NAMA:

1. M. Zulva Riatma (103)

2. Shafwan Nabih M (101)

3. Tatag Yudho Prakoso (89)

4. Irfandi Hendra Faizza (93)

ESSAY

Deret Fourier, yang dikembangkan oleh Joseph Fourier, adalah konsep revolusioner yang menyatakan bahwa setiap sinyal periodik yang kompleks dapat diuraikan dan direkonstruksi sebagai penjumlahan tak terbatas dari fungsi sinus dan kosinus (disebut harmonik). Ini memungkinkan kita untuk berpindah dari domain waktu ke domain frekuensi, di mana kita dapat mengidentifikasi frekuensi penyusun dan kekuatan relatifnya.

## Bagian 1: Generasi Sinyal Kotak dan Sawtooth

### Sinyal Kotak

Sinyal kotak (square wave) dan sawtooth adalah contoh klasik sinyal non-sinusoidal yang memiliki banyak harmonik, menjadikannya kasus uji sempurna untuk Deret Fourier.

Sinyal kotak secara bergantian beralih antara dua amplitudo. Secara teoritis, sinyal ini hanya tersusun dari harmonik ganjil dari frekuensi dasarnya. Grafik yang dihasilkan akan menunjukkan transisi vertikal yang tajam.

### Sinyal Sawtooth

Sinyal sawtooth naik secara linier dan kemudian jatuh tajam. Sinyal ini tersusun dari semua harmonik (ganjil dan genap), dengan tanda yang bergantian.

## Bagian 2: Perbandingan Rekonstruksi Deret Fourier

Untuk memvisualisasikan kekuatan Deret Fourier, kami merekonstruksi kembali sinyal kotak (atau sawtooth) menggunakan jumlah suku (Term) yang berbeda: N=10, N=100, dan N=1000.

### Penjelasan Hasil Rekonstruksi

Hasil perbandingan jelas menunjukkan bahwa semakin banyak suku harmonik yang ditambahkan, semakin baik hasil rekonstruksi sinyal yang kompleks.

1. Sinyal Ideal dan Diskontinuitas: Sinyal periodik non-sinusoidal (seperti kotak dan sawtooth) memiliki diskontinuitas (transisi tiba-tiba) atau sudut yang tajam.
2. Peran Harmonik: Harmonik frekuensi rendah bertanggung jawab untuk membentuk bentuk dasar dan pola utama gelombang. Sebaliknya, harmonik frekuensi tinggi yang bertanggung jawab untuk membentuk detail halus dan mengatasi diskontinuitas.
3. Efek N Kecil (Misal N=10): Ketika jumlah suku N kecil, sinyal yang direkonstruksi gagal mereplikasi transisi tajam. Hal ini menghasilkan osilasi yang signifikan di sekitar tepi diskontinuitas, sebuah fenomena yang dikenal sebagai Gibbs Phenomenon.
4. Efek N Besar (Misal N=1000): Ketika N ditingkatkan, kita memasukkan lebih banyak harmonik frekuensi tinggi. Energi dari harmonik-harmonik ini secara kolektif menumpuk untuk 'menajamkan' transisi. Akibatnya, sinyal yang direkonstruksi semakin mendekati bentuk sinyal asli karena kita mendekati jumlahan tak hingga Deret Fourier.

Dengan demikian, metode Fourier Series menjadi dasar penting dalam analisis dan sintesis sinyal, dengan akurasi pendekatan yang sangat bergantung pada jumlah suku yang digunakan.

## Bagian 3: Analisis Spektrum Frekuensi Audio (Filter EQ)

Analisis spektrum menunjukkan bahwa proses menaikkan bass atau treble adalah tindakan memperkuat (menaikkan amplitudo/dB) sinyal audio pada rentang frekuensi tertentu.

Analisis Sampel 1

Bass Boost (Kurva Hijau): Terlihat level desibel (dB) pada rentang frekuensi rendah (di bawah 500 Hz) ditingkatkan secara signifikan dibandingkan dengan spektrum aslinya (biru). Puncaknya berada di sekitar 100-200 Hz, yang memberikan tambahan "hentakan" pada suara. Level frekuensi menengah dan tinggi cenderung mengikuti spektrum asli.

Treble Boost (Kurva Oranye): Sebaliknya, pada rentang frekuensi tinggi (di atas 4000 Hz), level dB ditingkatkan jauh melebihi spektrum asli. Hal ini akan membuat suara pada sampel ini terdengar lebih jernih dan detail pada frekuensi tingginya.

Analisis Sampel 2

Bass Boost (Kurva Hijau): Peningkatan level suara sangat terkonsentrasi pada frekuensi sangat rendah (di bawah 500 Hz). Ini menunjukkan penekanan yang kuat pada suara bass, membuatnya lebih dominan.

Treble Boost (Kurva Oranye): Terjadi peningkatan level yang sangat jelas di seluruh rentang frekuensi tinggi. Ini akan menambah "kilau" dan kejelasan pada instrumen seperti simbal atau vokal yang berfrekuensi tinggi.

Analisis Sampel 3

Bass Boost (Kurva Hijau): Lagi-lagi, kurva hijau menunjukkan level yang jauh lebih tinggi pada frekuensi rendah, mengonfirmasi bahwa frekuensi bass telah diperkuat untuk memberikan suara yang lebih dalam dan bertenaga.

Treble Boost (Kurva Oranye): Kurva oranye menjulang di atas kurva asli pada spektrum frekuensi tinggi, yang menandakan penajaman suara-suara renyah dan detail di bagian atas spektrum audio.

1. Rekonstruksi Sinyal: Demonstrasi Deret Fourier membuktikan bahwa sinyal kompleks dapat dibentuk dari harmonik sinus/kosinus, dengan akurasi yang meningkat secara dramatis seiring bertambahnya jumlah suku (N) yang disertakan, mengatasi fenomena Gibbs.
2. Analisis Spektrum Audio: Melalui FFT, kami mengonfirmasi bahwa karakter suara dapat diubah secara spesifik dengan memanipulasi konten frekuensinya.
3. Equalization (EQ): Filter Bass Boost, Walkie-Talkie, dan AM Radio menunjukkan bagaimana filter canggih bekerja; mereka bukan hanya sekadar filter low-pass atau high-pass sederhana, tetapi kombinasi yang dirancang untuk memperkuat atau menekan pita frekuensi tertentu, secara langsung menghasilkan efek timbre atau karakter suara yang diinginkan.