

IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL PADA *TRAFFIC LIGHT* UNTUK *AMBULANCE*

Alfathricia Pradella¹, Farrady Alif Fiolana², Diah Arie W.K.³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kadiri, Kediri

E-mail: *1alfathdella124@gmail.com, *2farradyalif@uniska-kediri.ac.id, *3diahariewk@uniska-kediri.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Submitted:
July 16, 2024

Accepted:
July 18, 2024

Published:
July 31, 2024

ABSTRACT

Ambulance is a medical transportation tool that plays an important role in the emergency service system. In an ambulance there is a loudspeaker that is used as a danger signal, called an ambulance siren. In Indonesia the use of sirens on emergency vehicles is regulated in the 2009 Law on Road Traffic and Transportation Article 134 and Article 135. Increasing traffic density and lack of concern for emergency vehicles requires innovation in traffic light time management. This research utilizes research and development (R&D) method with an ambulance siren sound signal processing approach using the STFT (Short Time Fourier Transform) algorithm. Audio samples of ambulance siren sounds in .wav format are processed to detect frequencies in the 600 Hz – 850 Hz range, which are then used to control traffic lights. This system is designed to provide a priority green light on the route the ambulance is traveling. The results of this research were obtained from audio data processed using python programming, the library used was numpy for data processing and wave for reading files in .wav format. Then it was tested to obtain frequency signals from original audio, audio that had been influenced by the doppler effect and audio without noise. In the trial phase using a traffic light simulation there were 30 audio data, of the 30 audio there were 12 successful data and 18 failed data. The test results are in accordance with the provisions in the frequency range 600Hz- 850 Hz.

Keywords:

Ambulance, Sirine, STFT (Short Time Fourier Transform), Effect Doopler.

Kata Kunci:

Ambulance, Sirine, STFT (Short Time Fourier Transform), Efek Doopler.

ABSTRAK

Ambulance merupakan alat transportasi medis yang berperan penting dalam sistem layanan darurat. Dalam Ambulance terdapat alat pengeras suara yang dipergunakan sebagai tanda bahaya yang disebut Sirine ambulance. Di Indonesia penggunaan sirine pada kendaraan darurat diatur dalam Undang-undang Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 134 dan Pasal 135. Meningkatnya kepadatan lalu lintas dan kurangnya kepedulian terhadap kendaraan darurat, memerlukan adanya inovasi dalam manajemen waktu lampu lalu lintas, Penelitian ini memanfaatkan metode penelitian dan pengembangan (R&D) dengan pendekatan pengolahan sinyal suara sirine ambulance menggunakan algoritma STFT (Short Time Fourier Transform). Audio sampel suara sirine ambulance berformat .wav diproses untuk mendeteksi frekuensi dalam rentang 600 Hz – 850 Hz, yang kemudian digunakan untuk mengontrol lampu lalu lintas. Sistem ini dirancang untuk memberikan lampu hijau prioritas pada jalur yang dilalui ambulance. Hasil penelitian ini diperoleh dari data audio diolah menggunakan pemograman python, library yang digunakan yaitu numpy untuk pengolahan data dan wave untuk membaca file yang berformat .wav Kemudian diuji untuk mendapatkan sinyal frekuensi dari audio asli, audio yang telah dipengaruhi oleh efek doppler dan audio tanpa noise. Tahap uji coba menggunakan simulasi traffic light terdapat data audio yang berjumlah 30, dari 30 audio terdapat 12 data berhasil dan 18 data gagal. Hasil uji coba sesuai dengan ketentuan dalam rentang frekuensi 600Hz-850 Hz.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Corresponding Author:

Alfathricia Pradella,
 Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam
 Kadiri Jalan Sersan Suharmadji No. 38, Kota Kediri, Jawa Timur,
 Indonesia. Email: alfathdella123@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Ambulance adalah kendaraan atau unit transportasi medis yang dilengkapi peralatan medis untuk mengangkut, menangani pasien gawat darurat, dan memberikan pertolongan pertama dan melakukan perawatan intensif selama dalam perjalanan menuju rumah sakit rujukan. Meningkatnya kepadatan lalu lintas serta kurangnya rasa kepedulian antar sesama manusia, terutama di Kota Kediri, memerlukan adanya inovasi untuk manajemen waktu pada *traffic light* yang diperuntukkan untuk kendaraan prioritas (*Ambulance*). Banyaknya jumlah kendaraan disebabkan oleh pertumbuhan ekonomi dan urbanisasi juga turut berkontribusi pada terjadinya kemacetan lalu lintas. Dampak dari kemacetan lalu lintas terutama pada *traffic light* juga mencakup dampak kerugian terhadap lingkungan, keamanan serta kesehatan masyarakat.

Dalam penelitian ini meneruskan dari penelitian Muchamad Fajar Permana yang meneliti tentang klasifikasi suara sirine menggunakan STFT yang didalamnya terdapat data dan sample berformat .wav. Pada Penelitian ini membahas beberapa mode suara *ambulance* diantaranya : Mode Yelp, yaitu pada suara sirine *ambulance* menandakan atau digunakan Ketika *ambulance* tersebut sedang membawa pasien yang tidak darurat. Mode hi-lo, yaitu pada suara sirine *ambulance* menandakan Ketika *ambulance* tersebut sedang menjemput pasien. Mode wail 1, yaitu pada suara sirine *ambulance* menandakan Ketika *ambulance* tersebut sedang membawa jenazah. Mode wail 2, yaitu pada suara sirine *ambulance* menandakan Ketika *ambulance* tersebut sedang membawa pasien yang sedang dalam kondisi gawat darurat.

2. KAJIAN PUSTAKA**2.1. Traffic light**

Lampu lalu lintas (*Traffic light*) adalah lampu yang digunakan untuk mengatur kelancaran lalu lintas di suatu persimpangan dengan cara memberi kesempatan pengguna jalan masing-masing arah untuk berjalan secara bergantian. Karena fungsinya begitu penting maka lampu lalu lintas harus dikendalikan atau dikontrol semudah dan efisien mungkin guna memperlancar arus lalu lintas disuatu persimpangan jalan.[1] .

Pengaturan lalu lintas di persimpangan jalan dimaksudkan untuk mengatur pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan agar dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar arus lalu-lintas yang ada. Lampu lalu lintas menggunakan warna yang diakui secara universal untuk menandakan berhenti adalah warna merah, hati-hati yang ditadai dengan warna kuning, dan hijau yang berarti dapat berjalan. [7] Lampu lalu lintas dibuat bertujuan menghindari hambatan karena adanya perbedaan arus jalan bagi pergerakan kendaraan dan memfasilitasi persimpangan antara jalan utama untuk kendaraan dan pejalan kaki dengan jalan sehingga kelancaran arus lalu lintas dapat terjamin serta mengurangi tingkat kecelakaan yang diakibatkan oleh tabrakan karena perbedaan arus jalan. [2]

2.2. Algoritma STFT

STFT atau *Transformasi Fourier Waktu Singkat* adalah suatu metode yang digunakan untuk mendapatkan karakteristik frekuensi dari suatu sinyal. STFT merupakan algoritma transformasi pengembangan dari FFT (*Fast Fourier Transform*) untuk mentransformasikan sinyal non-stationer (sinyal bergerak). Algoritma STFT akan mencuplik sinyal masukan dalam rentang waktu tertentu. Sinyal masukan awal masih dalam domain frekuensi. Sinyal hasil cuplikan tersebut akan menempati domain waktu dan frekuensi. Untuk pencuplikan sinyal, STFT menggunakan fungsi *window* dengan lebar *window* (T) sesuai dengan sinyal hasil cuplikan. Fungsi *window* diletakkan pada sinyal yang pertama untuk tiap frekuensi yang berbeda. [6]

Dalam praktiknya, prosedur untuk menghitung STFT adalah membagi sinyal waktu yang lebih panjang menjadi segmen yang lebih pendek dengan panjang yang sama dan kemudian menghitung transformasi *Fourier* secara terpisah pada setiap segmen yang lebih pendek. Ini mengungkapkan spektrum *Fourier* pada setiap segmen yang lebih pendek. [3]

2.3. Polusi Suara atau Kebisingan

Polusi suara atau Kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki atau mengganggu. Gangguan bunyi hingga tingkat tertentu dapat diadaptasi oleh fisik, namun saraf dapat terganggu. Ambang bunyi (threshold of audibility) adalah intensitas bunyi yang sangat lemah yang masih dapat didengar telinga manusia, berenergi w/m^2 . Ambang bunyi ini disepakati mempunyai Tingkat bunyi 0 dB. Ambang sakit (threshold of pain) adalah kekuatan bunyi yang menyebabkan sakit pada telinga manusia, berenergi $1W/m^2$. [4]

Kebisingan (noise) adalah suara yang tidak dikehendaki. Kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat- alat kerja yang pada tingkat-tingkat

tertentu dapat mengganggu pendengaran. Pengaruh utama dari kebisingan adalah kerusakan pada Indera pendengaran dan psikologis makhluk hidup dan akibat ini telah diketahui dan diterima umum.[15]

2.4. Echo atau Gema

Echo merupakan gelombang bunyi yang dipantulkan disebut pula gema yaitu pengembalian bunyi dengan pembesaran yang cukup dan penundaan waktu dengan memperlihatkan sebagai suatu gelombang bunyi yang langsung ditransmisikan.[14]

2.5. Efek Doppler

Efek Doppler didefinisikan sebagai peningkatan atau penurunan frekuensi pada suara, Cahaya, atau gelombang lain Ketika sumber dan pengamat bergerak menuju atau menjauh satu sama lain. Efek dopler merupakan materi bunyi yang sebenarnya tidak terlalu sukar untuk diuraikan. [11] Efek doppler adalah perubahan frekuensi atau Panjang gelombang yang diterima oleh pengamat, jika sumber suara atau gelombang tersebut bergerak relative terhadap pengamat atau pendengar. [12]

3. METODE PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau sering disebut dengan research and development yang secara umum merupakan metode yang dapat diartikan sebagai cara untuk memperoleh informasi yang kemudian dapat digunakan untuk menghasilkan dan mengembangkan suatu penelitian. Dengan melakukan penelitian dan pengembangan terhadap penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan untuk mengimplementasi suara sirine kendaraan darurat pada *traffic light*, dan dengan melakukan pengembangan penelitian sebelumnya, maka yang dilakukan oleh penulis dapat menjadi pembaharuan atau penembangan dari penelitian yang sudah ada sebelumnya.

Pada penelitian ini memanfaatkan *Numpy* untuk pemrosesan dan mendeteksi sinyal suara yang diterima dari sirine *ambulance*. Sistem pengujian dalam penelitian ini sebagai berikut deteksi Suara Sirine, pemrosesan sinyal suara (Frekuensi dan gelombang) menggunakan efek Doppler, pemrosesan Frekuensi Spectrum dalam range 600Hz - 850 Hz sebagai suara sirine *ambulance*, mensimulasikan dan mengamati kerja *traffic light* saat suara sirine *ambulance* dibunyikan.

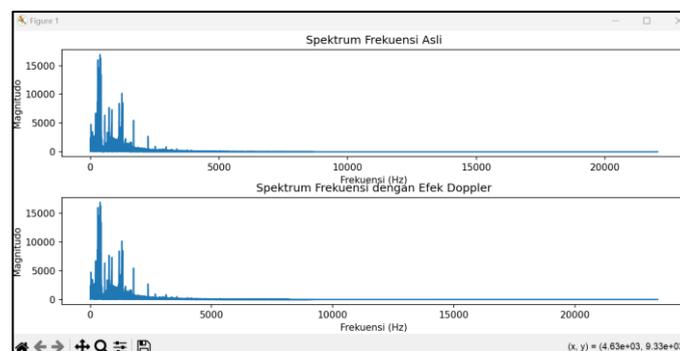
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang akan diolah yakni sampel suara dari rekaman suara sirine *ambulance* yang mempunyai 3 sampel file data audio, memiliki pengambilan audio dengan durasi yang berbeda berekstensi .wav. Apabila dilihat dari bentuk sinyal yang dihasilkan dari 3 sampel suara yang telah dikumpulkan, dapat dikatakan bahwa bentuk atau pola sinyal yang dihasilkan berbeda – beda antara satu dengan yang lainnya.

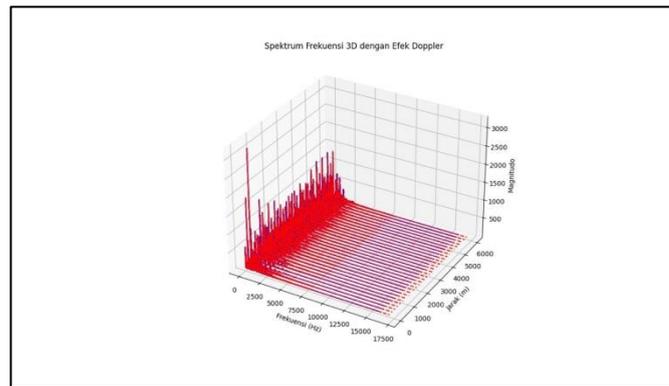
4.1. Pengambilan Sinyal Frekuensi

Sinyal audio dari sirine *ambulance* diambil menggunakan mikrofon atau alat perekam audio, Sinyal audio yang diambil diproses terlebih dahulu untuk mengurangi noise yang bisa melibatkan filtering atau normalisasi sinyal. STFT (Short Time Fourier Transform) bekerja membagi sinyal audio menjadi segmen-segmen pendek dengan panjang yang sama, sinyal tersebut dapat membantu dalam menganalisis frekuensi yang berubah seiring waktu. Hasil dari STFT untuk semua window digabungkan untuk membentuk sebuah spektogram, yang merupakan representasi dari frekuensi (sumbu y) dan waktu (sumbu x) dengan nilai amplitude yang menunjukkan kekuatan sinyal pada frekuensi dan waktu tertentu.

4.1.1. Frekuensi Audio Data Sampel 1 (Dengan Efek Doppler)



Gambar 1 Spectrum 2D sampel 1 (Frekuensi Asli dan Frekuensi Yang Dipengaruhi Efek Doppler)

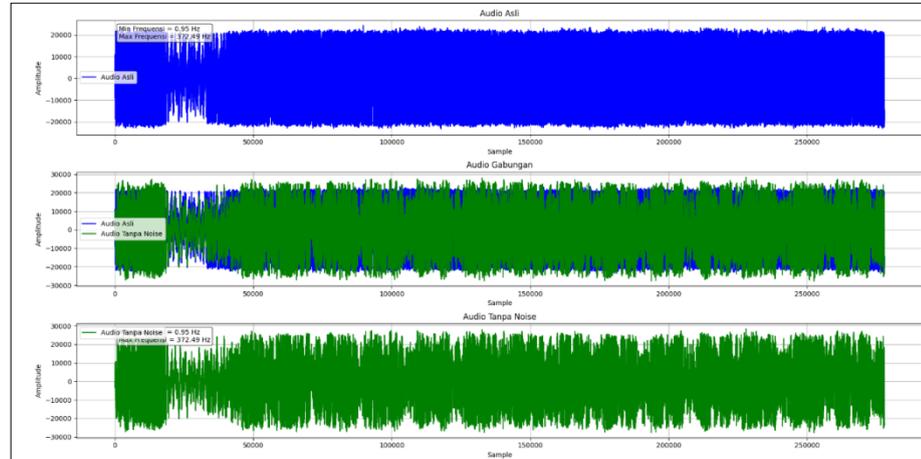


Gambar 2 Spectrum 3D sampel 1 (Frekuensi Asli dan Frekuensi yang Dipengaruhi Efek Doppler)

Spektrum Frekuensi Audio asli menunjukkan distribusi frekuensi dari audio tanpa adanya efek doppler, Diketahui bahwa rentang frekuensi yang ditampilkan adalah dari 0 hingga sekitar 22,000 Hz. Amplitudo (magnitudo) puncak tertinggi berada di sekitar frekuensi rendah (kurang dari 5000 Hz), yang menunjukkan bahwa audio didominasi oleh frekuensi-frekuensi rendah hingga menengah. Pada Audio asli terdeteksi frekuensi minimum adalah 0,95 Hz dan frekuensi maksimum adalah 372,49 Hz

Spektrum Frekuensi Audio efek doppler menunjukkan distribusi frekuensi dari audio dengan adanya efek doppler, Diketahui rentang frekuensi yang ditampilkan sama dengan spectrum asli, yaitu dari 0 hingga sekitar 22,000 Hz. . Pada audio yang telah dipengaruhi oleh efek doppler terdeteksi frekuensi minimum adalah 1,02 Hz dan frekuensi maksimum adalah 373,54 Hz. Efek doppler menyebabkan pergeseran frekuensi dari audio ketika bergerak relative terhadap pendengar. Jika memperhatikan pergeseran dalam puncak-puncak frekuensi yang dibandingkan dengan spektrum audio asli, dalam grafik tersebut tidak terlihat perbedaan signifikan yang jelas.

4.1.2. Frekuensi Audio Data Sampel 1 (Dengan Noise dan Tidak)

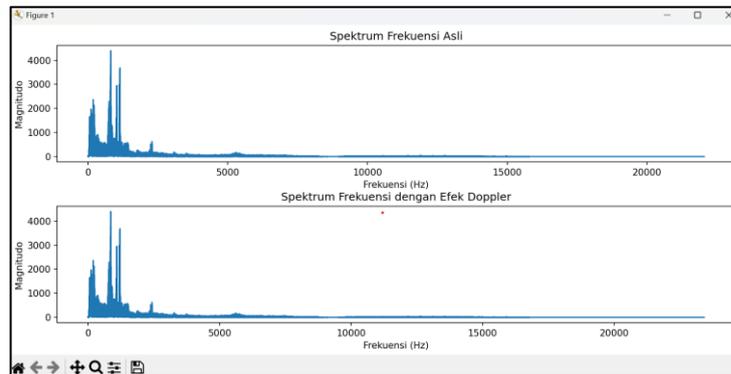


Gambar 3 Spectrum Audio Data Sampel 1

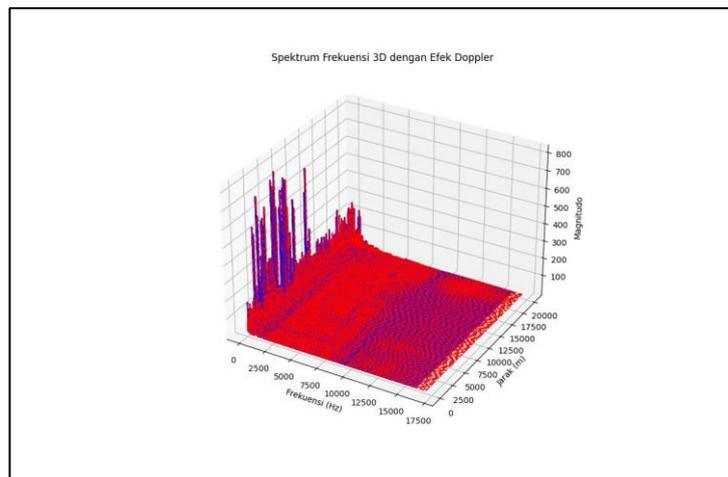
Pada 3 Grafik diatas warna biru menunjukkan spectrum audio asli dan warna hijau menunjukkan spectrum audio yang telah dihilangkan noise nya. Pada Audio asli terdeteksi frekuensi minimum adalah 0,95 Hz dan frekuensi maksimum adalah 372,49 Hz. Pada audio yang telah dihapus noise nya terdeteksi frekuensi minimum adalah 0,95 Hz dan frekuensi maksimum adalah 372,49 Hz. Pada grafik audio asli memperlihatkan variasi amplitude yang cukup besar dan menyebar merata sepanjang durasi sinyal sedangkan pada grafik audio yang telah dihapus noise nya memperlihatkan variasi amplitude yang lebih halus, yang mengindikasikan bahwa sinyal lebih bersih.

Secara keseluruhan, gambar spectrum diatas menggambarkan proses penghilangan noise dari sinyal audio asli. Plot Tengah menunjukkan bahwa sinyal asli dan sinyal tanpa noise memiliki banyak kesamaan, tetapi sinyal tanpa noise memiliki Tingkat intensitas yang lebih konsisten, mengindikasi bahwa penghilangan noise telah berhasil dilakukan.

4.1.3. Frekuensi Audio Data Sampel 2 (Dengan Efek Doppler)



Gambar 4 Spectrum 2D sampel 2 (Frekuensi Asli dan Frekuensi Yang Dipengaruhi Efek Doppler)

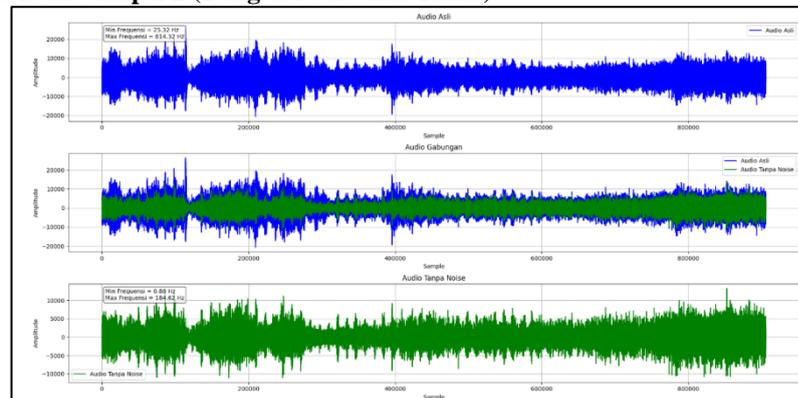


Gambar 5 Spectrum 3D sampel 2 (Frekuensi Asli dan Frekuensi yang Dipengaruhi Efek Doppler)

Spektrum Frekuensi Audio asli menunjukkan distribusi frekuensi dari audio tanpa adanya efek doppler, Diketahui bahwa rentang frekuensi yang ditampilkan adalah dari 0 hingga sekitar 22,000 Hz. Amplitudo (magnitudo) puncak tertinggi berada di sekitar frekuensi rendah (kurang dari 5000 Hz), yang menunjukkan bahwa audio didominasi oleh frekuensi-frekuensi rendah hingga menengah. Pada Audio asli terdeteksi frekuensi minimum adalah 25,32 Hz dan frekuensi maksimum adalah 814,32 Hz

Spektrum Frekuensi Audio efek doppler menunjukkan distribusi frekuensi dari audio dengan adanya efek doppler, Diketahui rentang frekuensi yang ditampilkan sama dengan spectrum asli, yaitu dari 0 hingga sekitar 22,000 Hz. . Pada audio yang telah dipengaruhi oleh efek doppler terdeteksi frekuensi minimum adalah 25,42 Hz dan frekuensi maksimum adalah 814,42 Hz. Efek doppler menyebabkan pergeseran frekuensi dari audio ketika bergerak relative terhadap pendengar. Jika memperhatikan pergeseran dalam puncak-puncak frekuensi yang dibandingkan dengan spektrum audio asli, dalam grafik tersebut tidak terlihat perbedaan signifikan yang jelas.

4.1.4. Frekuensi Audio Data Sampel 2 (Dengan Noise dan Tidak)

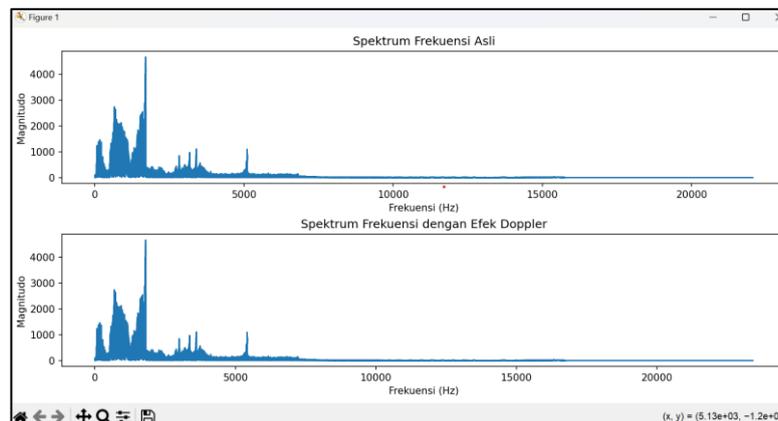


Gambar 6 Spectrum Audio Data Sampel 2

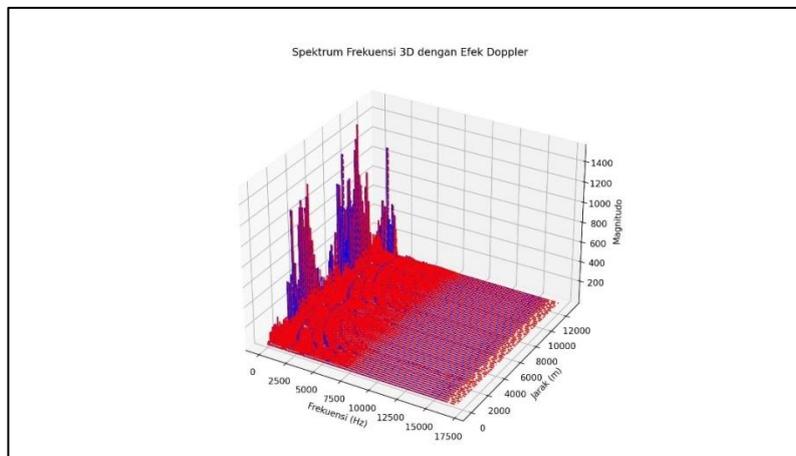
Pada plot grafik pertama menggambarkan audio asli dan menunjukkan amplitudo audio asli dari sampel sirine *ambulance*. Diketahui bahwa frekuensi minimum 25,32 Hz dan frekuensi maksimum 814,32 Hz. Amplitudo bervariasi secara signifikan, mencerminkan suara sirine yang keras dan berubah-ubah. Pada plot grafik kedua menggambarkan perbandingan diantara audio asli dengan audio yang telah dihilangkan noise nya

Pada plot grafik ketiga menggambarkan audio yang telah dihapus noisennya dan menunjukkan amplitudo setelah noise dihilangkan. Diketahui bahwa frekuensi minimum 0,88 Hz dan frekuensi maksimum 184,62 Hz. Setelah noise dihilangkan, rentang frekuensi audio menjadi lebih sempit. Frekuensi yang lebih tinggi mungkin merupakan komponen noise yang telah dihilangkan. Amplitudo yang lebih stabil dan kurang berfluktuasi dibandingkan dengan audio asli yang menunjukkan bahwa proses penghilangan noise telah berhasil mengurangi gangguan pada sinyal asli.

4.1.5. Frekuensi Audio Data Sampel 3 (Dengan Efek Doppler)



Gambar 7 Spektrum 2D sampel 3 (Frekuensi Asli dan Frekuensi Yang Dipengaruhi Efek Doppler)

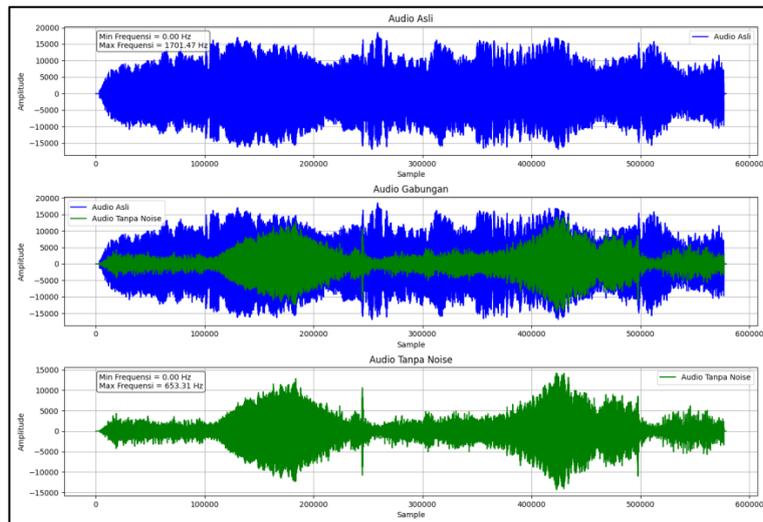


Gambar 8 Spektrum 3D sampel 3 (Frekuensi Asli dan Frekuensi Yang Dipengaruhi Efek Doppler)

Spektrum Frekuensi Audio asli menunjukkan distribusi frekuensi dari audio tanpa adanya efek doppler, Diketahui bahwa rentang frekuensi yang ditampilkan adalah dari 0 hingga sekitar 22,000 Hz. Amplitudo (magnitudo) puncak tertinggi berada di sekitar frekuensi rendah (kurang dari 5000 Hz), yang menunjukkan bahwa audio didominasi oleh frekuensi-frekuensi rendah hingga menengah. Pada Audio asli terdeteksi frekuensi minimum adalah 0,00 Hz dan frekuensi maksimum adalah 1701,47 Hz

Spektrum Frekuensi Audio efek doppler menunjukkan distribusi frekuensi dari audio dengan adanya efek doppler, Diketahui rentang frekuensi yang ditampilkan sama dengan spectrum asli, yaitu dari 0 hingga sekitar 22,000 Hz. Pada audio yang telah dipengaruhi oleh efek doppler terdeteksi frekuensi minimum adalah 0,00 Hz dan frekuensi maksimum adalah 180,37 Hz. Efek doppler menyebabkan pergeseran frekuensi dari audio ketika bergerak relative terhadap pendengar. Jika memperhatikan pergeseran dalam puncak-puncak frekuensi yang dibandingkan dengan spektrum audio asli, dalam grafik tersebut tidak terlihat perbedaan signifikan yang jelas.

4.1.6. Frekuensi Audio Data Sampel 3 (Dengan Noise dan Tidak)



Gambar 9 Spectrum Audio Data Sampel 3

Pada 3 Grafik diatas warna biru menunjukkan spectrum audio asli dan warna hijau menunjukkan spectrum audio yang telah dihilangkan noise nya. Pada Audio asli terdeteksi frekuensi minimum adalah 0,00 Hz dan frekuensi maksimum adalah 1701,47 Hz. Pada audio yang telah dihapus noise nya terdeteksi frekuensi minimum adalah 0,00 Hz dan frekuensi maksimum adalah 653,31 Hz. Pada grafik audio asli memperlihatkan variasi amplitude yang cukup besar dan menyebar merata sepanjang durasi sinyal sedangkan pada grafik audio yang telah dihapus noise nya memperlihatkan variasi amplitude yang lebih halus, yang mengindikasikan bahwa sinyal lebih bersih.

Secara keseluruhan, gambar spectrum diatas menggambarkan proses penghilangan noise dari sinyal audio asli. Plot Tengah menunjukkan bahwa sinyal asli dan sinyal tanpa noise memiliki banyak kesamaan, tetapi sinyal tanpa noise memiliki Tingkat intensitas yang lebih konsisten, mengindikasikan bahwa penghilangan noise telah berhasil dilakukan.

4.2. Simulasi *Traffic light*

Dalam tahapan simulasi ini setelah data terkumpul dan diketahui bentuk dan nilai frekuensi, dalam pengimplentasian frekuensi perlu ditentukan dalam range 600Hz - 800Hz untuk mengidentifikasi bahwa frekuensi tersebut adalah suara sirine *ambulance*. Data sampel audio diolah menjadi frekuensi menggunakan Bahasa pemograman python, Library numpy digunakan untuk pengolahan data dan wave digunakan untuk membaca file berformat .wav. Library Matplotlib digunakan untuk mengubah data menjadi bentuk grafik dan diagram. Library tkinter digunakan untuk pembuatan simulasi. Setiap data sampel mempunyai frekuensi yang berbeda dan durasi yang berbeda. Tabel 1.1. menunjukkan rincian durasi dan frekuensi dari masing-masing audio sampel.

Tabel.1 Durasi dan Frekuensi Audio Sampel

No	Audio Sampel	Durasi	Frekuensi Tertinggi
1	Sampel 1 Audio Asli	6 detik	372.49 Hz
2	Sampel 1 Audio dipengaruhi Efek Doppler	6 detik	373.54 Hz
3	Sampel 1 Audio Tanpa Noise	6 detik	372.49 Hz
4	Sampel 2 Audio Asli	20 detik	814.32 Hz
5	Sampel 2 Audio dipengaruhi Efek Doppler	20 detik	814.42 Hz
6	Sampel 2 Audio Tanpa Noise	20 detik	184.62 Hz
7	Sampel 3 Audio Asli	13 detik	1701.47 Hz
8	Sampel 3 Audio dipengaruhi Efek Doppler	13 detik	180.37 Hz
9	Sampel 3 Audio Tanpa Noise	13 detik	653.31 Hz

Untuk tahap simulasi diperlukan range 600 Hz – 800 Hz untuk mengetahui apakah frekuensi tersebut dapat dideteksi sebagai suara sirine *ambulance*. Jika suara sirine terdeteksi pada suatu persimpangan dengan frekuensi yang telah ditetapkan maka persimpangan tersebut akan menginterupsi system control pada *traffic light* dengan langsung mengganti lampu yang sebelumnya merah menjadi hijau sampai *ambulance* sudah melewati simpang. Jika suara sirine tidak terdeteksi maka *traffic light* akan bekerja normal.



Gambar 10 Simulasi *Traffic light* Menggunakan Library Tkinter

Pada pembuatan simulasi *traffic light* menggunakan library tkinter dimulai dengan mendefinisikan class ``TrafficLightSimulation`` yang menginisialisasi semua komponen yang diperlukan untuk simulasi. Pada metode inisialisasi ``__init__`` ditambahkan ke jendela utama yang difungsikan sebagai area untuk menggambar gambar latar jalan dan lampu lalu lintas, beberapa tombol di sebelah kanan digunakan untuk menginput suara sirine. Pada gambar simulasi menggunakan lebar 800 pixel dan tinggi 800 pixel.

Tabel dibawah ini adalah Hasil dari Audio sampel yang sudah diimplementasikan pada simulasi *traffic light*:

Tabel 2 Hasil Pengujian Audio Sampel

No	Data Audio	Peak Frequency	Berhasil/Gagal
1	Audio 1	664,96 Hz	Berhasil
2	Audio 2	814.32 Hz	Berhasil
3	Audio 3	1701.47 Hz	Gagal
4	Audio 4	17,28 Hz	Gagal
5	Audio 5	367,38 Hz	Gagal

6	Audio 6	642,32 Hz	Berhasil
7	Audio 7	772,65 Hz	Berhasil
8	Audio 8	414,91 Hz	Gagal
9	Audio 9	547,87	Gagal
10	Audio 10	84,69	Gagal
11	Audio 11	397,06	Gagal
12	Audio 12	831,32	Berhasil
13	Audio 13	785,43	Berhasil
14	Audio 14	308,21	Gagal
15	Audio 15	663,32	Berhasil
16	Audio 16	788,55 Hz	Berhasil
17	Audio 17	30,38 Hz	Gagal
18	Audio 18	624,75	Berhasil
19	Audio 19	30,20	Gagal
20	Audio 20	621,54	Berhasil
21	Audio 21	489,93	Gagal
22	Audio 22	390,29	Gagal
23	Audio 23	638,65	Berhasil
24	Audio 24	532,76	Gagal
25	Audio 25	102,44	Gagal
26	Audio 26	405,52	Gagal
27	Audio 27	507,63	Gagal
28	Audio 28	792,54	Berhasil
29	Audio 29	406,57	Gagal
30	Audio 30	876,32	Gagal

Berdasarkan tabel 4.2 di atas dari jumlah 30 data sampel yang diambil dan diuji frekuensinya pada tahap simulasi didapati hasil yang cukup bagus, yang mana data frekuensi sesuai dengan yang diharapkan atau diinginkan dengan rincian seperti berikut :

1. Dari 30 data audio yang diuji, jumlah data yang berhasil yaitu ada 12 data yang berhasil terdeteksi frekuensinya di dalam tahap uji simulasi.
2. Dari 30 data audio yang diuji, jumlah data yang gagal yaitu 18 data yang gagal terdeteksi frekuensinya di dalam tahap simulasi.
3. Dari 12 data audio yang berhasil terdeteksi berada di range 621,54 Hz -814,32 Hz
4. Dari 18 data audio yang gagal terdeteksi berada di frekuensi terendah dalam range 17,28 Hz – 532,76 Hz dan di frekuensi tertinggi dalam range 876,32 Hz – 1701,47 Hz
5. Presentase dari keberhasilan 40% dan presentase gagal 60%

Setelah melihat hasil rincian uji data beberapa data sirine tersebut dapat dikatakan bahwa uji simulasi data yang dilakukan berhasil dikarenakan tahap simulasi diperlukan range 600Hz – 850Hz. Kecocokan antar masing masing frekuensi sirine *ambulance* membuahkan hasil yang cukup akurat dalam proses tahapan uji simulasi. System control dapat memberikan prioritas optimal kepada *ambulance* melalui data frekuensi yang telah ditentukan dan keefektifitasan system control sudah berjalan dengan apa yang diinginkan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan proses pengumpulan data, frekuensi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Sirine *ambulance* memiliki durasi pola sinyal dan frekuensi yang berbeda-beda.

2. Data sampel audio diolah menjadi frekuensi menggunakan Bahasa pemrograman python, Library numpy digunakan untuk pengolahan data dan wave digunakan untuk membaca file berformat .wav. Library Matplotlib digunakan untuk mengubah data menjadi bentuk grafik dan diagram. Library tkinter digunakan untuk pembuatan simulasi.
3. Tahap simulasi untuk pengontrolan system dengan mengikuti nilai frekuensi dari range 600Hz – 850Hz.
4. Dari 3 data audio yang diteliti untuk mengetahui nilai frekuensi terendah dan tertinggi,
5. Dari 30 data yang berhasil terdapat 12 sampel suara dan yang gagal 18 sampel suara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cahyono, B. D., & Talia, N. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Simulasi Lampu Lalu Lintas Menggunakan Proteus Dan Arduino. *Jurnal Pendidikan Dasar Dan Sosial Humaniora*, 1(1), 65-70.
- [2] Putra, E. K., & Oktaviandi, O. (2022). Prototipe Peringatan Pelanggaran Zebra Cross Pada Lampu Lalu Lintas Dengan Sirine Menggunakan Arduino. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(2), 51-56.
- [3] Rosyady, P. A., & Feter, M. R. (2022). Prototype Lampu Lalu Lintas Adaptif Berdasarkan Panjang Antrian Kendaraan Berbasis Arduino Uno. *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 6(2), 173-186.
- [4] Wiranata, H. (2014). *Kontrol Traffic light Untuk Kelancaran Ambulance Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Dan Ic Lm567* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- [5] W. H. M. 2 Dian Hartanti 1, “Penetapan Titik Pendeteksi Antrian Kendaraan Pada Perempatan Lampu Lalu Lintas,” *J. Chem. Inf. Model.*, Vol. 5, No. 2, Pp. 1689-1699, 2016, Doi: 10.1017/Cbo9781107415324.004.
- [6] A. T. D. Saragih, A. Rizal, And R. Magdalena, “Penentuan Akor Gitar Dengan Menggunakan Algoritma Short Time Fourier Transform,” *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf. 2009 (Snati 2009)*, Vol. 2009, No. Snati, Pp. 114– 119, 2009.
- [7] Ibrahim, M. H., Tritasmoro, I. I., & Novamizanti, L. Implementasi Sistem Kontrol Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Suara Sirene Pada Arduino Implementation Of *Traffic light* Control System Based On Siren Sound In Arduino.
- [8] Krishnan, S., Thangaveloo, R., Abd Rahman, S. E. B., & Sindiramutty, S. R. (2021). Smart Ambulance Traffic Control System. *Trends In Undergraduate Research*, 4(1), C28-34.]
- [9] Madani, R. (2021). Smart *Traffic light* Control System For Ambulance Using Iot. *International Research Journal Of Engineering And Technology*, 8(1), 1187-1190.
- [10] Karimah, H. N., Subali, B., Ellianawati, E., Handayani, L., & Natalia, E. S. (2019, October). Pengembangan Alat Peraga Efek Doppler. In *Prosiding Seminar Nasional Lontar Physics Forum* (Pp. 47-53).
- [11] Habibi, N. (2019). Perancangan Alat Ukur Kecepatan Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Prinsip Efek Doppler. *Inovasi Fisika Indonesia*, 4(3).
- [12] Masthura, M. (2020). Penerapan Fisika Dalam Lingkungan.
- [13] Akustik, B. J. B., & Lubis, H. H. Analisis Koefisien Penyerapan Frekuensi Bunyi Dari.