

## Laporan Tugas T04 – Pengolahan Sinyal Suara Burung

### Penjelasan Proses

Dalam tugas ini, saya melakukan eksperimen pengolahan sinyal suara dengan menggunakan sebuah file .wav berisi suara burung yang diperoleh dari situs [freesound.org](https://freesound.org). Tujuan utama dari eksperimen ini adalah menerapkan beberapa operasi dasar pengolahan sinyal suara digital, yaitu normalisasi amplitudo, noise reduction, transformasi domain frekuensi, pitch shifting, dan time stretching. Semua tahapan dilakukan menggunakan Python dengan bantuan pustaka librosa, numpy, matplotlib, dan soundfile. Pertama-tama, saya memuat file suara menggunakan librosa.load() dan menampilkannya dalam bentuk waveform. Kemudian dilakukan normalisasi dengan cara membagi sinyal dengan nilai amplitudo maksimum agar seluruh nilai berada di rentang [-1, 1]. Setelah itu saya melakukan peredaman noise menggunakan filter moving average, lalu melihat spektrum frekuensi menggunakan transformasi Fourier (STFT). Dua eksperimen tambahan dilakukan, yaitu menaikkan pitch sebanyak 5 semitone dan mempercepat suara hingga 1.5 kali.

### Visualisasi

Visualisasi dilakukan di setiap tahap untuk membantu memahami efek dari masing-masing operasi. Pada tahap awal, waveform dari sinyal asli ditampilkan, yang menunjukkan pola getaran suara burung dalam bentuk amplitudo terhadap waktu. Setelah normalisasi, amplitudo terlihat lebih seimbang dan terdistribusi secara merata. Pada proses noise reduction, waveform menjadi lebih halus akibat efek filter. Spektrogram yang dihasilkan dari STFT menunjukkan intensitas energi pada berbagai frekuensi dalam domain waktu, memvisualkan komponen harmonik suara burung. Selain itu, visualisasi waveform juga dibuat untuk suara setelah pitch shifting dan percepatan waktu, yang terlihat lebih padat pada sumbu waktu. Semua hasil visualisasi ini membantu memahami perubahan bentuk sinyal yang terjadi setelah setiap transformasi diterapkan.

<gambar waveform original> <gambar waveform normalisasi> <gambar waveform denoised>  
<gambar spektrogram> <gambar waveform pitch shift> <gambar waveform faster>

### Analisis

Setelah normalisasi, amplitudo sinyal tidak lagi terlalu besar atau terlalu kecil, yang memungkinkan pemrosesan lebih stabil pada tahap-tahap berikutnya. Pada tahap noise reduction, walaupun metode moving average cukup sederhana, ia berhasil meredam fluktuasi kecil yang kemungkinan merupakan noise latar belakang, meskipun detail suara burung juga sedikit berkurang. Spektrogram memperlihatkan bahwa sinyal memiliki dominasi frekuensi rendah hingga menengah, dan efek pitch shifting terlihat jelas ketika frekuensi dominan bergeser naik. Efek time stretching juga sangat terasa; mempercepat suara menyebabkan sinyal terlihat lebih padat pada sumbu waktu, dan terdengar seperti burung berkicau dengan kecepatan lebih tinggi. Secara keseluruhan, setiap transformasi menghasilkan perubahan yang signifikan

baik dalam bentuk visual maupun dalam persepsi suara saat diputar ulang. Ini menunjukkan keberhasilan operasi yang diterapkan.

### **Refleksi Pribadi**

Tugas ini memberikan pengalaman yang sangat menarik bagi saya dalam memahami pengolahan sinyal digital secara praktis. Sebelumnya, saya hanya memahami teori seperti normalisasi atau transformasi Fourier secara abstrak, tetapi setelah melakukan eksperimen langsung, saya jadi lebih paham bagaimana masing-masing proses bekerja dan dampaknya terhadap suara. Salah satu hal yang mengejutkan adalah betapa sederhana namun efektifnya filter moving average untuk mengurangi noise. Saya juga belajar bahwa pitch shifting dan time stretching adalah proses non-trivial yang bisa dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi seperti modifikasi suara, efek musik, bahkan pelatihan AI suara. Selain aspek teknis, saya jadi lebih peka terhadap struktur sinyal audio, serta pentingnya visualisasi untuk memahami proses transformasi data. Secara keseluruhan, tugas ini bukan hanya menambah pemahaman teknis, tetapi juga membuka wawasan baru tentang cara kerja teknologi audio yang saya temui sehari-hari.