



Analisis Frekuensi Sinyal Periodik Menggunakan Transformasi Fourier dengan MATLAB

Armando Wildan Librado Lichas¹, Ichwan Nul ichsan², S.T., M.T.

¹²Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

*Corresponding Author: E-mail: armandolichas17@upi.edu

ABSTRACTS	ARTICLE INFO
Penelitian ini menggunakan Transformasi Fourier Cepat (Fast Fourier Transform - FFT) pada MATLAB untuk menganalisis sinyal gabungan yang terdiri dari tiga frekuensi utama, yaitu 50 Hz, 120 Hz, dan 200 Hz. Hasil menunjukkan bahwa FFT mampu memecah sinyal gabungan menjadi komponen frekuensi individu secara akurat, dengan identifikasi puncak menggunakan fungsi "findpeaks" yang efektif menyaring noise. Spektrum frekuensi yang dihasilkan memvisualisasikan amplitudo setiap frekuensi dengan jelas. Implementasi FFT membuktikan efisiensi dan kemudahan dalam analisis sinyal, menjadikannya alat yang relevan untuk berbagai aplikasi di telekomunikasi, teknik audio, dan biomedis. This study uses Fast Fourier Transform (FFT) in MATLAB to analyze a combined signal consisting of three main frequencies, namely 50 Hz, 120 Hz, and 200 Hz. The results show that FFT is able to break down the combined signal into individual frequency components accurately, with peak identification using the "findpeaks" function effectively filtering out noise. The resulting frequency spectrum clearly visualizes the amplitude of each frequency. The implementation of FFT proves its efficiency and simplicity in signal analysis, making it a relevant tool for various applications in telecommunications, audio engineering, and biomedical.	Article History: Received 30 April 2025 Revised 10 Mei 2025 Accepted 20 Mei 2025 Available online 1 Juni 2025 Kata Kunci: FFT, MATLAB, Frequency Spectrum, Signal Analysis, Peak Detection, Telecommunication. Keywords: FFT, MATLAB, Frequency Spectrum, Signal Analysis, Peak Detection, Telecommunication.

1. INTRODUCTION

Pemrosesan sinyal adalah bidang studi mendasar dengan aplikasi luas di berbagai bidang seperti telekomunikasi, teknik audio, teknik biomedis, dan lainnya. Salah satu tugas utama dalam pemrosesan sinyal adalah analisis konten frekuensi dalam suatu sinyal, yang penting untuk memahami dan memanipulasi karakteristiknya. Misalnya, dalam sinyal audio, analisis frekuensi dapat membantu mengidentifikasi nada atau menghilangkan noise, sedangkan dalam sinyal biomedis, dapat membantu mendiagnosis kelainan seperti aritmia.

Transformasi Fourier adalah salah satu alat yang paling banyak digunakan untuk analisis frekuensi, menyediakan kerangka matematika untuk mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. Transformasi ini memungkinkan peneliti dan insinyur mengidentifikasi komponen spektral dari sinyal, seperti frekuensi dominan dan amplitudo masing-masing.

Dalam makalah ini, kami menyajikan implementasi analisis frekuensi menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) di MATLAB. Studi ini berfokus pada sinyal periodik yang terdiri dari beberapa komponen sinusoidal dengan frekuensi dan amplitudo yang berbeda. Tujuan utamanya adalah untuk menunjukkan bagaimana FFT dapat secara efektif memecah sinyal menjadi komponen frekuensinya, memberikan pemahaman yang jelas tentang properti spektralnya.

Hasil penelitian ini menegaskan pentingnya analisis domain frekuensi dalam pemrosesan sinyal, terutama untuk aplikasi yang membutuhkan identifikasi konten frekuensi yang presisi. Kesederhanaan dan efisiensi implementasi MATLAB menjadikan pendekatan ini mudah diakses dan dapat diterapkan baik untuk tujuan pendidikan maupun masalah teknik praktis.

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu sebagai berikut: bagian *material and methods* menjelaskan proses pembuatan sinyal, implementasi FFT, dan deteksi puncak; bagian *result and discussion* menginterpretasikan spektrum frekuensi; dan *conclusion* menyoroti pentingnya Transformasi Fourier dalam analisis sinyal.

2. MATERIALS AND METHODS

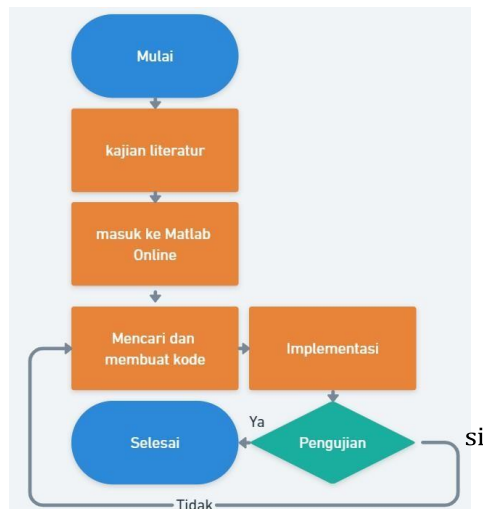
Material yang digunakan yaitu:

1. MATLAB Online.
2. Laptop dengan rekomendasi RAM 8GB.

Ada beberapa tahapan juga yang dilalui, yaitu:

1. Tahap analisis, pada tahap ini dilakukannya kajian studi literatur yang relevan dengan topik yang diambil. Literatur yang digunakan bersumber pada jurnal ilmiah dan project yang membahas tentang Sinyal Periodik menggunakan Transformasi Fourier.
2. Tahap implementasi, pada tahap ini dimulainya untuk membuat dan mengimplementasikan kode untuk menganalisis sinyal Periodik menggunakan Transformasi Fourier pada MATLAB Online.

Untuk melakukan implementasi analisis sinyal periodik menggunakan transformasi fourier digambarkan pada flowcart seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1

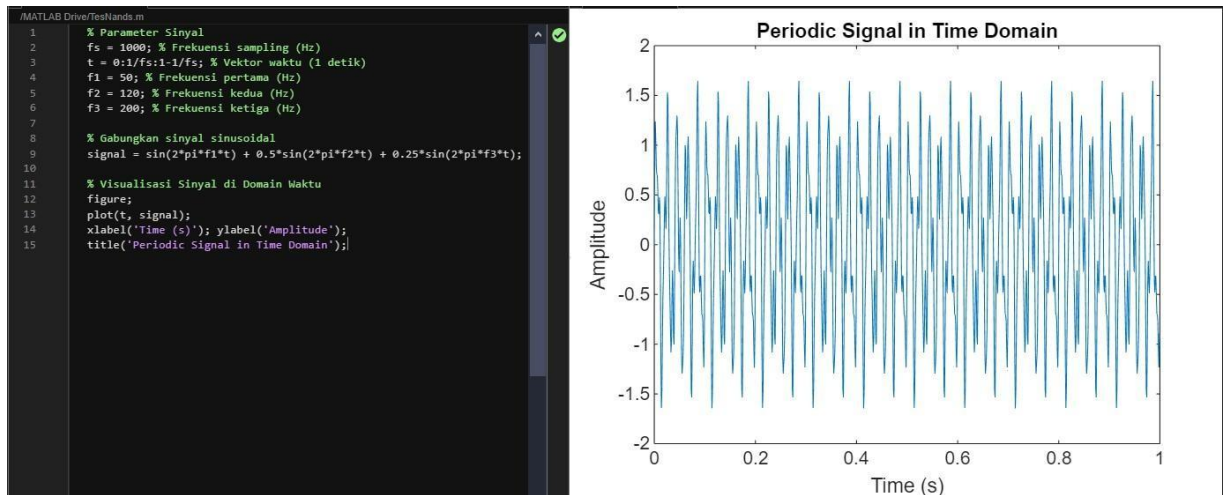
Berikut adalah penjelasan flowcart implementasi, pada **Gambar 1**:

- A. Mulai: Proses dimulai dari tahap inisiasi proyek atau tugas.
- B. Kajian Literatur: Langkah ini mencakup penelitian atau studi pustaka untuk memahami teori dan konsep yang diperlukan, termasuk teknik atau metode yang akan digunakan.
- C. Masuk ke MATLAB Online: Setelah memahami konsep melalui kajian literatur, pengguna mengakses MATLAB Online untuk memulai implementasi teknis.
- D. Mencari dan Membuat Kode: Di tahap ini, pengguna mencari referensi kode yang relevan, kemudian menuliskannya sesuai kebutuhan tugas atau proyek.
- E. Mencari dan Membuat Kode: Di tahap ini, pengguna mencari referensi kode yang relevan, kemudian menuliskannya sesuai kebutuhan tugas atau proyek.
- F. Pengujian: Proses pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa kode dan hasil yang diimplementasikan berjalan sesuai dengan tujuan.
 - Jika pengujian berhasil (jawaban "Ya"), maka proses dilanjutkan ke tahap berikutnya.
 - Jika pengujian tidak berhasil (jawaban "Tidak"), maka pengguna kembali ke tahap pembuatan kode untuk memperbaiki kesalahan.
- G. Selesai: Proyek atau tugas dianggap selesai setelah pengujian berhasil dan hasil yang diinginkan tercapai.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Sesuai dengan yang telah dipaparkan dibagian sebelumnya, yang nantinya akan diimplementasikan yaitu menganalisis sinyal periodik menggunakan transformasi fourier dengan beberapa poin yang dapat dianalisis, terdapat 3 bagian yang akan dianalisis, yaitu sebagai berikut: Plot domain waktu, Spektrum frekuensi, dan Akurasi Identifikasi.

a. Results



Gambar 2. Sinyal Periodik

Pada **Gambar 2**, dibuat terlebih dahulu sinyal periodik sebagaimana yang terlihat pada gambar. Dengan $f_s = 1000$ Hz dan masing masing frekuensi sinyalnya $f_1 = 50$ Hz, $f_2 = 120$ Hz, $f_3 = 200$ Hz. Lalu sinyal gabungan tersebut akan dihitung dengan mengombinasikan sinyal sinusoidal dari frekuensi – frekuensi tersebut dengan amplitudo yang berbeda.

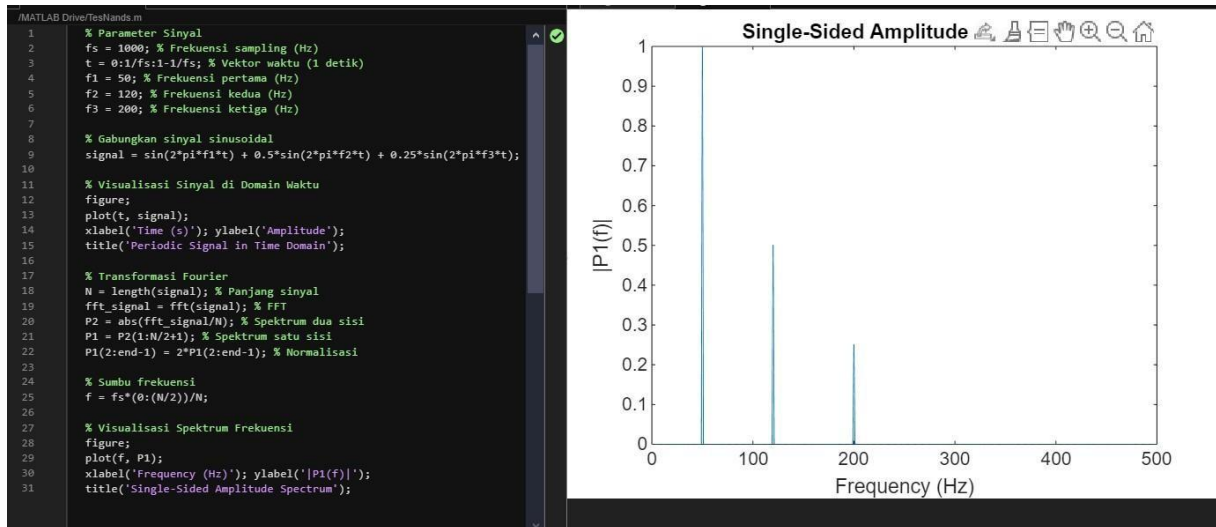
- Amplitudo sinyal pertama: 1.0
- Amplitudo sinyal kedua: 0.5
- Amplitudo sinyal ketiga: 0.25

Divisualisasikan dalam sinyal domain waktu dengan plot sumbu x berupa (*time (s)*) dan plot sumbu y berupa (*amplitude*).

Terlihat pada grafik tersebut menunjukkan kombinasi antara sinyal sinusoidal dengan ketiga frekuensi, yaitu: 50 Hz, 120 Hz, dan 200 Hz dalam domain waktu. Dengan amplitudo yang tampak bervariasi karena perbedaan frekuensi dan amplitudo dari masing – masing komponen sinyal. Frekuensi – frekuensi yang bukan kelipatan bulat satu sama lain menyebabkan kombinasi dari sinyal – sinyal tersebut menghasilkan pola yang kompleks (tidak harmonis sempurna).

Kombinasi antar sinyal menghasilkan pola yang mengulangi dirinya, akan tetapi tidak berbentuk gelombang sederhana dikarenakan ketiga sinyal memiliki frekuensi yang berbeda. Dengan hadirnya frekuensi tinggi yakni $f_3 = 200$ Hz menambah detail pada sinyal, hasilnya pada gambar terlihat sebagai osilasi kecil didalam gelombang utama. Frekuensi dominan pada sinyal tersebut diberikan oleh frekuensi 50 Hz, frekuensi tersebut memberikan pengaruh paling besar karena amplitudonya memiliki besar senilai 1.0.

Selanjutnya akan dilakukan Transformasi Fourier untuk mendapatkan spektrum frekuensi.



Gambar 3. Penambahan Transformasi Fourier

Dengan menggunakan kode “`fft_signal = fft(signal)`” maka akan menghitung FFT (*Fast Fourier Transform*) untuk sinyal gabungan. Untuk menghitung kedua sisi spektrum dari FFT dan membaginya dengan panjang sinyal untuk normalisasi digunakan kode “`P2 = abs(fft_signal/N)`”. Terlihat pada gambar hanya menggunakan satu sisi dikarenakan pada kode menggunakan fungsi untuk mengambil satu sisi saja “`P1 = P2(1: N/2+1)`”. Karena hanya mengambil setengah dari spektrum maka pada kode tersebut dikalikan dengan 2 agar bisa mempertahankan energi totalnya “`P1(2: end-1) = 2*P1(2: end-1)`”.

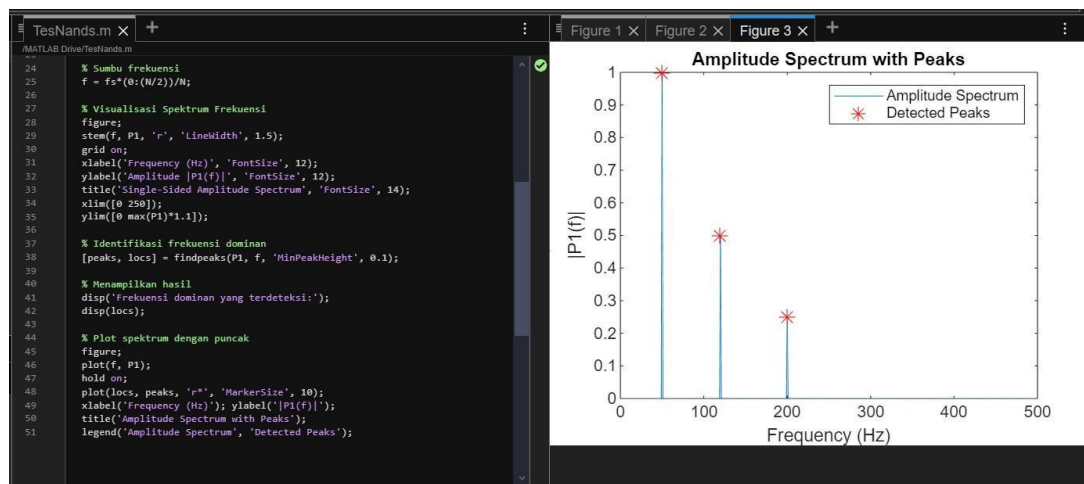
Terlihat pada grafik menunjukkan spektrum amplitudo berada pada domain frekuensi. Dimana terdapat tiga buah puncak pada frekuensi, yaitu:

- 50 Hz dengan amplitudo terbesar
- 120 Hz dengan amplitudo sedang
- 200 Hz dengan amplitudo terkecil

Puncak – puncak tersebut sesuai dengan frekuensi sinyal yang digabungkan, yaitu f_1, f_2, f_3 dengan amplitudo proporsional terhadap koefesien amplitudo masing – masing sinyal sinusoidal.

Transformasi Fourier dengan jelas menunjukkan bahwa sinyal gabungan terdiri dari tiga komponen frekuensi utama (50 Hz, 120 Hz, 200 Hz) sesuai dengan parameter yang ditunjukkan dalam kode. Frekuensi 50 Hz memiliki amplitudo terbesar dengan koefesien 1.0. Frekuensi 120 Hz memiliki amplitudo setengah dari 50 Hz dan frekuensi 200 Hz memiliki amplitudo seperempat dari 50 Hz. Karena hanya tiga frekuensi yang dimasukkan kedalam sinyal, grafik spektrum terlihat bersih tanpa puncak ideal, dimana ini menunjukkan sinyal tersebut adalah ideal.

Selanjutnya akan dilakukan identifikasi puncak pada spektrum frekuensi.



Gambar 4. Hasil Identifikasi Puncak

Puncak atau *peaks* pada spektrum amplitudo diidentifikasi menggunakan fungsi “findpeaks” dengan parameter *minimum peak height* sebesar 0.1. Frekuensi dominan yang terdeteksi akan ditampilkan pada *Command Window* dan diberi anotasi pada plot spektrum. Pada *Command Window* spektrum yang terdeteksi adalah 50 Hz, 120 Hz, dan 200 Hz.

```

Command Window
>> TesNands
Frekuensi dominan yang terdeteksi:
    50    120    200
  
```

Gambar 5. Hasil Pada Command Window

Plot menampilkan spektrum amplitudo “ $|P1(f)|$ ” terhadap frekuensi. Dimana puncak yang terdeteksi diberi tanda dengan symbol Bintang magenta “m*”. Fungsi “findpeaks” telah berhasil mendeteksi tiga puncak utama dalam spektrum dengan parameter *minimum peak height* (0.1) cukup efektif untuk menyaring noise atau komponen yang tidak relevan.

b. Discussion

Hasil analisis menunjukkan efektivitas Transformasi Fourier Cepat (*Fast Fourier Transform* - FFT) dalam memecah sinyal gabungan menjadi komponen frekuensi individual. Plot domain waktu berhasil memvisualisasikan kombinasi sinyal sinusoidal dari tiga frekuensi utama (50 Hz, 120 Hz, dan 200 Hz) dengan amplitudo yang berbeda, yaitu 1.0, 0.5, dan 0.25. Kombinasi ini menghasilkan pola sinyal yang kompleks, dengan detail tambahan yang ditimbulkan oleh frekuensi tinggi. Frekuensi 50 Hz tampak dominan dalam sinyal gabungan karena amplitudo yang lebih besar.

FFT mengungkapkan spektrum frekuensi yang terdiri dari tiga puncak utama yang sesuai dengan frekuensi sinyal input. Identifikasi puncak menggunakan fungsi “findpeaks” pada MATLAB berhasil mendeteksi ketiga puncak ini secara akurat, dengan parameter *minimum peak height* sebesar 0.1 yang efektif untuk menyaring noise. Grafik spektrum menunjukkan amplitudo yang proporsional terhadap koefisien amplitudo masing-masing sinyal sinusoidal, dengan frekuensi 50 Hz memiliki amplitudo tertinggi.

Implementasi FFT pada MATLAB Online menunjukkan efisiensi dalam menghitung spektrum frekuensi, serta kemudahan penggunaan dalam menganalisis sinyal periodik. Kombinasi pendekatan ini memberikan solusi yang sederhana dan akurat untuk kebutuhan analisis domain frekuensi, baik untuk tujuan pendidikan maupun aplikasi praktis di bidang teknik.

4. CONCLUSION

Penelitian ini menegaskan pentingnya analisis domain frekuensi dalam memahami dan memanipulasi karakteristik sinyal. Dengan menggunakan Transformasi Fourier Cepat (FFT) pada MATLAB, sinyal gabungan dapat dipecah menjadi komponen frekuensi utama dengan akurasi tinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa frekuensi dominan dapat diidentifikasi dengan jelas, sementara parameter seperti amplitudo dan noise dapat dimanipulasi untuk mencapai kebutuhan analisis tertentu.

Kesederhanaan implementasi MATLAB membuat pendekatan ini ideal untuk berbagai aplikasi di bidang telekomunikasi, teknik audio, dan teknik biomedis. Penelitian ini memberikan dasar yang kuat bagi pengembangan lebih lanjut dalam analisis sinyal, khususnya dalam mengidentifikasi dan memvisualisasikan konten frekuensi secara efektif.

5. ACKNOWLEDGEMENT

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ichwan Nul Ichsan, S.T., M.T., selaku dosen mata kuliah Praktikum Sistem Telekomunikasi 3, yang telah memberikan bimbingan dan saran berharga sehingga proyek ini dan penulisan artikel ini dapat diselesaikan dengan baik. Juga terima kasih kepada rekan - rekan penulis yang telah berkontribusi dan memberikan arahan dalam menyelesaikan artikel ini.

6. REFERENCES

- [1] Cooley, J. W., & Tukey, J. W. (1965). An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series. *Mathematics of Computation*, 19(90), 297–301. <https://doi.org/10.2307/2003354>
- [2] Smith, S. W. (1997). *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*. Retrieved from <https://www.dspguide.com>
- [3] Oppenheim, A. V., & Schafer, R. W. (2009). *Discrete-Time Signal Processing* (3rd ed.). Pearson Higher Education.
- [4] Proakis, J. G., & Manolakis, D. G. (2006). *Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications* (4th ed.). Pearson Education.
- [5] MathWorks. (n.d.). Fast Fourier Transform (FFT). Retrieved from <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/fft.html>
- [6] MathWorks. (n.d.). findpeaks Function Documentation. Retrieved from <https://www.mathworks.com/help/signal/ref/findpeaks.html>