

# Transkripsi Musik Gong Timor Menggunakan Continous Wavelet Transform (CWT)

Yovinia C H Siki<sup>1)\*</sup>, Yoyon K Suprpto<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Kampus Keputih Sukolilo, Surabaya 60111

## Abstrak

Transkripsi musik gong timor dibutuhkan untuk pengembangan aplikasi pengolahan sinyal musik seperti mengedit musik, melacak tempo musik dan analisis sinyal musik lainnya yang dapat membantu para pemain pemula untuk belajar bagaimana memainkan alat musik gong. Rumitnya analisa suara musik gong dibandingkan analisa peralatan musik barat karena dipengaruhi oleh cara pembuatan peralatan yang kurang sempurna, dan cara pemukulan peralatan yang berdasar kira-kira. Dengan menggunakan metode CWT, sinyal music gong dikonvolusi untuk menghasilkan scalogram music gong domain skala dan frekuensi. Estimasi nada gong diperoleh menggunakan sebuah proses note generating. Keberhasilan transkripsi ditentukan dengan menghitung error yaitu ketepatan menterjemah. Dimana ada nada yang seharusnya tidak ada tetapi dikenali sebagai note (insertion), ada nada yang tidak dikenali sehingga terhapus (deletion) dan ada nada yang dikenali salah (substitution).

Kata kunci: Gong timor, transkripsi musik, CWT, scalogram, note generating

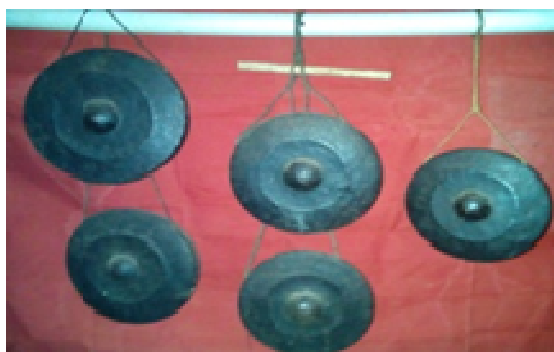
## Abstract

Gong timor music transcription used to develop some other aplication in music signal processing such as music editing, beat detection, etc. With this transcription, new percussionist of gong can learn more easily to playing gong instrument. Analyzing music gong are more difficult than any other music instrument, it is because gong instrument created with very simple tools and the percussionist playing this instrument by feelings of any other instrument in gamelan. Music gong signal convoluted using CWT to create scalogram of music gong in scale and frequency domain. Tone estimation obtained using a note generating process. The success of transcription process determined by calculating errors in transcription results. Which are sometimes there is a tone that shouldn't exist but marked as a tone (insertion), or there is a tone but the transcription process doesn't recognize it (deletion) and sometimes there is a tone but marked as a different tone (substitution).

Keywords: Gong timor, music transcription, CWT, scalogram, note generating

## 1. Pendahuluan

Gong merupakan salah satu alat musik tradisional Indonesia, terdapat pada masyarakat Nusa Tenggara Timur (NTT). Gong pada umumnya, sudah dikenal di Asia Tenggara dan Asia Timur. Di NTT, Gong antara daerah yang satu dengan daerah yang lain berbeda pada jumlah gong, ukuran, cara memainkan, serta penglarasnya [1]. Pada umumnya penglarasnya berkisar pada pelog dan slendro. Penglaras pelog bertonasi pentatonik yaitu bernada do, re, mi, sol dan la. Berbeda dengan alat musik pada umumnya yang berpenglaras diatonik, terdiri dari notasi do, re, mi, fa, sol, la dan do'. Perbedaan ini menjadikan alat musik gong dikenakan nada secara bebas dalam hal resonansi, warna nada, amplitude dan atau frekuensinya. Perbedaan lainnya adalah pada proses pembuatannya yang secara manual. Beberapa perbedaan ini menjadikan perkembangan musik timur menjadi tertinggal sehingga diperlukan penelitian yang dapat mendorong perkembangan musik timur [2].



Gambar 1. Alat musik gong

Alat musik gong sulit dimainkan dalam mengiring tarian gong karena tidak adanya notasi tetap. Notasi lagu yang dimainkan berdasarkan perasaan pemainnya dan berulang – ulang yang digubah dari sebuah lagu daerah. Lagu daerah ini dimainkan pada alat musik gong oleh tiga orang secara bersamaan. Pemain pertama memainkan gong bernada sol atau la yang disebut 'toluk'. Pemain kedua memainkan nada mi dan la atau mi

\*Korespondensi: Tel./Fax.: -  
E-mail: [cyovinia@yahoo.com](mailto:cyovinia@yahoo.com)  
©Teknik Mesin Universitas Udayana 2016

dan sol yang yang disebut 'ote'. Pemain ketiga memainkan nada do danre yang disebut 'k'bolo'. Teknik permainan notasinya tergantung pada pemain kedua atau yang disebut 'ote' sebagai melodisnya. Kedua pemainnya lainnya ("toluk" dan "k'bolo") menyesuaikan tempo atau irama. Gong dimainkan perkusif dengan gendang sebagai peredam sehingga bunyi gong tidak terlalu nyaring. Disamping itu, penari pun dilengkapi dengan aksesoris kerinci di kakinya yang menambah jumlah suara musik pada suatu permaian Gong dalam mengiring tarian. Suara bunyi gendang dan kerinci memiliki frekuensi yang bisa mengganggu suara asli gong. Ini menjadikan alat musik gong kurang diminati masyarakat di masa yang modern dan serba teknologi ini.

Transkripsi musik merupakan proses penterjemahan sinyal musik dalam representasi simbol berupa notasi musik dari rekaman musik yang didengar [2]. Transkripsi musik digunakan dalam proses pengolahan sinyal data fisik sebagai proses pengenalan simbol pada analisis sinyal musik seperti pengenalan lagu atau not, genre atau aliran lagu, komposisi lagu dan aransemen [3]. Representasi simbol yang dihasilkan melalui transkripsi musik mudah dimengerti oleh manusia dan mempermudah para pemain pemula untuk belajar bagaimana memainkan alat musik gong.

Metode Continuous Wavelet Transform (CWT) digunakan dalam transkripsi instrument musik ini. Haruhiro Katayose [3] menggunakan CWT untuk ekstraksi perasaan (kandungan) musik berdasarkan pada pengenalan dan persepsi. Aliksandr Paradzinets [4] menggunakan CWT melakukan transkripsi musik berformat MIDI dan membandingkan dengan Short Time Forier Transform (STFT). CWT pada hasil transkripsi [4] memberikan akurasi lebih baik dibandingkan STFT karena fleksibilitas dalam resolusi waktu dan frekuensi. Disamping itu, sejumlah metode seperti Adaptive Cross Corelation (ACC) [2], Hidden Markov Model (HMM) [5], Short Time Fourier Transform (STFT) [6], telah berhasil digunakan dalam analisis musik gamelan.

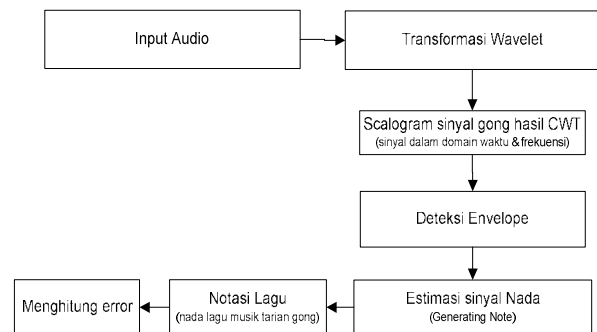
CWT mentransformasi sinyal 1D (representasi waktu) ke dalam sinyal 2D dalam representasi time-frequency. Time-frequency pada transformasi wavelet bersifat fleksibel karena sebuah fungsi basis mother wavelet sebagai windowing dan filtering [7]. Sebagai filtering, mother wavelet memiliki sebuah band-pass filter yang terletak pada satu skala tertentu karena wavelet terlokalisir di frekuensi. Bandwith pada filter ini sama untuk setiap skala. Dengan demikian, fungsi mother wavelet dapat menyempit atau melebar (fleksibel) dalam melakukan konvolusi terhadap sebuah sinyal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan notasi alat musik gong melalui transkripsi musik menggunakan algoritma CWT yang estimasi nada gong diperoleh menggunakan

sebuah proses note generating melalui teknik enveloping. Keberhasilan transkripsi ditentukan dengan menghitung error yaitu ketepatan menterjemah. Dimana ada nada yang seharusnya tidak ada tetapi dikenali sebagai note (insertion), ada nada yang tidak dikenali sehingga terhapus (deletion) dan ada nada yang dikenali salah (substitution). Diharapkan dari hasil penelitian ini didapatkan notasi lagu yang dapat digunakan sebagai pembuatan arsip dan pengenalan ke generasi muda sebagai upaya pelestarian budaya.

## 2. Metode Penelitian

Metode yang diusulkan dalam paper ini adalah metode CWT. Bagian ini menjelaskan mengenai bagaimana CWT bekerja dalam melakukan analisis time-frequency dari sinyal audio musik baku dalam transkripsi musik gong. Blok diagram yang digunakan dalam transkripsi ditunjukkan pada gambar 3.



**Gambar 2. Blok diagram transkripsi musik gong**

CWT menterjemahkan sinyal dengan dilation yang berbeda ukuran window. Dengan menggunakan fungsi sebuah mother wavelet  $g$  yang berfungsi sebagai window, CWT mengubah sinyal audio  $f(t)$  yang didefinisikan oleh

$$W_{a,t}[f](\tau,s) = \int_{\mathbb{R}} f(t) \frac{1}{\sqrt{a}} g\left(\frac{t-b}{s}\right) dt \quad (1)$$

Untuk skala  $s > 0$  dan  $b$  adalah posisi parameter, dan fungsi mother wavelet  $g$ . Morlet wavelet digunakan sebagai mother wavelet yang diberikan oleh

$$g[t] = e^{-x^2/2} \cos(5x) \quad (2)$$

Morlet wavelet digunakan sebagai teknik windowing untuk mengatasi waktu konvolusi pada sinyal yang besar [8]. Karena wavelet yang sangat panjang, maka pada skala yang tinggi konvolusi membutuhkan waktu yang lama. Teknik windowing morlet wavelet berfungsi sebagai band pass filter yang berfungsi melewatkan sinyal pada skala tertentu.

Proses CWT diawali dengan mengalikan sinyal dengan skala 1 untuk setiap waktu. Kemudian dilanjutkan untuk skala berikutnya yaitu 2 hingga skala terakhir. Skala yang digunakan dipilih mulai dari 1 hingga besar skala yang dibutuhkan untuk melewati sinyal yang akan diekstrak. Proses ekstraksi ini menghasilkan koefisien matriks CWT yang memuat frekuensi (persentase energi) dalam sebuah sinyal skala-waktu. Persentase energi yang dihasilkan dapat dilihat menggunakan scalogram. Scalogram menampilkan frekuensi menggunakan intensitas warna yang menunjukkan tinggi rendahnya frekuensi pada suatu resolusi waktu. Dimana wavelet memiliki resolusi frekuensi yang baik dengan resolusi waktu yang kurang baik dan resolusi frekuensi yang kurang baik dengan resolusi waktu yang baik, dan wavelet menghasilkan sinyal dengan frekuensi tinggi pada durasi waktu yang pendek dan frekuensi rendah pada durasi yang panjang.

Frekuensi pada scalogram ditampilkan menggunakan fungsi  $scal2frq$  yang berfungsi menerjemahkan skala hasil sinyal  $f(t)$  ke domain frekuensi. Fungsi  $scal2frq$  menggunakan frekuensi center ( $F_c$ ) mengembalikan pseudo-frequency dengan skala yang diberikan sinyal  $f(t)$  yang telah melalui sampling wavelet morlet. Frekuensi pusat  $F_c$  yang berhubungan dengan wavelet diberikan oleh

$$F_a = \frac{F_c}{a \cdot \Delta} \quad (3)$$

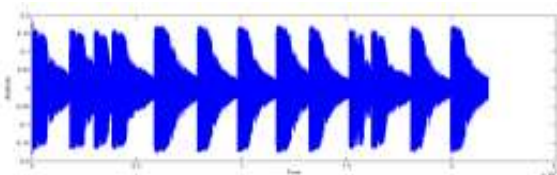
Dimana,  $a$  adalah skala,  $F_c$  adalah frekuensi pusat dari wavelet (Hz) dan  $F_a$  adalah frekuensi sampling yang berkorespondensi dengan skala  $a$  (Hz).

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Cara Pengambilan Data

##### 1. Data Rekaman (Akustik)

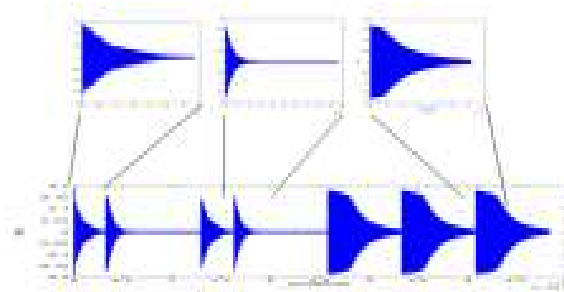
Merupakan data hasil rekaman sendiri yang memiliki frekuensi sampling rate 48000 Hz, jumlah kanal adalah mono (16 bit) dan jarak posisi mic 1 meter.



Gambar 3. Bentuk sinyal rekaman

##### 2. Data Sintetik

Merupakan data semi sintetik yang diperoleh dengan menggabungkan data rekaman tunggal pukulan gong menjadi sebuah lagu yang sama dengan notasi asli lagu.

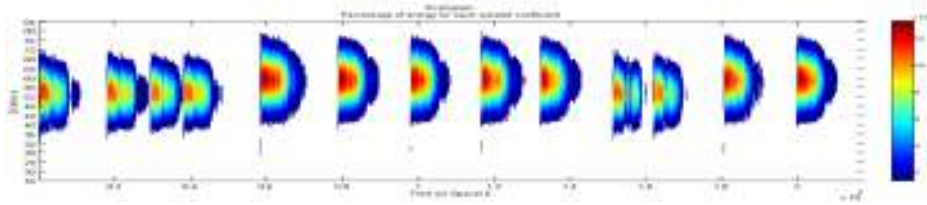


Gambar 4. Ilustrasi pembuatan data sintetik

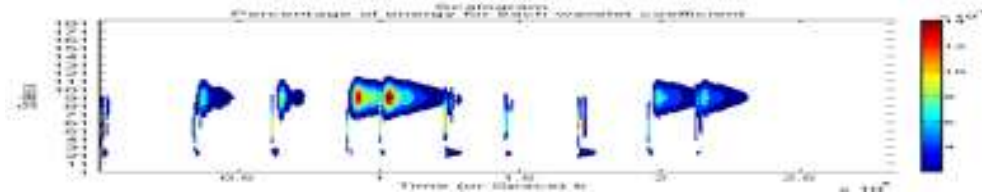
#### 3.2. Ekstraksi Musik Gong

Proses transkripsi musik gong diawali dengan ekstraksi sinyal lagu. Hasil ekstraksi sinyal skala – waktu ditampilkan dalam bentuk scalogram CWT yang ditunjukkan pada gambar 5 untuk data akustik dan gambar 6 untuk data akustik. Sedangkan sinyal waktu - frekuensi ditunjukkan pada gambar 7 untuk data akustik dan gambar 8 untuk data sintetik. Jumlah nada yang terekstraksi dan dikenali sebagai nada ditampilkan dalam pada tabel 1 yang dilakukan pada 4 instrumen gong yang berbeda untuk data akustik dan 2 instrumen berbeda untuk data sintetik menggunakan 2 lagu ('otes' dan 'lean'). Dua lagu yang dimainkan mempunyai tempo yang tidak sama, yaitu lean memiliki tempo cepat dan otes bertempo lambat.

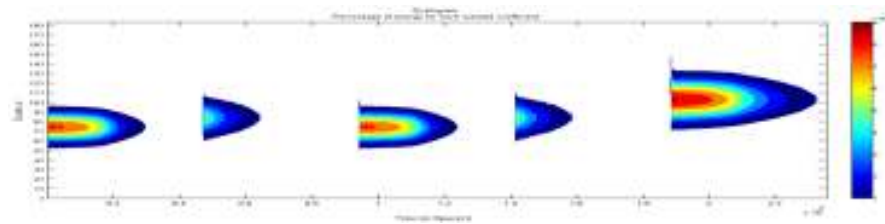
Ekstraksi sinyal musik gong pada penelitian ini menggunakan skala 1 sampai 164. Induk wavelet yang digunakan adalah morlet wavelet. Morlet wavelet memiliki tingkat frekuensi yang signifikan dari  $-4a$  sampai  $+4a$ . Jadi kita membutuhkan  $8aF_s$  untuk merepresentase wavelet  $\psi$  pada skala  $a$ . Skala 1 sampai 164 diartikan sebagai nilai skala dasar yang digunakan sebesar 1 dan delta skala 1 hingga 164 kali variasi nilai skala. Operasi CWT dimulai pada satu jenis nilai skala yang dilakukan pada setiap translasi hingga akhir durasi sinyal. Kemudian operasi tersebut diulang dengan nilai skala yang lebih besar hingga mencapai skala akhir yang memuat keseluruhan durasi sinyal yang dianalisa. Semakin besar nilai skala, maka hasil CWT yang dihasilkan merupakan representasi frekuensi sinyal yang semakin kecil. Penggunaan ke 164 variasi skala tersebut sudah dapat mewakili informasi keberadaan frekuensi pada sebuah sinyal nada musik gong.



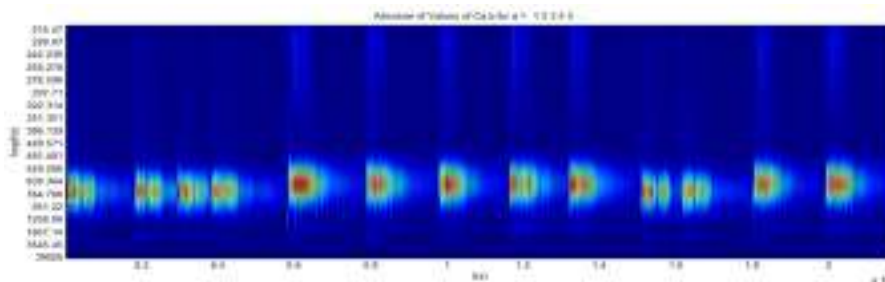
Gambar 5. Scalogram CWT sinyal lagu gong akustik domain skala – waktu



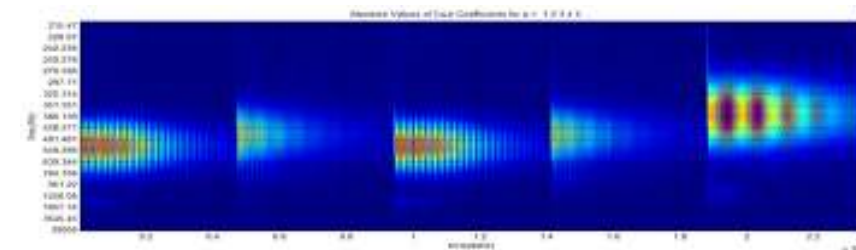
Gambar 6. Scalogram CWT sinyal lagu gong akustik domain skala – waktu yang tidak terdeteksi sebagian nadanya



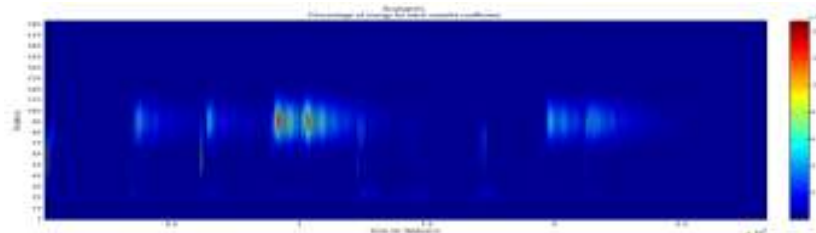
Gambar 7. Scalogram CWT 2 sinyal lagu gong sintetik domain skala – waktu



Gambar 8. Sinyal gong akustik domain frekuensi



Gambar 9. Sinyal gong akustik domain frekuensi yang tidak terdeteksi sebagian nadanya



**Gambar 9. Sinyal gong sintetis domain frekuensi**

Namun, pada gambar 6 terlihat ada beberapa nada yang tidak terdeteksi dengan baik. Ini karena nilai CWT tidak sepenuhnya menggambarkan karakter sinyal musik yang dimainkan. Penggambaran sinyal musik yang tidak tepat ini, diakibatkan oleh keras lembutnya permainan alat musik gong yang berdasarkan perasaan pemainnya. Oleh karena itu penggambaran karakter sinyal musik gong yaitu frekuensi dan amplitudo pada skala dan durasi waktu tertentu tidak dapat dideteksi CWT dan juga tidak dapat digambarkan dengan baik pada scalogram. Akan tetapi pemisahan nadanya dapat dilakukan meskipun karakter sinyal tidak digambarkan dengan benar.

Hasil CWT scalogram pada gambar 5, 6 dan 7, koefisien matriks CWT menunjukkan bahwa antara satu nada dengan nada yang lain terpisahkan dengan baik pada skala  $a$  untuk lagu sintetis dan akustik. Ini menunjukkan bahwa sebagai band pass filter windowing morlet wavelet bekerja baik. Scalogram pun menunjukkan bahwa CWT menghasilkan error minimum. Dimana pada data akustik penggalan nada yang sangat berdekatan pun dipisahkan dengan tepat. Ini merupakan salah satu sifat CWT yang mampu mereduksi noise dengan sangat baik pada sinyal bukan nada dengan amplitudo kecil.

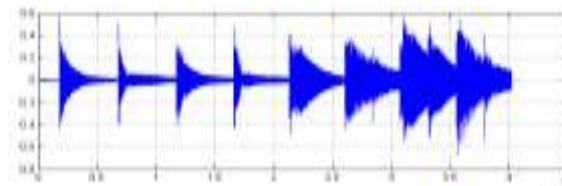
Nilai frekuensi ditampilkan melalui intensitas warna pada scalogram menunjukkan frekuensi tinggi berada pada waktu yang pendek sedangkan frekuensi rendah berada pada durasi waktu yang panjang. Ini karena wavelet memiliki resolusi frekuensi yang baik dengan resolusi waktu yang kurang baik dan resolusi frekuensi yang kurang baik dengan resolusi waktu yang baik, dan wavelet menghasilkan sinyal dengan frekuensi tinggi pada durasi waktu yang pendek dan frekuensi rendah pada durasi yang panjang.

Frekuensi nada gong perlu ditunjukkan karena musik direpresentasikan oleh frekuensi sehingga dengan tools `scal2freq` diperoleh frekuensi masing-masing nada yang telah ditunjukkan pada scalogram. Frekuensi nada gong pada sinyal lagu yang sebagian nadanya tidak terdeteksi pun ditunjukkan sama seperti pada scalogramnya dimana nada yang karakter sinyalnya tidak ditampilkan dengan baik frekuensinya pun tidak dapat dipastikan dengan tepat nilai frekuensinya.

Namun, sinyal yang bukan nada pada frekuensi terlihat ditunjukkan dengan jelas pada frekuensi selain nada yaitu berada di frekuensi  $< 400$  Hz dan  $> 1200$  Hz. Ini disebabkan oleh pengambilan data yang kurang tepat.

### 3.3. Penelitian Selanjutnya

Penelitian selanjutnya akan dilakukan proses pengenalan nada oleh komputer atau yang biasanya disebut dengan machine learning. Ini merupakan tahap akhir yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian ini. Proses ini dilakukan menggunakan dua tahap yaitu tahap filter sinyal hasil CWT dan tahap generating note. Dengan demikian diperoleh sinyal tiap nada gong dalam notasi musik yaitu nada pentatonik pelog yang terdiri dari nada 1 (do), 2 (re), 3 (mi), 5 (sol), dan 6 (la).



**Gambar 10. Bentuk sinyal asli musik gamelan Notasi asli**



Not estimasi: 7 6 7 6 5 3 5 3  
Notasi asli: 7 6 7 6 5 3 5 3

**Gambar 11. Bentuk sinyal hasil pemfilteran musik gamelan**

Gambar 10 dan 11 memberikan ilustrasi proses generating note menggunakan teknik pemfilteran yang dilakukan terhadap sinyal musik gamelan yang menggunakan metode fast Fourier transform (fft) dan estimasi sinyal dihasilkan melalui sebuah band pass filter (BPF).



### 3.4. Note Error Rate (NER)

Kinerja keberhasilan transkripsi ditentukan dengan menghitung note error rate (NER) yaitu ketepatan menterjemah. Dimana ada nada yang seharusnya tidak ada tetapi dikenali sebagai note (insertion), ada nada yang tidak dikenali sehingga terhapus (deletion) dan ada nada yang dikenali salah (substitution). NER dihitung menggunakan persamaan:

$$NER = 100 \% \times \frac{\text{insertion} + \text{deletion} + \text{substitution}}{\text{jumlah note}} \quad (4)$$

Dimana, Insertion = Note yang seharusnya tidak ada tetapi dikenali sebagai note, deletion = Note tidak dikenali sehingga terhapus dan substitution = Note yang dikenali salah.

## 4. Simpulan

Hasil ekstraksi ciri untuk data akustik menunjukkan hasil pengambilan data yang kurang tepat, karena masih mengandung banyak noise. Ini diakibatkan oleh tempat pengambilan data dan cara pengambilan data yang kurang tepat. Sehingga disarankan sebaiknya pengambilan data dilakukan oleh orang yang profesional. Namun, bisa juga ditambahkan proses filtering sinyal secara digital untuk memperkecil noise.

Secara keseluruhan hasil penelitian menunjukkan CWT merupakan metode analisis sinyal yang dapat digunakan untuk analisis sinyal musik karena menghasilkan koefisien matriks CWT yang memuat frekuensi. Dimana koefisien matriks ini terlokalisir dengan baik pada suatu skala. Selain itu nada sinyal nada yang dideteksi dapat dipisahkan dengan tepat. Ini menunjukkan CWT dapat digunakan untuk transkripsi sinyal musik dan analisis sinyal musik lainnya. Namun CWT mengekstrak sinyal musik dengan waktu yang panjang sehingga membutuhkan biaya yang mahal karena membutuhkan komputer dengan spesifik yang tinggi.

Ini merupakan awal penelitian pada alat musik gong sehingga diharapkan penelitian lanjutan untuk analisis signal musik gong lainnya baik untuk permainan gong tunggal ataupun untuk permainan gong perkusif menggunakan metode yang lainnya.

## Daftar Pustaka

- [1] Alat Musik Daerah. Web Pemerintah Propinsi Nusa Tenggara Timur (<http://nttprov.go.id/site/index.php/2013-07-22-06-19-20/pesona-budaya/116-alat-musik-daerah#19-gong>) [diakses tanggal : 4 Januari 2014].
- [2] Yoyon K. Suprpto, Mochamad Hariadi and Mauridhi Hery Purnomo, *Traditional Music Sound Extraction Based on Spectral Density Model using Adaptive Cross-correlation for*

*Automatic Transcription*, IAENG International Journal of Computer Science 38 (2), 1-8, Juni 2011.

- [3] Haruhiro Katavose, Hasakazu Ihal And Sei Ji Inokuchi., *Sentiment Extraction in Music*, IEEE CH2614-6/88/0000/1083\$01.00 0 1988.
- [4] Aliaksandr Paradzinets, Hadi Harb, Liming Chen., *Use of Continuous Wavelet-like Transform in Automated Music Transcription*, IEEE Signal Processing Letters, VOL. 11, NO. 6, JUNE 2004.
- [5] Yosefine Triwidyastuti, *Gamelan Music Onset Detection Using Hidden Markov Model*, Article of Journal of Electrical and Electronics Engineering, Volume 7, Number 2, Mei 2012.
- [6] D. P. Wulandari, Y. K. Suprpto, A. Tjahyanto, *Saron Transcription Based On Time-Frequency Analysis Of Onset Detection Using Short-Time Fourier Transform*, Article of Journal of Electrical and Electronics Engineering, Volume 7, Number 2, Oktober 2009.
- [7] R. Polikar, *The Wavelet Tutorial Part III Multiresolution Analysis and The Continuous Wavelet Transform*, 2nd ed., June 5, 1996.
- [8] Peter De Gersem, Bart De Moor, Marc Moonen, *Applications of the Continuous Wavelet Transform in the Processing of Musical Signals*, IEEE 1977.
- [9] A Tjahyanto, YK Suprpto, DP Wulandari, *Model Analysis – By - Synthesis Aplikasi Pembangkit Suara Gamelan Sintetik*, Proc. Sem. Nas. Aplikasi Teknologi Informasi. SNATI. Yogyakarta: JTI UII, -.