



Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Finite Impulse Response (FIR)*

Finite Impulse Response (FIR) filter adalah filter yang respons impulsnya (atau respons terhadap input panjang yang terbatas) memiliki durasi yang terbatas (*finite duration*), karena filter tersebut dimulai sampai nol dalam waktu yang terbatas. Filter ini berbeda dengan *Infinite Impulse Response (IIR)*, yang mungkin memiliki internal *feedback* dan dapat terus merespons tanpa batas waktu (biasanya berkurang atau *decaying*) [7].

Karakteristik pada *Finite Impulse Response (FIR)* Filter terdapat pada dua persamaan berikut :

$$y(n) = \sum_{k=0}^{N-1} h(k)x(n-k) \quad (2.1)$$

$$H(z) = \sum_{k=0}^{N-1} h(k)z^{-k} \quad (2.2)$$

dimana $h(k)$, $k = 0, 1, \dots, N - 1$, merupakan impulse respon koefisien filter, $H(z)$ adalah fungsi transefer alih filter dan N adalah panjang filter, yang merupakan angka dari koefisien filter. Persamaan 2.1 merupakan persamaan perbedaan FIR. Persamaan tersebut merupakan perhitungan kawasan waktu dan menjelaskan FIR filter dalam bentuk non-rekursif : sample dari current output, $y(n)$, merupakan fungsi dengan nilai input dari sebelum dan saat dimasukkan, $x(n)$. Saat FIR Filter diimplementasikan

dalam form, yang merupakan evaluasi langsung dari persamaan 2.1, persamaan tersebut selalu stabil. Persamaan 2.2 merupakan fungsi transfer filter. Persamaan tersebut difungsikan untuk menganalisis filter, sebagai contoh untuk mengevaluasi respon frekuensi [7].

FIR Filter dapat mendapatkan fase respon linear yang sama dan sangat simpel untuk diimplementasikan. Semua DSP Prosesor yang ada terdapat arsitektur yang dapat digunakan untuk FIR Filtering. FIR Filter Non rekrusif mendapat kekurangan dari efek finite wordlength dibandingkan dengan IIR Filter [7].

2.2. Head-Related Impulse Response (HRIR)

Head-Related Impulse Response atau disingkat dengan HRIR merupakan fungsi alih dari kedua telinga pendengar dalam menghasilkan efek bunyi tiga dimensi. HRIR pada setiap telinga seseorang bersifat sangat khas yang berarti pasangan HRIR pada seseorang berbeda dengan pasangan HRIR yang dimiliki oleh orang lain. Dengan kata lain, HRIR bersifat individual [8].

HRIR juga dapat digambarkan sebagai modifikasi terhadap suara dari arah udara bebas hingga suara tiba di gendang telinga. Modifikasi ini termasuk dalam bentuk telinga luar pendengar, bentuk kepala pendengar dan badan pendengar, karakteristik akustik dari ruang dimana suara dimainkan, dan seterusnya. Semua karakteristik ini akan mempengaruhi

bagaimana (atau apakah) pendengar secara akurat dapat mengetahui dari mana asal suara.

HRIR mencakup semua faktor fisik dari penentuan posisi sumber bunyi. Jika HRIR untuk telinga kiri dan HRIR untuk telinga kanan diperoleh, suatu sumber monaural dapat disintesis dengan menggunakan kedua HRIR tadi menjadi sinyal-sinyal binaural. HRIR merupakan fungsi yang rumit dari empat variabel: tiga koordinat ruang dan frekuensi. Dalam koordinat bola, jika jarak lebih dari satu meter, sumber bunyi dikatakan berada dalam medan jauh dan HRIR bertambah kecil dengan bertambahnya jarak. Kebanyakan pengukuran HRIR dilakukan di dalam medan jauh, yang pada intinya mengakibatkan HRIR menjadi suatu fungsi dari azimut, elevasi dan frekuensi. Pada jarak yang lebih dekat, nilai nilai *interaural level difference* (ILD) yang diamati di antara kedua telinga menjadi cukup besar, bahkan pada daerah frekuensi rendah, dimana dalam medan jauh diamati nilai-nilai ILD yang dapat diabaikan [9].

2.3. Principal Component Analysis (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) adalah prosedur statistik yang menggunakan transformasi ortogonal untuk mengubah satu set variabel yang diamati dan mungkin berkorelasi menjadi satu set nilai variabel tanpa korelasi linear yang disebut komponen utama atau disebut juga mode variasi utama. Jumlah variabel komponen utama kurang dari atau sama dengan yang lebih kecil dari jumlah variabel asli atau jumlah variabel yang

diamati. Transformasi ini didefinisikan sedemikian rupa sehingga komponen utama pertama terdapat kemungkinan memiliki varians terbesar dan setiap komponen berikutnya memiliki varians tertinggi yang mungkin berada di bawah batasan merupakan ortogonal ke komponen sebelumnya. Vektor yang dihasilkan adalah basis ortogonal yang tidak berkorelasi. PCA sensitif terhadap pengukuran relatif dari variabel asli [10].

Pemodelan PCA memanfaatkan basis data HRIR yang cukup besar dari hasil pengukuran HRIR sejumlah besar subyek dan dilakukan secara statistikal. Oleh karena itu, diharapkan kombinasi fungsi-fungsi basis hasil ekstraksi dari basis data, dapat merepresentasikan model HRIR dari populasi manusia. Selanjutnya hasil pemodelan HRIR dengan PCA diharapkan dapat diatur menggunakan ukuran-ukuran antropometris seorang pendengar agar sesuai dengan HRIR individual orang tersebut [8].

Tujuan dari penggunaan PCA adalah untuk mereduksi dimensi dari kumpulan data asli, tetapi tetap mempertahankan sebanyak mungkin variasi yang terdapat dalam data asli. Suatu kumpulan kecil variabel yang tidak berkorelasi jauh lebih mudah dimengerti dan digunakan dalam analisis selanjutnya daripada sekumpulan besar variabel yang berkorelasi.

Metode yang digunakan untuk memodelkan PCA adalah metode *multivariate*, dimana operasi matriks pada metode tersebut berperan sangat penting karena melibatkan perhitungan nilai eigen dan vektor eigen [8].

Untuk menyederhanakan semua vektor eigen dari matriks kovarians, data dapat dipresentasikan oleh hanya beberapa vektor basis dari basis

ortogonal. Jika matriks V_L adalah matriks V yang hanya terdiri dari L vektor eigen yang pertama, transformasi yang serupa dengan persamaan [8] :

$$\mathbf{w} = \mathbf{V} (\mathbf{x} - \mu) \quad (2.3)$$

$$\mu = E\{\mathbf{x}\} \quad (2.4)$$

$$\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T \quad (2.5)$$

Dimana persamaan 2.3 merupakan persamaan untuk mentransformasikan suatu vektor data \mathbf{x} yang merupakan satu titik pada sistem koordinat orthogonal yang didefinisikan oleh vektor eigen. Komponen dari \mathbf{w} merupakan koordinat dari basis orthogonal dan \mathbf{x} merupakan vektor acak populasi \mathbf{x} seperti pada persamaan 2.5 serta μ merupakan suatu rata-rata populasi yang diperoleh menggunakan persamaan 2.4. Dari persamaan 2.3 tersebut disederhanakan menjadi persamaan [8] :

$$\mathbf{w} = \mathbf{V}_L (\mathbf{x} - \mu) \quad (2.6)$$

$$\tilde{\mathbf{x}} = \mathbf{V}_L^T \mathbf{w} + \mu \quad (2.7)$$

Dimana persamaan 2.6 merupakan penyederhaan dari persamaan 2.3 dan persamaan 2.7 merupakan rekonstruksi dari vektor asli. “Hal ini berarti bahwa vektor data asli yang diproyeksikan pada sumbu-sumbu koordinat yang memiliki dimensi L dan mentransformasikan vektor tersebut kembali sebagai suatu kombinasi linier dari vektor-vektor basis. Cara ini meminimalisasi mean-square error antara data dan representasi berdasarkan jumlah vektor eigen yang diberikan. Jika data terkonsentrasi pada suatu sub ruang linier, PCA memberikan suatu cara untuk

mengompres data tanpa kehilangan banyak informasi dan menyederhanakan representasi. Dengan mengambil vektor-vektor eigen yang berkaitan dengan nilai-nilai eigen terbesar, informasi yang hilang adalah minimal dari segi *mean-square*.”[8].

2.4. TMS320C5535 eZdsp USB Kit

Perangkat ini adalah anggota keluarga produk Digital Signal Processor (DSP) TI C5000™ dan dirancang untuk aplikasi berdaya rendah [11].

DSP fixed-point didasarkan pada inti prosesor CPU TMS320C55x DSP. Arsitektur C55x DSP mencapai kinerja tinggi dan daya rendah melalui peningkatan paralelisme dan fokus total pada penghematan daya. CPU tersebut mendukung struktur bus internal yang terdiri dari satu program bus, satu 32-bit data read bus dan dua data 16-bit read bus, dua bus data write 16-bit, dan bus tambahan yang didedikasikan untuk aktivitas peripheral dan DMA. Bus ini menyediakan kemampuan untuk melakukan hingga empat data read 16-bit dan dua data write 16-bit dalam satu siklus. Perangkat ini juga mencakup empat pengendali DMA, masing-masing dengan 4 saluran, yang menyediakan pergerakan data untuk 16 saluran independen konteks tanpa intervensi CPU. Setiap pengontrol DMA dapat melakukan satu transfer data 32-bit per siklus, secara paralel dan independen dari aktivitas CPU [11].

Tujuan umum dari fungsi input dan output bersamaan dengan 10-bit ADC SAR pada TMS320C5535 adalah memberikan pin yang cukup untuk status, interrupts, dan bit I/O. Pin yang digunakan pada bit I/O adalah pada display LCD, keyboard, dan media interface. Media serial didukung melalui dua secure digital (SD) peripheral, empat modul Inter-IC Sound (I2S Bus), satu serial port interface (SPI), satu I2C multimaster, dan *universal asynchronous receiver/transmitter (UART) interface* [11].

2.5. PKU-IOA-HRTF Database

PKU-IOA-HRTF Database merupakan *Head-Related Transfer Function (HRTF) database* yang beresolusi spasial yang tinggi dengan jarak antara 20 cm sampai 160 cm, termasuk 20, 30, 40, 50, 75, 100, 130, dan 160cm; elevasi dari -40 sampai 90 derajat pada langkah 10 derajat; sudut azimuth dari 0 sampai 360 derajat pada tingkatan 5 derajat, kecuali pada tingkatan 10 derajat di elevasi 60 derajat, tingkatan 15 derajat di elevasi 70 derajat, tingkatan 30 derajat di elevasi 80 derajat dan tingkatan 360 derajat di elevasi 90 derajat [12].

Head-Related Impulse Response (HRIR) dari satu titik spasial dicatat menggunakan satu file di PKU-IOA-HRTF Database, dan disimpan sebagai file dat dimana panjang setiap file adalah 2048 poin, dan tipe data adalah tipe data *double*, data 1024 yang pertama adalah HRIR dari telinga kiri (telinga besar), dan kemudian 1024 data adalah HRIR dari telinga kanan (telinga kecil). *Sample Rate* dari *database* ini adalah 65536 Hz [12].

Penggunaan PKU-IOA-HRTF Database ini didasarkan pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Tianshu Qu, Zheng Xiao, Mei Gong, Ying Huang, Xiaodong Li, dan Xihong Wu dengan laporan penelitian yang berjudul “*Distance-Dependent Head-Related Transfer Functions Measured With High Spatial Resolution Using a Spark Gap*” bahwa test yang dilakukan secara subjektif dan objektif memberikan hasil pengukurannya *credible* dan dapat dibandingkan dengan CIPIC database [12].

PKU-IOA-HRTF juga merupakan HRTF Database yang dapat diakses oleh publik melalui situs :

[http://www.cis.pku.edu.cn/auditory/Staff/Dr.Qu.files/Qu-HRTF Database.html](http://www.cis.pku.edu.cn/auditory/Staff/Dr.Qu.files/Qu-HRTFDatabase.html).

