

## DESAIN DAN IMPLEMENTASI EFEK AUDIO 3 DIMENSI BERBASISKAN HEAD-RELATION TRANSFER FUNCTION PADA TMS320C6455 MENGGUNAKAN 3 MICROPHONE

Fardhady Himawan Kusumo Hanggara<sup>1</sup>, Iwan Iwut Tritoasmoro<sup>2</sup>, Gelar Budiman<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

### Abstrak

Kemampuan pendengaran manusia sangatlah menakjubkan. Manusia dapat membedakan arah datangnya bunyi dengan cara mendengar menggunakan kedua telinganya. Namun sayangnya pada dunia digital, hal ini sangat sulit direalisasikan menggunakan mikrofon biasa. Untuk mendigitalisasi peristiwa ini, digunakan cara binaural recording yaitu dengan menggunakan KEMAR (Knowles Electronics Manikin for Acoustic Research). Cara ini dirasa kurang dapat diimplementasikan dilapangan karena ukuran alat sebesar ukuran kepala manusia. Oleh karena itu dirasa perlu menciptakan suatu sistem yang mempunyai ukuran lebih kecil dan memberikan hasil keluaran yang sama seperti KEMAR. Sehingga dapat diimplementasikan langsung dilapangan.

Metode yang akan digunakan yaitu dengan menggunakan metode HRTF (head-related transfer function). Namun agar metode ini dapat digunakan maka diperlukan data mengenai sudut arah datangnya suara. Untuk mendapatkan data arah datangnya suara digunakan metode Interaural time difference (ITD). Untuk mendapatkan informasi arah datangnya suara digunakan 3 microphone yang terpisah pada jarak tertentu agar pada setiap microphone terdapat perbedaan datangnya suara. Kemudian suara diberi efek 3 dimensi menggunakan data HRTF yang didapatkan dari MIT media laboratory.

Untuk kedepannya diharapkan dilakukan pengembangan terhadap alat ini, terutama pada pemfilteran dan juga penggunaan mikrofon yang lebih baik. Dan harapan penulis yaitu pendengar dapat menikmati audio yang dapat memberi kesan 3 dimensi.

Kata Kunci : KEMAR, HRTF, ILD, ITD, Binaural Recording, TMS320C6455, mikrofon

### Abstract

The range of human hearing is greatly impressive. They were able to differ an approaching sound direction by using their both ears but in this digital world, this idea was hardly implemented by only using an ordinary microphone. To digitalize this phenomenon, it is usually used binaural recording, a method use KEMAR or Knowles Electronics Manikin for Accoustic Research. This method could not effectively be implemented in practice because the tool was in size with human head. Therefore, it is needed a system which has smaller size and effectively gives a result as KEMAR, then it could be implemented directly in reality.

Method that will be used, applicate HRTF or Head-related Transfer Function. However, this method can be used for the necessary data about the angle the direction of the sound. To get the data direction of the voice used method of Interaural time difference (ITD). To obtain information on the direction of the voice used 3 separate microphones at a certain distance for each microphone there is a difference in the arrival of sound. Then, given the effect of 3-dimensional sound using HRTF data obtained from the MIT media laboratory.

For the future are expected to do development on this device, especially in filtering and also the use of better microphones. And we hopes that audience can enjoy the audio which can give the impression of 3 dimensions.

Keywords : KEMAR, HRTF, ILD, ITD, Binaural Recording, TMS320C6455, microphone

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini kemajuan teknologi berkembang sangat pesat, khususnya di bidang pemrosesan sinyal digital. Salah satu aplikasi bidang pemrosesan sinyal digital yaitu di bidang hiburan yang dimanfaatkan oleh produsen untuk menampilkan efek suara maupun gambar sehingga hiburan yang ditampilkan akan menjadi semakin menarik.

Untuk menimbulkan efek suara, saat ini telah dikembangkan teknologi speaker yaitu seperti stereo, 2:1 (2 speaker dan 1 subwoofer), 5:1 (5 speaker dan 1 subwoofer) bahkan 7:1 (7 speaker dan 1 subwoofer). Teknologi tersebut dikembangkan melalui jumlah speaker yang digunakan dan peletakan speaker yang mengelilingi *audience* agar efek suara yang ditimbulkan semakin nyata.

Hal ini dilakukan karena kemampuan pendengaran manusia sangatlah menakjubkan. Manusia dapat membedakan arah datangnya bunyi dengan cara mendengar menggunakan kedua telinganya. Namun sayangnya pada dunia digital, hal ini sangat sulit direalisasikan menggunakan mikrofon biasa. Untuk merekam dan mendigitalisasi peristiwa ini digunakan metode *Binaural Recording* yaitu dengan perekaman suara menggunakan KEMAR (*Knowles Electronics Manikin for Acoustic Research*) atau replika tubuh manusia yang mempunyai respon terhadap sinyal akustik yang sama seperti repon tubuh manusia. Namun disayangkan, cara ini dirasa kurang dapat diimplementasikan di lapangan karena ukuran alat sebesar ukuran kepala manusia sehingga akan mempersulit pengguna dalam proses implementasinya.

Oleh karena itu, dirasa perlu menciptakan suatu sistem yang mempunyai ukuran lebih kecil dan memberikan hasil keluaran yang sama seperti KEMAR sehingga dapat diimplementasikan langsung di lapangan.

## Bab I Pendahuluan

---

### 1.2 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil yang spesifik sesuai dengan yang diinginkan, dalam penelitian kali ini ditentukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Sumber suara yang digunakan pada sistem dibatasi hanya pada arah sumber suara yang dominan.
2. Arah sumber suara yang dideteksi hanya pada sudut elevasi  $-40^\circ$  hingga  $90^\circ$  dan juga sudut azimuth mulai  $-90^\circ$  hingga  $90^\circ$ .
3. Pemrosesan suara dilakukan menggunakan TMS320C6455 *Development starter kit* dan bukan menggunakan *evaluation version*.
4. Data HRTF (*Head-Related Transfer Function*) yang digunakan yaitu berasal dari MIT *media Laboratory* dengan menggunakan speaker Realistic Optimus Pro 7 dengan jarak 1.4 meter dari KEMAR dengan frekuensi sampel sebesar 44.1 KHz yang kemudian diinterpolasikan ke frekuensi sampling 48 KHz setelah mengalami interpolasi sinyal.
5. Metode yang digunakan adalah menggunakan *Interaural Time Difference*.
6. Media keluaran berupa suara dikeluarkan melalui headset stereo atau media lain yang menggunakan *stereo channel*.

### 1.3 Rumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mendesain suatu sistem perekam suara yang dapat mengambil informasi mengenai arah datangnya suara?
2. Bagaimana pola respon frekuensi yang ditimbulkan oleh kepala manusia (HRTF) melalui pemodelan lewat KEMAR?
3. Bagaimana memodelkan sistem yang akan dibuat menggunakan MATLAB R2008a?

---

Desain dan Implementasi Efek Audio 3 Dimensi Berbasiskan *Head-Relation Transfer Function* pada TMS320C6455 Menggunakan 3 *Microphone* 2

## Bab I Pendahuluan

---

4. Bagaimana mendesain dan membangun suatu sistem yang dapat memproses sinyal suara yang diperoleh sehingga didapatkan efek 3 dimensi secara real time menggunakan metode HRTF?

### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Membangun sistem perekam suara yang berfungsi untuk mendapatkan informasi arah datangnya suara.
2. Mengetahui respon frekuensi yang ditimbulkan oleh kepala manusia (HRTF) melalui pemodelan lewat KEMAR.
3. Membangun pemodelan sistem menggunakan MATLAB R2008a.
4. Mendesain dan membangun sistem yang dapat memproses sinyal suara yang diperoleh, sehingga didapatkan efek 3 dimensi secara real time menggunakan metode HRTF.
5. Merealisasikan system menggunakan TMS320C6455 DSK.

### 1.5 Metoda Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:

1. Studi literatur dan diskusi, yaitu studi yang dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari berbagai buku-buku teks dan jurnal-jurnal ilmiah yang bersangkutan dengan tugas akhir ini serta berdiskusi dengan pihak-pihak yang berkompetensi.
2. Tahap eksperimental dan perancangan. Pada tahap ini dilakukan eksperimen berdasarkan hasil simulasi menggunakan MATLAB R2008a dan juga perancangan sistem untuk perekam suara.
3. Tahap realisasi dan implementasi, yaitu pembuatan perangkat kemudian diimplementasikan pada keadaan yang sesungguhnya.

## Bab I Pendahuluan

---

4. Tahap pengujian sistem dan analisis. Pada tahap ini alat yang sudah dirancang dan diimplementasikan diuji sehingga diperoleh hasil yang diinginkan lalu dilakukan analisis berdasarkan hasil yang diperoleh.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab yang meliputi

1. BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan yang berisi mengenai Latar Belakang, Pembatasan Masalah, Perumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Metoda Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

2. BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini, penulis akan membahas teori pendukung tentang *Digital Signal Processor* bertipe TMS320C6455, binaural recording menggunakan KEMAR, HRTF, ITD, ILD, cross-correlation dan TMS320C6455.

3. BAB III MODEL DAN DESAIN SISTEM

Pada bab ini akan dibahas perancangan alat yang mengambil informasi arah datangnya suara lalu memprosesnya hingga dapat dikeluarkan sebagai suara.

4. BAB IV SIMULASI DAN PENGUKURAN

Dalam bab ini akan dibahas simulasi, pengukuran serta analisa dari alat yang telah dibuat untuk dapat melakukan fungsinya seperti filter analog yang dibuat mempunyai respon tertentu dan akan didapatkan hasil respon keluaran sistem.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan atas hal-hal yang telah dikerjakan sebelumnya dan saran untuk perbaikan alat kedepannya.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian mengenai Rancang Bangun 3D *Audio Effect* Menggunakan Metode Head Relation Transfer Function Berbasiskan TMS320C6455 adalah:

- 1 Jarak sumber suara terhadap mikropon dan jarak antar mikropon mempengaruhi akurasi hasil deteksi sudut antara mikropon dengan sumber suara, semakin besar jarak maka semakin besar akurasi hasil deteksi sudut. Untuk jarak antar antena 5 cm akurasi akan memburuk jika jarak sumber suara kurang dari 1 m. Sementara untuk jarak antar antena 20 cm, akurasi akan memburuk jika jarak sumber suara kurang dari 6 m.
- 2 Frekuensi sampling perangkat mempengaruhi presisi hasil deteksi sudut antar mikropon dengan sumber suara. Untuk frekuensi sampling 44,1 kHz terdapat 51 titik sudut hasil deteksi dari 0 s.d. 180°, sementara untuk frekuensi sampling 8 kHz hanya terdapat 13 titik sudut dari 0 s.d. 180°.
- 3 Frekuensi sampling perangkat juga mempengaruhi kesanggupan deteksi maksimal perangkat terhadap delay. Untuk jarak antar mikropon adalah 5 cm dan frekuensi sampling 8 kHz dan 44 kHz, delay maksimal yang dapat dideteksi berturut-turut adalah 1 dan 7 sampel diskrit. Untuk jarak antar mikropon 20 cm dan frekuensi sampling 8 kHz dan 44 kHz, delay maksimal yang dapat dideteksi berturut-turut 5 dan 25 sampel diskrit.
- 4 Noise AWGN pada sinyal suara yang diterima berpengaruh terhadap hasil deteksi, dimana sistem masih dapat mendeteksi sudut dengan kesalahan yang mendekati nol pada SNR lebih besar dari 25 dB. Mikropon dengan jarak antar

## Bab V Penutup

---

mikropon tertinggi (20 cm) adalah detektor sudut yang paling tahan terhadap noise dimana sistem masih dapat mendeteksi sudut dengan kesalahan yang mendekati nol pada SNR lebih dari 5 dB.

- 5 Dengan menggunakan 3 input analog, maka diperlukan frekuensi sampling system dua kali lebih besar dari frekuensi sampling pemrosesan suara. Sehingga mengakibatkan sinyal input yang berasal dari line in terlambat 1 sampel yaitu sekitar 0.104 mikrodetik. Dan dengan adanya perubahan frekuensi sampling dari 44.1KHz ke 48KHz maka perlu dilakukan interpolasi.
- 6 Dalam penggunaan window, digunakan lebar window 557 sampel yaitu selebar dengan respon filter efek audio. Hal ini dilakukan agar pemrosesan sinyal mempunyai waktu proses yang lebih pendek. Jika kurang dari 557 sampel, maka error akan jauh lebih besar. Dan jika lebih dari 557 sampel maka waktu proses akan lebih panjang. Namun untuk mendukung proses filtering, maka dilakukan desimasi dari 557 sampel ke 512 sampel

### 5.2 Saran

Saran untuk pengembangan hasil penelitian ini antara lain sebagai berikut :

- 1 Pada penelitian berikutnya mikrofon sebaiknya diposisikan pada sesuatu seperti layaknya manusia dengan telinganya, yaitu dihalangi oleh suatu kepala menyerupai kepala manusia sehingga hasil penelitian akan lebih mendekati sudut datangnya arah suara dengan pemodelan kepala manusia.
- 2 Proses deteksi pada penelitian berikutnya disarankan untuk menggunakan DSP prosesor yang memungkinkan pemrosesan menggunakan floating point yaitu pada TMS320C67xx. Sehingga perhitungan dapat dilakukan dengan lebih presisi.
- 3 Perlu dilakukan pemfilteran yang lebih baik khususnya filter yang dapat menjaga fasa system atau mempunyai group delay yang konstan sehingga akan memperbaiki performansi system dalam menghadapi noise.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tan, See-Ee, “*Elevated Speaker Image Correction using 3D Audio Processing*”. Nanyang Technological University, 2002
- [2]. Rauscher, Christoph. “*Fundamental of Spectrum Analysis*”, Germany. 2001
- [3]. Texas Instrument, “*TMS320C6455 Datasheet, Fixed point Digital processor*”, 2009
- [4]. Burkhard, MD. “*Manikin Measurement. KEMAR Datasheet*”. GRAS sound and vibration. 1978
- [5]. Hubbard, paul. “*Three-Dimensional Audio Localization using Wavelet-Domain Convolution*”. University of mexico. 2005
- [6]. B. Gardner and K. Martin, “*HRTF Measurements of a KEMAR Dummy-Head Microphone*”, MIT Media Lab, <http://sound.media.mit.edu/KEMAR.html>
- [7]. MATLAB, version R2008a, MathWorks Inc., <http://www.mathworks.com/>
- [8]. Texas Instruments, “*spra884a, digital signal processing library*”, <http://www.ti.com/>
- [9]. Chassaing, Rulph. “*Digital signal processing and application with the 6713 and 6416 DSK*”, Canada , 2005
- [10]. Munir, Rinaldi. “*algoritma dan pemrograman, dalam bahasa pascal dan C*”, Informatika,2007
- [11]. Keyrouz, Fakheredine. “*A rational HRTF interpolation approach for fast synthesis of moving sound*”, Munchen University. 2007
- [12]. Kopco, Norbert. “*Auditory Localization in rooms: Acoustic analysis and behavior*”, Boston University, 2002
- [13]. Silzle, Andreas. “*selection and tuning of HRTFs*”, Munich, 2005.