

# **KOMPRESI SINYAL SUARA DENGAN MENGGUNAKAN STANDAR MPEG-4**

Disusun Oleh :

**Nama : Michael Darmawan**

**Nrp : 0322130**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,

Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia.

Email : darmawan\_md@yahoo.co.id

## **ABSTRAK**

Pengkodean suara dengan laju bit rendah memiliki efisiensi pengkodean yang sangat tinggi. Algoritma pengkodean suara dengan efisiensi pengkodean yang tinggi dan fungsional memegang peranan penting untuk efisiensi penggunaan bandwidth khususnya untuk aplikasi-aplikasi pada sistem multimedia.

Standar MPEG-4 merupakan standar ISO/IEC yang dibuat oleh MPEG (Moving Picture Experts Group) untuk aplikasi multimedia yang meliputi video dan audio (suara dan musik). HVXC (Harmonic Vector eXcitation Coding) adalah bagian dari standar MPEG-4 audio, yang digunakan untuk pengkodean suara narrow band (300-3400Hz) dengan frekuensi sampling 8 kHz pada laju bit 2 kbps.

Pengkodean suara HVXC pada simulasi ini telah berhasil direalisasikan menggunakan MATLAB dengan laju bit 2 kbps dan memiliki kualitas yang cukup baik dan informasi yang terkandung masih dapat ditangkap dengan cukup baik

Kata Kunci : vektor, kuantisasi, harmonik.

# **SPEECH CODING ALGORITHM BASED ON MPEG-4 STANDARD**

Composed by :

**Name : Michael Darmawan**

**Nrp : 0322130**

Electrical Engineering, Maranatha Cristian University,  
Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia.  
Email : darmawan\_md@yahoo.co.id

## **ABSTRACT**

Low bit rate coder has a very high coding efficiency. Speech coding algorithms with high coding efficiency and multiple functionalities play important role for efficient use of bandwidth and emerging new applications of multimedia systems.

Standard MPEG-4 is an ISO/IEC standard developed by MPEG (Moving Picture Experts Group) for applications multimedia include video and audio (speech and music). HVXC (Harmonic Vector eXcitation Coding) is part of MPEG-4 audio standard and was used to code narrow band speech (300-3400Hz) with 8 kHz sample rate at bitrate 2 kbps.

HXVC voice coding in this simulation has been implemented by using MATLAB approach speech at bit rates as 2 kbps and this simulation has a good quality result and the information can be captured well enough.

Key Words : vector, quantization, harmonic.

## DAFTAR ISI

|                                                        | Halaman |
|--------------------------------------------------------|---------|
| ABSTRAK .....                                          | i       |
| ABSTRACT .....                                         | ii      |
| KATA PENGANTAR .....                                   | iii     |
| DAFTAR ISI .....                                       | v       |
| DAFTAR TABEL .....                                     | viii    |
| DAFTAR GAMBAR.....                                     | ix      |
| BAB I PENDAHULUAN                                      |         |
| I.1 Latar Belakang .....                               | 1       |
| I.2 Identifikasi Masalah .....                         | 1       |
| I.3 Tujuan .....                                       | 1       |
| I.4 Pembatasan Masalah .....                           | 2       |
| I.5 Sistematika Penulisan .....                        | 2       |
| BAB II LANDASAN TEORI                                  |         |
| 2.1 Pengkodean Suara .....                             | 3       |
| 2.2 Pemodelan Sinyal Suara .....                       | 5       |
| 2.2.1 Analisis Spektral <i>shot-time</i> .....         | 6       |
| 2.2.2 Pengkodean Prediksi Linier (LPC) .....           | 6       |
| 2.2.2.1 Konvers Koefisien Prediksi Linier ke LSP ..... | 11      |
| 2.3 Sampling dan Kuantisasi .....                      | 13      |
| 2.3.1 Sampling.....                                    | 13      |
| 2.3.2 Kuantisasi .....                                 | 13      |
| 2.3.2.1 Kuantisasi Skalar.....                         | 14      |

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 2.3.2.2 Kuantisasi Vektor .....                | 15 |
| 2.4 Fast Fourier Transform (FFT) .....         | 15 |
| 2.4.1 Pengurangan Pada Kawasan Waktu .....     | 17 |
| 2.4.2 Pengurangan Pada Kawasan Frekuensi ..... | 21 |

### BAB III PENGKODEAN SUARA MPEG-4 AUDIO HVXC

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1 Enkoder MPEG-4 Audio HVXC .....                                   | 22 |
| 3.1.1 Cara Kerja Enkoder Secara Umum .....                            | 22 |
| 3.1.2 Normalisasi .....                                               | 24 |
| 3.1.2.1 Analisis LPC .....                                            | 24 |
| 3.1.2.2 Kuantisasi LSF .....                                          | 24 |
| 3.1.2.3 Filter Invers LPC .....                                       | 28 |
| 3.1.3 Estimasi Pitch.....                                             | 28 |
| 3.1.4 Ekstraksi Magnituda Harmonik.....                               | 29 |
| 3.1.5 Pembobotan <i>Perceptual</i> .....                              | 30 |
| 3.1.6 Enkoder VQ Harmonik .....                                       | 31 |
| 3.1.7 Enkoder Time Domain .....                                       | 33 |
| 3.1.8 Keputusan V/UV.....                                             | 35 |
| 3.2 Dekoder MPEG-4 Audio HVXC .....                                   | 35 |
| 3.2.1 Cara kerja Dekoder Secara Umum.....                             | 35 |
| 3.2.2 Mode Delay.....                                                 | 38 |
| 3.2.3 Dekoder LSF.....                                                | 39 |
| 3.2.3.1 Mengubah Indeks ke LSF .....                                  | 39 |
| 3.2.3.2 Proses Pendekodean VQ Tanpa Prediksi <i>Interframe</i> .....  | 40 |
| 3.2.3.3 Proses Pendekodean VQ Dengan Prediksi <i>Interframe</i> ..... | 41 |
| 3.2.3.4 Stabilisasi LSF.....                                          | 42 |
| 3.2.4 Dekoder Kuantisasi Vektor Harmonik .....                        | 43 |
| 3.2.5 Dekoder Time Domain .....                                       | 44 |
| 3.2.6 Interpolasi Parameter Untuk Kontrol Kecepatan .....             | 45 |

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 3.2.7 Pensintesi Komponen <i>Voiced</i> .....   | 46 |
| 3.2.8 Pensintesi Komponen <i>Unvoiced</i> ..... | 46 |
| 3.2.9 Postfilter.....                           | 47 |
| 3.3 Alokasi Bit Frame HVXC .....                | 47 |

#### BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISA

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 4.1 Simulasi.....                                             | 49 |
| 4.2 Analisis Sinyal Suara .....                               | 50 |
| 4.2.1 Proses Awal .....                                       | 51 |
| 4.2.2 Windowing .....                                         | 53 |
| 4.2.3 Perhitungan Autokorelasi .....                          | 54 |
| 4.2.4 Perhitungan Koefisien Prediksi Linier .....             | 54 |
| 4.2.5 Perhitungan Koefisien LSP dan LSF .....                 | 55 |
| 4.2.6 Kuantisasi Koefisien LSP .....                          | 56 |
| 4.2.7 Perhitungan Sinyal Residu LPC.....                      | 58 |
| 4.2.8 Estimasi Pitch.....                                     | 60 |
| 4.2.9 Ekstraksi Magnituda Harmonik .....                      | 60 |
| 4.2.10 Perbandingan Sinyal Pembobotan <i>perceptual</i> ..... | 61 |
| 4.2.11 Keputusan V/UV .....                                   | 63 |
| 4.2.12 Enkoder VQ harmonik .....                              | 64 |
| 4.2.13 Enkoder Time Domain .....                              | 64 |
| 4.2.14 Sinyal Sintesis.....                                   | 65 |
| 4.3 Pengujian Kualitas .....                                  | 66 |
| 4.3.1 Metode SNR .....                                        | 66 |
| 4.4 Perhitungan Laju bit.....                                 | 68 |

#### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

|                      |    |
|----------------------|----|
| V.1 Kesimpulan ..... | 70 |
| V.2 Saran .....      | 70 |
| DAFTAR PUSTAKA ..... | 71 |

#### LAMPIRAN A PROGRAM M-FILE PADA MATLAB 7.0.4

## DAFTAR TABEL

|                                                                              | Halaman |
|------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 3.1 Pembagian bit LSF terkuantisasi.....                               | 28      |
| Tabel 3.2 Pembagian bit vektor kuantisasi <i>shape</i> dan <i>gain</i> ..... | 43      |
| Tabel 3.3 Pembagian bit vektor eksitasi <i>shape</i> dan <i>gain</i> .....   | 45      |
| Tabel 3.4 Alokasi bit untuk laju bit 2 kbps .....                            | 48      |
| Tabel 4.1 Hasil autokorelasi <i>frame</i> ke 20.....                         | 54      |
| Tabel 4.2 LPC <i>frame</i> ke 20 .....                                       | 54      |
| Tabel 4.3 Koefisien LSP <i>frame</i> ke 20 .....                             | 55      |
| Tabel 4.4 Koefisien LSF <i>frame</i> ke 20 .....                             | 56      |
| Tabel 4.5 LSF terkuantisasi tahap pertama .....                              | 56      |
| Tabel 4.6 LSF terkuantisasi tahap kedua .....                                | 57      |
| Tabel 4.7 LSF terkuantisasi tahap ketiga .....                               | 57      |
| Tabel 4.8 LSP terkuantisasi tahap kedua .....                                | 58      |
| Tabel 4.9 LPC terkuantisasi tahap ketiga.....                                | 59      |
| Tabel 4.10 Alokasi bit tiap frame hasil simulasi .....                       | 68      |
| Tabel 4.11 Distribusi responden.....                                         | 69      |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                               | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1 Sistem pengkodean suara .....                                      | 3       |
| Gambar 2.2 Proses pengkodean suara .....                                      | 4       |
| Gambar 2.3 Pemodelan untuk produksi suara.....                                | 5       |
| Gambar 2.4a Suara <i>voice</i> .....                                          | 6       |
| Gambar 2.4b Suara <i>unvoice</i> .....                                        | 6       |
| Gambar 2.5 Pemodelan <i>source filter</i> dalam domain-z.....                 | 7       |
| Gambar 2.6 Cara kerja <i>quantizer</i> skalar.....                            | 15      |
| Gambar 2.7 Partisi garis bilangan 6 interval .....                            | 15      |
| Gambar 2.8 Cara kerja <i>quantizer</i> vektor.....                            | 16      |
| Gambar 2.9 Tahap pertama pada FFT kawasan waktu.....                          | 18      |
| Gambar 2.10 Tahap akhir penurunan jumlah perkalian.....                       | 19      |
| Gambar 2.11 Tahap FFT kawasan frekuensi .....                                 | 21      |
| Gambar 3.1 Struktur frame HVXC.....                                           | 22      |
| Gambar 3.2 Blok Diagram enkoder HVXC.....                                     | 23      |
| Gambar 3.3 Windows Sinc.....                                                  | 32      |
| Gambar 3.4 <i>Vector eXcitation Coding</i> untuk segmen <i>unvoiced</i> ..... | 34      |
| Gambar 3.5 Blok Diagram dekoder HVXC .....                                    | 37      |
| Gambar 3.6 Mode enkoder dan dekoder delay normal dan rendah.....              | 38      |
| Gambar 3.7 Dekoder LSF .....                                                  | 39      |
| Gambar 3.8 Dekoder Time Domain .....                                          | 45      |
| Gambar 4.1 Proses simulasi pengkodean suara.....                              | 50      |
| Gambar 4.2 Sinyal suara asli dengan ucapan “maranatha” .....                  | 50      |
| Gambar 4.3 Sinyal suara asli setelah difilter.....                            | 51      |
| Gambar 4.4 Frame ke 20 sinyal suara dengan ucapan “maranatha” .....           | 52      |
| Gambar 4.5 Sinyal keluaran HPF, $s(n)$ .....                                  | 52      |

|              |                                                            |    |
|--------------|------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.6   | Spektrum frekuensi frame ke 20 sebelum di filter .....     | 53 |
| Gambar 4.7   | Spektrum frekuensi frame ke 20 setelah di filter .....     | 53 |
| Gambar 4.8   | Sinyal keluaran <i>windows</i> .....                       | 53 |
| Gambar 4.9   | Grafik ACF <i>frame</i> ke 20 .....                        | 54 |
| Gambar 4.10  | Grafik koefisien prediksi linier.....                      | 54 |
| Gambar 4.11  | Grafik LSP sebelum terkuantisasi .....                     | 55 |
| Gambar 4.12  | Grafik LSP sebelum terkuantisasi .....                     | 56 |
| Gambar 4.13  | Grafik kuantisasi LSF tahap1 .....                         | 56 |
| Gambar 4.14  | Grafik kuantisasi LSF tahap II .....                       | 57 |
| Gambar 4.15  | Grafik kuantisasi LSF tahap III .....                      | 57 |
| Gambar 4.16  | Grafik terkuantisasi LSF tahap III .....                   | 58 |
| Gambar 4.17  | Grafik LPC terkuantisasi.....                              | 59 |
| Gambar 4.18  | Sinyal residu LPC .....                                    | 59 |
| Gambar 4.19a | Spektrum asli, $(X)_j$ .....                               | 60 |
| Gambar 4.19b | Amplituda error estimasi, $\varepsilon_m$ .....            | 60 |
| Gambar 4.20  | Respon magnituda dan fasa filter pembobotan $W(z)$ .....   | 61 |
| Gambar 4.21  | Respon magnituda dan fasa filter sintesis LPC $H(z)$ ..... | 62 |
| Gambar 4.22  | Respon magnituda filter $W(z)H(z)$ .....                   | 63 |
| Gambar 4.23  | Sinyal setelah melewati filter pembobotan $sw(n)$ .....    | 63 |
| Gambar 4.24  | Selubung spektral <i>frame</i> ke 20 .....                 | 64 |
| Gambar 4.25  | <i>Subframe</i> 1 dan 2 dari <i>frame</i> ke 5.....        | 65 |
| Gambar 4.26  | Sinyal sintesis <i>frame</i> ke 20 .....                   | 66 |
| Gambar 4.27  | Grafik sinyal asli dan sinyal sintesis.....                | 67 |
| Gambar 4.28  | Spektrum daya sinyal asli dan sinyal sintesis.....         | 68 |