

Analisis Visual Pengaruh Noise Terhadap Kualitas Sinyal Analog dan Digital Menggunakan Software Audio

Ibrahim Nazaril Al-Qotani¹, Andi Brata Nugraha², Eliyanto Anugerah Putra³, Rustamaji⁴

^{1,2,3} Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Bandung

⁴ Dosen Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Bandung

¹ibrahim.nazaril@mhs.itenas.ac.id; ²andi.brata@mhs.itenas.ac.id; ³elijanto.anugerah@mhs.itenas.ac.id; ⁴rustamajisaja@gmail.com

* Email Koresponden

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Gangguan sinyal atau noise merupakan salah satu masalah utama dalam transmisi data yang dapat menurunkan kualitas informasi pada sistem analog maupun digital. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh noise secara visual dengan menggunakan software audio. Metode yang digunakan adalah simulasi, di mana sinyal murni dijadikan sebagai acuan awal sebelum diberi berbagai tingkat gangguan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada sinyal analog, noise menyebabkan distorsi bentuk gelombang yang bersifat permanen dan sulit dipulihkan. Sebaliknya, pada sinyal digital, data cenderung tetap terjaga selama gangguan tidak melebihi ambang batas tertentu. Perbedaan karakteristik sinyal ini dapat diamati secara visual melalui tampilan bentuk gelombang pada software. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem digital memiliki keunggulan dalam mempertahankan kualitas sinyal di lingkungan yang bising serta berpotensi digunakan sebagai media pembelajaran dasar telekomunikasi dan pengolahan sinyal.

Kata Kunci: Noise, Sinyal Analog, Sinyal Digital

ABSTRACT

Signal interference or noise is one of the main problems in data transmission that can reduce information quality in both analog and digital systems. This study aims to visually analyze the effects of noise using audio software. The method used is simulation-based, where a pure signal is used as an initial reference before being subjected to various levels of interference. The analysis results show that in analog signals, noise causes permanent waveform distortion that is difficult to recover. In contrast, digital signals tend to maintain data integrity as long as the interference does not exceed a certain threshold. These differences in signal characteristics can be visually observed through waveform displays in the software. The results indicate that digital systems have advantages in maintaining signal quality in noisy environments and have the potential to be used as educational media for basic telecommunication and signal processing studies.

Keywords: Noise, Analog Signal, Digital Signal



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright ©2026 by Author. Published by PT Beranda Teknologi Academia

PENDAHULUAN

Sinyal merupakan bentuk fisik dari suatu informasi yang dapat berupa sinyal analog maupun digital. Sinyal analog memiliki sifat kontinu baik terhadap waktu maupun amplitudo, sehingga lebih rentan terhadap gangguan noise. Keberadaan noise pada sinyal analog dapat menyebabkan distorsi bentuk gelombang yang berujung pada penurunan kualitas sinyal. Sebaliknya, sinyal digital

direpresentasikan dalam bentuk diskrit melalui proses sampling, sehingga memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap noise hingga batas tertentu sebelum terjadi kesalahan data [1].

Noise merupakan gangguan acak yang secara alami selalu muncul dalam sistem komunikasi dan pengolahan sinyal. Gangguan ini dapat menurunkan kualitas sinyal secara signifikan, sehingga diperlukan parameter tertentu untuk mengukur tingkat pengaruhnya. Salah satu parameter yang umum digunakan adalah *Signal-to-Noise Ratio* (SNR), yaitu perbandingan antara daya sinyal utama dengan daya noise. Nilai SNR yang tinggi menunjukkan kualitas sinyal yang baik, sedangkan nilai SNR yang rendah menandakan bahwa noise lebih dominan dibandingkan sinyal utama [1], [2]. Pada transmisi data digital, keberadaan *noise* sering kali dianalisis menggunakan *Eye Pattern* untuk melihat integritas sinyal di atas ambang batas keputusan (*decision threshold*) [3]. Menurut studi terbaru dari Kurniawan (2024), interferensi elektromagnetik merupakan sumber *noise* eksternal paling umum yang secara drastis menurunkan indeks modulasi pada sistem komunikasi nirkabel [4].

Dalam pengolahan sinyal audio, pendekatan visual melalui analisis bentuk gelombang dan spektrum frekuensi menjadi cara yang efektif untuk memahami pengaruh noise secara lebih mudah. Perangkat lunak *open-source* seperti Audacity memungkinkan pengguna untuk mengamati sinyal dalam domain waktu dan frekuensi, serta melakukan penambahan noise secara terkontrol untuk keperluan analisis dan pembelajaran, pengamatan visual ini memungkinkan identifikasi distorsi amplitudo dan pergeseran fase yang sering kali tidak tertangkap hanya melalui indra pendengaran [5].

Beberapa penelitian di Indonesia telah membahas pengaruh noise terhadap sinyal audio serta metode pengurangannya. Penelitian oleh Ali et al menunjukkan bahwa penerapan filter digital FIR mampu menurunkan noise dan meningkatkan nilai SNR pada sinyal audio yang terkontaminasi gangguan [6]. Selain itu, Hayati et al menganalisis kinerja filter digital IIR dalam mereduksi noise pada sinyal suara dengan mengevaluasi perubahan spektrum frekuensi [7], hal ini sejalan dengan temuan Sanjaya (2024) yang menyatakan bahwa pada sistem komunikasi, *noise* yang tidak terfilter akan meningkatkan *Bit Error Rate* (BER), yang pada akhirnya memaksa sistem untuk menurunkan kecepatan transmisi guna menjaga integritas data [8].

Visualisasi spektrum menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) pada perangkat lunak audio sangat membantu dalam membedakan karakteristik antara *white noise* dan *impulse noise* yang mengontaminasi sinyal informasi [9]. Lebih lanjut, Fahmi (2024) menyatakan bahwa penggunaan alat analisis visual *open-source* memberikan kemudahan dalam mengevaluasi efektivitas algoritma *noise reduction* tanpa memerlukan perangkat keras laboratorium yang mahal. Meskipun berbagai penelitian tersebut telah membahas teknik reduksi noise dan evaluasi kualitas sinyal secara terukur, kajian yang secara khusus menekankan analisis visual perbandingan pengaruh noise terhadap sinyal analog dan sinyal digital menggunakan *software* Audacity masih relatif terbatas dalam literatur jurnal di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis visual terhadap pengaruh noise pada sinyal analog dan digital menggunakan Audacity, dengan mengamati perubahan bentuk gelombang dan spektrum frekuensi sebagai indikator penurunan kualitas sinyal. Selain itu, beberapa studi menunjukkan bahwa analisis spektrogram pada *software* audio mampu menyajikan data distribusi energi sinyal secara mendetail, yang sangat krusial dalam menentukan strategi pemfilteran yang tepat untuk menjaga integritas data digital. Fadillah (2022) menekankan bahwa penggunaan *software* audio seperti Audacity tidak hanya terbatas pada analisis, tetapi juga berfungsi sebagai alat verifikasi fasa sinyal untuk menghindari *phase cancellation* yang sering dianggap sebagai *noise* oleh pengguna awam [10].

METODE

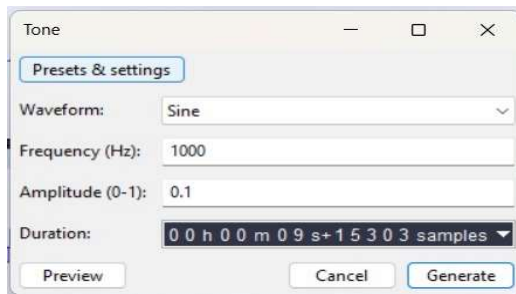
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan pendekatan analisis visual dan deskriptif. Penelitian dilakukan dengan menambahkan noise pada sinyal analog dan digital, kemudian mengamati perubahan kualitas sinyal secara visual menggunakan *software* Audacity. Adapun tahapan tahapan pengumpulan data yang digunakan untuk analisis perbandingan sebagai berikut:

1. Pembuatan Sinyal Analog dan Digital

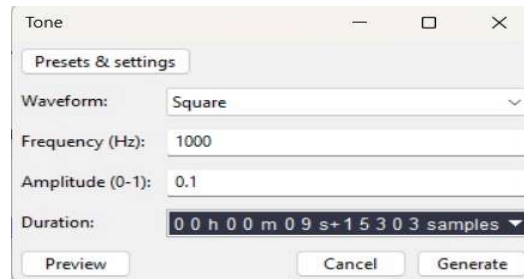
Pada tahap awal penelitian, dilakukan pembuatan sinyal uji sebagai objek analisis menggunakan perangkat lunak audio *Audacity*, Sinyal analog dimodelkan menggunakan gelombang sinus (*sine wave*) yang memiliki sifat kontinu terhadap waktu dan amplitudo, Sinyal ini dihasilkan melalui fitur *Generate* lalu *Tone* pada Audacity dengan parameter frekuensi dan amplitudo yang telah ditentukan.

Sementara itu, sinyal digital dimodelkan menggunakan gelombang kotak (*square wave*) yang memiliki level amplitudo diskrit. Pembuatan sinyal digital dilakukan dengan menggunakan fitur yang sama pada Audacity, dengan memilih jenis gelombang kotak sebagai representasi sinyal digital, Kedua jenis sinyal dibuat dengan durasi dan amplitudo yang sama agar memudahkan proses perbandingan pada tahap analisis selanjutnya.

Sinyal yang dihasilkan pada tahap ini digunakan sebagai sinyal acuan sebelum diberikan gangguan noise, dalam analisis ini kami menggunakan *White Noise*, sehingga perbedaan karakteristik antara sinyal analog dan sinyal digital dapat diamati secara visual.



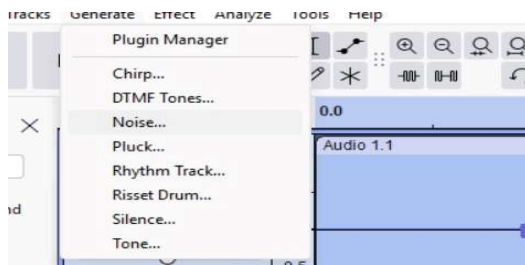
Gambar 1. Pengaturan Sinyal Analog



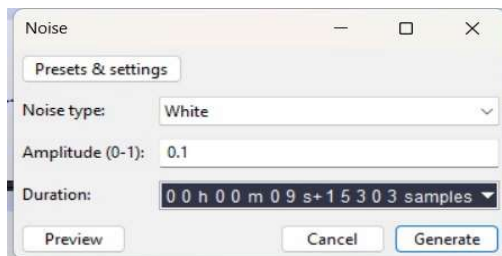
Gambar 2. Pengaturan Sinyal Digital

2. Penambahan Noise White

Dalam penelitian ini, *white noise* dipilih sebagai model gangguan utama karena karakteristiknya yang unik dan representatif bagi sistem komunikasi nyata. Secara teknis, *white noise* memiliki kerapatan spektral daya yang konstan di seluruh rentang frekuensi, yang berarti gangguan ini memberikan tekanan yang merata pada setiap komponen frekuensi sinyal, gangguan berupa white noise ditambahkan ke sinyal menggunakan menu *Generate* → *Noise* pada Audacity dengan tingkat amplitudo tertentu.



Gambar 3. Penambahan Noise



Gambar 4. Pengaturan Noise

3. Analisis Sinyal Ber-noise

Sinyal yang telah diberi noise dianalisis kembali pada domain waktu untuk mengamati perubahan bentuk gelombang dan distorsi amplitudo akibat noise.

4. Analisis Domain Frekuensi

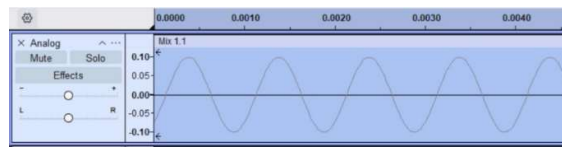
Analisis spektrum frekuensi dilakukan menggunakan fitur *Analyze* → *Plot Spectrum* untuk mengamati distribusi frekuensi sinyal dan komponen noise.

5. Perbandingan Hasil

Hasil analisis visual dan data numerik dari sinyal tanpa noise dan sinyal ber-noise dibandingkan untuk mengetahui pengaruh noise terhadap kualitas sinyal.

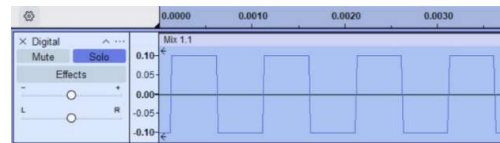
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap awal analisis, dilakukan pengamatan terhadap sinyal tanpa penambahan noise sebagai kondisi ideal. Sinyal analog tanpa noise menunjukkan gelombang yang halus dan kontinu, dengan amplitudo yang stabil sepanjang waktu. Kondisi ini menandakan bahwa sinyal analog mampu merepresentasikan informasi dengan baik selama tidak terdapat gangguan eksternal.



Gambar 5. Sinyal Analog Tanpa Noise

Sementara itu, sinyal digital tanpa noise menampilkan bentuk gelombang yang jelas dan terstruktur, dengan level amplitudo diskrit yang merepresentasikan logika biner. Transisi antar level logika terlihat tegas dan tidak mengalami distorsi. Hal ini menunjukkan bahwa proses pembentukan sinyal digital berjalan dengan baik dan data dapat direpresentasikan secara akurat.



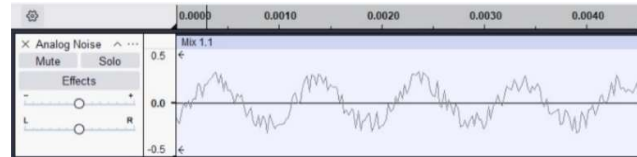
Gambar 6. Sinyal Digital Tanpa Noise

kedua jenis sinyal dalam kondisi tanpa noise memiliki kualitas yang baik. Tidak ada perubahan bentuk gelombang maupun penyimpangan amplitudo yang terlihat. Kondisi ini digunakan sebagai acuan awal dalam penelitian untuk membandingkan dengan gelombang yang sudah ditambahkan noise pada tahap analisis selanjutnya.

Selanjutnya sinyal analog dan digital ditambahkan *white noise* dengan amplitudo sebesar 0,1. *white noise* dipilih sebagai jenis gangguan karena sifatnya yang paling sederhana dan representatif sebagai model noise dasar dalam pemrosesan sinyal. *White noise* memiliki kerapatan spektral daya (*power spectral density*) yang konstan pada seluruh rentang frekuensi, sehingga setiap komponen frekuensi sinyal mengalami gangguan yang merata. Kondisi ini membuat *white noise* bersifat netral dan tidak memihak frekuensi tertentu, sehingga sangat sesuai digunakan sebagai acuan awal dalam analisis pengaruh noise terhadap sinyal, penggunaan *white noise* juga memudahkan proses analisis visual baik pada domain waktu maupun domain frekuensi. Pada domain waktu, *white noise* tampak sebagai sinyal acak tanpa pola periodik tertentu, sehingga perubahan bentuk gelombang sinyal asli akibat gangguan dapat diamati secara jelas. Sementara itu, pada domain frekuensi, *white noise* menghasilkan spektrum yang relatif datar, sehingga perbedaan antara spektrum sinyal asli dan sinyal yang telah terkontaminasi noise dapat dikenali dengan lebih mudah. Hal ini sangat membantu dalam proses pembelajaran dan analisis dasar, khususnya ketika menggunakan fitur FFT pada Audacity.

Mulai terlihat jelas adanya respon yang berbeda dari kedua sinyal. Pada sinyal analog, penambahan *white noise* menyebabkan bentuk gelombang menjadi kurang halus dan muncul fluktuasi amplitudo di sepanjang sinyal. Meskipun tingkat noise yang diberikan relatif kecil, gangguan tersebut

tetap memengaruhi bentuk gelombang secara langsung, sehingga kualitas sinyal analog mulai mengalami penurunan. Pada sinyal analog, penambahan *white noise* menyebabkan bentuk gelombang menjadi kurang halus dan muncul fluktuasi amplitudo di sepanjang sinyal. Meskipun tingkat noise yang diberikan relatif kecil, gangguan tersebut tetap memengaruhi bentuk gelombang secara langsung, sehingga kualitas sinyal analog mulai mengalami penurunan.



Gambar 7. Sinyal Analog dengan Noise

Berbeda dengan sinyal Analog, pengaruh *white noise* sebesar 0,1 tidak terlalu berpengaruh besar terhadap bentuk sinyal digital, level amplitudo sinyal digital masih dapat dikenali dengan jelas, dan transisi antar *level* logika tetap terlihat jelas, dapat dilihat pada gambar 8 dibawah. Hal ini menunjukkan bahwa sinyal digital masih mampu mempertahankan integritas data selama noise yang ditambahkan belum melewati ambang batas tertentu. Secara konseptual, sinyal digital memiliki karakteristik utama berupa proses diskritisasi dan kuantisasi amplitudo, yang menjadikannya lebih tahan terhadap gangguan noise dibandingkan sinyal analog. Selama amplitudo noise yang ditambahkan masih berada di bawah batas toleransi sistem, fluktuasi akibat noise hanya menyebabkan variasi kecil di sekitar level logika ideal tanpa mengubah nilai logika yang direpresentasikan. Oleh karena itu, meskipun *white noise* bersifat acak dan memengaruhi seluruh komponen frekuensi secara merata, dampaknya terhadap integritas data digital tetap terbatas pada perubahan kecil yang tidak mengganggu proses pengenalan level logika.



Gambar 8. Sinyal Digital dengan Noise

Perbedaan respon sinyal analog dan sinyal digital terhadap gangguan noise berkaitan erat dengan karakteristik dasar masing-masing sinyal. Sinyal analog merupakan sinyal yang bersifat kontinu terhadap waktu dan amplitudo, sehingga setiap gangguan kecil yang masuk akan langsung memengaruhi bentuk gelombang sinyal. Ketika *white noise* dengan amplitudo 0,1 ditambahkan, terlihat bahwa bentuk gelombang sinyal analog mengalami fluktuasi amplitudo yang menyebabkan distorsi visual. Gangguan ini terakumulasi pada sinyal utama dan sulit dipisahkan kembali, sehingga kualitas sinyal analog menurun meskipun tingkat noise yang diberikan relatif rendah [1].

Berbeda dengan sinyal digital yang direpresentasikan dalam bentuk diskrit dengan level amplitudo tertentu yang merepresentasikan logika biner. Pada kondisi penambahan *white noise* dengan amplitudo 0,1, sinyal digital masih mempertahankan bentuk pulsa yang jelas dan level logika yang dapat dikenali. Hal ini menunjukkan bahwa noise dengan amplitudo rendah belum melewati ambang batas keputusan logika sinyal digital. Selama gangguan masih berada di bawah batas tersebut, data digital tetap dapat diterima dengan benar tanpa mengalami kesalahan bit [6], [7], meskipun sinyal digital lebih tahan bising, fenomena *jitter* akibat *noise* pada *clock* dapat menyebabkan pergeseran fasa yang mengganggu sinkronisasi data. Hal ini diperkuat oleh studi Putri (2025) yang menyatakan bahwa teknik kuantisasi pada konversi analog-ke-digital harus dilakukan dengan presisi tinggi untuk meminimalisir *quantization noise* yang sering muncul sebagai *background hiss* pada spektrum frekuensi [11]. Di sisi lain, Suryani et al. (2024) dalam studinya mengenai transmisi data nirkabel menyebutkan bahwa keunggulan sinyal digital terletak pada kemampuannya melakukan *error detection* yang secara visual

terlihat sebagai pemulihan bentuk gelombang kotak yang presisi meskipun telah melewati kanal bising [12].

Hasil visualisasi menggunakan software Audacity memperlihatkan perbedaan yang jelas antara kedua jenis sinyal tersebut. Sinyal analog menunjukkan degradasi kualitas secara bertahap seiring masuknya noise, sedangkan sinyal digital cenderung mempertahankan bentuk sinyalnya hingga noise mencapai tingkat tertentu. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sistem digital memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap noise dibandingkan sistem analog, khususnya dalam lingkungan yang bising [2], [13]. Oleh karena itu, analisis visual ini memperkuat pemahaman bahwa sinyal digital lebih unggul dalam menjaga integritas data dibandingkan sinyal analog pada kondisi gangguan noise rendah.

Dalam komunikasi dan pemrosesan sinyal, ketahanan sinyal terhadap noise merupakan parameter penting yang memengaruhi kualitas transmisi. Penelitian yang mengkaji performa berbagai skema modulasi analog dan digital dalam kanal dengan *Additive White Gaussian Noise* (AWGN) menunjukkan perbedaan yang signifikan antara keduanya. Studi tersebut melakukan evaluasi *Bit Error Rate* (BER) dan *Signal to Noise Ratio* (SNR) pada sinyal analog dan digital di bawah gangguan AWGN, di mana sinyal digital (misalnya BPSK, BFSK) mempertahankan performa yang lebih baik dengan BER yang lebih rendah dibandingkan teknik modulasi analog seperti AM dan FM pada tingkat SNR yang sama, menunjukkan kemampuan sinyal digital untuk lebih tahan terhadap noise acak yang ditambahkan ke dalam kanal komunikasi [14].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis visual pengaruh noise terhadap sinyal analog dan sinyal digital menggunakan software Audacity, dapat disimpulkan bahwa kedua jenis sinyal menunjukkan respon yang berbeda terhadap gangguan *white noise*. Pada sinyal analog, penambahan noise menyebabkan distorsi bentuk gelombang yang terjadi secara langsung dan kontinu, ditandai dengan munculnya fluktuasi amplitudo di sepanjang sinyal. Kondisi ini menunjukkan bahwa sinyal analog sangat sensitif terhadap gangguan noise, bahkan pada tingkat gangguan yang relatif rendah, sehingga kualitas sinyal cenderung menurun secara bertahap dan sulit dipulihkan.

Sebaliknya, pada sinyal digital, penambahan *white noise* dengan amplitudo yang sama tidak memberikan dampak signifikan terhadap bentuk sinyal secara visual. Level amplitudo dan transisi antar level logika masih dapat dikenali dengan jelas, yang menunjukkan bahwa sinyal digital mampu mempertahankan integritas data selama noise yang ditambahkan belum melewati ambang batas keputusan sistem. Hal ini menegaskan bahwa karakteristik diskritisasi dan kuantisasi pada sinyal digital memberikan ketahanan yang lebih baik terhadap gangguan noise dibandingkan sinyal analog.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem digital memiliki keunggulan dalam menjaga kualitas sinyal di lingkungan yang bising. Analisis visual menggunakan software Audacity terbukti efektif sebagai media pembelajaran untuk memahami perbedaan karakteristik dan ketahanan sinyal analog dan digital terhadap noise, khususnya pada tahap pengenalan konsep dasar telekomunikasi dan pengolahan sinyal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Khairunnisa, N. Nurkamilia, dan Z. Zuraidah, "Analisis Signal-To-Noise Ratio Pada Sinyal Audio Dengan Teknik Konvolusi," *Jurnal ELTIKOM: Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 2, no. 2, pp. 78–86, 2018.
- [2] A. Setiawan dan D. Kurniawan, "Analisis Pengaruh Jarak dan Halangan terhadap Kualitas Transmisi Data Menggunakan Parameter Signal-to-Noise Ratio," *JUTECH: Journal of Education and Technology*, 2024.
- [3] L. Lestari, "Implementasi Digital Signal Processing untuk Analisis Eye Pattern pada Sistem Komunikasi," *Jurnal Elektronika dan Komunikasi*, vol. 12, no. 1, 2024.

- [4] D. Kurniawan, "Investigasi Interferensi Elektromagnetik terhadap Penurunan Nilai SNR pada Perangkat Audio," *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 5, no. 2, 2024.
- [5] H. Wahyudi dan A. B. Pulungan, "Analisis Spektrum Frekuensi Sinyal Audio Menggunakan Perangkat Lunak Berbasis Open Source," *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional*, vol. 9, no. 1, 2023.
- [6] M. F. Ali, N. Nasri, dan R. Hayati, "Simulasi Filter Digital FIR menggunakan Metode Windowing untuk Menghilangkan Noise pada Sinyal Audio," *Jurnal Litek: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, vol. 21, no. 2, pp. 147–154, 2024.
- [7] R. Hayati, I. Suandi, dan M. Milawarni, "Analisis Performansi Filter Digital IIR untuk Menghilangkan Noise pada Sinyal Suara," *Jurnal Litek: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, vol. 21, no. 1, pp. 40–43, 2024.
- [8] H. Sanjaya, "Evaluasi Kinerja Sistem Komunikasi Digital Terhadap Gangguan Thermal Noise," *Jurnal Telekomtran*, vol. 12, no. 2, pp. 45-52, 2024.
- [9] M. Fahmi, "Efektivitas Penggunaan Software Audacity dalam Simulasi Filter Digital untuk Mereduksi Kebisingan," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 11, no. 2, 2024.
- [10] R. Fadillah, "Implementasi Software Audio sebagai Alat Verifikasi Fasa dan Integritas Sinyal pada Sistem Pengolahan Sinyal Dasar," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 13, no. 2, 2022.
- [11] S. Putri, "Evaluasi Kuantisasi dan Pengaruhnya terhadap Signal-to-Quantization-Noise Ratio (SQNR) pada Audio Digital," *Jurnal Sains Teknologi dan Informasi*, vol. 14, no. 1, 2025.
- [12] E. Suryani dan M. I. Cahyadi, "Studi Komparasi Ketahanan Sinyal Digital terhadap Gangguan Multipath Fading dan Noise," *Jurnal Komunikasi dan Informatika*, vol. 11, no. 1, 2024.
- [13] M. Risnasari, "Penekanan Noise pada Sinyal EKG Menggunakan Transformasi Wavelet," *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan dan Informatika*, vol. 1, no. 1, 2025.
- [14] S. M. Kay, "Performance Evaluation of Modulation Schemes in AWGN Channels: Comparing BER and SNR for Analog and Digital Signals," *International Journal of Communications and Signal Processing*, vol. 35, no. 4, pp. 210-225, 2023.