



IDENTIFIKASI SUARA MANUSIA BERDASARKAN FREKUENSI DENGAN FFT (FAST FOURIER TRANSFORM)

IDENTIFICATION OF HUMAN VOICE BASED ON FREQUENCY WITH FFT (FAST FOURIER TRANSFORM)

Amin Makruf¹, Sindy Aulia Wiji Astuti², Tri Isma Rahmayani³

^{1,2,3}Fisika, Universitas Negeri Semarang

¹amaruf@students.unnes.ac.id, ²sindyauliawiji27@students.unnes.ac.id,

³triismarahmayani@students.unnes.ac.id

Abstrak

Suara disebut juga suatu fenomena yang unik yang dimiliki oleh manusia, memiliki rentang frekuensi tertentu dan tingkat intensitas yang bisa atau tidak bisa didengar oleh manusia. Melalui kemampuan seseorang dapat dibedakan jenis kelamin dengan mudah. Pengukuran intensitas suara ini dilakukan menggunakan satuan desibel (dB). Sebuah sistem yakni metode *Fast Fourier Transform* berfungsi sebagai cara mengetahui hasil *project* yang eror dari rata-rata inputan dengan algoritme yang digunakan. Dengan kehadiran sistem pengenalan suara, aktivitas manusia dapat menjadi lebih mudah dan efisien. Diperlukan sebuah sistem yang mampu mengenali karakteristik suara manusia dan dapat diimplementasikan dalam berbagai aplikasi. Hasil dari sistem pengenalan suara ini menunjukkan kemampuan untuk mengenali suara dengan baik.

Kata kunci: Suara, *Fast Fourier Transform*.

Abstract

Sound is also called a unique phenomenon that is possessed by humans, has a certain frequency range and intensity level that can or cannot be heard by humans. This sound intensity measurement is carried out using decibel units (dB). A system, namely the Fast Fourier Transform method, functions as a way to find out the error results of the project from the average input with the algorithm used. With the presence of a voice recognition system, human activities can become easier and more efficient. A system is needed that is able to recognize the characteristics of the human voice and can be implemented in a variety of applications. The results of this speech recognition system demonstrate the ability to recognize sounds well.

Keywords: Sound, *Fast Fourier Transform*.

Article History:

Received: May 2025

Reviewed: May 2025

Published: May 2025

Plagiarism Checker No 234

Prefix DOI :

10.8734/Kohesi.v1i12.365

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed

under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



PENDAHULUAN

Manusia memiliki suara yang berbeda beda jenis seperti laki-laki, perempuan dan dapat dibedakan tua, muda dan anak-anak. Suara adalah bentuk media komunikasi yang mudah digunakan dalam kehidupan sehari hari dan tidak memiliki tenaga yang banyak. Maraknya perkembangan teknologi saat ini akan berjalan dengan ilmu pengetahuan saat ini. Salah satunya dapat ditunjukkan dengan metode FFT (*Fast Fourier Transform*). Pengolahan sinyal suara dapat dibagi ke beberapa bidang yakni musik, navigasi, telekomunikasi, gambar dan video. (dB) atau disebut juga *desible* diambil dari nama penemu telpon genggam pertama di dunia yaitu Alexander Graham Bell yang terkenal dengan penemuannya, sedangkan Hertz diambil dari nama seorang fisikawan yaitu Heinrich Rudolf Hertz. Dengan adanya sistem pengenalan akan memudahkan mengenali seseorang secara karakteristik yang diterapkan pada aplikasi contohnya *smartphone*.

Dengan menggunakan algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT) dapat dihitung *Discrete Fourier Transform* (DFT). Jika menggunakan dua untuk menghitung FFT dan DFT ini dapat menghemat waktu sehingga efisien untuk metode konvensional. Salah satu contoh proses identifikasi dengan menggunakan MP3. MP3 ini disebut juga kompresi audio yang dapat dikembangkan oleh *Moving Picture Experts Group* (MPEG).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis eksperimen laboratorium yang bertujuan untuk mengidentifikasi suara manusia berdasarkan frekuensi dominan menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT). Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam mentransformasikan sinyal suara dari domain waktu ke domain frekuensi sehingga karakteristik spektral suara dapat dianalisis secara matematis.

Objek dalam penelitian ini berupa sampel suara dari empat kategori, yaitu anak laki-laki, anak perempuan, laki-laki dewasa, dan perempuan dewasa. Sampel suara diambil dari peneliti dan kerabat terdekat dengan menggunakan perekam suara berbasis perangkat lunak bawaan pada laptop, kemudian dikonversi dari format (.mp4) ke (.mp3), dan akhirnya ke (.wav) untuk keperluan analisis sinyal digital. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras berupa mikrofon dan laptop, serta perangkat lunak berupa bahasa pemrograman *Python* dengan pustaka pendukung seperti *numpy*, *scipy*, *matplotlib*, dan *scipy.io.wavfile*. Format sinyal suara yang digunakan memiliki laju sampel sebesar 44.100 Hz.

Langkah-langkah penelitian diawali dengan proses akuisisi sinyal suara dari masing-masing subjek. Setelah data diperoleh, dilakukan pra-pemrosesan berupa konversi sinyal suara menjadi *array* numerik, normalisasi amplitudo, serta penyaringan gangguan (*noise*) menggunakan filter digital sederhana. Selanjutnya, dilakukan transformasi *Fast Fourier Transform* (FFT) untuk mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. Transformasi ini dilakukan dengan menggunakan persamaan matematis berikut:

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cdot e^{-\frac{2\pi i k n}{N}}, k = 0, 1, \dots, N - 1$$

X_k = komponen frekuensi ke- k

x_n = sampel sinyal pada waktu ke- n

N = jumlah total sampel



Hasil transformasi frekuensi kemudian dianalisis untuk mengetahui frekuensi dominan dari setiap sampel suara. Frekuensi dominan ini dibandingkan dengan rentang frekuensi karakteristik masing-masing kategori suara manusia. Adapun rentang frekuensi tersebut meliputi:

Kategori	Rentang Frekuensi Dominan Umum
Laki-laki Dewasa	85 - 180 Hz
Anak Laki-laki	200 - 300 Hz
Perempuan Dewasa	165 - 255 Hz
Anak Perempuan	250 - 400 Hz

Proses identifikasi dilakukan secara otomatis dengan menggunakan program *Python*. Program membaca data sinyal dari *file* .wav, melakukan normalisasi, transformasi FFT, dan menentukan puncak frekuensi berdasarkan amplitudo maksimum. Berikut adalah potongan kode program yang digunakan dalam penelitian:

```
import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.io import wavfile
def bacaaudio(namafile):
    lajusampling, data = wavfile.read(namafile)
    if data.ndim > 1:
        data = data[:, 0]
    data = data / np.max(np.abs(data))
    return lajusampling, data

def hitungfft(data, lajusampling):
    N = len(data)
    datafft = np.fft.fft(data)
    frekuensiff = np.fft.fftfreq(N, d=1 / lajusampling)
    magnitudo = np.abs(datafft) / N
    return frekuensiff[:N // 2], magnitudo[:N // 2]

def carifrekuensidominan(frekuensi, magnitudo):
    indeks = np.argmax(magnitudo)
    return frekuensi[indeks]

def klasifikasikanfrekuensi(frekuensi):
    if 85 <= frekuensi <= 180:
        return "Laki-laki Dewasa"
    elif 200 <= frekuensi <= 300:
        return "Anak Laki-laki"
    elif 165 <= frekuensi <= 255:
        return "Perempuan Dewasa"
    elif 250 <= frekuensi <= 400:
        return "Anak Perempuan"
    else:
        return "Tidak Terklasifikasi"
```



```
def prosesaudio(namafile):  
    lajusampling, data = bacaaudio(namafile)  
  
    plt.figure(figsize=(12, 4))  
    plt.plot(np.arange(len(data)) / lajusampling, data)  
    plt.title('Gelombang Suara (Domain Waktu)')  
    plt.xlabel('Waktu [detik]')  
    plt.ylabel('Amplitudo')  
    plt.grid()  
    plt.show()  
  
    frekuensi, magnitudo = hitungfft(data, lajusampling)  
    plt.figure(figsize=(12, 4))  
    plt.plot(frekuensi, magnitudo)  
    plt.title('Spektrum Frekuensi (Domain Frekuensi)')  
    plt.xlabel('Frekuensi [Hz]')  
    plt.ylabel('Magnitudo')  
    plt.grid()  
    plt.xlim(0, 1000)  
    plt.show()  
  
    frekuensidominan = carifrekuensidominan(frekuensi, magnitudo)  
    kategori = klasifikasikanfrekuensi(frekuensidominan)  
  
    print(f"Frekuensi Dominan: {frekuensidominan:.2f} Hz")  
    print(f"Kategori: {kategori}")  
  
    prosesaudio('Suara_Laki_Dewasa.wav')  
    prosesaudio('Suara_Anak_Laki.wav')  
    prosesaudio('Suara_Perempuan_Dewasa.wav')  
    prosesaudio('Suara_Anak_Perempuan.wav')
```

Visualisasi dilakukan dalam dua domain, yaitu domain waktu dan domain frekuensi. Dalam domain waktu, gelombang suara ditampilkan untuk melihat pola amplitudo terhadap waktu, sedangkan dalam domain frekuensi ditampilkan spektrum frekuensi untuk mengamati frekuensi dominan dari sinyal suara. Hasil analisis visual ini digunakan untuk mengklasifikasikan jenis suara berdasarkan nilai frekuensi dominannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan ini menghasilkan data frekuensi dominan dari empat kategori suara manusia berdasarkan hasil transformasi *Fast Fourier Transform* (FFT). Data suara diperoleh dari masing-masing subjek, kemudian diolah untuk mendapatkan nilai frekuensi dominan sebagai indikator karakteristik vokal. Hasil pengukuran ditampilkan pada tabel berikut:

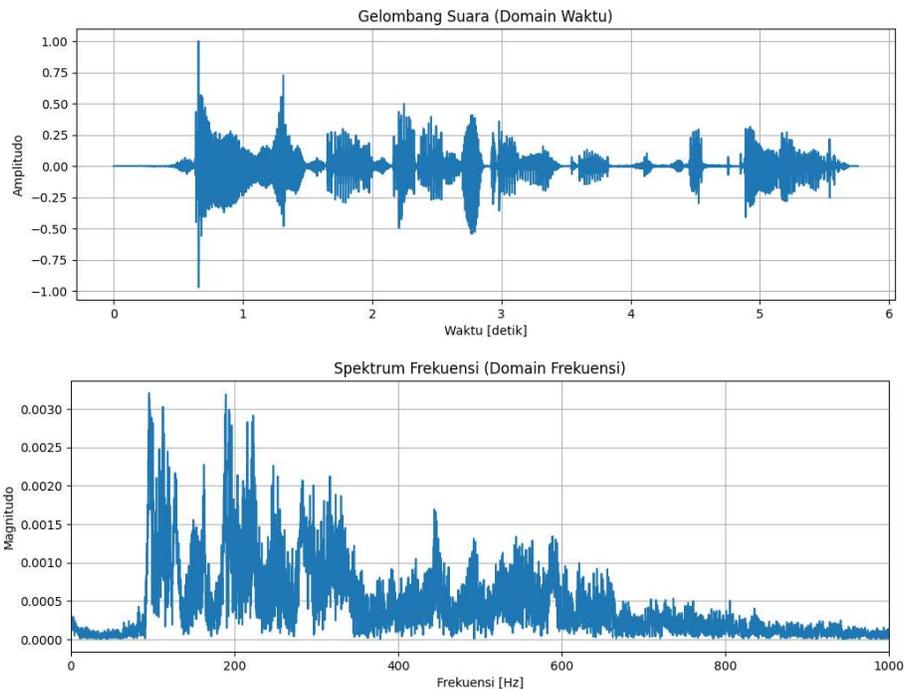
<i>File</i>	Frekuensi Dominan	Kategori Terdeteksi
Suara_Laki_Dewasa.wav	95.52 Hz	Laki-laki Dewasa
Suara_Anak_Laki.wav	242.95 Hz	Anak Laki-laki
Suara_Perempuan_Dewasa.wav	199.39 Hz	Perempuan Dewasa
Suara_Anak_Perempuan.wav	371.37 Hz	Anak Perempuan

Hasil menunjukkan bahwa suara laki-laki dewasa memiliki frekuensi dominan terendah, sedangkan suara anak perempuan memiliki frekuensi dominan tertinggi. Hal ini sesuai dengan struktur biologis pita suara, di mana panjang dan ketebalan pita suara berpengaruh terhadap frekuensi yang dihasilkan.

Visualisasi Spektrum Frekuensi

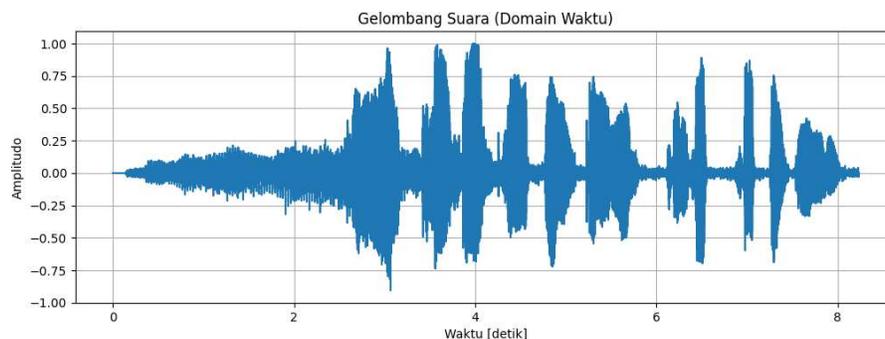
Untuk setiap data suara, dilakukan proses transformasi domain waktu ke domain frekuensi menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT). Hasilnya divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk menunjukkan komposisi spektrum frekuensi dan untuk mengidentifikasi frekuensi dominan dari masing-masing sampel suara.

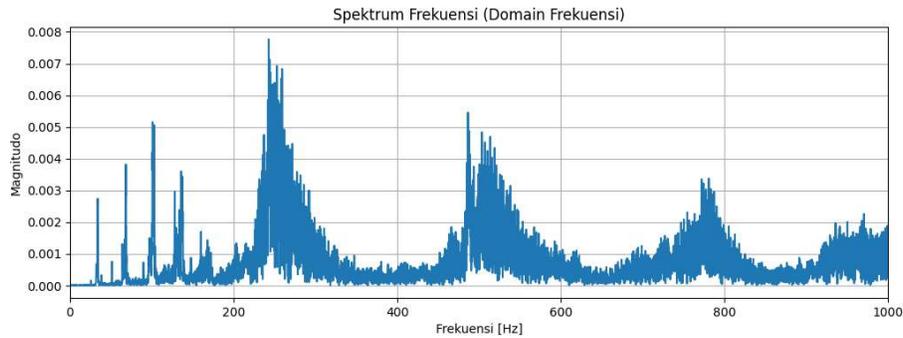
Gambar 1. Spektrum Frekuensi Suara Laki-laki Dewasa



Gambar 1. Spektrum Frekuensi Suara Laki-laki Dewasa

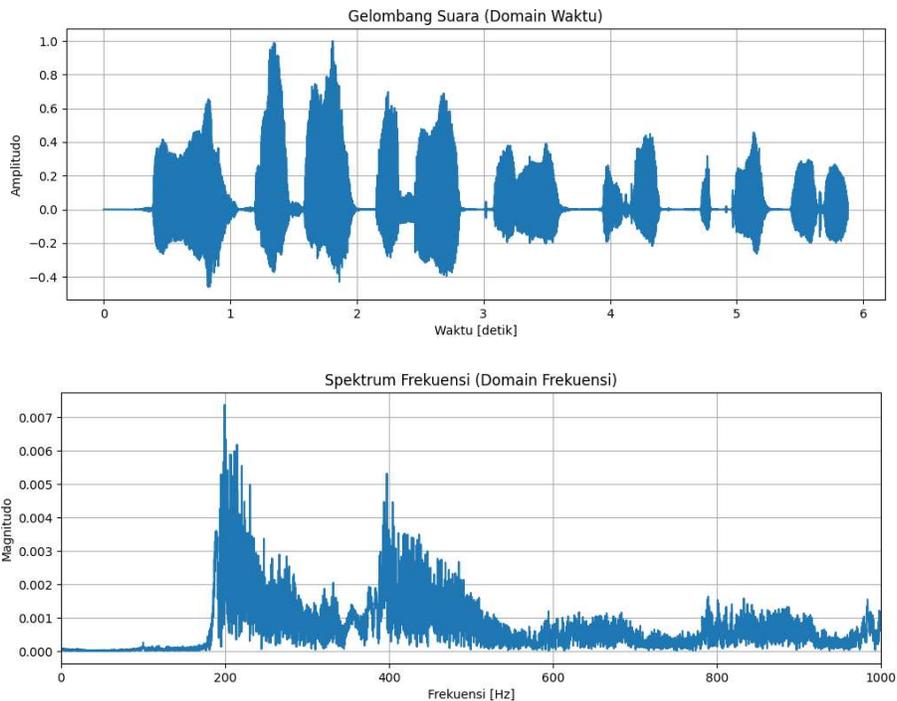
Spektrum suara laki-laki dewasa menunjukkan puncak amplitudo utama pada frekuensi sekitar 95.52 Hz, yang berada dalam rentang umum suara laki-laki dewasa, yang berkisar antara 85 dan 180 Hz. Spektrum bentuknya menunjukkan amplitudo yang cenderung tersebar di frekuensi rendah, yang menunjukkan karakter suara berat dan dalam. Suara laki-laki dewasa dapat diidentifikasi dengan jelas dan memiliki komponen frekuensi dominan, seperti yang ditunjukkan pada grafik ini.





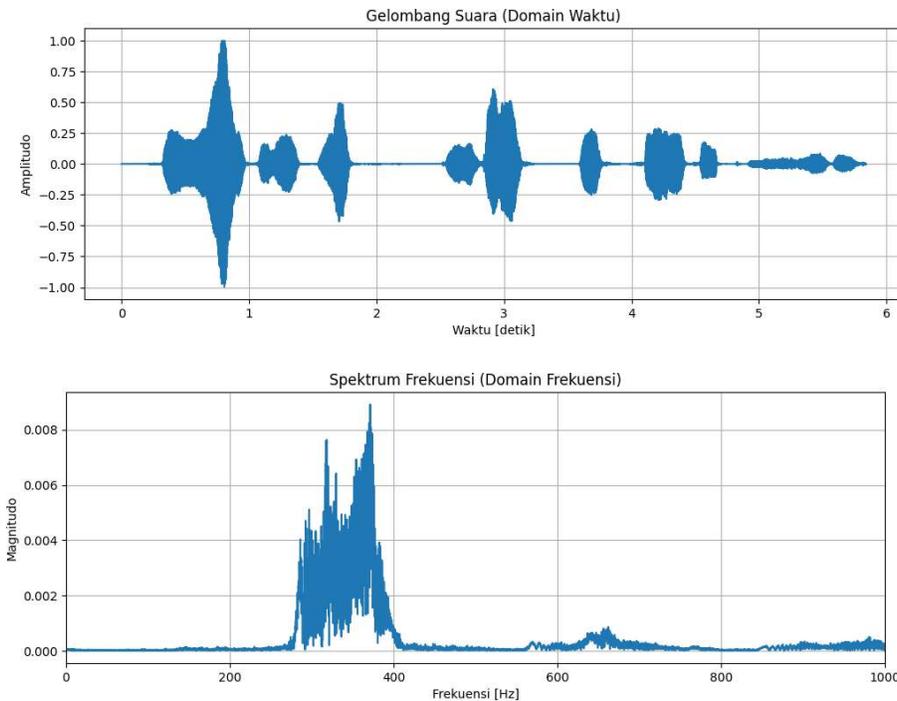
Gambar 2. Spektrum Frekuensi Suara Anak Laki-laki

Suara anak laki-laki memiliki puncak spektrum frekuensi di sekitar 242,95 Hz, yang berada dalam rentang 200 hingga 300 Hz, dan spektrumnya menunjukkan intensitas amplitudo yang tinggi di frekuensi menengah, yang menunjukkan suara yang lebih tajam dibandingkan dengan suara laki-laki dewasa. Usia anak-anak dan dewasa berbeda secara signifikan dalam struktur frekuensi, seperti yang ditunjukkan pada grafik ini.



Gambar 3. Spektrum Frekuensi Suara Perempuan Dewasa

Frekuensi dominan suara perempuan dewasa adalah sekitar 199.39 Hz, yang termasuk dalam rentang umum 165-255 Hz. Frekuensi menengah memiliki amplitudo tertinggi, menunjukkan karakteristik suara perempuan dewasa yang lebih nyaring daripada laki-laki dewasa tetapi lebih rendah daripada anak-anak. Distribusi frekuensi cukup stabil dengan puncak dominan yang jelas, seperti yang ditunjukkan pada grafik.



Gambar 4. Spektrum Frekuensi Suara Anak Perempuan

Spektrum frekuensi suara anak perempuan mencapai puncak tertinggi pada sekitar 371.37 Hz, yang merupakan nilai tertinggi di antara semua jenis suara, yang sesuai dengan asumsi bahwa suara anak perempuan memiliki *pitch* tertinggi. Spektrum amplitudo kemudian bergerak ke frekuensi yang lebih tinggi dengan puncak yang tajam yang menunjukkan suara yang lebih ringan dan tipis.

PEMBAHASAN

Hasil percobaan menunjukkan bahwa metode FFT sangat efektif dalam mengidentifikasi karakteristik utama suara manusia melalui frekuensi dominan. Faktor-faktor biologis seperti panjang dan elastisitas pita suara memengaruhi perbedaan frekuensi ini. Pita suara laki-laki dewasa yang lebih panjang dan tebal menghasilkan getaran dengan frekuensi rendah, sedangkan anak-anak, terutama perempuan, menghasilkan getaran dengan frekuensi yang lebih tinggi karena struktur pita suara yang lebih pendek dan tipis.

Aplikasi *real-time* seperti pengenalan suara otomatis atau sistem biometrik berbasis vokal sangat cocok dengan transformasi FFT karena dapat mengubah representasi waktu menjadi domain frekuensi dengan kecepatan tinggi dan akurasi yang tinggi. Namun, kualitas data suara masih sangat penting untuk keberhasilan analisis. Hasil perekaman dapat dipengaruhi oleh *noise*, kualitas mikrofon, dan kondisi lingkungan saat perekaman. Oleh karena itu, dibutuhkan tahap pra-pemrosesan seperti normalisasi, filter *noise*, dan pemangkasan sinyal agar hasil lebih akurat dan konsisten.

Secara keseluruhan, analisis frekuensi dominan menggunakan FFT dapat menjadi fondasi yang kuat untuk pengembangan sistem klasifikasi suara manusia, baik untuk keperluan akademis, teknologi keamanan, maupun aplikasi kesehatan berbasis suara.



KESIMPULAN

Fast Fourier Transform (FFT) terbukti efektif untuk mengubah sinyal suara dari domain waktu ke domain frekuensi, sehingga memudahkan dalam mengidentifikasi komponen frekuensi dominan dari suara manusia. Dengan analisis frekuensi dominan ini, suara manusia berhasil diklasifikasikan ke dalam kategori laki-laki dewasa, anak laki-laki, perempuan dewasa, dan anak perempuan berdasarkan rentang frekuensi tertentu. Program yang dikembangkan menggunakan bahasa *Python* dengan pustaka *numpy*, *matplotlib*, dan *scipy*, mampu memproses *file* suara dalam format *.wav*, menampilkan gelombang suara, spektrum frekuensi, serta menentukan frekuensi dominan dan kategori suara secara otomatis. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa suara yang memiliki frekuensi dominan sesuai dengan rentang yang telah ditentukan dapat diklasifikasikan dengan cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, S., & Nugroho, S. (2020). "Analisis Karakteristik Suara Manusia Menggunakan FFT dan Klasifikasi K-NN". *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 9(2), 112-118.
- A. M. Harun Sujadi, li Sopiandi, "Sistem Pengolahan Suara Menggunakan Algoritma FFT (Fast Fourier Transform)," *Pros. SINTAK*, pp. 101-107, 2017.
- Arifianto, M. A., & Nugraha, R. (2021). "Pengolahan Sinyal Suara untuk Identifikasi Gender Menggunakan Fast Fourier Transform (FFT)". *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 5(1), 65-70.
- Budiman, A., & Hartati, S. (2022). "Pemrosesan Sinyal Digital Menggunakan Python untuk Analisis Frekuensi Suara". *Jurnal Sains dan Teknologi*, 14(3), 223-230.
- Fauzi, I. (2019). "Klasifikasi Ciri Suara Manusia Berbasis Matlab Menggunakan Metode Fast Fourier Transform". *Journal of Informatics Information System Software Engineering and Applications (INISTA)*, 2(1), 1-6.
- Gunawan, B., & Prasetyo, E. (2018). "Pengenalan Pola Suara Menggunakan FFT dan Jaringan Syaraf Tiruan". *Jurnal Informatika dan Komputer*, 7(1), 47-52.
- Kristina, L. S., Fitriana, G. F., & Prasetiadi, A. (2020). "Pemisahan Suara Manusia Berdasarkan Jenis Kelamin Menggunakan Fast Fourier Transform (FFT)". *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, 7(3), 610-616.
- Kurniawan, T. D., & Sari, F. D. (2023). "Klasifikasi Jenis Suara Menggunakan Ekstraksi Ciri Spektral dan Metode Machine Learning". *Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, 12(1), 89-96.
- Ramadhani, D., & Aulia, N. (2019). "Identifikasi Karakteristik Suara Berdasarkan Usia dan Gender Menggunakan Transformasi Fourier". *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 8(2), 104-109.
- Susilo, H., & Wahyuni, T. (2020). "Implementasi Python dalam Pengolahan Sinyal Audio untuk Pendeteksian Frekuensi Dominan". *Jurnal Komputasi dan Sistem Cerdas*, 5(4), 317-324.