

## IDENTIFIKASI AKOR GITAR MENGGUNAKAN ALGORITMA HARMONIC PRODUCT SPECTRUM

Tito Galit Permana<sup>1</sup>, Dr. Ir. Bambang Hidayat.<sup>2</sup>, Eko Susatio S.T,M.T. <sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Fakultas Elektro dan Komunikasi Telkom Univeristy Bandung

---

### ABSTRAK

Musik merupakan sebuah suara dari lantunan nada dengan frekuensi-frekuensi yang dapat ditentukan. Manusia seringkali tidak hanya menikmati musik dengan mendengarnya saja, namun juga kemudian memainkan musik tersebut. Namun manusia memiliki indera pendengaran yang terbatas terhadap suara. Tidak semua orang dapat dengan tepat mendengar suara suatu nada kemudian memainkan nada tersebut, hanya orang tertentu yang indera pendengarannya sudah terbiasa dan terlatih yang dapat melakukannya. Oleh karena itu penulis membuat aplikasi untuk menampilkan akor gitar dari sebuah rekaman gitar sehingga pengguna aplikasi ini dapat mengetahui akor yang terbentuk saat rekaman gitar tersebut didengarkan.

Akor merupakan rangkaian nada-nada dasar yang tersusun secara teratur dari sebuah tangga nada dan bisa merepresentasi tangga nada tersebut. Frekuensi nada pada akor juga mewakili frekuensi nada dasarnya. Misalnya, frekuensi nada A=440 Hz maka frekuensi nada dasar A juga sama dengan kelipatannya, yaitu 110 Hz, 220 Hz dan seterusnya. Begitu pula untuk nada dasar yang lain. Pada Tugas Akhir ini sistem akan mengambil nada dasar dari suara rekaman gitar dalam bentuk file yang sudah ada. Setelah itu sinyal suara tersebut akan diproses dengan algoritma Harmonic Product Spectrum dimana kita membagi sinyal input ke segmen dengan menerapkan jendela Hanning, dimana ukuran jendela dan ukuran hop diberikan sebagai masukan. Untuk setiap jendela, kita memanfaatkan Short-Time Fourier Transform untuk mengubah sinyal masukan dari domain waktu ke domain frekuensi. Setelah input dalam domain frekuensi, lalu diterapkan teknik Spectrum Produk Harmonic ke setiap jendela.

HPS melibatkan dua langkah: downsampling dan perkalian. Untuk downsample, spektrum di-downsample dua kali dalam setiap jendela dengan cara downsample: pertama, kita downsample spektrum asli menjadi dua window dan kedua kalinya menjadi tiga window. Setelah ini selesai, kita kalikan tiga spektrum bersama-sama dan menemukan frekuensi yang sesuai dengan puncak (nilai maksimum). Frekuensi ini merupakan frekuensi dasar dari window-window tersebut.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan dari algoritma Harmonic Product Spectrum terhadap penentuan nada dan akor berdasarkan frekuensi. Tingkat keakuratan ditentukan dari akor benar yang diharapkan muncul dan akor salah yang tidak diharapkan muncul pada saat perpindahan akor. Untuk menghasilkan banyak kemungkinan keakuratan, window dirancang dalam beberapa segmentasi yang berbeda. Dari rancangan tersebut, hasil keakuratan sistem yang telah dibuat, mencapai 70 % hingga 85 % dengan keakuratan total dari seluruh data sebesar 75,68 %. Untuk perubahan nilai FFT, jika Nilai FFT lebih besar dari  $10 \cdot F_s$  dengan nilai  $F_s$  sebesar 44100 Hz berpengaruh terhadap akurasi sistem dalam mengidentifikasi akor dengan keakuratan total dari seluruh data sebesar 45,6 %.

**Kata kunci :** akor, *Harmonic Product Spectrum*, frekuensi nada

---

### ABSTRACT

Music is a sound of reflected note where the frequencies are fixed. Human frequently enjoy music by listen to it and then play it. However, human has a limited sense of voice. Not everyone can listen to the voice of a note and then play it exactly. Therefore, the writer has made an application to display guitar chord from the sound of guitar record, so the user of this application can know the formed chord of the record when it's being listened.

Chord is a series of tones arranged in a regular basis from a ladder could represent a tone and the tone ladder. Tone frequency on chord also represent essentially. For example, tone frequency A=440 Hz so the frequency

of tone A is also equal to multiples, are 110 Hz, 220 Hz, etc. This is same for other tone. In this Final Assignment, the system will take the basic tone of the guitar sound recordings in the form of an existing file. After that, the signal will be processed with Harmonic Product Spectrum Algorithm where we can divide the input signal into segments by applying a Hanning Window, where the window size and hop size are given the appropriate input. For every window, we take advantage of short time fourier transform to convert the input signal from the time domain to the frequency domain. After input in the frequency domain and then Harmonic Product Spectrum applied to every window.

HPS involves two steps : downsampling and multiplication. For downsample, spectrum downsample twice in every window with : first, downsample the origin spectrum to be two windows and the twice to be three windows. After that, multiplied by three together and find the same frequency with the highest. This frequency is basic frequency from those window.

This study was conducted to determine the accuracy of Harmonic Product Spectrum of tones and chords based on the frequency. The level of accuracy is determined from the expected correct chords and chord appears that no one is expected to appear at the time of displacement chord. To produce many possible accuracy, window designed in several different segmentation. From the design, the accuracy of the system results is 70% to 85% with total accuracy of all data is at 75.68%. To change the value of the FFT, if the value is greater than  $10 * F_s$  with  $F_s$  value of 44100 Hz affect the system's accuracy in identifying chord with a total accuracy of all data 45.6%.

**Keywords : chord, Harmonic Product Spectrum, frequency**

---

## I PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia sangat dekat sekali dengan musik. Walaupun demikian, tidak semua orang dapat mengetahui akor-akor yang terdapat pada setiap lantunan musik tersebut. Musik sangat erat kaitannya dengan pendengaran dan perasaan. Diperlukan adanya suatu perasaan dan pendengaran yang sudah terlatih agar dapat menentukan akor-akor dalam sebuah lagu. Jika pendengarannya tidak terlatih untuk mendengar suara suatu nada, pemain musik tersebut sulit untuk menentukan nada-nada yang sedang didengarnya. Begitu pula dengan perasaan pemain musik. Jika perasaannya belum menyatu dengan nada-nada yang ada di partitur, kemungkinan besar, pemain itu akan memainkan nada dengan tempo yang tidak sesuai. Akor terdiri dari dua atau lebih nada dasar, sehingga erat sekali hubungannya dengan frekuensi bunyi yang terdengar. Frekuensi bunyi yang terdengar tidaklah selalu sama di telinga pendengar. Hal tersebut akibat dari keterbatasan kemampuan pendengaran manusia dalam mengenali nada. Jika seseorang belum terlatih pendengarannya, maka akan sulit bagi orang tersebut untuk menentukan akor dari musik yang sedang didengarkannya. Sedangkan perasaan si pemain, memiliki peran yang besar dalam menentukan tempo yang akan dimainkan. Frekuensi dan tempo yang diterima setiap orang berbeda-beda jika ia harus memonitor nada yang akan dicari.

Pada penelitian sebelumnya telah dibahas tentang deteksi akor gitar. Sistem tersebut menggunakan algoritma short time fourier transform<sup>[1]</sup> dimana memiliki akurasi sebesar 60% hingga 70%. Hal ini diakibatkan karena kesalahan dalam penentuan akor yang sebagian besar disebabkan oleh human error dan kelemahan analisis berdasarkan frekuensi. Selain itu pada penelitian sebelumnya juga telah dibahas tentang deteksi akor gitar menggunakan algoritma Harmonic Wavelet Transform Dengan Klasifikasi Jaringan Syaraf Tiruan Self Organizing Map<sup>[2]</sup> dimana memiliki akurasi sebesar 72%. Hal ini diakibatkan karena adanya kekurangan pada proses pre-processing-nya.

Pada tugas akhir ini, diaplikasikan suatu sistem yang dapat mengidentifikasi akor gitar

dalam sebuah rekaman akor gitar dan secara realtime dengan menggunakan metode algoritma Harmonic Product Spectrum. Dari hal tersebut dilakukan penelitian mengenai tingkat akurasi identifikasi akor gitar yang dapat terdeteksi oleh sistem.

## II DASAR TEORI

### 2.1. Frekuensi

Frekuensi merupakan komponen dasar pembentuk suara. Frekuensi adalah kecepatan perubahan amplitudo terhadap waktu. Suara muncul karena adanya getaran pada udara. Jumlah getaran pembentuk suara dinyatakan dalam frekuensi atau jumlah getaran dalam satu satuan waktu. Frekuensi dinyatakan dalam satuan Hertz (Hz). Misalkan dalam suatu suara memiliki frekuensi sebesar 440 Hz, maka berarti dalam satu detik terjadi 440 buah getaran.

Setiap nada memiliki frekuensi masing-masing. Secara internasional, nada A4 (A pada oktaf ke-4) memiliki frekuensi 440 Hz. Dan untuk mengetahui berapa frekuensi nada-nada lainnya dapat menggunakan persamaan :

$$f_n = f_o * a_n \quad (2.1)$$

dengan  $f_n$  adalah frekuensi nada dengan jarak- $n$  yang dicari,  $f_o$  adalah frekuensi yang diketahui (A4 = 440 Hz),  $a_n$  adalah  $2^{\frac{n}{12}}$  (simbol S menunjukkan perbedaan *semi-tone* antara  $f_n$  dan  $f_o$ )

Nilai-nilai frekuensi nada berdasarkan persamaan di atas dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

Oktaf	Frekuensi Nada (Hz)											
	C	CE/Db	D	DE/Eb	E	F	FA/Gb	G	GE/D#	A	A#/Bb	B
1	32.703	34.648	36.708	38.891	41.203	43.654	46.249	48.999	51.913	55	58.277	61.735
2	65.406	69.296	73.416	77.782	82.407	87.307	92.499	97.999	103.83	110	116.54	123.47
3	130.81	138.59	146.83	155.56	164.81	174.61	185	196	207.65	220	233.08	246.94
4	261.63	277.18	293.66	311.13	329.61	349.23	369.99	392	415.3	440	466.16	493.88
5	523.25	554.37	587.33	622.25	659.26	708.46	739.99	781.99	830.61	880	932.31	987.77
6	1046.5	1108.7	1174.7	1244.5	1318.5	1396.9	1480	1568	1661.2	1760	1864.7	1975.5
7	2093	2217.5	2349.3	2489	2637	2793.8	2960	3136	3322.4	3520	3719.3	3951.1

Tabel 2.1. Frekuensi nada

### 2.2. Akor

*Chord* atau akor secara umum dapat diartikan sebagai suatu rangkaian nada-nada yang tersusun secara teratur dari sebuah tangga nada dan bisa mewakili tangga nada tersebut (Rendra, 2008). Jika diartikan dalam gitar, akor adalah dua atau lebih nada yang dibunyikan bersamaan dalam satu petikan dan dalam satu waktu yang sama. Dalam sebuah lagu, akor berfungsi sebagai musik pengiring atau *rhythm*. Secara umum, akor dibagi kedalam 3 kelompok yaitu : akor mayor, akor minor dan akor substitusi (Sambu, 2008).

#### 1. Akor Mayor

Akor mayor adalah beberapa nada diatonis mayor yang dibunyikan secara bersamaan, dalam satu waktu yang sama. Nada diatonis mayor adalah nada-nada dengan urutan jarak antar nada 1-1-1/2-1-1-1-1/2.

2. Akor Minor

Akor minor adalah beberapa nada diatonis minor yang dibunyikan secara bersamaan, dalam satu waktu yang sama. Nada diatonis minor adalah nada-nada dengan urutan jarak antar nada 1-1/2-1-1-1/2-1-1.

3. Akor Substitusi

Akor substitusi tidak berasal dari tangga nada diatonis mayor maupun minor, tetapi lebih ke interval atau jarak nada yang menyusunnya. Ada beberapa jenis akor substitusi standar, yaitu : a. Akor *Dim (diminished)* mempunyai jarak antar nada (interval) diatonis mayor penyusun akor adalah 1 1/2 nada.

b. Akor *Aug (augmented)* seperti *Dim*, tetapi interval nada diatonis mayornya adalah 2 nada.

c. Akor *Sus (suspended)* lebih menekankan pada penambahan nada pada akor penyusunnya. Misal, sus4, maka ditambahkan nada keempat dari tangga nada penyusun akor.

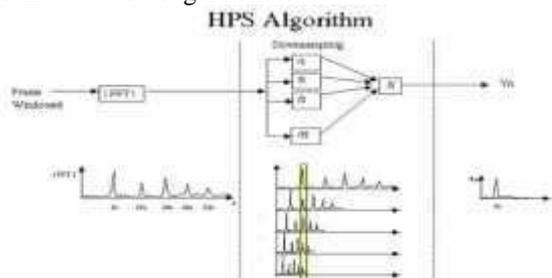
Nada-nada pembentuk akor mayor dan minor memiliki urutan yang hampir sama (Wikipedia, 2009). Urutan akor mayor ialah nada pertama, ketiga dan kelima dari nada dasar. Sedangkan urutan akor minor ialah nada pertama, nada ketiga bes (nada ketiga akor mayor yang diturunkan setengah nada) dan nada kelima. Jika dimisalkan nada dasar do = C, maka untuk akor mayor C terdapat kombinasi C-E-G, sedangkan untuk akor minor C atau Cm terdapat kombinasi C-Eb(E bes)-G. Begitu juga untuk nada-nada dasar lainnya. Padanan akor yang ada dapat dilihat pada tabel berikut.

Akor Mayor		Akor Minor	
C	C - E - G	Cm	C - D# - G
D	D - F# - A	Dm	D - F - A
E	E - G# - B	Em	E - G - B
F	F - A - C	Fm	F - G# - C
G	G - B - D	Gm	G - A# - D
A	A - C# - E	Am	A - C - E
B	B - D# - F#	Bm	B - D - F#

Tabel 2.2. Padanan Akor

2.3 Harmonic Product Spectrum

Dasar dari pengenalan nada dasar adalah pitch detection algorithm. Harmonic Product Spectrum merupakan metode pitch detection algorithm yang paling simpel dan bekerja dengan baik dalam berbagai kondisi.



Gambar 2.1 Algoritma Harmonic Product Spectrum

Algoritma HPS mengukur maximum coincidence dari harmonic berdasarkan persamaan (1) untuk setiap spectral frame X(w).

$$Y(w) = \prod_{r=1}^R |X(wr)|$$

$$\hat{Y} = \max_{w_i} \{Y(w_i)\}$$

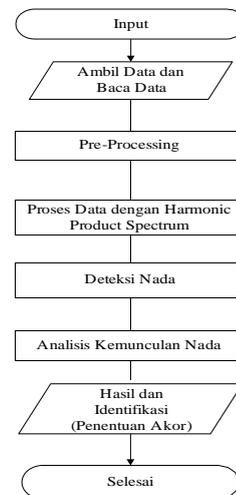
R adalah jumlah dari harmonic yang akan digunakan (contoh R=5), dan frekuensi w\_i ada di antara fundamental frequencies yang mungkin. Kemudian dicari nilai maksimum Y dari hasil periodic correlation array seperti pada persamaan (2).

Octave error sering terjadi pada penentuan hasil dari HPS. Octave errors adalah hasil dari HPS lebih tinggi satu oktaf dari pitch sebenarnya. Untuk mengatasi kesalahan seperti ini, ditambahkan sebuah rule : Jika amplitudo pitch yang tertinggi kedua kira-kira setengah dari pitch yang terpilih, dan ratio dari amplitudo diatas treshold (contoh 0.2 untuk 5 harmonics), maka pilih satu oktaf dibawah oktaf yang terpilih.

BAB III PERANCANGAN SISTEM DAN SIMULASI

3.1. Perancangan Sistem

Pada tugas akhir ini, sistem *guitar chord identification* memperhatikan padanan- padanan frekuensi yang dihasilkan dari nada-nada permainan gitar. Diagram blok sistem pendeteksian akor gitar dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Blok Sistem

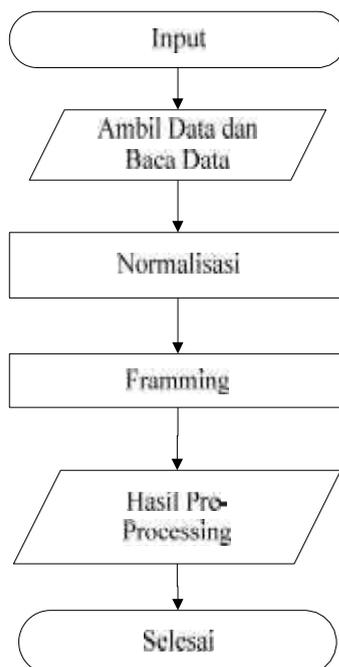
Tahap perancangan dan implementasi sistem *guitar chord identification* ini secara garis besar terbagi atas input, *pre-processing*, *Harmonic Product Spectrum*, *output*.

### 3.1.1. Input.

Pada tahap ini merupakan pengambilan data yang berupa rekaman suara gitar maupun pengambilan data secara langsung (real-time) melalui microphone yang berisikan rekaman akor gitar yang akan dibaca dan dijadikan sebagai masukan pada program *guitar chord identification*. Data tersebut berisikan beberapa buah akor.

### 3.1.2. Pre-Processing.

Dalam proses ini, masukan mengalami beberapa proses sehingga menghasilkan keluaran yang nantinya menjadi masukan untuk proses selanjutnya. Adapun diagram alir dalam *pre-processing* pada program *guitar chord identification* dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram Alir *Pre-Processing*

#### 3.1.2.1. Ambil Data dan Baca Data

Data yang telah dibuat pada tahap input yang berupa suara rekaman suara akor gitar dan berupa suara gitar secara langsung melalui microphone akan diproses di dalam program.

#### 3.1.2.2. Pemilihan Sinyal

Data input akan melalui proses framing, pemotongan sinyal (cropping), dan thresholding untuk menghilangkan random noise dan outlier dari sinyal.

#### 3.1.2.3. Normalisasi

Proses Normalisasi dilakukan agar amplitudo (simpangan) sinyal masukan berada dalam range -1 sampai +1, ini bertujuan untuk menyamakan interval amplitudo maksimum masing-masing sinyal suara sehingga proses identifikasi suara akor tidak dipengaruhi oleh perubahan amplitudo. Proses normalisasi yang dilakukan adalah dengan membagi masing-masing nilai amplitudo diskrit dengan nilai amplitudo maksimum.

#### 3.1.3. Proses data dengan *Harmonic Product Spectrum*

Pada tahap ini sinyal keluaran *pre-processing* diproses berdasarkan algoritma *Harmonic Product Spectrum*, dimana dari sinyal suara tersebut akan diambil nada harmonik yang merupakan kelipatan dari frekuensi nada dasar. Setelah itu sinyal suara difaktorkan 2, sehingga harmonik pertama akan berada pada posisi (nomor sampel) sesuai dengan frekuensi dasar dari sinyal asli, begitu pula dengan faktor-faktor selanjutnya dan harmonik-harmonik selanjutnya. Berdasarkan analisis, kita menemukan bahwa menambahkan atau mengalikan sinyal-sinyal ini bersama-sama akan menghasilkan puncak maksimum pada frekuensi dasar sinyal.

#### 3.1.4. Deteksi Nada

Setelah melalui proses data dengan algoritma *Harmonic Product Spectrum*, maka pada tahap ini akan dilakukan proses pendeteksian nada. Tahap proses data dengan algoritma *Harmonic Product Spectrum* ini menghasilkan frekuensi. Frekuensi ini lah yang akan digunakan untuk pendeteksian nada yang muncul

#### 3.1.5. Analisis Kemunculan Nada

Pada tahap ini, nada-nada yang muncul dari hasil pendeteksian nada akan dianalisis. Analisis disini untuk mengetahui akor apa yang terbentuk dari rangkaian nada-nada yang muncul pada tahap pendeteksian nada. Untuk jenis-jenis akor beserta susunan nada-nadanya bisa dilihat pada bagain Lampiran di akhir laporan ini.

#### 3.1.6 Hasil dan Identifikasi

Untuk hasil dan identifikasi akan dilakukan juga pengujian sistem. Untuk pengujian sistem digunakan parameter akurasi dan error. *Akurasi* adalah ukuran ketepatan sistem dalam mengenali input yang diberikan sehingga menghasilkan keluaran yang benar. Secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ data\ benar}{Jumlah\ data\ keseluruhan} \times 100\%$$

*Error* adalah tingkat kesalahan sistem dalam mengenali input yang diberikan terhadap jumlah data secara keseluruhan. Secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Error = \frac{Jumlah\ data\ salah}{Jumlah\ data\ keseluruhan} \times 100\%$$

Setelah melalui proses pengujian sistem, maka hasil akan keluar berupa akor yang teridentifikasi dan tampilan frekuensinya.

### 3.2. Simulasi Program

Simulasi program identifikasi akor gitar dilakukan dengan menggunakan bantuan Software Matlab R2014a dan juga beberapa software-software pendukung lainnya. Simulasi program ini kurang lebih memiliki beberapa tahapan.

Identifikasi ini tidak melalui proses latihan dan uji. Jadi hanya memasukkan nada atau lagu yang akan dideteksi yang ada pada perangkat komputer atau laptop.

Untuk memasukkan file rekaman lagu, klik tombol Browse lalu pilih file yang akan dideteksi. Setelah itu klik Start untuk memulai proses pendeteksian akor, sambil memutar file lagu tersebut. Jika tidak ingin memutar file lagu, hilangkan centang pada bagian With Play. Setelah itu akan muncul gambar sinyal frekuensi dan akor yang terdeteksi pada tampilan yang ada. Untuk menghentikan proses identifikasi, klik tombol Stop. Untuk menganalisis lebih jauh tentang gambar sinyal frekuensi, klik tombol Analyze. Tombol Reset untuk mengulang proses Identifikasi dari awal. Tombol Close untuk menutup program.



Gambar 3.3. Desain GUI

## BAB IV PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISIS

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengujian dan analisis hasil implementasi sistem untuk mengetahui performansinya.

### 4.1. Spesifikasi

Berikut ini adalah uraian spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan sistem *chord guitar identification* ini, untuk membantu dalam simulasi dan analisis sistem.

#### 4.1.1 Perangkat keras

*Processor: Intel Core i3 (1.8 Ghz).*

*Memory : 2 GB DDR3 SDRAM.*

#### 4.1.2 Perangkat lunak

Bahasa pemrograman yang digunakan adalah MATLAB R2014a di atas platform Windows 7.

### 4.2 Pengujian Sistem

Setelah mensimulasikan identifikasi akor gitar menggunakan algoritma *Harmonic Product Spectrum*, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap sistem tersebut. Tujuan dari tahap pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah sistem berjalan dengan baik, yaitu bisa mengidentifikasi dan menampilkan akor yang benar dan akurat.

#### 4.2.1 Skenario Pengujian

Input suara gitar yang diproses dalam sistem adalah file dalam bentuk .wav dengan durasi setiap data atau lagu berkisar antara 60 detik sampai 200 detik . Input suara didapatkan dengan *browse file* dari folder yang berfungsi sebagai penyimpanan data file yang akan diidentifikasi.

Skenario pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. File yang dianalisis merupakan file rekaman akor gitar.
2. Hasil analisis chord yang muncul dicatat sebagai data untuk analisis system.

#### 4.3 Analisis Data Hasil Simulasi Sistem

Simulasi sistem yang dilakukan menghasilkan data-data yang dapat dianalisis seperti yang diperlihatkan berikut ini.

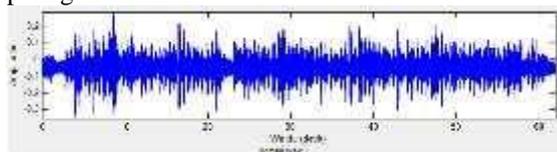
##### 4.3.1 Pre-Processing Data Uji

Sinyal data uji yang berupa suara rekaman akor gitar dalam \*.wav melalui beberapa proses yaitu framing dan normalisasi. Sinyal data uji dinormalisasi, agar amplitudo (simpangan) sinyal masukan berada dalam range -1 sampai +1, ini bertujuan untuk menyamakan interval amplitudo maksimum masing-masing sinyal suara sehingga proses identifikasi suara akor tidak dipengaruhi oleh perubahan amplitudo. Proses normalisasi yang dilakukan adalah dengan membagi masing-masing nilai amplitudo diskrit dengan nilai amplitudo maksimum.

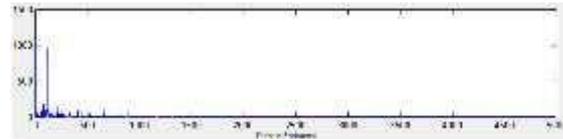
##### 4.3.2 Analisis Hasil Pengujian Sistem

Analisis hasil pengujian sistem ini merupakan penentuan apakah sistem bisa mengidentifikasi dan menampilkan akor pada suatu file rekaman gitar. File rekaman gitar ini berisi potongan rekaman suara gitar dari satu lagu, sehingga dalam satu file rekaman gitar tersebut terdapat beberapa akor yang akan diidentifikasi. Setelah itu dari akor yang sudah teridentifikasi, dapat ditentukan seberapa besar akurasi sistem dalam mengidentifikasi akor-akor tersebut.

Metode yang digunakan untuk melakukan analisis dan penentuan akurasi ini adalah algoritma Harmonic Product Spectrum. Tahapan pertama dalam algoritma Harmonic Product Spectrum ini adalah proses FFT (Fast Fourier Transform) yaitu sinyal dalam domain waktu kemudian diubah ke domain frekuensi untuk melihat range frekuensinya. Proses ini bertujuan untuk menentukan *range* frekuensi yang memiliki energi paling maksimum.



Gambar 4.1 Sinyal dalam domain waktu



Gambar 4.2 Sinyal dalam domain frekuensi

Setelah sinyal dalam domain frekuensi, frekuensi ini lah yang akan digunakan untuk pendeteksian akor yang muncul.



Gambar 4.3 Transisi Akor

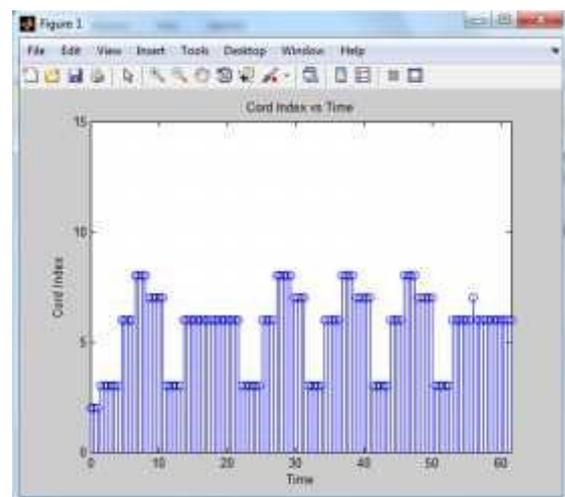
Pada gambar transisi akor tersebut, dapat dilihat akor-akor yang terdeteksi. Baris pertama merupakan tampilan akor-akor yang terdeteksi beserta transisinya, serta akor-akor yang tidak diharapkan muncul atau salah pada transisi atau perpindahan akor. Sedangkan baris kedua merupakan tampilan akor-akor fix yang benar dan terdeteksi pada transisi atau perpindahan akor.



Gambar 4.4 Akor

Pada saat proses analisis, akor-akor yang terdeteksi juga ditampilkan pada tampilan yang ada pada pojok kiri bawah pada GUI. Tampilan tersebut berubah-ubah sesuai dengan akor yang terdeteksi.

Setelah proses analisis selesai, akan ditampilkan berapa kali akor-akor benar yang muncul dalam proses analisis.



Gambar 4.5 Chord Index

Saya menggunakan indeks akor untuk mendeteksi seberapa sering akor yang muncul dalam proses analisis. Indeks akor tersebut adalah sebagai berikut :

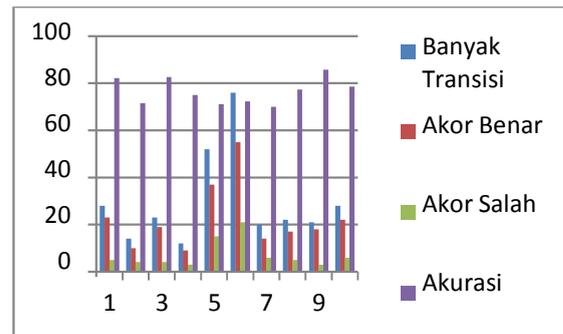
A	1
B	2
C	3
D	4
E	5
F	6
G	7
Am	8
Bm	9
Cm	10
Dm	11
Em	12
Fm	13
Gm	14

Tabel 4.1 Indeks Akor

Setelah semua proses analisis selesai, maka dapat ditentukan nilai akurasi dari hasil simulasi sistem. Data yang digunakan dalam simulasi sistem ini sebanyak 10 data. Dari tiap-tiap data yang telah dianalisis dan disimulasi, dapat ditentukan berapa banyak transisi atau perpindahan akor, berapa banyak akor yang benar dari transisi tersebut, dan berapa banyak akor yang salah dari transisi tersebut. Dari akor yang benar dan jumlah transisi tersebut dapat ditentukan nilai akurasi.

Lagu	Banyak Transisi	Akor Benar	Akor Salah	Akurasi (%)	Waktu Proses Rata-rata (detik)
1	28	23	5	82.14%	0.29
2	14	10	4	71.43%	0.3
3	23	19	4	82.60%	0.39
4	12	9	3	75%	0.28
5	52	37	15	71.15%	0.42
6	76	55	21	72.37%	0.46
7	20	14	6	70%	0.37
8	22	17	5	77.27%	0.36
9	21	18	3	85.71%	0.33
10	28	22	6	78.57%	0.31

Tabel 4.2 Akurasi



Gambar 4.6 Grafik Akurasi

Penentuan nilai akurasi untuk setiap data dapat dianalisis dari rumus di bawah ini.

$$Akurasi = \frac{\text{jumlah data benar}}{\text{jumlah seluruh data}} \times 100\%$$

Untuk menentukan nilai akurasi dari keseluruhan data dapat dianalisis dari rumus dibawah ini.

$$Akurasi = \frac{\text{jumlah data benar total}}{\text{jumlah seluruh data transisi total}} \times 100\% \quad (4.2)$$

Dari rumus tersebut dapat ditentukan nilai akurasi dari keseluruhan data sebesar 75,68 %.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis terhadap pengujian yang dilakukan pada sistem identifikasi akor gitar menggunakan algoritma *Harmonic Product Spectrum*, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem dapat menampilkan beberapa akor dari file rekaman gitar.
2. Terdapat akor atau nada yang terdeteksi saat proses transisi atau perpindahan dari akor 1 ke akor selanjutnya.

### 5.2 Saran

Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan dapat memperbaiki kekurangan yang ada. Untuk itu disarankan sebagai berikut :

1. Dapat dilakukan penelitian dengan menggunakan metode lain, sehingga bisa dibandingkan tingkat akurasi serta kelancaran perpindahan akor untuk mengetahui metode apa yang lebih baik digunakan.

2. Sistem identifikasi akor gitar dapat diperluas cakupannya untuk akor-akor yang lain, jadi tidak hanya akor standar saja.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Trifena, Agustina. (2009). Tugas Akhir : *Penentuan Akor Gitar Dengan Menggunakan Algoritma Short Time Fourier Transform*. Bandung : IT Telkom.
- [2] Yusup, Ismail. (2011). Tugas Akhir : *Identifikasi Akor Gitar Menggunakan Algoritma Harmonic Wavelet Transform Dengan Klasifikasi Jaringan Syaraf Tiruan Self Organizing Map*. Bandung : IT Telkom.
- [3] Mary L. R. & Anjali K. S. (2009). Jurnal : *A Digital Guitar Tuner*. Dubai, UAE : BITS-Pilani.
- [4] Christian, Yanuar. (2013). Jurnal : *Perancangan Dan Pembuatan Aplikasi Pengenal Nada Dasar Pada File Lagu Monophonic*. Surabaya : Universitas Kristen Petra.
- [5] [http://8notes.com/guitar\\_chord\\_chart/](http://8notes.com/guitar_chord_chart/)  
diakses pada tanggal 13 Desember 2013
- [6] <http://afikriakbarhofa.blogspot.com/2012/02/menghitung-nilai-frekuensi-nada-nada.html> diakses pada tanggal 13 Desember 2013
- [7] <http://cnx.org/content/m11714/latest/>  
diakses pada tanggal 21 Desember 2013