

# Pengenalan Nada Piano dengan Algoritma Short Time Fourier Transform (STFT)

I Putu Yoga Laksana Putra<sup>1</sup>, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan<sup>2</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Udayana, Bali  
Jln. Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, 08261, Bali, Indonesia  
<sup>1</sup>yogalaksana984@gmail.com  
<sup>2</sup>gungde@unud.ac.id

## Abstract

*In the field of music, sheet music notation represents the graphical representation of the melody or harmony of a song. However, manually transcribing complex piano music can be challenging. In this research, we propose the application of Short-Time Fourier Transform (STFT) as a method for piano note recognition. STFT, a spectral analysis technique, is useful for analyzing frequency changes in time-varying signals such as music signals. The literature review reveals successful implementations of STFT in chord recognition and gamelan notation detection, with accuracies ranging from 60% to 90%. The research methodology includes a literature review, data collection of piano audio samples, feature extraction using Fast Fourier Transform (FFT), and system design involving preprocessing, segmenting the signal, feature extraction using STFT, signal processing using filters or thresholding, and mapping frequencies to piano notes. This research aims to provide an effective method for piano note recognition using STFT, contributing to automated music transcription and facilitating the learning and playing of piano music.*

**Keyword:** Sheet music notation, Short-Time Fourier Transform (STFT), Piano note recognition, Fast Fourier Transform (FFT), Automated music transcription

## 1. Pendahuluan

Dalam dunia musik, not angka merupakan representasi grafis dari melodi atau harmoni dari sebuah lagu. Not angka membantu pemain musik untuk memahami dan memainkan lagu dengan tepat. Namun, ketika seseorang ingin memainkan sebuah lagu yang tidak ada not angkanya, terutama lagu piano yang kompleks, dapat menjadi tantangan yang besar untuk mentranskripsinya secara manual. Untuk mengatasi tantangan ini, dalam penelitian ini kami memaparkan penerapan short time fourier Transform (STFT) sebagai metode untuk mendeteksi notasi pada piano. STFT adalah teknik analisis spektral yang berguna untuk menganalisis perubahan frekuensi dalam sinyal yang berubah seiring waktu, seperti dalam kasus sinyal musik. Dengan merujuk pada penelitian berjudul "penentuan akor gitar menggunakan algoritma Short time fourier Transform" [1] dalam penelitian membahas penerapan stft untuk menentukan akor gitar, dengan data set yang didapat dari rekaman audio user. Dalam penelitian ini algoritma STFT memiliki akurasi yang cukup bagus yaitu antara 60% sampai 70%. Selain itu penelitian dengan judul "pendeteksian notasi gamelan menggunakan metode short time fourier transform" penelitian yang bertujuan untuk mendeteksi notasi gamelan ini menerapkan algoritma stft dengan hasil yang cukup memuaskan yaitu akurasi 90% dalam beberapa kali percobaan.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Studi literatur

Pada tahapan ini, akan dilakukan pencarian, pengumpulan, dan pemahaman mengenai informasi dan literatur yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan, guna memperdalam dan memperkuat pemahaman peneliti mengenai metode STFT yang akan digunakan dalam

penelitian ini. Adapun sumber tersebut didapatkan dari jurnal penelitian sebelumnya, artikel, dan berbagai sumber lainnya.

## 2.2. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini, data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, dimana data citra buah tersebut didapatkan melalui beberapa sumber dataset riset yang tersedia secara public, contohnya seperti Kaggle.data yang digunakan adalah berupa suara musik piano

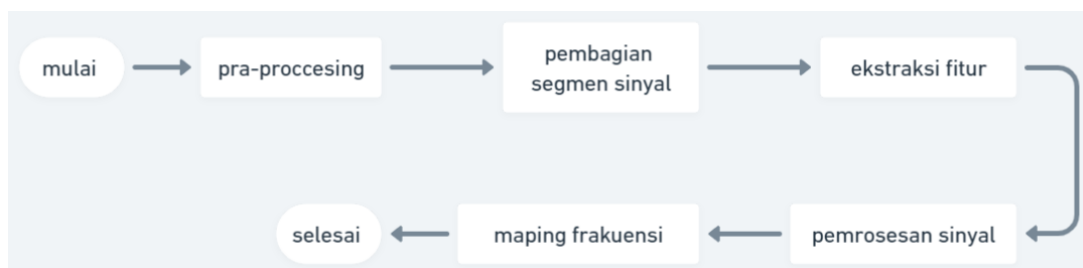
## 2.3. Ekstraksi Fitur

Untuk ekstraksi fitur dalam penelitian menggunakan metode Fast Fourier Transform (FFT). Short-Time Fourier Transform (STFT) merupakan teknik representasi sinyal yang sering dipakai dalam pengolahan sinyal audio untuk mendeskripsikan perubahan energi pada domain waktu dan frekuensi (Muller, 2011). Proses STFT merupakan penerapan Discrete Fourier Transform (DFT) yang dilakukan secara berurutan pada sinyal audio diskrit. Sedangkan DFT sendiri berfungsi untuk mendapatkan komponen-komponen frekuensi dari sebuah sinyal diskrit

$$X(k) = \sum_{m=1}^N x(m)e^{-\frac{j2\pi mk}{N}} \quad (1)$$

dimana  $X(k)$  merupakan hasil DFT sinyal masukan  $x$  pada bin frekuensi ke- $k$  dengan panjang jendela transformasi Fourier  $N$ . 15 Langkah awal proses STFT adalah membagi sinyal audio menjadi beberapa frame waktu dengan panjang satu frame sama dengan panjang jendela  $N$ . Kemudian pada tiap frame tersebut, dilakukan proses DFT sehingga didapat spektrum  $x$  yang berubah terhadap waktu dan dihasilkan sinyal STFT  $X(n,k)$ . dalam penelitian ini setiap segmen sinyal audio dianalisis menggunakan STFT. STFT mengungkapkan komponen frekuensi yang ada dalam segmen tersebut dengan merepresentasikannya dalam domain frekuensi-waktu.

## 2.4. Disain System:



- Pra-pemrosesan:**  
Proses ini bertujuan untuk memastikan rekaman audio memiliki kualitas yang baik dan bebas dari gangguan suara yang signifikan. Jika diperlukan, normalisasi amplitudo sinyal audio.
- Pembagian Segmen Sinyal:** sinyal audio akan dipisahkan menjadi segmen-segmen kecil dengan ukuran waktu tetap menggunakan metode berbasis waktu tetap.
- Ekstraksi Fitur:** untuk proses ini menggunakan algoritma STFT (Short-Time Fourier Transform) pada setiap segmen untuk mengubah sinyal dari domain waktu menjadi domain frekuensi-waktu.
- Pemrosesan Sinyal:** Menerapkan filter atau thresholding pada spektrum daya untuk mengidentifikasi puncak-puncak frekuensi yang mewakili nada piano. Filter atau thresholding ini dapat membantu menghilangkan komponen frekuensi yang tidak relevan atau noise yang tidak diinginkan.

- e. Mapping Frekuensi ke Nada Piano:  
Mengkonversi frekuensi yang terdeteksi menjadi not angka menggunakan tabel frekuensi standar untuk piano atau dengan bantuan pengetahuan domain dan pengetahuan musik. Identifikasi durasi not angka berdasarkan waktu munculnya.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Aplikasi pengenalan nada piano yang akan dikembangkan ini merupakan aplikasi berbasis website dengan Bahasa pemrograman utamanya yaitu Python dengan tampilan antarmuka menggunakan HTML, CSS, dan Javascript. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam aplikasi ini antara lain pemrosesan citra, pra-pemrosesan citra, ekstraksi fitur menggunakan metode stft, dan menyimpan hasil ekstraksi. Aplikasi ini sendiri berfungsi untuk melakukan pengenalan nada pada alat music piano, dimana nantinya hasil dari ekstraksi ini akan berguna untuk penelitian-penelitian yang akan dilakukan untuk melatih model pembelajaran mesin untuk mengenali nada pada alat musik piano.

#### 3.1. Antarmuka system

a. Halaman Utama

Halaman utama aplikasi pengenalan nada piano akan menampilkan:

- Tombol untuk mengunggah file audio piano.
- Tombol untuk memulai proses pengenalan nada.
- Tampilan hasil pengenalan nada dalam bentuk notasi angka.
- Informasi tambahan tentang nada yang terdeteksi, seperti frekuensi dan durasi.

b. Pengaturan

Pengguna dapat mengonfigurasi pengaturan aplikasi, seperti:

- Jenis file audio yang didukung.
- Algoritma pengenalan nada yang digunakan.
- Tingkat akurasi yang diinginkan.
- Opsi untuk menampilkan atau menyembunyikan informasi tambahan.

c. Bantuan

Aplikasi akan menyediakan bagian bantuan yang berisi informasi tentang:

- Cara menggunakan aplikasi.
- Interpretasi hasil pengenalan nada.
- Pemecahan masalah umum

d. Desain Antarmuka

Antarmuka sistem akan dirancang dengan mempertimbangkan:

- Kemudahan penggunaan: Pengguna harus dapat dengan mudah mengunggah file audio, memulai proses pengenalan nada, dan memahami hasil yang ditampilkan.
- Estetika: Antarmuka harus terlihat menarik dan profesional.
- Aksesibilitas: Antarmuka harus dapat diakses oleh pengguna dengan berbagai tingkat kemampuan.

e. Implementasi

Antarmuka sistem akan diimplementasikan menggunakan teknologi web modern, seperti HTML, CSS, dan JavaScript.

f. Pengujian

Antarmuka sistem akan diuji secara menyeluruh untuk memastikan bahwa mudah digunakan, estetik, dan dapat diakses.

### 3.2. Hasil Ekstraksi

Hasil ekstraksi dari aplikasi pengenalan nada piano akan ditampilkan dalam bentuk notasi angka. Notasi angka ini akan menunjukkan nada-nada yang terdeteksi dalam file audio piano yang diunggah. Berikut adalah contoh hasil ekstraksi:

C4 D4 E4 F4 G4 A4 B4  
C5 D5 E5 F5 G5 A5 B5

Hasil ekstraksi juga akan menyertakan informasi tambahan tentang nada yang terdeteksi, seperti frekuensi dan durasi. Informasi ini dapat ditampilkan dalam bentuk tabel atau daftar. Berikut adalah contoh informasi tambahan:

Nada	Frekuensi (Hz)	Durasi (detik)
C4	261.63	0.5
D4	293.66	0.5
E4	329.63	0.5
F4	349.23	0.5
G4	392.00	0.5
A4	440.00	0.5
B4	493.88	0.5

Pengguna dapat mengonfigurasi pengaturan aplikasi untuk menentukan informasi tambahan apa yang ingin mereka tampilkan.

Hasil ekstraksi dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti:

- Belajar piano: Hasil ekstraksi dapat digunakan untuk membantu mempelajari cara memainkan lagu piano.
- Transkripsi musik: Hasil ekstraksi dapat digunakan untuk mentranskripsikan musik dari audio ke notasi angka.
- Komposisi musik: Hasil ekstraksi dapat digunakan untuk membantu menciptakan komposisi musik baru.

Aplikasi pengenalan nada piano dapat menjadi alat yang bermanfaat bagi musisi, pelajar dan penggemar musik.

## 4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi pengenalan nada piano berbasis STFT yang memiliki antarmuka sederhana namun informatif, serta menyajikan hasil ekstraksi berupa notasi angka dan informasi tambahan yang berguna bagi pembelajaran piano, transkripsi musik, hingga komposisi. Aplikasi ini berpotensi berkontribusi terhadap dunia musik dengan memfasilitasi proses belajar dan berkarya dalam bidang musik piano.

### Daftar Pustaka

- [1] S. Haryati, A. Sudarsono, and E. Suryana, "Implementasi Data Mining Untuk Memprediksi Masa Studi Mahasiswa Menggunakan Algoritma C4.5 (Studi Kasus: Universitas Dehasen Bengkulu)," *J. Media Infotama*, vol. 11, no. 2, pp. 130–138, 2015.
- [2] N. I. Kurniati, A. Rahmatulloh, and D. Rahmawati, "Perbandingan Performa Algoritma Koloni Semut Dengan Algoritma Genetika – Tabu Search Dalam Penjadwalan Kuliah," *Comput. Eng. Sci. Syst. J.*, vol. 4, no. 1, p. 17, 2019, doi: 10.24114/cess.v4i1.11387.
- [3] C. Coronel, S. Morris, and P. Rob, "Database Systems: Design, Implementation, and Management," *Management*. 2009.
- [4] J. Yang, C. Yan, C. Wan, S. Lu, and A. Cheung, "View-Centric Performance Optimization for Database-Backed Web Applications," in *Proceedings - International Conference on Software Engineering*, 2019, vol. 2019-May, pp. 994–1004. doi: 10.1109/ICSE.2019.00104.
- [5] T. Pulls and R. Dahlberg, "Website Fingerprinting with Website Oracles," *Proc. Priv. Enhancing Technol.*, vol. 2020, no. 1, pp. 235–255, 2020, doi: 10.2478/popets-2020-0013.

Halaman ini sengaja dibiarkan kosong