

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi khususnya dalam bidang elektronika mengalami perkembangan yang cukup pesat dalam memaksimalkan kegunaannya yang berdampak besar. Salah satu diantaranya dibidang pengolahan sinyal digital salah satu fungsinya yaitu mengukur frekuensi dan besaran sinyal. Dalam teori pengolahan sinyal digital terdapat sub bidang yang membahas analisis spektrum frekuensi atau disebut *spectrum analyzer*. Piranti ukur *spectrum analyzer* berfungsi untuk mengukur besarnya tekanan frekuensi dan daya suatu sinyal[1].

Kebutuhan *spectrum analyzer* di Indonesia sangat banyak, utamanya bagi telekomunikasi dan pendidikan yang berperan penting mengetahui alokasi frekuensi yang belum terpakai dan di gunakan untuk praktikum di sekolah maupun universitas[2]. Dalam bidang telekomunikasi *spectrum analyzer* berperan penting, sebagai piranti ukur digital ini dimanfaatkan untuk melakukan pengujian pada alat telekomunikasi saat proses produksi dan perawatan. Kemudian digunakan pula untuk mengetahui alokasi frekuensi yang belum dipakai. Sedangkan dalam bidang pendidikan *spectrum analyzer* banyak dipakai di laboratorium fisika dan elektronika untuk praktikum analisa sinyal digital.

Perlu diketahui bahwa harga *spectrum analyzer* sendiri cukup tinggi sehingga banyak pihak yang belum mampu untuk membelinya. Salah satu cara untuk mengatasi hal ini adalah dengan membuat perangkat lunak yang dapat menyediakan fungsionalitas sama dengan *Spectrum Analyzer* itu sendiri dengan harga yang relative murah, namun untuk fitur yang dimiliki tidak selengkap *Spectrum Analyzer* sebenarnya yang diimplementasikan nantinya dan dapat menampilkan spektrum sinyal dalam rentang frekuensi tertentu juga diharapkan dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran untuk membantu atau meningkatkan kualitas pembelajaran[3].

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman lebih dalam mengenai prinsip cara kerja *spectrum analyzer* dan teknik analisis *spectrum* dalam pengukuran sinyal frekuensi pada berbagai bidang teknologi dan komunikasi elektronik pemahaman yang mendalam mengenai cara kerja *spectrum analyzer* sangat di perlukan guna mendukung inovasi dalam teknologi komunikasi elektronik yang dapat membantu mempermudah memahami cara kerja *spectrum analyzer* menggunakan panel LED P10.

Fast Fourier Transform (FFT) merupakan algoritma yang umum digunakan untuk mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. FFT banyak diterapkan pada sistem embedded dan instrumentasi digital karena efisiensi komputasi serta kemampuannya menampilkan spektrum frekuensi secara real-time. Namun, dalam implementasinya FFT memiliki keterbatasan resolusi frekuensi yang dipengaruhi oleh jumlah titik FFT (FFT size), frekuensi sampling, efek kuantisasi ADC, serta spectral leakage akibat penggunaan jendela waktu terbatas. Faktor-faktor tersebut menyebabkan perbedaan antara frekuensi hasil estimasi FFT dan frekuensi sinyal sebenarnya, yang dinyatakan dalam bentuk persentase error.

Dalam bidang instrumentasi dan pengolahan sinyal digital, beberapa penelitian IEEE menyatakan bahwa error estimasi frekuensi di bawah 5% masih dikategorikan akurat dan dapat diterima, khususnya untuk sistem pengukuran berbasis mikrokontroler dengan keterbatasan sumber daya. Jacobsen dan Kootsookos dalam *IEEE Signal Processing Magazine* menjelaskan bahwa error FFT sangat bergantung pada resolusi bin frekuensi, dan tanpa interpolasi, error kecil tidak dapat dihindari. Oleh karena itu, toleransi error beberapa persen dianggap wajar pada implementasi FFT praktis.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara menganalisis sinyal audio menjadi spektrum frekuensi yang dapat divisualisasikan secara real-time menggunakan mikrokontroler dan metode FFT (Fast Fourier Transform)?
2. Bagaimana cara mengolah dan menampilkan hasil analisis frekuensi tersebut ke dalam bentuk visual pada modul LED P10 secara efektif dan informatif?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah membahas mengenai:

1. Visualisasi hanya berupa grafik batang yang merepresentasikan intensitas frekuensi tertentu.
2. Resolusi tampilan terbatas oleh jumlah piksel P10.
3. Akurasi yang di hasilkan pengukuran tergantung pada kualitas komponen audio input.
4. Pengolahan pada sinyal menggunakan mikrokontroler Arduino, dengan keterbatasan kapasitas pemrosesan dan memori yang di milikinya.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu seagai berikut:

1. Menganalisis sinyal audio menggunakan algoritma Fast Fourier Transform (FFT) untuk memecahnya menjadi data spektrum frekuensi.

2. Membangun sistem visualisasi spektrum frekuensi audio secara real-time menggunakan modul LED P10.

E. Manfaat Penelitian

1. Dapat membantu mengidentifikasi sinyal pada rentang frekuensi tertentu, seperti gangguan pada pita frekuensi.
2. Dengan menggunakan modul P10 (modul LED matriks) dapat memvisualisasikan sinyal dalam bentuk grafik yang lebih mudah dipahami.
3. Memberikan literatur pembelajaran tentang pembuatan spectrum analyzer berbasis LED P10.