

Aplikasi Analisis Frekuensi Musik Berbasis Python untuk Pengolahan Sinyal Digital

1st Wafa Bila syaefurokhman

Darussalam University

Teknik Informatika

Siman, Ponorogo, Indonesia

wafabilasyaefurokhman@student.cs.unida.g

da.gontor.ac.id

2nd Nero Caesar Suprobo

Darussalam University

Teknik Informatika

Siman, Ponorogo, Indonesia

neroceansuprobo76@student.cs.unida.g

ontor.ac.id

3rd Muhammad Haekal

Darussalam University

Teknik Informatika

Siman, Ponorogo, Indonesia

Muhammadsaekal74@student.cs.unida.g

ontor.ac.id

4th Sabri Mutiur Rahman

Darussalam University

Teknik Informatika

Siman, Ponorogo, Indonesia

sabrimutiurrahman@student.cs.unida.g

ontor.ac.id

5th Abbas Al-Badawi

Darussalam University

Teknik Informatika

Siman, Ponorogo, Indonesia

abbasalbadawi@student.cs.unida.g

ontor.ac.id

Abstract— Analisis sinyal audio memainkan peran penting dalam bidang pengolahan sinyal digital (PSD) terutama dalam konteks musik, komunikasi, dan pemrosesan ucapan. Penelitian ini membahas pengembangan aplikasi berbasis Python untuk menganalisis karakteristik audio dengan memanfaatkan tiga pendekatan utama: waveform (domain waktu), spektrum frekuensi (FFT), dan spektrogram (STFT). Aplikasi dikembangkan dengan pustaka *Librosa*, *NumPy*, *SciPy*, dan *Matplotlib*, serta dilengkapi antarmuka grafis berbasis *Tkinter* agar lebih interaktif. Metode yang diterapkan memungkinkan pengguna memuat file audio, memilih segmen tertentu, serta memperoleh representasi sinyal yang komprehensif.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi ini mampu menampilkan dinamika amplitudo, distribusi energi frekuensi, serta komponen harmonik dominan dalam rekaman musik. Analisis waveform menyoroti perubahan amplitudo terhadap waktu, spektrogram mengungkap distribusi energi frekuensi secara temporal, sedangkan FFT memperlihatkan konsentrasi energi pada frekuensi rendah. Implementasi ini dapat digunakan sebagai alat pembelajaran PSD sekaligus landasan untuk pengembangan aplikasi lanjutan, seperti ekstraksi fitur musik, klasifikasi genre, atau analisis real-time.

Keywords—Waveform, Spektrogram, FFT, Audio, Pengolahan Sinyal Digital, Python.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa kemajuan pesat dalam pemrosesan sinyal audio. Musik, sebagai salah satu bentuk sinyal audio yang kompleks, memiliki beragam informasi tersembunyi baik dalam domain waktu maupun frekuensi. Analisis sinyal audio tidak hanya penting untuk keperluan hiburan, tetapi juga berperan dalam bidang komunikasi, rekayasa suara, dan sistem kecerdasan buatan.

Dalam konteks pendidikan, khususnya mata kuliah **Pengolahan Sinyal Digital (PSD)**, diperlukan media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan teori menjadi praktik nyata. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan aplikasi sederhana namun interaktif untuk menganalisis frekuensi musik. Aplikasi ini dirancang untuk mempermudah mahasiswa maupun praktisi dalam memahami perbedaan representasi sinyal antara domain waktu dan domain frekuensi.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Membuat aplikasi berbasis Python yang dapat menampilkan waveform, spektrogram, dan spektrum frekuensi dari sinyal musik.
2. Menyediakan visualisasi yang mudah dipahami untuk keperluan pembelajaran PSD.
3. Mengidentifikasi kelebihan serta keterbatasan pendekatan analisis berbasis Fourier.

Kontribusi utama penelitian ini adalah menyediakan sistem analisis frekuensi musik yang ringan, mudah digunakan, serta dapat dijadikan dasar untuk penelitian lanjutan dalam bidang analisis audio.

II. METODOLOGI

A. Lingkungan Dan Perangkat Lunak

Pengembangan aplikasi dilakukan menggunakan Python 3.11 dengan pustaka:

1. *Librosa* untuk pemrosesan audio digital,
2. *NumPy* dan *SciPy* untuk komputasi numerik,
3. *Matplotlib* untuk visualisasi,
4. *Tkinter* sebagai antarmuka grafis.
5. **Tokenisasi**: Kalimat diubah menjadi huruf kecil dan tanda baca dipisahkan dari kata.

B. Alur Sistem

- **Input Audio** – pengguna memuat file audio dalam format .wav, .mp3, atau .m4a.
- **Preprocessing** – audio dikonversi ke array numerik.
- **Analisis Domain Waktu** – ditampilkan dalam bentuk waveform.
- **Analisis Frekuensi** – dilakukan menggunakan FFT untuk spektrum frekuensi, dan STFT untuk spektrogram.
- **Visualisasi** – grafik ditampilkan dalam GUI dan dapat disimpan sebagai gambar.

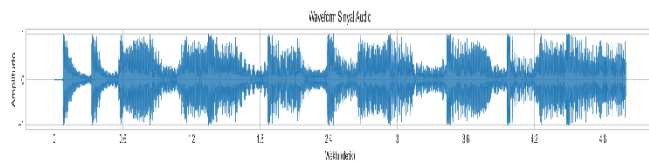
C. Antarmuka GUI

Antarmuka berbasis *Tkinter* memungkinkan pengguna memilih file audio, menampilkan hasil analisis, serta menyimpan grafik ke dalam file PNG.

III. EKSPERIMEN DAN HASIL

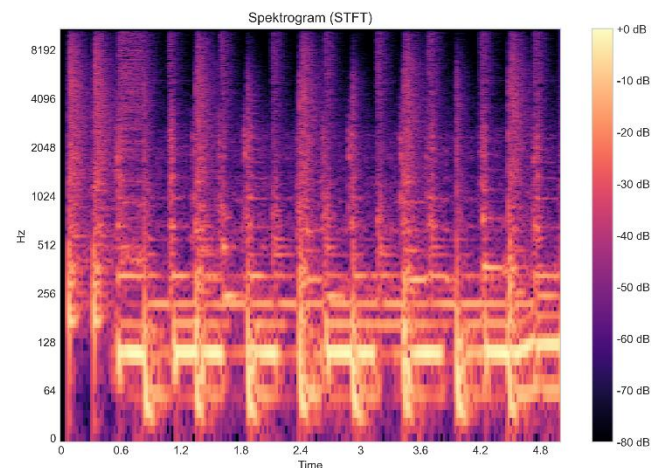
A. waveform

Waveform sinyal audio menunjukkan variasi amplitudo sepanjang waktu. Pada contoh musik yang diuji, terlihat pola amplitudo meningkat dan menurun sesuai dinamika instrumen. Hal ini memberikan gambaran umum mengenai intensitas suara, meskipun tidak memberikan informasi detail tentang frekuensi.



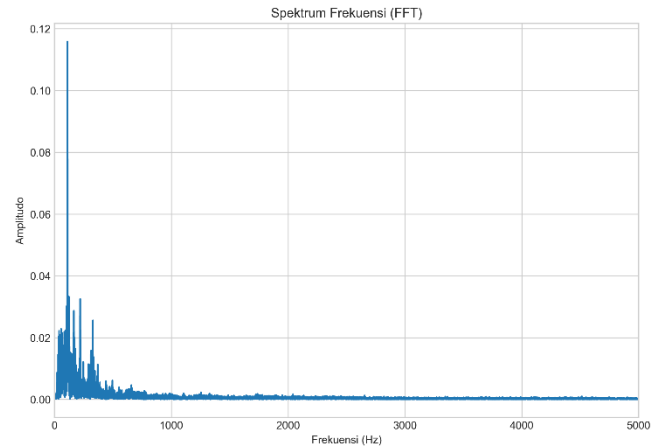
B. Spektrogram (STFT)

Spektrogram menampilkan distribusi frekuensi terhadap waktu. Pada hasil yang diperoleh, terlihat bahwa frekuensi rendah mendominasi sebagian besar segmen audio, sementara frekuensi tinggi muncul dalam interval tertentu. Warna yang lebih cerah menunjukkan energi lebih besar. Spektrogram sangat berguna untuk analisis ritme musik maupun pola melodi.



C. Spektrum Frekuensi (FFT)

FFT menunjukkan bahwa sebagian besar energi sinyal terkonsentrasi pada rentang 0–500 Hz, yang mengindikasikan adanya instrumen bass atau drum. Frekuensi menengah hingga tinggi memiliki amplitudo lebih kecil. Informasi ini dapat digunakan untuk proses lebih lanjut, seperti equalizer otomatis atau deteksi instrumen.



D. Analisis Komparatif

- **Waveform** → menekankan dinamika amplitudo, namun tidak memperlihatkan frekuensi.
- **Spektrogram** → memperlihatkan hubungan frekuensi terhadap waktu, cocok untuk pola ritme.
- **FFT** → memperlihatkan komponen frekuensi dominan, berguna untuk analisis harmonik.

Ketiganya saling melengkapi untuk memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai sinyal musik.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi analisis frekuensi musik berbasis Python dengan kemampuan menampilkan waveform, spektrogram, dan FFT. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode Fourier dapat digunakan untuk memahami distribusi energi dalam sinyal musik.

Aplikasi ini bermanfaat sebagai sarana pembelajaran dalam mata kuliah Pengolahan Sinyal Digital serta dapat dijadikan dasar pengembangan sistem analisis audio lanjutan. Untuk penelitian selanjutnya, aplikasi dapat diperluas dengan fitur:

1. Analisis real-time menggunakan streaming audio.
2. Ekstraksi fitur tingkat tinggi (MFCC, chroma, spectral centroid).
3. Integrasi algoritma *machine learning* untuk klasifikasi musik atau deteksi instrumen.

REFERENCES

- [1] S. Mallat, *A Wavelet Tour of Signal Processing*, 3rd ed. Academic Press, 2008.
- [2] A. V. Oppenheim and R. W. Schaffer, *Discrete-Time Signal Processing*, 3rd ed. Pearson, 2009.
- [3] McFee, B. et al. “librosa: Audio and Music Signal Analysis in Python,” *Proceedings of the 14th Python in Science Conference*, 2015.
- [4] Hunter, J. D., “Matplotlib: A 2D graphics environment,” *Computing in Science & Engineering*, vol. 9, no. 3, pp. 90–95, 2007.
- [5] P. Welch, “The use of fast Fourier transform for the estimation of power spectra: A method based on time averaging over short, modified periodograms,” *IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics*, vol. 15, no. 2, pp. 70–73, 1967.
- [6] S. Stevens and J. Volkman, “The relation of pitch to frequency,” *American Journal of Psychology*, vol. 53, no. 3, pp. 329–353, 1940.