

Analisis Sinyal *Polyphonic* Menggunakan *Cross-Correlation* Pada Sasando

Louis Ferdinand Boesday
Prodi Pendidikan Teknik Elektro, FKIP, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang NTT
louis.ferdinand.boesday@staf.undana.ac.id

Abstrak – Proses analisis sinyal *polyphonic* merupakan dasar dari topik analisis sinyal. Pada penelitian ini juga dibahas proses analisis terhadap sinyal musik. Instrumen alat musik yang digunakan dalam penelitian ini ialah sasando. Sasando dipilih bukan hanya karena keunikan dan karakteristiknya sebagai alat musik tradisional namun juga bertujuan dalam proses pelestarian. Proses pelestarian terhadap alat musik sasando menjadi penting mengingat semakin berkurangnya minat masyarakat untuk memainkan alat musik tradisional ini. Penelitian ini menggunakan metode *correlation*. Metode ini membandingkan dua buah sinyal untuk mencari kesamaan di antara kedua sinyal yang dibandingkan. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan terhadap sinyal *polyphonic*. Sinyal *polyphonic* yang dimaksud ialah *chord*. Nilai kesamaan antara dua sinyal yang dibandingkan dapat dilihat dari karakteristik sinyal hasil *correlation*. Karakteristik yang dimaksud berupa nilai amplitudo maksimum dan bentuk sinyal hasil *correlation*.

Kata kunci – *Polyphonic, correlation, chord, sasando*

Abstract – The process of polyphonic signal analysis is the basis of the topic of signal analysis. This research also discusses the process of analyzing music signals. The musical instrument used in this study is Sasando. Sasando was chosen not only because of its uniqueness and characteristics as a traditional musical instrument but also for its purpose in the preservation process. The process of preserving the sasando musical instrument is important considering the decreasing public interest in playing this traditional musical instrument. This study uses the correlation method. This method compares two signals to find similarities between the two signals being compared. In this study, a comparison was made of polyphonic signals. The polyphonic signal in question is a chord. The similarity value between the two signals being compared can be seen from the signal characteristics of the correlation results. The characteristic referred to is the maximum amplitude value and the shape of the signal resulting from the correlation.

Keywords – *Polyphonic, correlation, chord, sasando*

I. PENDAHULUAN

Pemilihan alat musik sasando sebagai media pembelajaran merupakan hal baru dalam penelitian serupa. Beberapa pendekatan sebelumnya menggunakan alat musik barat seperti piano, biola, cello an sebagainya [1]. Selain itu, alat musik sasando yang terasuk dalam jenis alat musik petik, memiliki keunikan tersendiri bila dilihat dari warna suara yang dihasilkan. Alat musik sasando merupakan salah satu jenis alat musik petik tradisional Indonesia yang bersal dari Pulau Roter, Provinsi Nusat Tenggara Timur (NTT), Indonesia. Sasando terdiri atas 2 jenis yaitu sasando gong (bernada pentatonik, 7 atau 11 senar) dan sasando biola (bernasa diatonik, maksimum 36 senar). Alat musik ini biasa digunakan untuk kepentingan upacara adat, menghibur orang yang sedang berduka maupun acara penyambutan tamu. Sasando dimainkan dengan cara dipetik menggunakan kedua tangan dimana tangan kiri biasanua memainkan melodi sedangkan tangan kanan digunakan untuk memainkan *rhythm*. Proses pembentukan *chord* pada alt musik sasando dilakukan dengan memetik nada-nada pembentuk chord secara berurutan dengan menggunakan tangan kanan. Kendala yang ada saat ini adalah semakin berkurangnya minat masyarakat Nusa Tenggara Timur untuk mengenal dan mempelajari alat musik sasando. Generasi muda Nusa Tenggara Timur saat ini lebih tertarik untuk mempelajari alat musik barat dibanding alat musik sasando karena berbagai alasan. Kurangnya sosialisasi merupakan salah satu alasan utama mengapa alat musik ini belum bisa menarik perhatian masyarakat Nusa Tenggara Timur. Hal ini dikarenakan proses pengenalan alat musik sasando yang hanya dilakukan seadanya melalui proses pengenalan alat musik sasando yang hanya dilakukan seadanya melalui proses lisan sehari-hari. Selain itu, kurangnya literatur yang membahas alat musik ini juga menjadi kendala utama dalam proses sosialisasi. Faktor lain yang mempengaruhi ialah kurangnya rasa bangga terhaap hasil kreasi daerah sendiri sehingga masyarakat Nusa Tenggara Timur

lebih membanggakan alat musik barat dibanding alat musik sasando. Berdasarkan fakta tersebut maka kelestarian dari alat musik ini akan semakin terancam jika tidak ada upaya lebih untuk melestarikanya. Melalui penelitian ini diharapkan mampu membantu proses pelestarian alat musik sasando yaitu dengan menambah bahan literatur yang membahas mengenai alat musik ini sehingga banyak orang yang membacanya dapat mengela dan mencintai alat musik ini.

II. LANDASAN TEORI DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian kai ini adalah metode *cross-correlation*. Metode *Cross-correlation* membandingkan sinyal referensi dan sinyal yang akan diuji untuk mengetahui tingkat kecocokan dari kedua sinyal tersebut [2]. Sinyal referensi dab sinyal uji dikatakan saling berhubungan jika memiliki nilai amplitude paling maksimum. Selain itu juga terdapat metode *auto-correlation* dimana sebuah sinyal akan dibandingkan dengan dirinya sendiri.

Cross-Correlation diantara dua buah sinyal $u(t)$ dan $v(t)$ dapat dinyatakan secara matematis sebagai $w(t) = u(t) \otimes v(t)$, $R \int_{-\infty}^{\infty} u*(\tau)v(\tau + t)d\tau$. Persamaan tersebut menyatakan bahwa terdapat dua buah sinyal yang akan dikorelasikan dimana terdapat sinyal uji yang akan dibandingkan terhadap sinyal referensi. Tahapan selanjutnya dari proses *cross correlation* dapat dinyatakan dalam persamaan berikut: $w(t) = u(t) \otimes v(t)$, $R \int_{-\infty}^{\infty} u*(\tau)v(\tau + t)d\tau = R \int_{-\infty}^{\infty} u*(\tau - t)v(\tau)d\tau$ dimana sinyal uji akan mengalami pembalikan sebelum digeser pada domain waktu. Setelah mengalami pembalikan maka selanjutnya sinyal uji akan digeser dalam domain waktu yang selanjutnya akan dilihat korelasinya dengan sinyal referensi. Korelasi sendiri merupakan bagian integral dari konvolusi. Gambaran dari proses korelasi dapat dinyatakan melalui gambar 1 berikut.

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_1	4	2	-1	3	-2	-6	-5	4	5
x_2	-4	1	3	7	4	-2	-8	-2	1

Gambar 1. Korelasi sinyal uji dan referensi pada $j=0$

$$r_{12}(0) = \frac{1}{9}[(4 \times -4) + (2 \times 1) + \dots + (5 \times 1)]$$

$$r_{12}(0) = 5$$

Sinyal uji dan sinyal referensi kemudian diintegrasikan pada poin tertentu dan hasil dari setiap integral pada titik tertentu kemudian dijumlahkan menjadi hasil total. Pada gambar 1 terlihat posisi awal ketika kedua sinyal (uji dan referensi) saling dikorelasikan pada titik $j=0$. Setelah itu sinyal uji akan digeser secara berkala pada domain waktu. Sebagai contoh, pergeseran berikutnya pada $j=3$ dapat dilihat pada gambar 2.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_1	4	2	-1	3	-2	-6	-5	4	5
x_2	7	4	-2	-8	-2	1			

Gambar 2. Korelasi sinyal uji dan referensi pada $j=3$

$$r_{12}(3) = \frac{1}{9}[(4 \times 7) + (2 \times 4) + \dots + (-6 \times 1)]$$

$$r_{12}(3) = 2.667$$

Pada gambar 2. terlihat posisi sinyal uji dan sinyal referensi pada titik $j=3$. Pada titik tersebut terlihat bahwa hanya sinyal uji yang digeser pada domain waktu sedangkan sinyal lainnya (sinyal referensi) tidak mengalami pergeseran. Adapun terdapat metode *auto-correlation* dimana sebuah sinyal dikorelasikan terhadap sinyal itu sendiri. Misalkan $x_1(n) = x_2(n)$ sehingga metode *auto-correlation* dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$r_{11}(j) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_1(n) x_1(n+j)$$

$$r_{11}(0) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_1^2(n) = S$$

Pada proses *auto-correlation* tersebut terlihat bahwa $x_1(n)$ dibandingkan terhadap $x_2(n)$ menyerupai proses korelasi dimana salah satu sinyal akan dijadikan sinyal uji dan sinyal referensi. Perlakuan pada metode ini juga

sama yaitu sinyal uji akan digeser dalam domain waktu tertentu yang nantinya akan dibandingkan terhadap sinyal referensi. Secara keseluruhan proses korelasi dapat digambarkan pada gambar 3. berikut.

	Sequence					Lag	$r_{ab}(j)$
a	4	3	1	6	0	0	
b	5	2	3	0	0	0	29
	2	3	0	0	0	5	1
	3	0	0	0	5	2	2
	0	0	0	5	2	3	3
	0	0	5	2	3	0	4
	0	5	2	3	0	0	5
	5	2	3	0	0	0	6

Gambar 3. Proses korelasi secara keseluruhan.

Pada gambar 3. terlihat keseluruhan proses dari metode korelasi dimana sinyal uji (b) dibandingkan terhadap sinyal referensi (a). Sinyal uji (b) kemudian digeser pada domain waktu tertentu kemudian setiap sinyal akan diintegrasikan terhadap sinyal lainnya hingga mendapat hasil. Setiap hasil integral kemudian akan dijumlahkan dan menjadi hasil total sebagai hasil akhir proses korelasi.

Jika dilihat dari sudut pandang musik maka *chord* merupakan susunan tiga atau lebih notasi tunggal yang dibunyikan secara bersamaan. Sebuah *chord* disusun berdasarkan prinsip *triad nada*. Setiap struktur *chord* selalu diawali dengan *root note* yaitu nada yang sama dengan *chord* yang ingin dibentuk (contoh: *root note* dari *chord C* adalah nada C, *root note* dari *chord D* adalah nada D dan seterusnya). Adapun struktur *chord* dasar terdiri dari:

- *Chord Mayor* (contoh C Mayor)

Chord Mayor tersusun dari 3 buah nada tunggal yang dapat digambar dalam notasi musik sebagai 1 – 3 – 5. Pada *chord C Mayor*, *root note* (nada do) adalah nada C, sehingga sebuah *chord mayor* tersusun atas nada C (nada 1) – E (nada ke-3) – G(nada ke-5). Jarak nada pertama dan ketiga berjarak 4 semitone yang biasa disebut sebagai *major third*. Sedangkan jarak

dari nada ke-3 kepada nada ke-5 berjarak tiga semitone yang biasa disebut *minor third*. Sehingga dapat disimpulkan, struktur *chord Major* tersusun dari pola *Majord Third – Minor Third*.

- *Chord Minor* (Contoh D Minor)

Chord Minor tersusun dari 3 buah nada tunggal yang dapat digambar dalam notasi musik sebagai 1 – 3b – 5 . Pada *chord D Minor*, *root note* (nada do) adalah nada D, sehingga sebuah *chord minor* tersusun atas nada D (nada 1) – F (nada ke-3) – A(nada ke-5). Jarak nada pertama dan ketiga berjarak 3 semitone yang biasa disebut sebagai *minor third*. Sedangkan jarak dari nada ke-3 kepada nada ke-5 berjarak empat semitone yang biasa disebut *majord third*. Sehingga dapat disimpulkan, struktur *chord Minor* tersusun dari pola *Minor Third – Majord Third*.

Adapun struktur *chord* secara umum dapat dilihat pada gambar 4. Pada gambar tersebut terlihat struktur *chord* jika dihubungkan terhadap pola penyusunan nada dari *chord* tersebut.

No	Chord	Nada penyusun	Pola nada	Simbol Chord
1	C Mayor	C – E – G	1 – 3 – 5	C
2	D minor	D – F – A	1 – b3 – 5	Dm
3	E minor	E – G – B	1 – b3 – 5	Em
4	F	F – C – E	1 – 3 – 5	F
5	G	G – B – D	1 – 3 – 5	G
6	A minor	A – C – E	1 – b3 – 5	Am

Gambar 4. Struktur *chord*

Berdasarkan gambar 4, terlihat pola penyusunan *chord* yang terdiri dari tiga buah nada yang dapat dikelompokkan dalam wilayah *majord third* dan *minor third*. Yang menjadi pembeda nantinya adalah pola kombinasi dari *majord third* dan *minor third* dalam hal urutan penempatan nada.

Selanjutnya terdapat istilah progresi *chord* (*chord progression*) yang dapat diartikan sebagai perubahan harmonisasi pada musik. Perubahan harmonisasi yang dimaksud adalah pergantian *chord* yang disesuaikan

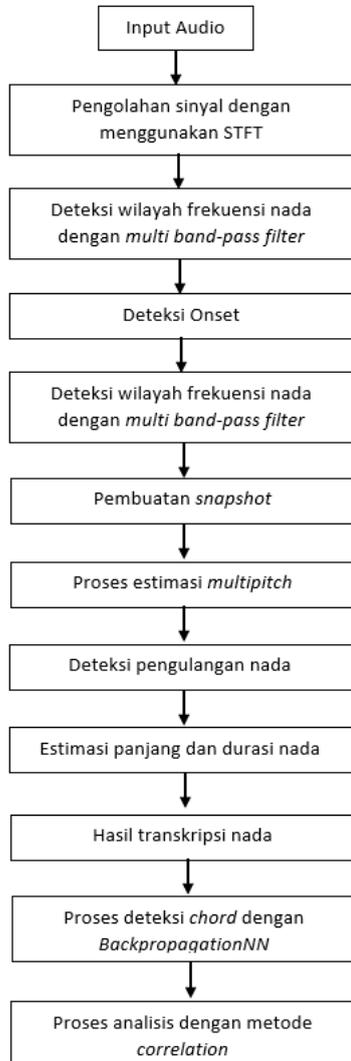
dengan kondisi notasi melodi musik yang dimainkan agar menghasilkan irama yang sesuai. Dengan memperhatikan hubungan antar *chord* maka seseorang dapat mengetahui beberapa informasi mengenai musik yang sedang dianalisis. Informasi yang dimaksud seperti nada dasar (*root note*), cocok tidaknya hubungan antara *chord* dan notasi melodi, jenis (*genre*) sebuah musik dan sebagainya. Analisis terhadap alur *chord* dapat dijadikan modul pembelajaran baik bagi pemula maupun musisi profesional dalam menganalisis sebuah musik dan memainkannya.

Alur *chord* biasa digunakan dalam teori musik barat. Hal ini banyak digunakan dalam jenis musik *jazz* maupun *blues*. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, masing-masing jenis musik memiliki patokan alur *chord* yang menjadi ciri khas dari musik itu sendiri. Sebagai contoh, dalam jenis musik *jazz* sering ditemukan pola alur *chord* dengan bentuk II – V – I. Pola tersebut memiliki arti bahwa terdapat pengulangan pada *chord* kedua – kelima dan pertama secara periodik sesuai ketukan dan tempo dari musik yang dimainkan. Jika dimainkan dalam tangga nada C maka musik tersebut terdiri atas *chord Dm – G – C*. Namun ciri khas dari jenis musik *jazz* ada pada pengabungan nada ke-7 dalam sebuah *chord* sehingga menjadi keunikan tersendiri.

Dengan melakukan analisis pada alur *chord* maka seseorang dapat mengetahui nada dasar yang digunakan sebagai landasan dalam sebuah musik yang dimainkan. Contoh, berdasar pada penjelasan sebelumnya, dengan melihat alur *chord Dm – G – C* maka seorang pemain musik yang handal dapat mengetahui dengan pasti bahwa musik tersebut dimainkan dengan menggunakan nada dasar C. Kesimpulan ini diperoleh dari hasil analisis terhadap tangga nada yang digunakan. Sebagai contoh lainnya, pada tangga nada A, penggunaan *chord Dmin7 – G7 – Cmaj7* merupakan hal yang sangat langka. Selain itu, penggunaan ke-3 nada tersebut pada tangga nada A biasanya menghasilkan bunyi yang tidak harmonis (tidak saling berkaitan) dengan notasi dari musik yang dimainkan pada tangga nada tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan penelitian dilakukan dengan beberapa tahap seperti yang digambarkan pada *flowchart* pada gambar 4 yang dimulai dengan proses input audio sampai dengan proses analisis menggunakan metode korelasi :

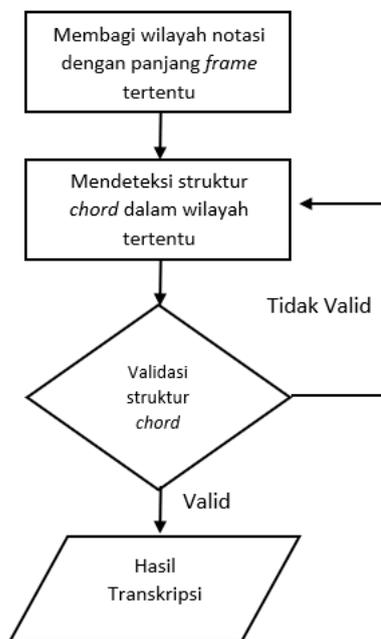


Gambar 4. Diagram alur proses analisis data

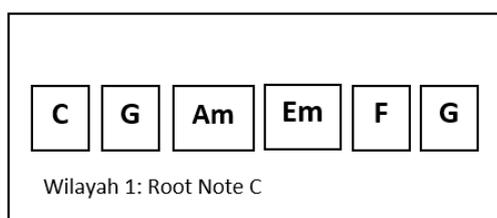
Penelitian diawali dengan memanfaatkan kombinasi metode *multi band-pass filter* dan *Backpropagation NN*. Kedua metode tersebut dipilih berdasarkan pertimbangan terhadap sifat dan frekuensi suara yang tidak stabil pada alat musik sasando. Adapun juga terdapat proses deteksi onset yang diawali dengan pemrosesan sinyal input menggunakan *Short-Time Fourier Transform (STFT)* . Tujuan dari proses ini adalah untuk memperoleh visualisasi sinyal dalam domain wilayah waktu dan frekuensi. Proses berikutnya adalah proses pendeteksian wilayah

frekuensi masing-masing nada dari keseluruhan sinyal input. Hasil dari proses filter akan mempermudah proses pendeteksian onset. Proses deteksi onset dilakukan dengan menggunakan metode *Backpropagation Neural Network (NN)* . Terdapat tiga input yang digunakan sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan yaitu energi frekuensi, rasio perubahan energi frekuensi dan perbedaan spektrum frekuensi. Proses selanjutnya yang dilakukan adalah dengan melakukan proses transkripsi notasi dengan menggunakan metode *neural network* . Proses ini dilakukan dalam wilayah *snapshot* yang dihasilkan dari proses deteksi onset sebelumnya. Frekuensi yang berada dalam *snapshot* selanjutnya akan diproses dengan FFT. Hasil proses tersebut selanjutnya akan difilter dengan menggunakan metode *Multiband Pass Filter*. Hasil filter merupakan energi frame dalam satuan *hertz* yang selanjutnya akan dikonversi menjadi energi dalam satuan *semitone*. Setelah berada dalam satuan *semitone* maka proses berikutnya adalah melakukan proses transkripsi *chord* yaitu dengan memanfaatkan metode *neural network*. Proses ini diawali dengan menggunakan *sliding window* untuk mendeteksi *chord*. Proses deteksi dilakukan dengan mendeteksi tiga nada secara berurutan. Pada tahapan ini, metode *neural network* akan memasukkan tiap wilayah sebagai input secara berurutan dari wilayah 1 sampai n, dimana n merupakan total keseluruhan jumlah wilayah notasi yang dapat ditangkap. Masing-masing wilayah memiliki struktur *chord* masing-masing. Struktur *chord* ini selanjutnya akan dianalisa oleh *neural network* dan akan ditranskripsikan ke dalam bentuk *chord*. Proses dari tahapan ini dapat dilihat pada gambar 5. Tahapan berikutnya yang dilakukan adalah melakukan analisis *chord*. Sebagaimana yang tersaji pada gambar 6. Prinsip kerja pada proses ini hampir sama dengan proses-proses sebelumnya dimana sistem akan menganalisis berdasarkan sejumlah input. Input-input yang ada diperoleh dengan melakukan analisa dalam wilayah *frame* tertentu. Proses ini tetap memanfaatkan metode *neural network* dimana metode ini akan menerima

jumlah input sesuai dengan cakupan wilayah yang di cakup. Input tersebut selanjutnya akan dianalisis berdasarkan urutan *chord* yang berada dalam wilayah tersebut. Proses ini ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Proses deteksi *chord*



Gambar 6. Hasil Analisis *chord*

Penelitian diawali dengan melakukan pengolahan data hasil rekaman menggunakan metode transformasi *fourier* [3]. Metode ini bertujuan untuk mengubah domain waktu menjadi domain frekuensi pada sinyal. Selanjutnya, kedua sinyal (sinyal uji dan sinyal referesni) akan digabungkan dan diolah dengan menggunakan metode *cross-correlation* [4]. Penggabungan kedua sinyal tersebut akan menghasilkan sinyal baru yang memiliki karakteristik frekuensi tersendiri. Adapun hasil dari penelitian adalah sebagai berikut:

A. Perbandingan Sinyal *Monophonic*

Pada skenario ini dilakukan perbandingan sinyal tunggal dengan varian frekuensi tertentu. Skenario ini bertujuan untuk melihat karakteristik sinyal *cross-*

correlation pada frekuensi sinyal yang tidak tentu. Pada skenario ini sinyal referensi merupakan nada yang memiliki frekuensi terendah dan tertinggi dari wilayah cakupan anda tersebut. Sebagai contoh, sinyal referensi merupakan nada C4 dengan frekuensi normal yaitu 262 Hz sedangkan sinyal uji ialah nada C4 frekuensi bawah (259Hz) dan frekuensi tinggi (265Hz)[7]. Adapun rangkuman dari data yang diambil dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Autocorrelation* pada nada tunggal

No	Nama Nada	Nilai Amplitudo maksimal (Hz)
1	C	705
2	D	282
3	E	245
4	F	455
5	G	212
6	A	301
7	B	403

B. Perbandingan sinyal *Polyphonic*

Perbandingan pada sinyal *polyphonic* dilakukan dengan beberapa skenario. Sinyal uji dan sinyal referensi dalam hal ini berbentuk *chord* (3 nada petikkan) pada beberapa skenario tempo yang berbeda. Adapun hasil rangkuman dari proses pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data pengujian *Polyphonic*

No.	Jenis Skenario	Sinyal yang diuji		Amplitudo (Hz)
		S.Uji	S.Ref	
1	3 nada (tempo 60)	Chord C	Chord C	658
		Chord C	Chord G	173
		Chord C	Chord D	9
2	4 nada (tempo 60)	Chord C	Chord C	533
		Chord C	Chord G	76

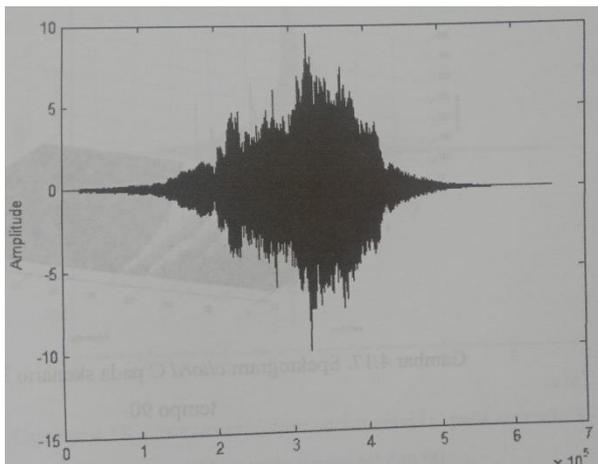
	60)	Chord C	Chord D	9
--	-----	---------	---------	---

Hasil pengambilan data pada alat musik sasando memperoleh hasil yang ditunjukkan pada tabel 3.

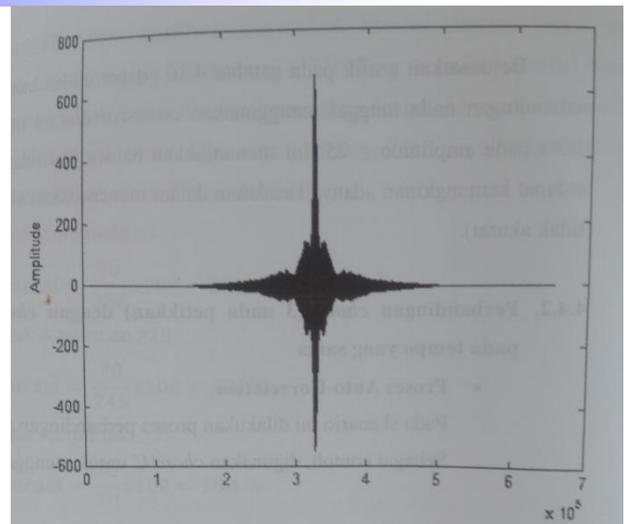
Tabel 3. Wilayah frekuensi pada sampel nada sasando

Nada	Frekuensi (Hz)	Toleransi
C1	32,703	31-34
D1	36,708	35-38
E1	41,203	40-43
F1	43,654	42-45
G1	48,999	47-50
A1	55	54-57
B2	123,47	122-125

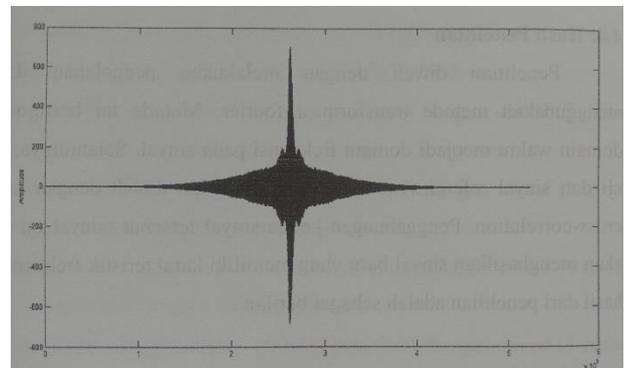
Proses analisis pada *chord* dengan menggunakan metode *correlation* dapat dilihat pada gambar 8, 9 dan 10.



Gambar 7. Perbandingan *chord C* dengan *chord D*



Gambar 8. Perbandingan *chord C* dengan *chord C*



Gambar 10. Perbandingan *chord C* dengan *chord G*

Berdasarkan gambar 7,8 dan 9 terlihat bahwa proses *correlation* pada *chord* yang tidak memiliki kedekatan nada penyusun (tidak harmoni) maka hasil *correlation* akan menunjukkan nilai amplitudo yang kecil seperti yang tersaji pada gambar 8 nilainya diantara -10 sampai 10. Nilai amplitudo ini sangat kecil dibandingkan pada gambar 8 dan 9 yang merupakan perbandingan antara *chord* yang memiliki nada penyusun dengan kedekatan harmoni.

C. Pembahasan Hasil

Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai amplitudo dari hasil *cross-correlation* antara sinyal uji dan sinyal referensi. Jika terdapat kecocokan frekuensi antara sinyal uji dan sinyal referensi maka melalui *cross-correlation* maka akan menghasilkan amplitudo yang bernilai tinggi (dominan) [5]. Pada pengujian pertama, dilakukan pengujian terhadap sinyal uji dan sinyal referensi berupa nada tunggal. Dalam hal ini, sinyal

referensi merupakan nada C4 standar yang dibandingkan terhadap sinyal uji berupa nada C4 (batas atas-batas bawah) dan nada lain selain nada C4 [7]. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1 dimana terlihat pola amplitudo yang bernilai tinggi (dominan) ketika nada tunggal C4 sebagai sinyal referensi dibandingkan terhadap nada tunggal C4 sebagai sinyal uji. Dan nilai amplitudo bernilai kecil (tidak dominan) ketika nada C4 dibandingkan dengan nada lainnya. Pada skenario pengujian kedua, dilakukan pengujian pada sinyal *polyphonic* dengan menggunakan data berupa *chord*. Pada musik, *chord* minimal tersusun atas 3 nada (do-mi-sol). Pada pengujian seperti data yang tersaji pada tabel 2, *chord* yang dijadikan sebagai sinyal referensi adalah *chord* C Mayor sedangkan sinyal uji merupakan *chord* C Mayor itu sendiri dan *chord* lainnya. Hasil pengujian seperti yang tersaji pada tabel 2 terlihat pola yang sama seperti pada pengujian skenario pertama, dimana amplitudo dengan nilai paling tinggi (dominan) terjadi ketika *chord* C Mayor dibandingkan terhadap *chord* C Mayor. Sedangkan amplitudo bernilai kecil (tidak dominan) ketika *chord* C Mayor dibandingkan dengan *chord* yang berbeda.

IV. KESIMPULAN

Dari percobaan yang dilakukan dengan membandingkan berbagai jenis *chord* menggunakan metode *cross-correlation* pada berbagai jenis skenario, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sinyal hasil proses *auto-correlation* memiliki nilai amplitudo terbesar, hal ini disebabkan karena sinyal yang saling dibandingkan memiliki komponen penyusun yang sama.
2. Semakin banyak tingkat kecocokan dari komponen penyusun antar sinyal yang saling dibandingkan maka semakin besar nilai amplitudo dari sinyal hasil *cross-correlation*
3. Perbedaan jumlah petikkan dan tempo ternyata memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tingkat akurasi kecocokan sinyal

hasil *cross-correlation*.

4. Metode *cross-correlation* dapat digunakan dalam proses pencocokan sinyal *monophonic* maupun *polyphonic*.

REFERENSI

- [1] Haning,P.A., "Sasandu: Alat musik tradisional",CV Kairos, ISBN-978-979-1443-06-7, 2009
- [2] Bello, J.P., Daudet, L., Abdallah, S, "A tutorial on Onset Detection in Music Signals", IEEE Trans on Speech and Audio Process, vol.13,no.5, pg.1035-1047,2005
- [3] Park,H.T., "Introduction to Digital Signal Processing Computer Musically Speaking", World Scientific, Tulane University, ISBN-13 978-981-279-027-9, 2010
- [4] Orfanidis, S.J., "Introduction to Signal Processing," Rutgers University, 2010
- [5] Y.K.Suprpto,V.E.Pradhana, "High Performance Gamelan Analyzer Using Adaptive Waveform Pattern Matching". Journal of theoretical and Applied Information Technology, 2015.
- [6] Y.K.Suprpto, M.Hariadi, MH Purnomo. "Traditional Music Sound Extraction Based on Spectral Density Model Using Adaptive Cross-Correlation for Automatic Transcription". IAENG International Journal of Computer Science. 2011; 38 (2)
- [7] Vass,J., Ofir,H "Automatic Transcription of Monophonic Audio to MIDI", The International Society of Music Information Retrieval, 2000

