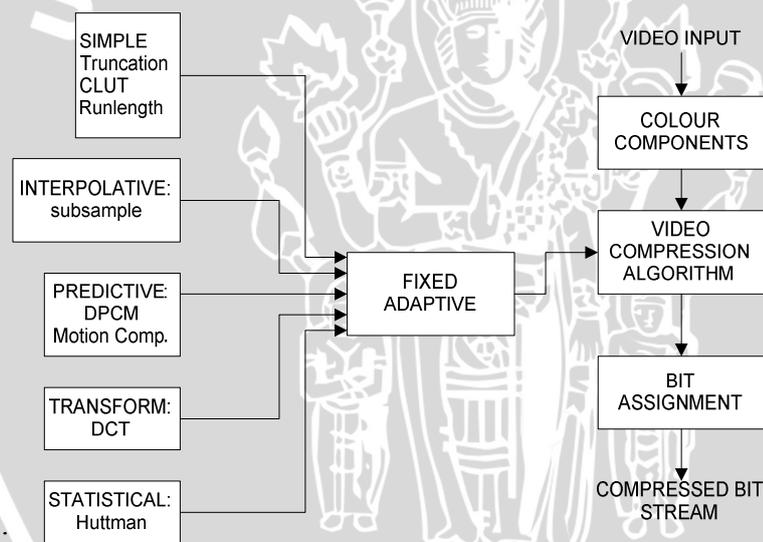
Pada *video* untuk memperoleh kualitas *video* dan *audio* maka diperlukan Sistem Kompresi (*Encoding System*) yaitu proses mengurangi redundansi yang ada pada data. Untuk *Encoding Video Streaming* terbagi atas *Encoding Video* dan *Encoding Audio*.

Sistem kompresi dipengaruhi oleh *Video codec*, *Audio codec*, *Bit rate video* dan *audio*, *Frame rate video*, *Frekuensi audio*, dan *Size video*. Kompresi *video* dilakukan dengan mengurangi terjadinya redundansi pada *video signal*.

Pada Kompresi *video* terdapat dua pendekatan untuk mengurangi redundansi pada data berdasarkan identifikasi tipenya :

- *Spatial redundancy*, mendefinisikan redundansi data pada *video* berdasarkan nilai *pixel* yang berkorelasi dengan tetangganya.
- *Temporal redundancy*, mendefinisikan redundansi data pada *video* berdasarkan nilai *pixel* yang berkorelasi dengan *frame* setelahnya.
- *Spectral redundancy*, mendefinisikan redundansi data pada *video* berdasarkan korelasi antara komponen warna pada *image* yang sama.

Pada gambar dibawah ini dapat kita lihat proses teknik kompresi yang digunakan untuk *video*.



**Gambar 2.2** Teknik Kompresi Video

Sumber : Interactive Learning with a Digital Library in Computer Science.  
<http://ei.cs.vt.edu/~mm/s95/sspace/Text - Ch 6 653.html>

#### 2.2.4. Web Video Broadcast dengan Media Flash Player

Untuk aplikasi *web video broadcast* ini menggunakan komponen *Adobe Flash Player Plugin*. Contoh aplikasi *web video broadcast* yang menggunakan komponen seperti ini adalah *YouTube*. Format yang didukung oleh komponen ini adalah *Flash Video File (FLV)*.

Dengan menggunakan *Flash Video Streaming*, user dapat melihat *video* secara langsung melalui web tanpa harus melakukan proses *download* (fungsi *progressive download* pada *flash media server*). selain itu, dapat dilakukan pengaturan video (fungsi *flash video control*), seperti *play*, *pause*, *volume* dan *trackbar* yang bisa diubah berdasarkan kebutuhan.

Format *video* yang didukung oleh *Flash Video Streaming* ini adalah format *video* memiliki *extension* *.flv* atau *Flash Video*. Untuk mengubah format video ini dapat digunakan program *encoder*, yang dapat merubah berbagai macam *file extension*.

## 2.3 Parameter Kualitas Layanan Data CDMA 2000 1x EV-DO Rev. B fase 2

Berikut ini terdapat beberapa kategori yang diperlukan untuk memberikan jaminan kualitas pelayanan pada pelanggan untuk layanan data di antaranya adalah:

### 2.3.1. Paket Data Aplikasi Video Streaming

Pada aplikasi *video streaming*, paket yang ditransmisikan dibedakan atas paket audio dan paket video, dimana tiap paket tersebut mempunyai besar *payload* yang berbeda. Aplikasi *video streaming* menggunakan jenis CODEC H.264/AVC untuk video dengan *bit rate* CODEC antara 64 – 384 kbps dan AMR-WB+ untuk audio dengan *bit rate* CODEC antara 5,2 – 48 kbps. Besar *payload* tiap paket audio dan video dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$PL_a = B_{CODEC_a} \times f_r \quad (2-1)$$

$$PL_v = B_{CODEC_v} \times f_r \quad (2-2)$$

dengan:

$PL_a$  = *payload* paket audio (bit)

$PL_v$  = *payload* paket video (bit)

$B_{CODEC_a}$  = *bit rate* CODEC audio (bps)

$B_{CODEC_v}$  = *bit rate* CODEC video (bps)

$f_r$  = *frame rate* (s)

Besarnya file atau *payload* video streaming dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$PL_{vs} = PL_a + PL_v \quad (2-3)$$

Kemudian, *payload* video streaming yang akan di-*encode* diubah menjadi paket-paket yang disebut NALU (*Network Abstraction Layer Unit*). Besarnya tiap paket audio

dan video aplikasi video *streaming* merupakan penjumlahan dari *payload* paket audio dan video dengan *header-header*. Sehingga, besar tiap paket audio dan video *streaming* yang dihasilkan dapat dinyatakan dengan:

$$P_a = PL_a / PL_{a_{max}} \quad (2-4)$$

$$P_{a-size} = PL_a + P_a \times (H_{NALU} + H_{RTP} + H_{UDP} + H_{IP}) \quad (2-5)$$

$$P_v = PL_v / PL_{v_{max}} \quad (2-6)$$

$$P_{v-size} = PL_v + P_v \times (H_{NALU} + H_{RTP} + H_{UDP} + H_{IP}) \quad (2-7)$$

dimana:

$P_a$  = jumlah paket *audio*

$PL_{a_{max}}$  = maksimum *payload* paket audio (bit)

$P_v$  = jumlah paket *video*

$PL_{v_{max}}$  = maksimum *payload* paket video (bit)

$H_{NALU}$  = NALU *header* (1 byte)

$H_{RTP}$  = *header* RTP (12 byte)

$H_{UDP}$  = *header* UDP (8 byte)

$H_{IP}$  = *header* IP (20 byte)

Paket-paket video dan audio yang telah di rubah kodenya (*encode*) akan ditransmisikan melalui RTP (*Real Time Protocol*). Besar paket video *streaming* yang akan ditransmisikan dapat diperoleh menggunakan persamaan:

$$P_{vs-size} = P_{a-size} + P_{v-size} \quad (2-8)$$

dimana:

$P_{vs-size}$  = ukuran paket aplikasi *video streaming* (byte)

$P_{a-size}$  = besar paket *audio* (byte)

$P_{v-size}$  = besar paket *video* (byte)

*Bandwidth* aplikasi video *streaming* menyatakan banyaknya data yang dapat ditransmisikan setiap satuan waktu, dengan satuan bps (bit per *second*). *Bandwidth* aplikasi video *streaming* adalah jumlah *bandwidth* video *streaming* (CODEC) yang ditambah dengan *bandwidth overhead*. *Bandwidth overhead* merupakan *bandwidth* akibat adanya penambahan *header* pada setiap paket dari video *streaming* yang besarnya sekitar 5-10% dari *bandwidth* video *streaming* [Pramono, 2006: 29].

Sehingga besarnya *bandwidth* aplikasi video *streaming* dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$B_{vs} = \frac{P_{a-size}}{PL_a} \cdot B_{codeca} + \frac{P_{v-size}}{PL_v} \cdot B_{codecv} \quad (2-9)$$

dimana:

$B_{vs}$  = *bandwidth* aplikasi video *streaming* (bps)

### 2.3.2. *Bandwidth* Aplikasi Video *Streaming*

*Bandwidth* aplikasi video *streaming* menyatakan banyaknya data yang dapat ditransmisikan setiap satuan waktu, dengan satuan bps (bit per *second*). *Bandwidth* aplikasi video *streaming* adalah jumlah *bandwidth* video *streaming* (CODEC) yang ditambah dengan *bandwidth overhead*. *Bandwidth overhead* merupakan *bandwidth* akibat adanya penambahan *header* pada setiap paket dari video *streaming* yang besarnya sekitar 5-10% dari *bandwidth* video *streaming* [Pramono, 2006: 29].

Sehingga besarnya *bandwidth* aplikasi video *streaming* dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$B_{vs} = \frac{P_{a\text{size}}}{PL_a} \cdot B_{\text{codec}_a} + \frac{P_{v\text{size}}}{PL_v} \cdot B_{\text{codec}_v} \quad (2-9)$$

dimana:

$B_{vs}$  = *bandwidth* aplikasi video *streaming* (bps)

### 2.3.3. *Delay end-to-end* Aplikasi Video *Streaming*

*Delay end-to-end* aplikasi video *streaming* merupakan jumlah *delay* CODEC aplikasi video *streaming* dengan *delay* jaringan dimana aplikasi tersebut berjalan. *Delay* CODEC aplikasi video *streaming* terdiri dari *delay* CODEC audio dan video untuk menghasilkan satu paket video *streaming*. Besarnya *delay* CODEC aplikasi video *streaming* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$t_{\text{CODEC}} = t_a + t_v \quad (2-10)$$

dengan:

$t_{\text{CODEC}}$  = *delay* CODEC aplikasi video *streaming* (detik)

$t_a$  = *delay* CODEC audio (detik)

$t_v$  = *delay* CODEC video (detik)

Sehingga, total *delay end-to-end* penerapan aplikasi video *streaming* pada jaringan CDMA EV-DO Revision B fase 2 dapat dihitung dengan persamaan:

$$t_{\text{end-to-end}} = t_{\text{CODEC}} + t_{\text{net}} \quad (2-11)$$

dengan:

$t_{\text{total}}$  = *delay end-to-end* untuk aplikasi *video streaming* (detik)

$t_{\text{net}}$  = *delay jaringan EV-DO Revision B fase 2* (detik)

### 2.3.3.1. *Delay end-to-end* pada Jaringan CDMA EV-DO Revision B fase 2

Salah satu ukuran kerja jaringan data adalah *delay* yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sumber ke tujuannya. Dalam jaringan berbasis *packet switching*, *delay* yang terjadi merupakan penjumlahan *delay-delay* yang ada dalam perjalanan paket dari sumber ke tujuannya pada setiap *hop*. Waktu tunda pengiriman paket data pada jaringan dirumuskan seperti dalam persamaan [Stallings,1997:513]:

$$t_{\text{net}} = t_{\text{proc}} + t_{\text{T}} + t_{\text{p}} + t_{\text{w}} \quad (2.12)$$

dengan:

$t_{\text{net}}$  = *delay jaringan* (detik)

$t_{\text{proc}}$  = *delay proses* (detik)

$t_{\text{w}}$  = *delay antrian* (detik)

$t_{\text{T}}$  = *delay transmisi* (detik)

$t_{\text{p}}$  = *delay propagasi* (detik)

Berikut macam-macam *delay* yang dimaksud:

#### a. *Delay Proses*

*Delay proses* adalah waktu yang dibutuhkan untuk memproses paket data dan untuk menentukan ke mana data tersebut akan diteruskan. *Delay proses* terdiri dari *delay* enkapsulasi dan *delay* dekapsulasi.

#### b. *Delay Transmisi*

*Delay transmisi* merupakan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mentransmisikan *bit* pertama dari paket data hingga *bit* terakhir melalui media transmisi tertentu.

#### c. *Delay Propagasi*

*Delay propagasi* merupakan waktu antara *bit* terakhir ditransmisikan dari *node* sebelumnya sampai *bit* terakhir diterima pada *node* berikutnya. Kecepatan

propagasi tergantung pada karakteristik fisik media koneksi antara pengirim dan penerima.

#### d. *Delay Antrian*

*Delay* antrian adalah waktu yang menyatakan lamanya paket data tersebut berada dalam antrian untuk ditransmisikan. Selama waktu ini paket data menunggu sampai selesainya paket lain ditransmisikan. *Delay* antrian yang dianalisis merupakan *delay* yang terjadi pada PDSN dengan menggunakan model antrian M/M/1.

#### 2.3.4. Probabilitas Packet Loss

Probabilitas *packet loss* pada jaringan CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2 dihitung dari probabilitas *packet loss* yang terjadi pada *air interface* sistem CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2 (MS-BTS) serta pada jaringan IP backbone yang meliputi PDSN, HA, serta AAA, dengan persamaan :

$$\rho_{network} = 1 - [(1 - \rho_{AI})(1 - \rho_{IPbackbone})^h] \quad (2.13)$$

dengan:

$\rho_{network}$  = probabilitas *packet loss* pada jaringan CDMA 2000 1x EV-DO

$\rho_{AI}$  = probabilitas *packet loss* pada *air interface*

$\rho_{ipbackbone}$  = probabilitas *packet loss* pada IP backbone

$h$  = jumlah hop pada jaringan IP backbone (PDSN, HA, AAA, BSC, PCF)

Probabilitas *packet loss* pada IP backbone dihitung dari probabilitas bit error (BER) di jaringan tersebut, dengan persamaan [ETSI TR 101.329-7,2002:39]:

$$\rho_{IP backbone} = (1 + l')P_e \quad (2.14)$$

dengan:

$l$  = panjang paket (*byte*)

$l'$  = panjang *header* IP (*byte*)

$P_e$  = probabilitas bit error (BER) IP backbone ( $8 \times 10^{-8}$ )

Sedangkan probabilitas *packet loss* pada *air interface* dipengaruhi oleh besarnya *pathloss* yang terjadi pada jaringan CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2. Sebuah sinyal *noise* dapat menyebabkan sebuah bit salah diinterpretasikan. BER ( $P_e$ ) secara umum dapat didefinisikan [Garg, 1997]:

1. Perhitungan *Path Loss* Maksimum/*Maximum Allowable Pathloss* (MAPL)

MAPL = Total transmitter EIRP per traffic channel - Receiver sensitivity + MS Antenna gain - MS Cable loss + gain diversity - fading margin + gain handoff - Building penetration loss

(2.15)

dengan:

- *Transmitter* EIRP adalah besarnya daya *output* yang keluar dari penguat daya terminal pelanggan
- *Receiver sensitivity* adalah sensitivitas penerimaan *mobile station* (dBm)
- *Antenna gain* adalah penguatan antena (dBi)
- *Cable loss* adalah besarnya rugi-rugi kabel yang dapat mengurangi level sinyal penerimaan (dB)
- *Gain diversity* merupakan penguatan yang disebabkan karena penggunaan *antenna space diversity* (dB)
- *Fading margin* merupakan margin selisih antara kuat daya rata-rata yang diterima dengan kuat sinyal *reshold* minimum penerimaan/kuat sensitivitas penerimaan (dB)
- *Gain handoff* merupakan penguatan *handoff* untuk memperoleh probabilitas *coverage* yang sesuai (dB)
- *Building penetration loss* adalah besarnya atenuasi yang disebabkan adanya bangunan antara *transmitter* dan *receiver* (dB)

2. Perhitungan Daya yang Diterima Kanal Trafik

$$P_{tr} = EIRP - L_p + G_{MS} - I_m \quad (2.16)$$

dengan:

$P_{tr}$  = daya yang diterima kanal trafik (dBW)

EIRP = EIRP kanal trafik (dBW)

$L_p$  = rugi-rugi propagasi (dB)

$G_{MS}$  = gain antena *mobile station* (dB)

$I_m$  = *interference margin* (dB)

### 3. Perhitungan $E_b/N_o$ Kanal Trafik

$$E_b/N_{oTr} = P_{tr} - 10 \log R_b - 10 \log 10^{0,1N_o} \quad (2.17)$$

dengan:

$E_b/N_{oTr}$  = *energy per bit to noise density ratio* kanal trafik (dB)

$P_{tr}$  = daya yang diterima kanal trafik (dBW)

$R_b$  = *bit rate data* (bps)

$N_o$  = *thermal noise* (dBm/Hz)

### 4. Probabilitas *Error* Kanal Trafik

$$P_e = \frac{e^{-E_b / N_o}}{2\sqrt{\pi}(E_b / N_o)} \quad (2.18)$$

dengan:

$P_e$  = probabilitas error kanal trafik

$E_b/N_o$  = *energy per bit to noise density ratio* kanal trafik (dB)

Kemudian probabilitas *packet loss* pada *air interface* jaringan CDMA 2000 1x EV-DO Revision B fase 2 dihitung dengan persamaan [Kumar, 1998:75]:

$$p_{AI} = 1 - (1 - P_e)^{l+l'} \quad (2.19)$$

dengan:

$l$  = panjang data (*byte*)

$l'$  = panjang *header* (*byte*)

#### 2.3.5. Throughput

*Throughput* merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui jumlah data yang diterima dalam keadaan baik terhadap waktu total transmisi yang dibutuhkan dari sumber ke penerima. Pengiriman data pada jaringan *packet switch* antara dua stasiun yang melalui beberapa lapisan protokol meliputi batas kemampuan kapasitas yang dapat dikeluarkan oleh jaringan tersebut. Pada keadaan saturasi, yaitu kondisi dimana selalu tersedia *frame* yang menunggu untuk ditransmisikan,  $t_v$  merepresentasikan sebagai waktu transmisi rata-rata *frame* yang diterima dengan benar (Schwartz, 1987).

$$\lambda = \frac{\text{jumlah paket data benar yang diterima}}{t_v} \dots\dots\dots (2.20)$$

dengan:

$\lambda$  = *throughput* (paket/detik)

$t_v$  = waktu total transmisi untuk mengirimkan paket yang benar (detik)

