



Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Sumarno Linggo
Assignment title: Periksa similarity
Submission title: Pengenalan Nada Suling Rekorder Menggunakan Fungsi Jar...
File name: alan_Nada_Suling_Rekorder_Menggunakan_Fungsi_Jarak_Ch...
File size: 1.85M
Page count: 8
Word count: 2,319
Character count: 14,734
Submission date: 07-Feb-2018 02:26PM (UTC+0700)
Submission ID: 912400700

Providing Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III ISSN: 1979-911X
Yogyakarta, 1 November 2012

PENGENALAN NADA SULING REKORDER MENGGUNAKAN FUNGSI JARAK CHEBYSHEV

- Martomo Hendra Wijaya¹, Linggo Sumarno²
1) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
Kampus III Pajenean Maguwarharjo Depok Sleman, Yogyakarta
E-mail: segiptan@yaho.co.id
2) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
Kampus III Pajenean Maguwarharjo Depok Sleman, Yogyakarta
E-mail: lingsum@usd.ac.id

INTISARI

Suatu sistem pengenalan nada suling rekorder dapat digunakan untuk membantu orang dalam belajar musik, khususnya yang terkait dengan suling rekorder. Pada penelitian yang dilaksanakan, dibuat suatu sistem pengenalan nada suling rekorder berbasis komputer, yang dapat bekerja secara *real-time*. Secara garis besar, sistem pengenalan tersebut dideskripsikan dalam urutan proses-proses sebagai berikut: *waveform optimization*, *frame blocking*, ekstraksi ciri dengan FFT, dan perbandingan dengan fungsi jarak Chebyshev. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 150 nada yang berasal dari 10 *user*, yang dilakukan secara *real-time*, sistem pengenalan yang dibuat mampu memberikan tingkat pengenalan hingga sekitar 93%, atau berarti ada ketidaktepatan sekitar 7%. Adanya ketidaktepatan ini disebabkan karena kurangnya pengetahuan *user* dalam memainkan suling rekorder. Penetapan yang terlalu kecil, kurang terutusnya lubang suling saat meniup, serta posisi badan saat meniup, berpengaruh terhadap suara suling.

Kata kunci: pengenalan nada, suling rekorder, fungsi jarak Chebyshev

PENDAHULUAN

Suling rekorder adalah salah satu alat musik yang dapat digunakan oleh orang untuk belajar musik. Bagi orang yang baru belajar suling rekorder, tentu masih susah untuk mengetahui nada apa yang sedang dimainkan, karena masih kurangnya ketajaman indera pendengaran. Untuk itu, suatu sistem pengenalan nada suling rekorder dapat digunakan untuk membantu mengenali nada yang sedang dimainkan.

Sistem pengenalan nada biasanya dilakukan melalui proses perekaman/pembacaan *wav file*, proses *waveform optimization*, proses *frame blocking*, proses ekstraksi ciri, dan proses perbandingan nada (Somreavongkul, 2007; Kartia, 2011). Dalam sistem pengenalan nada tersebut, selain menggunakan proses perbandingan, sebagai alternatif dapat juga menggunakan proses jaringan saraf tiruan (Susanto, 2011).

Pada penelitian yang dilaksanakan, dibuat suatu sistem pengenalan nada suling rekorder yang mampu mengenali nada-nada C', D', E', F', G', A', B', dan C'' secara *real-time*. Dalam sistem yang dibuat ini, penulis menggunakan *windowing* dan normalisasi dalam proses *waveform optimization*, FFT dalam proses ekstraksi ciri, dan fungsi jarak Chebyshev dalam proses perbandingan nada. Dalam tulisan ini dikaji pengaruh variasi koefisien alpha pada proses *windowing* dan variasi FFT *point* pada proses ekstraksi ciri FFT terhadap tingkat pengenalan nada. Selain itu, dikaji juga pengujian sistem secara *real-time*.

Sampling

Sampling merupakan proses pencuplikan gelombang suara yang akan menghasilkan gelombang diskret termodulasi pulsa. Dalam proses *sampling* ada yang disebut dengan laju pencuplikan (*sampling rate*). *Sampling rate* merupakan berapa banyak pencuplikan gelombang analog dalam 1 detik. Satuan dari *sampling rate* ialah Hertz (Hz). Pada proses *sampling*, sebaiknya *sampling rate* memenuhi kriteria Nyquist. Kriteria Nyquist menyebutkan bahwa *sampling rate* harus lebih besar atau sama dengan 2 kali frekuensi tertinggi sinyal suara analog (Sklar, 1988). Secara matematis hal ini dapat dituliskan:

$$f_s \geq 2f_m \quad (1)$$

dengan:
 f_s = frekuensi *sampling* (*sampling rate*)
 f_m = frekuensi tertinggi sinyal suara analog

Pengenalan Nada Suling Rekorder Menggunakan Fungsi Jarak Chebyshev

by Linggo Sumarno

Submission date: 07-Feb-2018 02:26PM (UTC+0700)

Submission ID: 912400700

File name: alan_Nada_Suling_Rekorder_Menggunakan_Fungsi_Jarak_Chebyshev.pdf (1.85M)

Word count: 2319

Character count: 14734

7
PENGENALAN NADA SULING REKORDER MENGGUNAKAN
FUNGSI JARAK CHEBYSHEV

4
Marianus Hendra Wijaya¹⁾, Linggo Sumarno²⁾
1) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
Kampus III Paingan Maguwoharjo Depok Sleman, Yogyakarta
E-mail: soegarank@yahoo.co.id
2) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
Kampus III Paingan Maguwoharjo Depok Sleman, Yogyakarta
E-mail: lingsum@usd.ac.id

INTISARI

Suatu sistem pengenalan nada suling rekorder dapat digunakan untuk membantu orang dalam belajar musik, khususnya yang terkait dengan suling rekorder. Pada penelitian yang dilaksanakan, dibuat suatu sistem pengenalan nada suling rekorder berbasis komputer, yang dapat bekerja secara *real-time*. Secara garis besar, sistem pengenalan tersebut dideskripsikan dalam urutan proses-proses sebagai berikut: *waveform optimization*, *frame blocking*, ekstraksi ciri dengan FFT, dan perbandingan dengan fungsi jarak Chebyshev. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 150 nada yang berasal dari 10 *user*, yang dilakukan secara *real-time*, sistem pengenalan yang dibuat mampu memberikan tingkat pengenalan hingga sekitar 93%, atau berarti ada ketidakakuratan sekitar 7%. Adanya ketidakakuratan ini disebabkan karena kurangnya pengetahuan *user* dalam memainkan suling rekorder. Peniupan yang terlalu kencang, kurang tertutupnya lubang suling saat meniup, serta posisi badan saat meniup, berpengaruh terhadap suara suling.

Kata kunci: pengenalan nada, suling rekorder, fungsi jarak Chebyshev

PENDAHULUAN

Suling rekorder adalah salah satu alat musik yang dapat digunakan oleh orang untuk belajar musik. Bagi orang yang baru belajar suling rekorder, tentu masih susah untuk mengetahui nada apa yang sedang dimainkan, karena masih kurangnya ketajaman indera pendengaran. Untuk itu, suatu sistem pengenalan nada suling rekorder dapat digunakan untuk membantu mengenali nada yang sedang dimainkan.

Sistem pengenalan nada biasanya dilakukan melalui proses perekaman/pembacaan *wav file*, proses *waveform optimization*, proses *frame blocking*, proses ekstraksi ciri, dan proses perbandingan nada (Somrealvongkul, 2007; Kurnia, 2011). Dalam sistem pengenalan nada tersebut, selain menggunakan proses perbandingan, sebagai alternatif dapat juga menggunakan proses jaringan saraf tiruan (Susanto, 2011).

Pada penelitian yang dilaksanakan, dibuat suatu sistem pengenalan nada suling rekorder yang mampu mengenali nada-nada C', D', E', F', G', A', B', dan C'' secara *real-time*. Dalam sistem yang dibuat ini, penulis menggunakan *windowing* dan normalisasi dalam proses *waveform optimization*, FFT dalam proses ekstraksi ciri, dan fungsi jarak Chebyshev dalam proses perbandingan nada. Dalam tulisan ini dikaji pengaruh variasi koefisien alpha pada proses *windowing* dan variasi FFT *point* pada proses ekstraksi ciri FFT terhadap tingkat pengenalan nada. Selain itu, dikaji juga pengujian sistem secara *real-time*.

Sampling

Sampling merupakan proses pencuplikan gelombang suara yang akan menghasilkan gelombang diskret termodulasi pulsa. Dalam proses *sampling* ada yang disebut dengan laju pencuplikan (*sampling rate*). *Sampling rate* menentukan berapa banyak pencuplikan gelombang analog dalam 1 detik. Satuan dari *sampling rate* ialah Hertz (Hz). Pada proses *sampling*, sebaiknya *sampling rate* memenuhi kriteria Nyquist. Kriteria Nyquist menyebutkan bahwa *sampling rate* harus lebih besar atau sama dengan 2 kali frekuensi tertinggi sinyal suara analog (Sklar, 1988). Secara matematis hal ini dapat dituliskan:

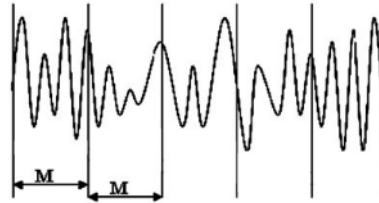
$$f_s \geq 2f_m \quad \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

f_s = frekuensi *sampling* (*sampling rate*)
 f_m = frekuensi tertinggi sinyal suara analog

10

Frame blocking merupakan pembagian sinyal menjadi beberapa frame dan satu frame terdiri dari sejumlah data sampel (Kartikasari, 2006). Gambar 1 memperlihatkan contoh frame blocking dengan keseluruhan sinyal dibagi dalam 5M (frame). Pada implementasinya jumlah data dalam setiap frame tidak ada ketentuannya, tergantung dari kebutuhan sistem.

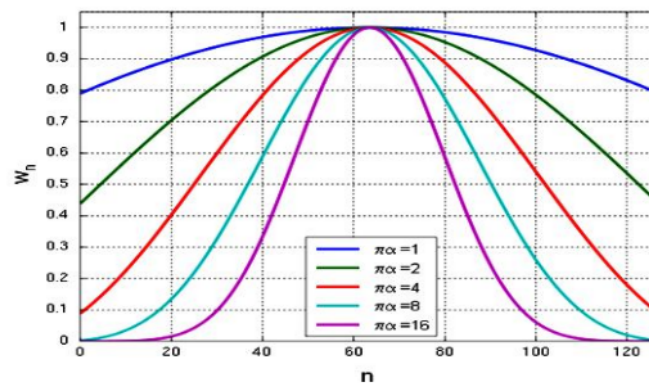


Gambar 1. Contoh frame blocking.

2

Sinyal yang dipotong-potong menjadi beberapa frame di atas, akan menyebabkan kesalahan pada proses transformasi Fourier, akibat adanya efek diskontinuitas pada tepi-tepi pemotongan. Untuk itu, diperlukan windowing untuk mengurangi efek diskontinuitas tepi-tepi tersebut (Santoso et al, 2005).

Jendela Kaiser adalah suatu jendela yang dapat digunakan untuk keperluan windowing. Jendela ini keruncingannya dapat diatur dengan mengatur nilai alpha (α), sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh jendela Kaiser dengan nilai $\beta = n\alpha$ yang berbeda-beda.

Jendela Kaiser dengan panjang M dirumuskan dengan (Bilmes dan Song, 2001):

$$w[n] \triangleq \begin{cases} I_0 \left[\beta \left(1 - \left| \frac{n-\alpha}{\alpha} \right|^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right] & , 0 \leq n \leq M \\ 0 & , \text{yang lain} \end{cases} \quad (2)$$

Dengan I_0 adalah orde 0 fungsi Bessel:

$$I_0(x) \triangleq \sum_{k=0}^{\infty} \left[\frac{\left(\frac{x^k}{2} \right)^2}{k!} \right] \quad (3)$$

FFT merupakan suatu cara yang cepat untuk menghitung DFT. DFT dari sinyal waktu diskret $x(n)$ diperlihatkan pada Persamaan (4). Faktor eksponensial W_N^{nk} dalam DFT dinamakan *twiddle factor*, yang bersifat periodik dengan periode N .

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)W_N^{nk} \quad k = 0, \dots, N-1 \quad (4)$$

Dengan FFT, sejumlah N titik data DFT dapat difaktorkan, sehingga seluruh jumlah titik dapat dipecah ke dalam kelompok-kelompok yang makin lama makin kecil. Kemudian dengan memanfaatkan sifat simetri dan perioditas *twiddle factor*, jumlah operasi aritmatika yang diperlukan dapat dikurangi.

Fungsi jarak Chebyshev menghitung besarnya absolut perbedaan koordinat dari sepasang obyek. Fungsi jarak Chebyshev pada Persamaan (6) merupakan pengembangan dari fungsi jarak Minkowski pada Persamaan (5) (Teknomo, 2006).

$$d_{ij} = \sqrt[\lambda]{\sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|^\lambda} \quad (5)$$

Jika lambda (λ) bernilai tak terhingga (∞), maka

$$d_{ij} = \max_k |x_{ik} - x_{jk}| \quad (6)$$

dengan: x_i = obyek pertama.

d_{ij} = jarak antara obyek x_i dan x_j .

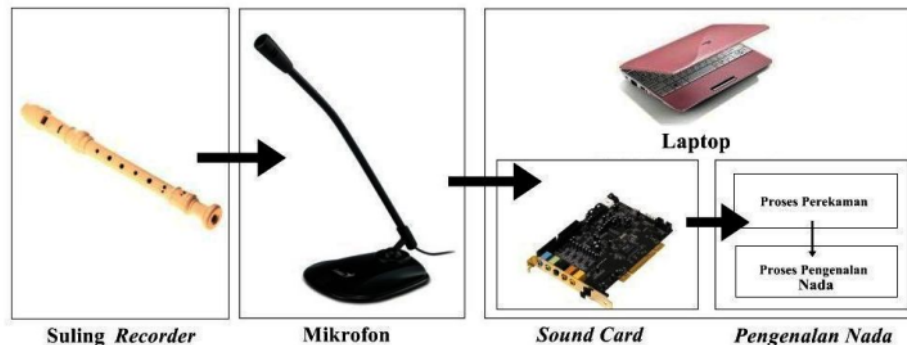
x_j = obyek kedua.

λ = orde.

n = jumlah data.

METODE

Blok diagram perangkat keras sistem pengenalan nada alat musik suling rekorder secara keseluruhan pada Gambar 3.

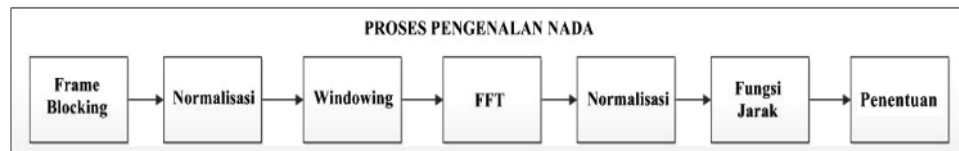


Gambar 3. Blok diagram perangkat keras sistem.

Suling rekorder yang digunakan adalah yang panjangnya 33 cm. Mikrofon yang digunakan adalah *mini multimedia microphone* Genius MIC-01A. Laptop yang digunakan adalah yang

menggunakan prosesor Intel® Atom™ N570, dengan RAM 2 GB. Sementara itu, perangkat lunak yang digunakan untuk proses perekaman dan juga proses pengenalan nada menggunakan Microsoft Visual C++ 2008.

Proses pengenalan nada diperlihatkan secara blok diagram pada Gambar 4. Sebagai catatan, sebelum proses *frame blocking* terdapat proses rekam, untuk merekam data yang akan diproses. Proses rekam ini menggunakan *sampling rate* sebesar 2400Hz. *Sampling rate* ini sesuai dengan kriteria Nyquist, yaitu besarnya *sampling rate* minimum adalah minimal dua kali frekuensi tertinggi yaitu 1100 Hz (untuk nada tertinggi C"). Berdasarkan hasil evaluasi, proses rekam selama 2 detik sudah mencukupi karena dalam waktu 2 detik suara yang dimainkan sudah stabil khususnya pada deretan data tengah yang akan dipilih dalam proses *frame blocking*.



Gambar 4. Blok diagram proses pengenalan nada.

Proses *Frame Blocking*. Data yang diambil dari 4800 data rekam adalah sejumlah 128 data. Jumlah ini disesuaikan dengan rumusan 2^N , yang cocok dengan struktur FFT yang digunakan, yaitu struktur FFT radix-2. Berdasarkan hasil evaluasi, *frame blocking* dengan 128 data sudah mencukupi untuk mendapatkan spektrum frekuensi yang saling terpisah antara setiap nada. Pengambilan data dimulai dari data ke-1136 (data tengah) dari deretan data rekam.

Proses *windowing* menggunakan jendela Kaiser. Alpha yang digunakan pada jendela Kaiser adalah 0, 40, 100, dan 1000. Variasi alpha ini akan dikaji lebih lanjut pengaruhnya terhadap tingkat pengenalan sistem.

Proses Normalisasi membuat nilai maksimal pada deretan data menjadi bernilai 1. Proses ini berfungsi untuk menghilangkan perbedaan amplitudo pada saat perekaman dengan kondisi perekaman yang berbeda-beda (jauh dekat, ¹⁸posisi perekaman).

Proses ²FFT berfungsi mengubah data dari *domain waktu* menjadi *domain frekuensi*. Hasil pengubahan data dari *domain waktu* ke *domain frekuensi* ini, dapat digunakan sebagai ekstraksi ciri dari data. Proses FFT menggunakan 16, 32, 64, dan 128 *point*. Variasi *point* dari FFT ini akan dikaji lebih lanjut pengaruhnya terhadap tingkat pengenalan sistem.

Proses fungsi jarak menggunakan fungsi jarak Chebyshev. Proses ini membandingkan data masukan (data hasil komputasi FFT yang ³telah dinormalisasi) dengan setiap data referensi. Ada sejumlah 8 data referensi yang mewakili nada-nada C', D', E', F', G', A', B', dan C". Hasil dari proses fungsi jarak adalah sejumlah 8 jarak nada yang merupakan data jarak antara data masukan dengan sejumlah 8 data referensi.

Proses penentuan merupakan proses untuk menentukan nada keluaran. Proses ini dilakukan dengan mencari nilai minimum dari sejumlah 8 jarak nada yang merupakan hasil dari proses fungsi jarak. Suatu nada yang mempunyai jarak minimum, ditentukan sebagai nada keluaran.

Data referensi diperlukan dalam proses fungsi jarak. Untuk memperoleh data referensi, penulis mengambil 10 sampel dari setiap nada C', D', E', F', G', A', B', dan C". Langkah-langkah pembuatan data referensi diperlihatkan pada Gambar 5.



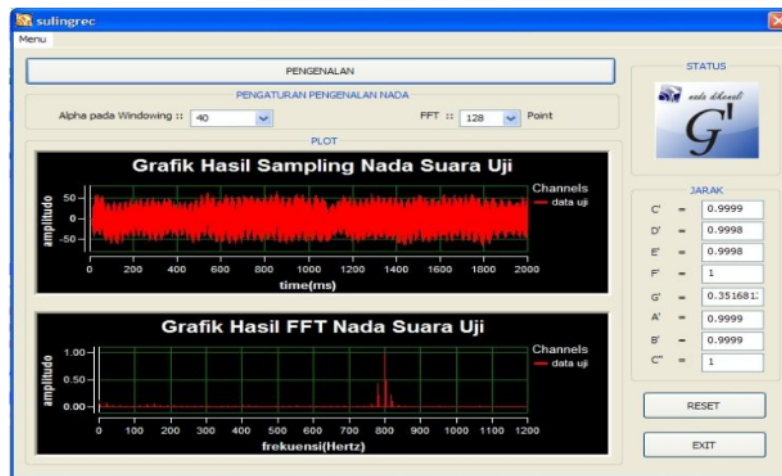
Gambar 5. Blok diagram proses pembuatan data referensi.

Untuk mendapatkan data referensi dari setiap nada, digunakan Persamaan (7) pada data-data yang diperoleh dari proses normalisasi 2 pada Gambar 5. Dengan demikian, setiap nada akan mempunyai satu data referensi.

$$\text{nada referensi} = \frac{\text{nada sampel}_1 + \text{nada sampel}_2 + \dots + \text{nada sampel}_{10}}{10} \quad (7)$$

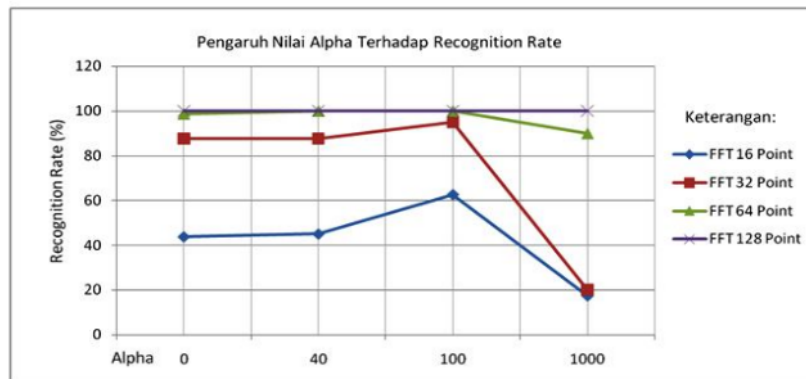
PEMBAHASAN

Sistem yang dibuat diperlihatkan tampilan perangkat lunaknya pada Gambar 6. Terlihat adanya grafik hasil sampling dan hasil komputasi FFT, untuk memperlihatkan sinyal pada dua domain yang berbeda.



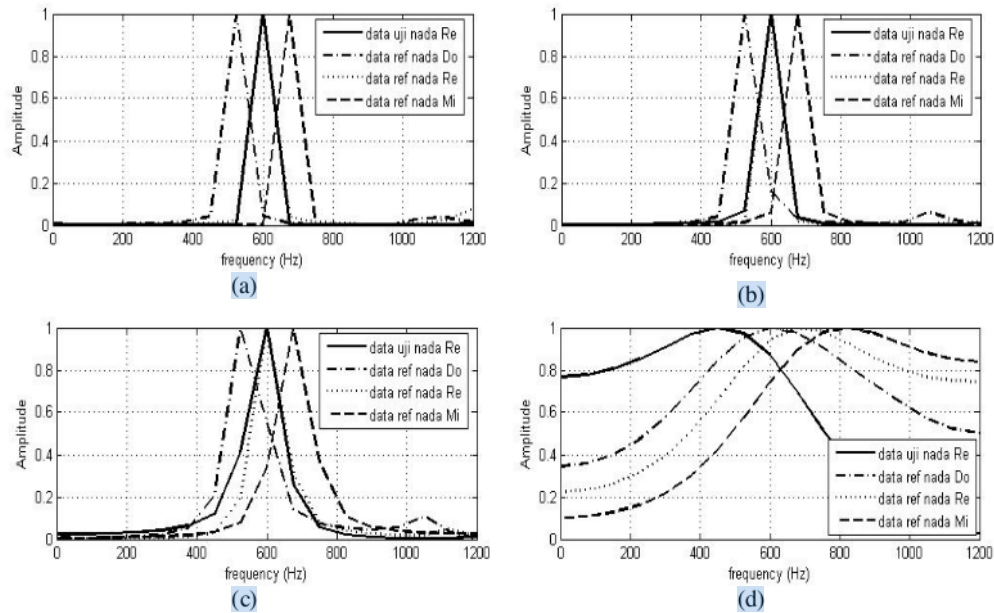
Gambar 5. Tampilan perangkat lunak setelah proses pengenalan.

Pengujian sistem secara tidak *real-time* dimaksudkan untuk mengkaji pengaruh nilai alpha pada proses *windowing* dan FFT *point* pada proses FFT. Pengujian ini dilakukan dengan menguji 80 sampel nada, yang berasal dari 10 sampel untuk masing-masing nada C', D', E', F', G', A', B', dan C''). Untuk yang pertama, Gambar 6 memperlihatkan pengaruh nilai alpha pada proses *windowing*.



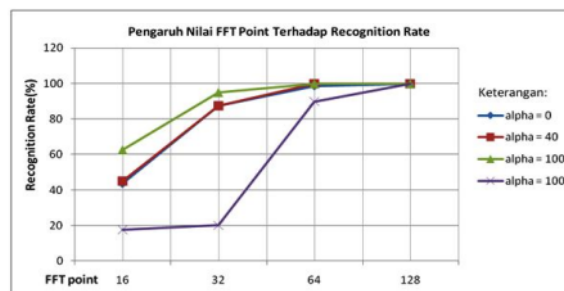
Gambar 6. Pengaruh nilai alpha terhadap tingkat pengenalan.

Pada Gambar 6 terlihat, seiring naiknya nilai alpha ada kecenderungan semakin turunnya tingkat pengenalan pada sistem. Hal ini disebabkan, nilai alpha berpengaruh terhadap lebar spektrum frekuensi. Semakin tinggi nilai alpha maka semakin lebar spektrum frekuensinya seperti diperlihatkan pada Gambar 7.



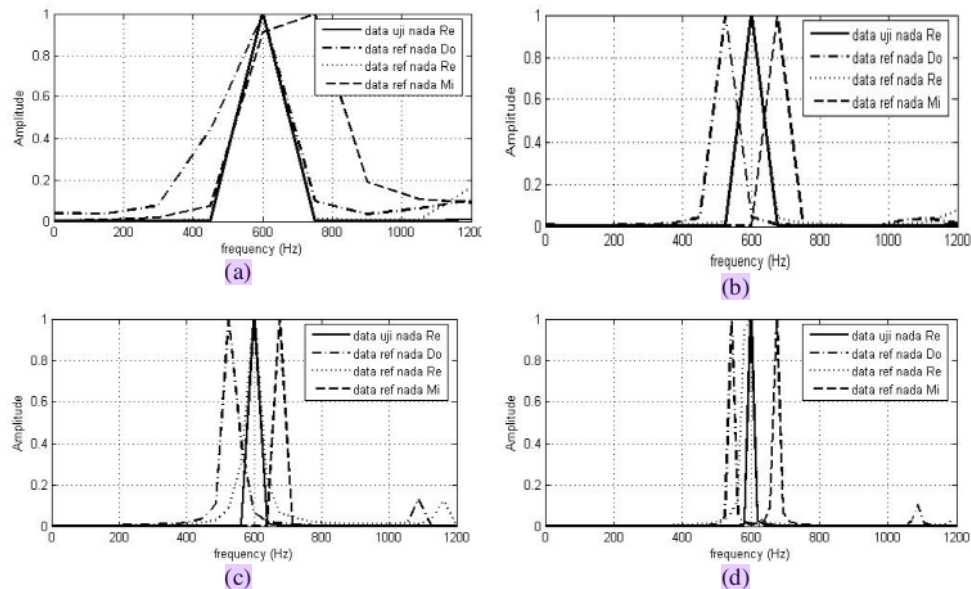
Gambar 7. Hasil FFT 32 point untuk nada uji Re (D') dengan nilai alpha (a) 0, (b) 40, (c) 100, dan (d) 1000.

Adanya spektrum frekuensi yang lebar pada Gambar 7, dapat mengakibatkan spektrum frekuensi nada uji mengalami tumpang tindih dengan spektrum frekuensi nada referensi yang berdekatan (separasi semakin tidak terlihat) dan tidak tumpang tindih dengan spektrum frekuensi nada referensi yang sesuai dengan nada uji (misal: nada yang dimainkan adalah nada Re (D') dan nada referensinya adalah nada referensi Re (D')), seperti diperlihatkan pada Gambar 7(d). Tumpang tindih ini mengakibatkan jarak yang dihasilkan oleh fungsi jarak cenderung meningkat. Adanya peningkatan ini berpengaruh terhadap turunnya keakuratan perhitungan fungsi jarak, yang tercermin dari turunnya keakuratan pada proses penentuan. Dengan kata lain, nilai alpha yang makin tinggi, cenderung makin menurunkan tingkat pengenalan sistem.



Gambar 8. Pengaruh nilai FFT point terhadap tingkat pengenalan.

Untuk yang kedua, Gambar 8 memperlihatkan pengaruh FFT *point* terhadap tingkat pengenalan. Terlihat bahwa semakin tinggi FFT *point* maka semakin tinggi tingkat pengenalan sistem. FFT *point* mempengaruhi hasil perhitungan jarak dalam proses fungsi jarak. Semakin tinggi FFT *point* yang digunakan mengakibatkan spektrum frekuensi hasil FFT dari nada uji tidak tumpang tindih dengan spektrum frekuensi hasil FFT nada referensi yang berdekatan (separasi terlihat jelas) dan tumpang tindih dengan spektrum frekuensi hasil FFT dari nada referensi yang sesuai dengan nada uji (misal: nada 15 yang dimainkan adalah nada Re (D') dan nada referensinya adalah nada referensi Re (D')) seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik hasil FFT (a) 16, (b) 32, (c) 64, dan (d) 128, untuk nada uji Re (D') dengan nilai α 0.

Dari Gambar 9, untuk FFT *point* yang makin tinggi, jarak yang dihasilkan oleh fungsi jarak cenderung menurun. Adanya penurunan ini berpengaruh terhadap naiknya keakuratan perhitungan fungsi jarak, yang tercermin dari naiknya keakuratan pada proses penentuan. Dengan kata lain, FFT *point* yang makin tinggi, cenderung makin meningkatkan tingkat pengenalan sistem.

Pengujian secara *real-time*, dimaksudkan untuk mengkaji sampai seberapa akurat sistem pengenalan jika digunakan pada keadaan yang sesungguhnya. Pada pengujian ini digunakan kombinasi parameter yang terbaik (yang dapat menghasilkan tingkat pengenalan 100% pada pengujian tidak *real-time* di atas). Pada pengujian ini ada 10 *user* dengan setiap *user* meniupkan 8 nada berurutan (C', D', E', F', G', A', B', dan C'') dan 7 nada tidak berurutan (yang sesuai keinginan *user*). Hasil yang didapatkan dari pengujian ini adalah sebagai berikut: 1). Jumlah sampel yang diuji : 150 sampel. 2). Kesalahan pengenalan : 10 kali. 3). Tingkat pengenalan : 93,34%. 4). *Error* : 6,66%.

Pada hasil pengujian di atas kesalahan pengenalan disebabkan oleh faktor kurangnya pengetahuan *user* dalam memainkan nada alat musik suling rekorder. Peniupan yang kencang, kurang tertutupnya lubang suling rekorder saat dimainkan, dan posisi badan saat meniup tidak tegak akan sangat berpengaruh pada suara nada yang dihasilkan oleh suling rekorder ini.

KESIMPULAN

Dari uraian diatas maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut : 1). Semakin besar α yang digunakan pada jendela Kaiser, akan semakin menurunkan tingkat pengenalan sistem. 2). Semakin

besar FFT *point* yang digunakan, akan semakin menaikkan tingkat pengenalan sistem. 3). Berdasarkan hasil pengujian, nilai α 0, 40, 100, dan 1000 pada jendela Kaiser dan FFT 128 *point* dapat menghasilkan tingkat pengenalan terbaik yaitu 100%. 4). Pada pengujian dengan 10 *user* yang berbeda dengan masing-masing melakukan peniupan sebanyak 15 kali dengan total 150 sampel, menghasilkan *error* sebesar 6,66% pada nilai α sebesar 40 dan FFT *point* sebesar 128.

Dari hasil penelitian diatas, maka disarankan : 1). Pembekalan pengetahuan kepada *user* tentang cara memainkan suling rekorder sebelum penggunaan sistem pengenalan secara *real-time*. 2). Penggunaan durasi perekaman yang lebih lama untuk pengembangan pengenalan sistem menjadi pengenalan deretan nada.

DAFTAR PUSTAKA

- Bilmes, J. dan Song, M. (2001). *Lecture 17: FIR Design by Windowing, Kaiser Window & Optimal Approximation*. Diakses pada 3 Oktober 2011 dari <http://ssli.ee.washington.edu/courses/ee518/notes/lec17.pdf>.
- Kartikasari, Y. E. (2006). Pembuatan Software Pembuka Program Aplikasi Komputer Berbasis Pengenalan Sinyal Suara, Tugas Akhir, PENS-ITS, Surabaya.
- Kurnia, A. (2011). *Pengenal Nada Alat Musik menggunakan Alihagam Fourier*, UNDIP, Semarang. Diakses pada 3 Oktober 2011 dari <http://eprints.undip.ac.id/25444/>
- Santoso, T. B., Oktaviano, H., Dutono, T. (2005). "Protipe Modul Pengamatan Sinyal Domain Waktu dan Frekuensi Secara *Real Time* Untuk Praktikum Pengolahan Sinyal Digital", *Telkomnika*, Vol. 3, No. 3, Desember 2005.
- Sklar, B. (1988). *Digital Communications Fundamental and Application*, Prentice Hall, New Jersey.
- Somrealvongkul, B. (2007). *Musical Instruments Sound Recognition*. Diakses pada 14 September 2011 dari <http://www.slideshare.net/mezzoblues/misr>.
- Susanto, I. (2011). *Pengenalan Suara Alat Musik dengan Metode Jaringan Saraf Tiruan (JST) Learning Vector Quantization (LVQ) melalui Ekstraksi Koefisien Cepstral*, UNDIP, Semarang. Diakses pada 3 Oktober 2011 dari <http://eprints.undip.ac.id/22567/>
- Teknomo, K. (2006). *Chebyshev Distance*. Diakses pada 26 September 2011 dari <http://people.revoledu.com/kardi/tutorial/Similarity/ChebyshevDistance.html>.

Pengenalan Nada Suling Rekorder Menggunakan Fungsi Jarak Chebyshev

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Universitas Merdeka Malang

Student Paper

4%

2

fr.scribd.com

Internet Source

3%

3

ayyubamin.blogspot.com

Internet Source

2%

4

ml.scribd.com

Internet Source

1%

5

e-journal.usd.ac.id

Internet Source

1%

6

Submitted to Universitas Pendidikan Ganesha

Student Paper

1%

7

docplayer.info

Internet Source

1%

8

eprints.undip.ac.id

Internet Source

1%

9

journal.unipdu.ac.id

Internet Source

1%

10	pt.scribd.com Internet Source	1 %
11	pt.cyclopaedia.net Internet Source	<1 %
12	ejournal.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %
13	eprints.ums.ac.id Internet Source	<1 %
14	id.scribd.com Internet Source	<1 %
15	repository.ipb.ac.id Internet Source	<1 %
16	www.springerprofessional.de Internet Source	<1 %
17	123dok.com Internet Source	<1 %
18	journal.ugm.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches

< 5 words

Exclude bibliography On