

**IMPLEMENTASI ALGORITMA FAST FOURIER  
TRANSFORM (FFT) DAN ALGORITMA  
HARMONIC PRODUCT SPECTRUM (HPS) Pada  
TUNER GITAR BERBASIS ANDROID**

**Firdaus Noor Abdillah**

*Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan  
Jalan Tjut Nyak Dhien Cijoho Kuningan Telepon (0232) 873696 Fax.  
(0232) 874 824*

**ABSTRAK**

Musik adalah suatu hal yang banyak diminati oleh setiap orang, tetapi tidak semua orang bisa memainkan alat musik terutama gitar. Banyak orang yang menyukai alat musik ini tapi banyak juga yang belum faham tentang tuning gitar apabila terjadi fals ada senar gitar. Cara tuning gitar pun akan terasa sulit bagi seorang pemula yang belum faham tentang poses tuning gitar. Solusi termudahnya yaitu dengan menggunakan tuner gitar elektronik, namun alat tersebut terbilang cukup mahal dan kurang fleksibel untuk dibawa kemana-mana. Pada skripsi ini, penulis merancang sebuah aplikasi gitar tuner berbasis android untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Aplikasi gitar tuner yang akan dibuat tersebut menggunakan algoritma *Fast Fourier Transform* yang berfungsi untuk menghitung transformasi Fourier Diskrit dengan cepat dan efisien, serta menggunakan algoritma *Harmonic Product Spectrum* untuk melakukan proses harmonisasi frekuensi untuk mengetahui frekuensi nada dasar dari senar gitar dan mengolah frekuensi tersebut sehingga menghasilkan output berupa parameter jarum indicator dalam bentuk antar muka. Dari hasil penelitian ini didapatkan hasil berupa aplikasi gitar tuner yang mampu berfungsi dengan baik untuk membantu proses tuning gitar.

**Kata Kunci** : **Aplikasi, Android, Tuner Gitar, FFT(Fast Fourier Transform), HPS(Harmonic Product Spectrum), Frekuensi.**

**ABSTRACT**

*Music is something that everyone is interested in, but not everyone can play a musical instrument, especially a guitar. Many people who love this instrument but many also have not understood about guitar tuning in case of fals there is a guitar string. How to tuning the guitar will be difficult for a beginner who has not understood about guitar tuning poses. The easiest solution is to use an electronic guitar tuner, but the tool is quite expensive and less flexible to carry anywhere. In this thesis, the author designed an android-based guitar tuner application to solve the problem. Guitar tuner application that will be made using Fast Fourier Transform algorithm that serves to calculate Fourier Discret's transformation quickly and efficiently, and using Harmonic Product Spectrum algorithm to perform frequency harmonization process to know the basic tone frequency of guitar strings and process the frequency so as to produce output in the form of needle indicator parameters in the form of interface. From the results of this study obtained results in the form of guitar tuner application that is able to function well to help the process of guitar tuning.*

**Keyword** : **Aplikasi, Android, Tuner Gitar, FFT(Fast Fourier Transform), HPS(Harmonic Product Spectrum), Frekuensi.**

## 1. PENDAHULUAN

Musik Adalah salah satu hal yang tak asing dalam kehidupan sehari-hari, dimana kini setiap orang bisa bebas bermain musik. Alat musik yang paling sering digunakan oleh masyarakat dan mudah dimainkan adalah gitar. dari kemudahan memainkannya, gitar juga memiliki sebuah permasalahan yaitu senar gitar akan *fals* jika sudah lama dipakai atau hanya sekedar dibiarkan saja. Kalau hal ini terjadi, kita harus menyetem ulang tiap senar yang ada pada gitar. Untuk Cara penyeteman gitar cukup sulit bagi pemula, karena sangat mengandalkan kemampuan pendengaran.

Pekerjaan Menyetem gitar memang bukan hal yang mudah, dibutuhkan pendengaran yang baik dan juga *feel* supaya suara yang dihasilkan dari tiap senar menjadi akurat. Bagi mereka yang pemula atau belum familiar dengan musik, menyetem gitar bisa saja jadi pekerjaan yang sangat sulit dan memakan waktu yang sangat lama. dari permasalahan tersebut dibuatlah sebuah *guitar tuner*. *Guitar tuner* merupakan sebuah *hardware* yang digunakan untuk mengetahui level keakuratan nada dari masing-masing senar pada gitar. Namun, alat ini tergolong cukup mahal dan memiliki tingkat mobilitas yang kurang

Penelitian dengan studi kasus pengolahan sinyal digital terhadap gitar sebelumnya pernah dilakukan Tanda Selamat dan Kevin Angkasa (2013) menggunakan algoritma karplus strong dengan berbasis komputer. Algoritma karplus strong merupakan algoritma sintesis wavetable yang melakukan modifikasi sendiri. Algoritma Karplus Strong dikembangkan oleh Alexander Strong dan

dianalisis oleh Kevin Karplus sebagai suatu model untuk instrument musik pukul atau dipetik. Algoritma ini mensimulasikan dampak nada tajam melalui sinyal pita lebar seperti dalam bentuk kumpulan noise berfrekuensi tinggi. Sinyal tersebut diumpan balik melalui suatu delay line dimana panjangnya bergantung pada frekuensi dari not yang diinginkan. Sinyal tertunda tersebut dikirimkan melalui suatu filter lowpass untuk menghaluskan semua frekuensi lainnya kecuali frekuensi dari nada yang diinginkan. Pada penelitian oleh Tanda Selamat dan Kevin Angkasa (2013) telah menghasilkan aplikasi yang dapat melakukan tuning gitar dengan cara menghasilkan suara yang menyerupai suara gitar.

Untuk itu penulis ingin membuat dan mengembangkan Aplikasi Tuner Gitar yang simple dan cepat dalam tahap transformasi, Dalam skripsi ini yang akan dibuat yaitu berupa aplikasi Tuner Gitar berbasis android dengan menggunakan metode *Fast Fourier Transform* dan *Harmonic Product Spectrum*. Pada Skripsi ini penulis akan mengimplementasikan *tuner* gitar berupa sebuah aplikasi berbasis android, karena popularitas smartphone ber-OS Android saat ini sangatlah tinggi sehingga perihal mobilitas diharapkan sudah tak jadi masalah.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Nada dan Frekuensi

Nada adalah bunyi yang teratur, artinya mempunyai bilangan getar (frekuensi) yang tertentu. Tinggi rendahnya bunyi (suara) bergantung pada besar/kecilnya frekuensi tersebut. Dalam music, tinggi rendah dan panjang pendeknya nada dapat ditunjukkan dengan tanda yang disebut titik nada atau not. Jadi, not berfungsi sebagai huruf music (Safaat 2016).

Nada merupakan jenis suprasegmental yang ditandai oleh tinggi-rendahnya arus ujaran yang terjadi karena frekuensi getaran yang berbeda antar segmen. Misalnya pada saat seseorang berada dalam kesedihan maka ia akan berbicara dengan nada yang rendah. Sebaliknya bila ia berada dalam keadaan marah atau gembira, ia berbicara dengan nada yang tinggi.

Nada adalah bunyi yang memiliki frekuensi yang teratur atau jumlah getaran pada setiap detiknya sama. Contoh nada dalam kehidupan sehari-hari yakni bunyi yang dihasilkan oleh alat-alat music seperti gitar, piano, seruling, dan harmonica. Nada memiliki tinggi (deret) nada dan interval nada. Tinggi atau deret nada adalah urutan dari nada-nada yang memiliki frekuensi terendah hingga frekuensi tertinggi, sedangkan interval nada adalah perbandingan frekuensi nada-nada.

Tabel 1 Frekuensi Nada Gitar  
(Sumber : Miftahul Huda , 2011)

Senar	Notasi Saintis	frekuensi
1	E4	329,63 Hz
2	B3	246,94 Hz
3	G3	196,00 Hz
4	D3	146,83 Hz
5	A2	110,00 Hz
6	E2	82,41 Hz

**2.2 Fast Fourier Transform**

*Fast Fourier Transform* (FFT) pertama kali dibahas oleh Cooley dan Tukey pada tahun 1965, meskipun Gauss menggambarkan langkah faktorisasi kritisnya tahun

1805. *Transformasi Fourier Diskrit* dapat dihitung menggunakan *FFT* dengan harga  $N$  merupakan perpangkatan dua. Jika harga  $N$  bukanlah perpangkatan dua, transformasi dapat dilakukan pada set poin yang sesuai dengan faktor-faktor prima yang sedikit rusak dalam kecepatan.

*Fast Fourier Transform* (*FFT*) adalah algoritma *Transformasi Fourier Diskrit* yang mengurangi jumlah perhitungan yang diperlukan oleh  $N$  dari  $2N^2$  menjadi  $2N \log N$ , dimana adalah logaritma berbasis 2.

Algoritma *Fourier Transform* yang nyata dan efisien memberikan peningkatan lebih lanjut dalam kecepatan untuk sekitar dua factor. Base-4 dan Base-8 *FFT* menggunakan kode yang dioptimalkan, dan dapat 20-30% lebih cepat dari Base-2FFT.

Algoritma *Fast Fourier Transform* umumnya terbagi dua kelas: pengurangan waktu, dan pengurangan frekuensi. Algoritma Cooley-Tukey FFT pertama menata kembali elemen masukan dalam rangka bit-terbalik, kemudian membangun output transformasi (pengurangan dalam waktu). Ide dasarnya adalah untuk membelah *transform of length N* menjadi dua *transform of length N/2* dengan menggunakan identitas.

Metode FFT merupakan perkembangan algoritma matematika untuk data dengan 1000 observasi, 100 kali lebih cepat dibandingkan dengan metode sebelumnya. Penemuan FFT dan perkembangan personal komputer, teknik FFT dalam proses analisa data menjadi populer, dan merupakan salah satu metode baku dalam analisa data. Satu bentuk transformasi yang umum digunakan untuk merubah sinyal dari domain waktu ke domain *frekuensi* adalah Transformasi Fourier.

Persamaan dari bentuk sinyal  
 $x(t)$

$$X(W) = \int_{-\infty}^{\infty} X(t)e^{-j\omega t} dt$$

FFT dalam pengolahan isyarat meliputi Periode dan frekuensi :

1. Periode  
 Secara umum periode didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk sebuah isyarat atau gelombang mencapai suatu gelombang penuh, dan dapat menentukan nilai periodesitasnya. Perlu dicermati bahwa pengertian ini berlaku untuk isyarat monokromatis, isyarat yang dimaksud adalah gelombangnya bersifat tunggal, pasti memiliki sebuah periode. Dengan demikian isyarat itu dikenal dengan istilah priodis, pengamatan dapat dilakukan dengan memantau gelombang kita dapat mengetahui nilai-nilai yang terkandung dalam isyarat serta periodenya.
2. Frekuensi  
 Frekuensi diartikan sebagai jumlah gelombang yang terjadi dalam 1 detik. Frekuensi didefinisikan secara sederhana sebagai kebalikan dari waktu. Sehingga waktu yang satuannya adalah detik (*second*) akan menjadi Hertz (*1-per second*) hanya akan memiliki tepat satu nilai spectrum. Yang dikenal dengan spectrum frekuensi. Pengertian frekuensi ini juga berlaku untuk gelombang monokromatis.

*Fast Fourier Transform* (FFT) adalah Transformasi Fourier yang dikembangkan dari algoritma *discrete transform fourier* (DFT). Dengan metode FFT, laju komputasi dari perhitungan transformasi fourier dapat ditingkatkan. Komputasi DFT adalah komputasi yang memerlukan waktu untuk proses *looping* dan memerlukan banyak memori. Dengan menerapkan algoritma FFT, perhitungan DFT dapat dipersingkat, dalam hal ini proses *looping* dapat direduksi. Dilihat dari meode yang digunakan, FFT dibagi menjadi dua yaitu DIT (*decimation in time*) dan DIF (*Decimation in Frequency*), namun keduanya memiliki fungsi yang sama yaitu untuk mentransformasikan sinyal menjadi frekuensi dasarnya.

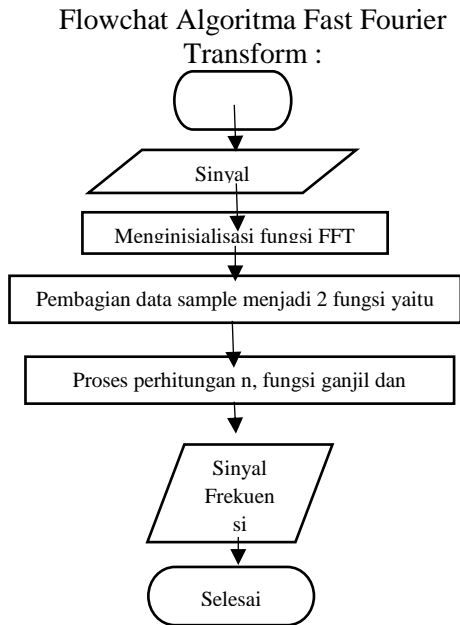
Decimation adalah proses pembagian sinyal menjadi beberapa bagian yang lebih kecil bertujuan untuk memperoleh waktu proses yang lebih cepat. Jika input sinyal pada time domain dari N-points adalah  $x(n)$ , langkah awal yang dilakukan adalah dengan memisahkan menjadi 2 bagian yang sama ( $N/2$  ponts).

#### 1. FFT Decimation in Time

*FFT Decimation in Time* adalah proses pembagian sinyal menjadi beberapa bagian yang lebih kecil yang bertujuan untuk memperoleh waktu proses yang lebih cepat. FFT diperoleh dengan modifikasi DFT, modifikasi yang dilakukan adalah dengan cara mengelompokan batas n ganjil dan batas n genap, sehingga N poin DFT menjadi ( $N/2$ ) poin.

#### 2. FFT Decimation in Frequency

Dengan modifikasi struktur butterfly dari FFT, DIT akan direduksi proses kalkulasi perkalian dari  $N \log_2 N$  menjadi  $N/2 \log_2 N$ . Bentuk FFT dikenal dengan *FFT Decimation in Frequency* (DIF).



Gambar 2. Flowchart Algoritma FFT (Sumber : Trio Safaat , 2016 )

Tahapan Proses Transformasi pada Aplikasi yang akan dibuat oleh penulis yaitu menggunakan Algoritma Fast Fourier Transform dalam merubah sinyal audio menjadi frekuensi Hz.

1. Mulai.
2. Masuknya input Sinyal audio dari suara gitar yang dipetik kemudian suara audio masuk melalui microphone.
3. Proses Transformasi dari sinyal audio ke domain frekuensi Hz.
4. Proses Pembagian data dari sinyal audio yang masuk menjadi dua

- bagian yaitu Ganjil, Genap.
5. Proses Perhitungan n, perhitungan jumlah hasil Frekuensi yang sudah di Transformasikan.
  6. Hasil Output Transformasi yaitu berupa frekuensi diskrit.
  7. Selesai.
- Lalu dilanjutkan Pada tahap Harmonisasi Frekuensi dengan menggunakan Algoritma Harmonic Product Spectrum

### 2.3 Harmonic Product Spectrum

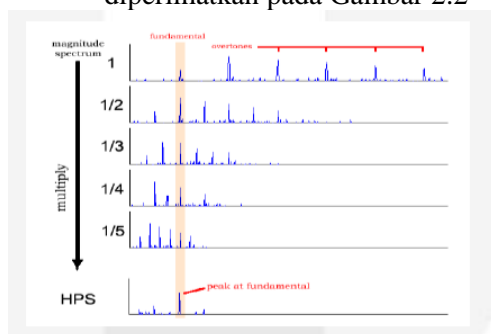
**HPS** (*Harmonic Product Spectrum*) merupakan suatu metode yang berfungsi untuk melihat frekuensi dasar yang terdapat pada sinyal input. Secara matematis HPS dapat dirumuskan seperti berikut :

$$HPS(k) = \left( \prod_{n=1}^N Y(n, k) \right)$$

Dengan, HPS adalah hasil spektrum harmonik,  $k$  adalah indeks frekuensi spektrum harmonik,  $Y$  adalah besar spektrum pada frekuensi positif, dan  $N$  merupakan jumlah harmonik yang digunakan. Metode tersebut dilakukan setelah sinyal input telah diubah dalam domain frekuensi menggunakan analisis spektrum dari nilai frekuensi.

Suatu nada memiliki tingkatan nada atau biasa disebut harmonik. Harmonik merupakan harmonisasi dari nada dasar atau harmonik pertama, sehingga setiap kelipatan dari nada dasar

pertama merupakan harmonisasi nada dari nada dasar. Yang membedakan dari nada dasar dengan nada harmonik terdapat pada besar nilai frekuensi. Oleh karena itu, metode ini digunakan agar dapat diketahui frekuensi dasar dari nada tersebut. Aplikasi dari metode ini yaitu dengan melakukan *downsampling* pada nada-nada harmonik. proses *downsampling* dilakukan dengan membagi data dari sinyal asli hingga beberapa kali dari harmonisasinya, sehingga hanya nada dasar atau harmonik pertama saja yang akan muncul. Proses *downsampling* diperlihatkan pada Gambar 2.2



Gambar 3. Proses Downsampling Harmonic Product Spectrum (Sumber : Permana, 2014)

Pada Gambar 3 menunjukkan bagaimana proses HPS dilakukan. Proses dimulai dengan melakukan perkalian sebesar 1/2 pada sinyal input untuk menyelaraskan harmonik pertama dengan nada dasar. Kemudian dilakukan proses yang sama dengan sebelumnya, yaitu melakukan perkalian sebesar 1/3 pada sinyal input untuk menyelaraskan harmonik ketiga dengan hasil dari proses sebelumnya. Proses yang sama dilakukan setidaknya sebanyak 4 kali agar hasil dari HPS dapat terlihat. Hasil akhir dari metode HPS, adalah didapatnya nilai frekuensi dasar sebuah nada untuk masing-masing *string* (Permana, 2014).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 User Interface Menu Utama

Tampilan menu utama dari aplikasi gitar tuner ini terdiri dari lima button. Kelima button tersebut memiliki fungsi masing-masing sesuai dengan nama button tersebut.



Gambar 4. Interface Menu Utama

Adapun beberapa fungsi tersebut diantaranya :

1. Button Stel Manual digunakan untuk menampilkan activity tuning gitar secara manual, pada activity ini pengguna bisa memilih nada gitar standar yang ingin didengarkan kemudian menyesuaikan nada dari senar gitar tersebut dengan aplikasi.
2. Button Stel Otomatis digunakan untuk menampilkan activity tuning gitar secara otomatis, sehingga pengguna hanya tinggal memilih senar yang akan dilakukan proses tuning pada aplikasi tersebut kemudian memetik senar gitar dengan pilihan senar aplikasi, kemudian aplikasi akan merespon apakah sudah sesuai atau belum dengan frekuensi nada gitar yang sudah ditentukan.
3. Button Help digunakan untuk menampilkan activity help, dan pengguna bisa mendapatkan informasi seputar aplikasi, mulai dari pengenalan antarmuka, cara

pemakaian aplikasi dan lain sebagainya.

4. Button About digunakan untuk menampilkan activity about, dimana pengguna bisa melihat informasi seputar aplikasi dan pengembangan seperti nama aplikasi, nama pengembang, dan data lain mengenai aplikasi gitar tuner ini.
5. Button Exit Digunakan untuk menampilkan notifikasi ketika pengguna akan keluar dari aplikasi. Pengguna dapat mengkonfirmasi YA untuk keluar dari aplikasi dan Tidak untuk kembali ke menu utama sebelumnya pada aplikasi.

### 3.2 User Interface Stel Otomatis

Tampilan antarmuka dari activity Stel Otomatis berisi beberapa obyek untuk melakukan Tuning Gitar. Ketika melakukan tuning, suara gitar yang dipetik harus dengan nada default secara umum.



**Gambar 5.** Tampilan Stel Otomatis

Pendeteksian senar gitar yang sesuai dengan nada standar tersebut dapat dilihat pada layar berdasarkan jarum indicator pada frekuensi meter. Jika jarum indicator berada di area tengah tengah (center) maka dapat disimpulkan bahwa suara senar gitar tersebut sudah sesuai dengan nada standar, atau tingkat kekencangan/kekendoran senar sudah benar.

### 3.3 User Interface Stel Manual

Tampilan menu dari activity Stel Manual yaitu terdiri dari enam tombol untuk nada dari senar 1/6, dari ke enam tombol tersebut apabila ditekan akan mengeluarkan suara standar dari senar gitar yang sudah pas.



**Gambar 6.** Tampilan Stel Manul

## 4. KESIMPULAN

1. Aplikasi dapat menerima input sinyal berupa suara dengan menggunakan microphone yang terdapat pada ponsel dengan hasil keluaran dari aplikasi ini berupa nilai frekuensi periodic yang direpresentasikan dalam bentuk grafis.
2. 2. Objek Penelitian adalah gitar Akustik yang memiliki enam senar dengan uji coba system dilakukan pada lingkungan hening supaya tidak banyak mengganggu proses tuning dan apabila dipakai di keramaian dapat menggunakan jek *microphone* yang terdapat pada smartphone

### Daftar Pustaka

Safaat. Trio 2016. *Implementasi Fast Fourier Transform Pada Pengenalan Nada Piano Barbasis Android*. Universitas Islam Negri Malang.

- N. B. Chris 2016. *Pengenalan Nada Gitar Akustik Klasik Menggunakan Harmonic Product Spectrum*. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- N. Siripya and T. Nagarijan. *Pitch Estimation Using Harmonic Product Spectrum derived from DCT*. *IEEE*, 2013.
- Wiflihani. 2013. *Pengetahuan Dasar Teori Musik*. Universitas Negeri Medan.
- Huda, Miftahul. 2011. *Konversi Nada-Nada Akustik Menjadi Chord Menggunakan Pitch Class Profile*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- T. G. Permana. 2014. *Identifikasi Akor Gitar Menggunakan Algoritma Harmonic Product Spectrum*. Telkom University.