

Analisis Polusi Suara Ditinjau dari Hubungan Frekuensi dan Intensitas Bunyi Kereta Api di Ketintang Baru Menggunakan *Software Audacity*

Umi Windasari^{1*}, Sisilia Eka Maulidiah¹, Allya Luqyana Fadia¹, Ayunita Haq¹,
Chadhirotul Maflahah¹, dan Muhamad Arif Mahdiannur¹

¹ Universitas Negeri Surabaya,

Jl. Ketintang, Ketintang, Kec. Gayungan, Surabaya, Jawa Timur 60231

*E-mail Penulis Korespondensi: umi.22123@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Generasi Emas 2045 adalah visi untuk mempersiapkan generasi muda Indonesia yang berkualitas dan berdaya saing tinggi, sejalan dengan tujuan SDG's poin 3 untuk menjamin kesehatan dan kesejahteraan bagi semua kalangan. Namun, polusi suara, seperti kebisingan dari kereta api, dapat mengancam kesehatan pendengaran dan mental. Penelitian ini mengukur frekuensi dan intensitas kebisingan dari tiga jenis kereta api yang melintas di Jl Ketintang Baru No. 35, Surabaya, menggunakan *Software Audacity* selama 7 hari pada jarak 7 meter dari rel. Analisis dilakukan melalui penyebaran angket skala Likert 4 untuk mengevaluasi dampaknya terhadap kenyamanan warga. Hasil uji statistik menunjukkan sig <0,05, menandakan hubungan signifikan antara kebisingan dan kenyamanan. Korelasi antara frekuensi dan intensitas bunyi memiliki nilai R² masing-masing 0,5105, 0,8688, dan 0,9077. Intensitas kebisingan masih di bawah ambang batas Indonesia dan WHO, namun melampaui ambang batas kebisingan di beberapa negara Eropa seperti Lituania (20 dB).

Kata kunci: Software Audacity, polusi suara, frekuensi, intensitas bunyi.

Abstract

The Golden Generation 2045 is a vision to prepare high-quality, competitive young Indonesians, aligned with SDG's goal 3 to ensure health and well-being for all. However, noise pollution, such as train noise, poses a threat to hearing and mental health. This study measured the frequency and intensity of noise from three types of trains passing Jl. Ketintang Baru No. 35, Surabaya, using Audacity software over seven days at a distance of 7 meters from the railway. A Likert scale 4 questionnaire was also distributed to assess the impact of noise on residents' comfort. Statistical tests showed a significant relationship (sig <0.05) between noise levels and comfort. The correlation between frequency and intensity of the sound resulted in R² values of 0.5105, 0.8688, and 0.9077, respectively. The noise intensity was below the threshold set by Indonesian and WHO standards but exceeded the noise limits in some European countries, such as Lithuania (20 dB).

Keywords: Software Audacity, noise pollution, frequency, sound intensity.

Article History: Received: 24 November 2024
Accepted: 18 December 2024

Revised: 11 December 2024
Published: 30 December 2024

How to cite: Windasari, U., Maulidiah, S. E., Fadia, A. L., Haq, A., Maflahah, C., Mahdiannur, M. A. (2024). *Analisis Polusi Suara Ditinjau dari Hubungan Frekuensi dan Intensitas Bunyi Kereta Api di Ketintang Baru Menggunakan Software Audacity*, Jurnal Literasi Pendidikan Fisika, 5 (2). pp. 186-197. <https://doi.org/10.30872/jlpf.v5i2.4355>

Copyright © November 2024, Jurnal Literasi Pendidikan Fisika

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki gagasan dan wacana untuk menyambut usia emasnya pada 2045 mendatang. Gagasan tersebut mengusung generasi emas untuk mencetak generasi unggul yang berkualitas, berkompeten, dan berdaya saing tinggi. Namun, terwujudnya generasi emas tersebut menemui ancaman yang berasal dari kesehatan dan kesejahteraan mereka. (Mudnillah & Hikmah, 2022). *Sustainable Development Goals* (SDGs) memiliki 16 tujuan dengan 169 capaian yang terukur, menyoroti salah satu point ke 3 mengenai kesehatan dan kesejahteraan. Tujuan ini turut mendukung terciptanya gagasan Indonesia emas 2045. Namun tujuan ini memiliki ancaman dari berbagai sisi, salah satunya adalah kebisingan yang bisa disebut sebagai polusi suara. Bunyi adalah sesuatu yang tidak bisa dihindari dalam kehidupan sehari-hari, termasuk di tempat tinggal masing-masing. Salah satu bunyi yang umum didengar oleh masyarakat adalah bunyi kereta api. Bunyi pada kereta api merupakan hasil dari berbagai komponen yang bergerak dan berinteraksi saat kereta berjalan. Apabila melebihi nilai ambang batas, suatu bunyi dianggap sebagai pencemaran suara (Silviana et al., 2021). Kereta api merupakan salah satu sumber utama kebisingan dengan dampak negatif yang sangat besar terhadap lingkungan, terhadap kesehatan anak-anak dan orang dewasa. Menurut Fajriyyah et al., (2023), ancaman atau dampak serius pada pencemaran suara yaitu pada menurunnya kualitas lingkungan manusia karena pencemaran suara atau kebisingan dapat mengganggu lingkungan.

Pemukiman masyarakat banyak yang mendekati jalur kereta api. Suara kereta menjadi sumber bising bagi warga di sepanjang pinggir kereta api. Sumber bising ini disebabkan adanya gesekan antara roda kereta api dan rel. Kebisingan ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kecepatan kereta saat melaju, jenis mesin, jenis gerbong (Handayani et al., 2024). Terlebih lagi suara klakson kereta yang muncul tiba-tiba bahkan dapat memiliki intensitas suara yang lebih tinggi dari pada biasanya. Konsistensi paparan tersebut setiap hari dirasakan oleh masyarakat di pemukiman dekat rel kereta api tentunya. Hal tersebut dapat memiliki dampak yang signifikan bagi kesehatan khususnya pada bayi, orang dewasa, dan lansia (Widyatmoko et al., 2023). Resiko ini berdampak baik secara fisik dan psikologi seperti, risiko gangguan pendengaran, gangguan komunikasi, stress, gangguan tidur, serta produktivitas sehari-hari (Alfira, 2022).

Menurut *World Health Organization* (WHO) tingkat kebisingan di area pemukiman tidak boleh lebih dari 55 dB pada siang hari dan 45 dB pada malam hari (WHO 2018). Sementara itu, beberapa negara memiliki batas kebisingan yang berbeda. Seperti pada Tiongkok ambang batas kebisingan sebesar < 55 dB di lingkungan sensitif seperti sekolah pada siang hari (Shaaban and Abouzaid 2021). Menurut Kep48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan dengan batas maksimum kebisingan di suatu pemukiman sebesar 55 dB. Sementara itu dalam penelitian Grubliauskas et al., (2019) menyebutkan bahwa 20 dB pada jarak 20 meter pemukiman dari rel kereta api telah melanggar ambang batas kebisingan di negara Lituania.

Frekuensi bunyi yang dihasilkan oleh kereta api dapat dipengaruhi melalui beberapa faktor utama. Pertama, gerakan roda kereta memiliki peran signifikan. Selain itu, kecepatan kereta api juga menjadi faktor kunci. Semakin tinggi kecepatannya, semakin cepat roda berputar, meningkatkan getaran dan, oleh karena itu, meningkatkan frekuensi bunyi. Kondisi rel juga memiliki dampak, di mana rel yang rata dan baik dapat mengurangi getaran dan frekuensi bunyi (Ahmad & Margiantono, 2021). Pengukuran intensitas suara kereta api menggunakan standar tertentu, seperti skala decibel (dB), memungkinkan penilaian yang lebih objektif dan pemahaman yang lebih jelas tentang tingkat kebisingan yang dihasilkan. Banyak faktor yang mempengaruhi intensitas bunyi, seperti jarak dari sumber suara, luas area penyebaran suara hingga faktor lingkungan sekitar. Intensitas bunyi adalah energi gelombang bunyi yang menembus permukaan bidang tiap satuan luas tiap detiknya. Sedangkan taraf intensitas bunyi merupakan perbandingan logaritma antara intensitas bunyi yang diukur dengan intensitas ambang pendengaran (Nugroho, 2019).

Penelitian mengenai kebisingan berdasarkan tingkat intensitas suara dan frekuensi kereta api masih

sedikit dilakukan. Meski telah banyak yang meneliti mengenai kebisingan kereta api, hal tersebut sepertinya masih belum dilakukan khususnya di wilayah Ketintang Baru XII No. 35, Surabaya. Wilayah ini merupakan pemukiman padat penduduk yang sangat dekat dengan sebuah kampus. Peneliti lain telah meneliti kebisingan kereta terhadap pendengaran dengan melakukan metode berdasarkan pengelompokan rumah menjadi beberapa meter. Namun belum ada dari hasil yang membuktikan bahwa hal tersebut benar-benar berpengaruh berdasarkan rentang usia (Widyatmoko et al., 2023). Bahkan dalam pengukurannya belum ada yang menggunakan Software Audacity. Solusi yang diberikan ialah memasang barrier penghalang kebisingan agar bising kereta api tidak terlalu besar (Ahmad & Margiantono, 2021). Penggunaan *Software Audacity* hanya sampai ke tingkat kebisingan suatu ruang seperti ruang klinik gigi. Penelitian ini menggunakan metode eksploratif dan observasi, dengan hasil yang menyimpulkan bahwa klinik tersebut harus mempertimbangkan lagi aspek akustiknya (Kamila et al., 2022). Penanggulangan terhadap harapan kedepan terkait kebisingan kereta api di beberapa wilayah khususnya di Ketintang Baru XII No. 35, Surabaya masih belum dilakukan. Hasil presepsi tersebut dapat menjadi acuan awal dalam penelitian mengenai tingkat kebisingan berdasarkan analisis frekuensi dan intensitas bunyi pada pemukiman pinggir rel kereta api.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran frekuensi dan intensitas bunyi menggunakan *Software Audacity* pada 3 jenis kereta api yang melewati Jl. Ketintang Baru XII No. 35, Surabaya. Selain itu dilakukan penyebaran angket dengan skala likert 4 sebagai analisis kebisingan terhadap kenyamanan warga sekitar. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan frekuensi dan intensitas bunyi kereta api sebagai sumber kebisingan di wilayah Ketintang Baru XII No. 35, Kota Surabaya.

METODE

Penelitian ini menggunakan *Software Audacity* untuk pengambilan data frekuensi dan intensitas suara kereta api di di Jalan Ketintang Baru XII No. 35, Gayungan. Pengambilan data dilakukan selama 14 hari terhitung mulai tanggal 20 November 2023 dengan 3 waktu yang berbeda.

Penelitian ini menggunakan 3 variabel yang berbeda. Pertama variabel manipulasi yang digunakan adalah 3 jenis kereta api sebagai sampel pengukuran yakni kereta A yang lewat pada pukul 18.10 WIB, kereta B pada pukul 18.27 WIB, dan kereta C pada pukul 18.42 WIB. Selanjutnya yang menjadi variabel kontrol adalah lokasi pengambilan data yakni di Jl. Ketintang Baru XII No. 35, Surabaya. Selain itu variabel kontrol pada percobaan ini adalah alat yang digunakan untuk pengambilan data yakni *Software Audacity*. Pada percobaan ini akan diperoleh frekuensi dan intensitas bunyi pada ketiga kereta api (kereta A, B, dan C) yang melewati Jl. Ketintang Baru XII No. 35, Surabaya.

Penelitian ini menggunakan wawancara kepada penduduk di pemukiman sekitar rel kereta api Ketintang Baru XII No. 35, Surabaya. Responden yang dituju adalah 15 penduduk pemukim asli dan 15 mahasiswa yang tinggal di kost Ketintang Baru XII No. 35, Surabaya. Hasil dari penyebaran angket didapatkan data tentang perbedaan gangguan tingkat kebisingan suara kereta api pada penduduk pemukim asli dan mahasiswa. Adapun angket yang digunakan pada penelitian ini adalah angket dengan respon terbuka.

Penelitian ini menggunakan metode regresi linear yang merupakan metode menggunakan data statistik untuk menentukan pengaruh suatu variabel atau lebih pada satu variabel. Metode ini memiliki kelebihan yaitu proses analisis yang lebih akurat (Lestari, 2023). Penelitian ini menggunakan teknik pengolahan data dengan menggunakan metode matematis yang bertujuan untuk menemukan keterkaitan antar dua faktor data. Pada uji anova H_0 diterima apabila nilai sig $>0,05$. H_0 pada penelitian ini yaitu, terdapat polusi suara yang timbul akibat suara kereta api. Penarikan kesimpulan beracuan dari hasil analisis data dan studi literatur yang telah dilakukan. Pengambilan keputusan bermaksud memberikan saran dan strategi penanganan apabila diperlukan dan terkait erat dengan hasil yang telah didapat.

HASIL

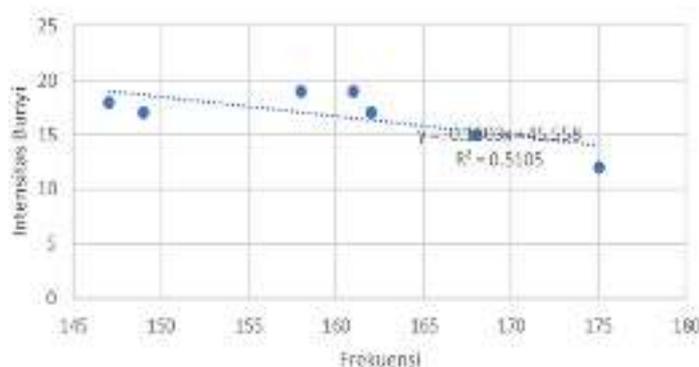
Hasil penelitian ini memanfaatkan bunyi yang dihasilkan 3 jenis kereta ketika melewati Jalan Ketintang Baru XII No. 35 yang kemudian ditangkap oleh mikrofon laptop yang berfungsi sebagai alat penangkap bunyi yang terhubung dengan *Software Audacity* sehingga dapat langsung disimpan dan diketahui nilai frekuensi dan intensitas bunyi pada masing-masing kereta tersebut. Penangkapan bunyi pada ketiga jenis kereta tersebut dilakukan di waktu yang berbeda, yakni kereta A diamati pada pukul 18.10 WIB, kereta B diamati pukul 18.27 WIB dan kereta C diamati pada pukul 18.42 WIB. Kereta api yang diamati adalah jenis kereta penumpang dengan merk yang sama. Namun, berbeda dalam jam keberangkatan. Kereta api penumpang merupakan transportasi darat yang digunakan saat menempuh perjalanan jauh dengan menghindari kemacetan di beberapa kota-kota besar (Utomo et al., 2020). Hasil frekuensi dan intensitas bunyi pada masing-masing kereta selama 14 hari yang dapat tersimpan *Software Audacity* disajikan pada Tabel 1, dimana f adalah frekuensi (Hz), \bar{f} adalah frekuensi rata-rata (Hz), TI adalah intensitas bunyi (dB), dan \bar{TI} adalah intensitas bunyi rata-rata (dB).

Tabel 1. Data Hasil Frekuensi Dan Intensitas Bunyi Pada 3 Jenis Kereta Ketika Melewati Jalan Ketintang Baru XII No. 35 Dengan Menggunakan *Software Audacity*

Jenis	Hari ke-	f (Hz)	\bar{f}	TI (Db)	\bar{TI}
Kereta A	1	168	160	15	16
	2	175		12	
	3	149		17	
	4	161		19	
	5	162		17	
	6	158		19	
	7	147		18	
Kereta B	1	152	163	14	20
	2	169		25	
	3	170		21	
	4	176		28	
	5	159		15	
	6	162		19	
	7	159		17	
Kereta C	1	143	166	19	22
	2	147		21	
	3	170		23	
	4	159		22	
	5	187		24	
	6	166		23	
	7	191		25	

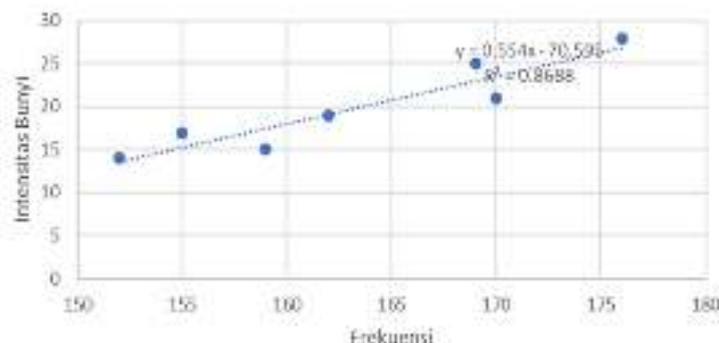
Berdasarkan data yang telah diperoleh, ketiga jenis kereta memiliki frekuensi dan intensitas bunyi yang berbeda. Pada kereta A mendapatkan frekuensi berkisar 147 sampai 168 Hz dengan rata-rata sebesar 160 Hz. Selain itu didapatkan data intensitas bunyi yang berkisar antara 12 dB hingga 19 dB, dengan rata-rata keseluruhan adalah 16 dB. Berdasarkan data tersebut, nilai frekuensi dan intensitas bunyi dari kereta A yang paling tinggi didapat pada hari ke-4 dan 6 sebesar 19 dB. Selanjutnya pada kereta B mendapatkan data frekuensi yang berkisar antara 152 Hz hingga 176 Hz dengan rata-rata keseluruhan adalah 163 Hz. Selain itu, didapatkan pula data intensitas bunyi yang berkisar antara 14 dB hingga 28 dB, dengan rata-rata keseluruhan adalah 20 dB. Berdasarkan data di atas, nilai frekuensi dan intensitas bunyi dari kereta B yang paling tinggi didapat pada hari ke-4. Terakhir pada kereta C mendapatkan data frekuensi yang berkisar antara 143 hingga 191 Hz dengan rata-rata keseluruhan adalah 166 Hz. Selain itu, didapatkan pula data intensitas bunyi yang berkisar antara 19 dB hingga 25 dB, dengan rata-rata keseluruhan adalah 22 dB. Berdasarkan data di atas, nilai frekuensi dan intensitas bunyi dari kereta C yang paling tinggi didapat pada hari ke-7.

Hubungan antara frekuensi dan intensitas bunyi pada Kereta A selama 14 hari yang dapat tersimpan *Software Audacity* disajikan pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan bahwa frekuensi kereta A berkisar antara 147 hingga 168 Hz, dengan intensitas bunyi rata-rata sebesar 16 dB. Berdasarkan hubungan tersebut diperoleh persamaan regresi linear dengan nilai R^2 sebesar 0,51 yang menunjukkan korelasi keduanya sedang. Hubungan ini tidak menunjukkan tren linier yang konsisten, di mana intensitas tertinggi sebesar 19 dB terjadi pada frekuensi tertentu tanpa pola yang jelas. Faktor eksternal seperti kecepatan kereta, kondisi lintasan, jarak pengukuran hingga kondisi lingkungan, memungkinkan dapat memengaruhi hasil dari penelitian (Handayani et al., 2024). Kecepatan kereta dapat mempengaruhi intensitas suara yang dihasilkan yang dimana semakin cepat kereta bergerak, biasanya suara yang ditimbulkan akan semakin keras. Selain itu, kecepatan juga mempengaruhi jenis frekuensi suara yang dominan. Misalnya, pada kecepatan tinggi, suara yang dihasilkan bisa lebih terdengar pada frekuensi tinggi, sementara pada kecepatan rendah, frekuensinya bisa lebih rendah. Lintasan kereta juga memainkan peran penting, jika lintasan dalam kondisi buruk atau bergelombang, bisa menyebabkan suara yang lebih bising akibat getaran dan gesekan antara roda dan rel. Lintasan yang mulus cenderung menghasilkan suara yang lebih halus dan lebih terkontrol. Jarak antara kereta api dengan alat pengukur suara juga berpengaruh yang dimana semakin dekat jarak pengukuran dengan kereta, semakin besar pula intensitas suara yang tercatat. Sebaliknya, semakin jauh jaraknya, intensitas suara yang terdeteksi akan berkurang. Hal ini juga berhubungan dengan seberapa keras suara yang terdengar oleh penduduk di sekitar lintasan kereta api. Lingkungan sekitar tempat pengukuran juga sangat mempengaruhi hasil pengukuran suara terlebih faktor seperti cuaca, keberadaan bangunan, pohon, dan jenis permukaan tanah di sekitar area pengukuran bisa memengaruhi bagaimana suara menyebar. Suara bisa teredam, dipantulkan, atau bahkan dibiaskan, tergantung pada kondisi ini.



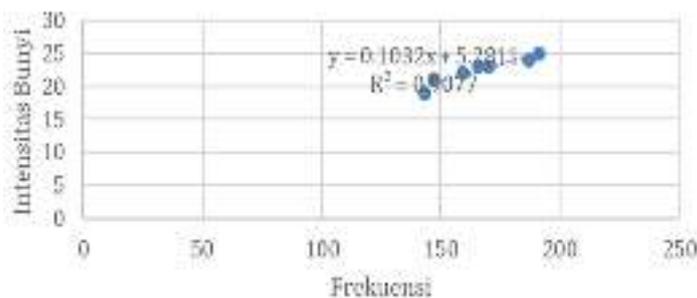
Gambar 1. Grafik Hubungan Nilai Frekuensi dan Intensitas Bunyi Pada Kereta A

Hubungan antara frekuensi dan intensitas bunyi pada Kereta B selama 14 hari yang dapat tersimpan *Software Audacity* disajikan pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa frekuensi kereta B berkisar antara 152 hingga 176 Hz, dengan intensitas bunyi rata-rata sebesar 20 dB. Berdasarkan hubungan tersebut diperoleh persamaan regresi linear dengan nilai R^2 sebesar 0,90 yang menunjukkan korelasi keduanya kuat. Intensitas tertinggi sebesar 28 dB terjadi pada hari keempat dengan frekuensi 176 Hz, menunjukkan tren kenaikan yang lebih jelas dibandingkan dengan Kereta A. Faktor-faktor seperti kecepatan kereta dan kondisi lintasan mungkin memengaruhi peningkatan intensitas bunyi seiring naiknya frekuensi.



Gambar 2. Grafik Hubungan Nilai Frekuensi dan Intensitas Bunyi Pada Kereta B

Hubungan antara frekuensi dan intensitas bunyi pada Kereta C selama 14 hari yang dapat tersimpan *Software Audacity* disajikan pada Gambar 3. Gambar 3. ini menunjukkan bahwa frekuensi kereta C berkisar antara 143 hingga 191 Hz, dengan intensitas bunyi rata-rata sebesar 22 dB. Berdasarkan hubungan tersebut diperoleh persamaan regresi linear dengan nilai R^2 sebesar 0,91 yang menunjukkan bahwa peningkatan frekuensi berdampak langsung pada intensitas bunyi. Intensitas tertinggi sebesar 25 dB terjadi pada hari ketujuh dengan frekuensi 191 Hz, Konsistensi pola ini menunjukkan bahwa Kereta C memiliki performa mekanis yang lebih stabil dibandingkan dengan Kereta A dan Kereta B.



Gambar 3. Grafik Hubungan Nilai Frekuensi dan Intensitas Bunyi Pada Kereta C

Secara keseluruhan, hubungan antara frekuensi dan intensitas bunyi menunjukkan variasi yang berbeda-beda untuk setiap kereta. Kereta B dan Kereta C menunjukkan korelasi yang kuat, sedangkan Kereta A dipengaruhi oleh faktor eksternal yang lebih besar. Berdasarkan ketiga grafik di atas, tidak menunjukkan hubungan yang berbanding lurus antara nilai frekuensi dengan intensitas bunyi pada masing-masing kereta. Pada ketiga grafik, grafik A menunjukkan bahwa frekuensi tidak berbanding lurus dengan intensitas bunyi yang dihasilkan. Sedangkan pada grafik kereta B dan C memiliki kecenderungan yang sama dimana semakin tinggi nilai frekuensinya maka intensitas yang dihasilkan berturut-turut naik.

Tabel 2 menunjukkan uji korelasi signifikan pada variabel suara kereta api dan polusi kereta api.

Uji korelasi digunakan untuk mengukur seberapa kuat hubungan antara dua variabel. Nilai signifikansi yang dihasilkan dari uji yang telah dilakukan menunjukkan seberapa yakin kita untuk menolak hipotesis nol (H0). Dalam kasus ini, H0 menyatakan bahwa tidak ada korelasi antara suara kereta api dan polusi kereta api dengan nilai sig sebesar 0,01. Tabel 3 menunjukkan uji hipotesis suara kereta api sebagai polusi suara berdasarkan uji ANOVA. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa H0 ditolak (nilai $p < 0.05$).

Tabel 2. Uji Korelasi Signifikan Pada Variabel Suara Kereta Api dan Polusi Kereta Api

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.865	.993		1.878	.070
	Suara Kereta Api	.719	.114	.754	6.297	<.001

Tabel 3. Uji Hipotesis Suara Kereta Api Sebagai Polusi Suara Berdasarkan Uji ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	83.520	1	83.520	39.647	<.001 ^b
	Residual	63.198	30	2.107		
	Total	146.719	31			

b. Predictors: (Constant), Suara Kereta Api

PEMBAHASAN

Secara umum, intensitas bunyi biasanya terkait dengan amplitudo gelombang suara, yang dapat dipengaruhi oleh frekuensi bunyi tertentu dalam beberapa situasi. Pada dasarnya, intensitas bunyi meningkat seiring dengan peningkatan amplitudo gelombang suara. Semakin banyak gelombang yang membawa energi maka semakin keras pula bunyi yang terdengar (Prihandono et al., 2023). Artinya, jika amplitudo gelombang suara meningkat maka intensitas bunyi yang dihasilkan juga meningkat. Sedangkan hubungan antara amplitudo dengan frekuensi berbanding terbalik dan tidak berpengaruh secara langsung dengan intensitas bunyi. Semakin kecil frekuensi maka semakin besar amplitudo dan gelombang bunyi yang dihasilkan, dan sebaliknya semakin besar frekuensi maka semakin kecil amplitudo dan gelombang bunyi yang dihasilkan (Mulyaningsih, 2024).

Kebisingan kereta api bergantung pada jenis kereta, jenis lintasan, kecepatan berkendara, dan mode berkendara. Tingkat kebisingan juga tergantung pada perputaran roda pada lintasan dan pendeknya sambungan ketukan roda (Grubliauskas et al. 2019). Frekuensi bunyi yang dihasilkan oleh suara kereta api dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor, termasuk kecepatan geraknya. Ketika kereta bergerak dengan kecepatan tinggi, intensitas bunyi yang dihasilkan bisa lebih tinggi karena energi yang dihasilkan oleh pergerakan kereta (Ardianty et al., 2021). Berdasarkan hal tersebut, seharusnya hubungan antara frekuensi dan intensitas bunyi adalah berbanding lurus. Namun, berdasarkan data yang diperoleh baik dari kereta A, kereta B, maupun kereta C. Hubungan keduanya tidak menunjukkan berbanding lurus.

Pada grafik yang disajikan, tidak menunjukkan hubungan yang berbanding lurus antara nilai frekuensi dengan intensitas bunyi pada masing-masing kereta. Selain itu, dinyatakan bahwa semakin tinggi frekuensinya maka intensitas bunyi yang dihasilkan semakin tinggi pula. Hal ini, menyebabkan adanya polusi suara yang intens dan tinggi. Polusi suara merupakan bentuk polusi yang memiliki dampak negatif bagi kesehatan manusia. Setiap kereta memiliki frekuensi dan intensitas bunyi yang

berbeda-beda, namun dalam setiap hari, masyarakat mendengar suara kereta api secara intens dengan intensitas yang tinggi. Kebisingan yang terjadi dapat menyebabkan gangguan pendengaran. Menurut Widyatmoko et al., (2023) paparan bising yang terjadi terus-menerus menyebabkan telinga akan mengalami proses adaptasi sebagai respons lelah.

Kebisingan dikelompokkan menjadi beberapa kelompok yaitu bising yang mengganggu (*Irritating noise*). Bising ini merupakan bising dengan intensitas yang tidak terlalu keras seperti mendengkur. Selanjutnya ada kelompok bising yang menutupi (*masking noise*) yang merupakan kelompok bising yang menutupi pendengaran secara jelas. Dan yang terakhir adalah bising yang merusak (*damaging noise*) merupakan bunyi melampaui NAB yang dapat merusak fungsi pendengaran (Albab & Mulyaningsih, 2022). Pada bunyi kereta api merupakan bunyi bising yang memiliki potensi merusak pendengaran. Dari karakteristik bunyi kereta api tersebut, faktor-faktor serta dampak yang mempengaruhi pemukiman masyarakat, perlunya dilakukan langkah lebih lanjut mengenai solusi tersebut.

Hal ini menunjukkan bahwa intensitas bunyi pada kereta tidak hanya dipengaruhi oleh kecepatan kereta itu sendiri. Namun, juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain seperti jarak alat perekam dengan sumber suara (Nugroho, 2019). Ketidakkonsistenan tempat pengambilan data mempengaruhi intensitas bunyi kereta yang mana ketika jarak pengambilan data semakin jauh maka intensitas bunyi akan semakin rendah, begitupun sebaliknya. Selain itu, faktor lingkungan sekitar juga mempengaruhi nilai intensitas bunyi (Nugroho, 2019). Hal ini dikarenakan tempat pengambilan data berada di ruang tertutup yang mana kondisi di dalamnya tidak menentu dan tidak dapat dikondisikan. Maka dari itu, nilai intensitas bunyi yang ditangkap oleh *Software Audacity* tidak selalu berbanding lurus dengan nilai frekuensi yang ada.

Berdasarkan hasil pengukuran frekuensi dan intensitas bunyi, diperoleh persentase frekuensi berkisar antara 91.88% hingga 109.38%. Sedangkan persentase intensitasnya berkisar antara 75% hingga 118.75%. Hal ini menunjukkan suara kereta A cukup konsisten meskipun terdapat puncaknya pada hari tertentu. Pada kereta B menunjukkan persentase frekuensi 93.25% hingga 107.98%. Sedangkan persentase intensitasnya sekitar antara 70% hingga 140%. Berdasarkan persentasenya kereta B memiliki konsistensi yang bervariasi dengan puncaknya adalah pada saat hari ke-4. Sedangkan pada kereta C memiliki persentase frekuensi antara 86.14% hingga 115.06% dengan persentase intensitas antara 86.36% hingga 113.64%. Meski terdapat variasi pada frekuensi dan intensitasnya, namun kereta C cukup stabil dibandingkan kereta B. Variasi-variasi tersebut dapat disebabkan oleh faktor lingkungan dan jarak pada saat pengambilan data dengan sumber suara (Nugroho, 2019).

Baku tingkat kebisingan merupakan batas maksimum nilai bising yang diizinkan diterima masyarakat dari suatu kegiatan sehingga tidak menyebabkan gangguan kesehatan dan kenyamanan lingkungan (Balirante dkk., 2020). Hasil pengukuran jika dibandingkan dengan nilai ambang batas (NAB) berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (2021) menyatakan KEP-48/MNLH/11/1996 tentang baku tingkat kebisingan maka kondisi tingkat kebisingan di kereta api di Jalan Ketintang Baru XII No. 35, Gayungan sebagian besar masih di bawah NAB untuk kawasan pemukiman, sekolah dan tempat ibadah yaitu dibawah 55 dBA. Akan tetapi ketika kereta lewat, maka tingkat kebisingan sudah melebihi NAB terlebih jika kereta api tersebut menyuarakan klaksonnya akan terjadi peningkatan kebisingan ± 3 dBA (Isyani, Z. 2022). Menurut *World Health Organization* (WHO) tingkat kebisingan di area pemukiman tidak boleh lebih dari 55 dB pada siang hari dan 45 dB pada malam hari (WHO 2019). Sementara itu, beberapa negara memiliki batas kebisingan yang berbeda. Seperti pada Tiongkok ambang batas kebisingan sebesar <55 dB di lingkungan sensitif seperti sekolah pada siang hari (Shaaban and Abouzaid 2021). Sementara itu dalam penelitian Grubliauskas et al., (2019) menyebutkan bahwa 20 dB pada jarak 20 meter pemukiman dari rel kereta api telah melanggar ambang batas kebisingan di negara Lituania. Bahkan, dalam penelitian Rahmawati dan Santoso (2021) memaparkan di Jepang, ambang batas kebisingan untuk area

permukiman umumnya ditetapkan antara 70 hingga 75 dB(A) dan didukung Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) merekomendasikan agar paparan kebisingan <53 dB untuk melindungi kesehatan masyarakat. Namun di kota-kota besar seperti Tokyo, mengalami tingkat kebisingan yang jauh lebih tinggi, sering kali mencapai 100 dB di stasiun kereta api dan area komersial. Selain itu, Prancis juga mengalami masalah yang sama pada penelitian Halim (2021) menunjukkan bahwa banyak penduduk terpapar tingkat kebisingan >55 dB(A), yang telah terbukti memiliki dampak negatif pada kesehatan seperti gangguan tidur dan stres. Untuk mengurangi dampak kebisingan, Prancis telah menerapkan berbagai langkah mitigasi seperti pemasangan penghalang suara dan peredam di sekitar jalur kereta api. Selain itu, modernisasi infrastruktur kereta api dengan teknologi rem yang lebih senyap juga menjadi prioritas untuk mengurangi kebisingan.

Regresi linier telah digunakan di berbagai bidang di mana terdapat hubungan antar dua variabel. Menurut Gao (2024), ketika regresi linier diterapkan, koefisien determinasi atau *R-squared* (R^2) biasanya dilaporkan sebagai metrik yang mengukur kesesuaian model. Berdasarkan hal tersebut, analisis nilai R^2 dibutuhkan untuk memahami hubungan antara frekuensi dan intensitas bunyi pada masing-masing kereta. Pada kereta A nilai R^2 -nya ialah 0,51 dimana hal ini menunjukkan hubungan yang sedang antara frekuensi dan intensitas bunyi. Hal ini dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti kondisi lingkungan dan jarak pengambilan data terhadap sumber suara. Kereta B menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara frekuensi dan intensitas bunyi, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai $R^2=0,90$. Variasi intensitas yang lebih besar dibandingkan frekuensi mengindikasikan adanya pengaruh tambahan dari faktor eksternal. Sedangkan pada kereta C nilai R^2 -nya ialah 0,91 yang menunjukkan hubungan kuat antara frekuensi dan intensitas bunyi. Pola intensitas bunyi juga menunjukkan konsistensi meskipun terdapat variasi puncaknya pada hari tertentu.

Berdasarkan hasil analisis kuesioner terhadap warga dan mahasiswa di sekitar Jl. Ketintang Baru XII No. 35 menemukan persepsi mereka terhadap kebisingan berbeda-beda. Mayoritas warga sekitar menganggap sudah biasa dengan kebisingan kereta api karena terus menerus terpapar kebisingan tersebut setiap hari. Meskipun responden cenderung tidak menganggap kebisingan sebagai masalah serius, beberapa responden melaporkan adanya gangguan tidur dan stres ringan. Berbeda dengan mahasiswa yang tinggal di area tersebut, mereka lebih sensitif terhadap kebisingan. Mereka seringkali merasa kesulitan berkonsentrasi saat belajar dan gangguan dalam tugas sekolah, terutama saat pembelajaran *online*. Bagi mereka, kebisingan kereta api seringkali mempengaruhi komunikasi, baik secara langsung maupun melalui perangkat elektronik.

Berdasarkan persepsi responden, tingkat gangguan akibat kebisingan kereta api dapat bervariasi. Pertama yakni gangguan ringan. Mayoritas warga sekitar menganggap kebisingan kereta api hanya menimbulkan gangguan ringan, terutama di malam hari. Warga percaya bahwa kebisingan ini dapat diatasi dengan penyesuaian lingkungan dan pekerjaan kedap suara yang sederhana. Selanjutnya warga merasa kebisingan kereta api menimbulkan gangguan sedang seperti penurunan konsentrasi, gangguan komunikasi, dan peningkatan tingkat stres.

Pada uji ANOVA sebagai uji hipotesis menunjukkan bahwa H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat lokal dan mahasiswa yang bertempat tinggal di sekitar rel kereta terbiasa mendengar kebisingan suara kereta api dan tidak menganggap suara kereta sebagai kebisingan atau polusi suara. Polusi suara yang diciptakan oleh kereta api berdampak negatif bagi kesehatan manusia tetapi masyarakat lokal seakan tidak *aware* dengan hal tersebut. Polusi suara yang disebabkan dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Kekhawatiran masyarakat terhadap kebisingan kereta api sebagian mereka peduli dengan kesehatan pendengaran dengan lainnya yang kurang setuju. Menurut salah satu responden, ketika mendengar suara kereta api yang sangat sering, masyarakat lokal tidak ada rasa stress atau emosi yang terjadi pada dirinya. Pada balita dan anak-anak, mereka memiliki sensitivitas pendengaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan orang dewasa. Maka dari itu, kesehatan pendengaran balita dan anak-anak sangat penting dijaga. Namun, tidak sedikit masyarakat

lokal yang khawatir akan hal tersebut.

Dibandingkan dengan masyarakat lokal, mahasiswa lebih perhatian dengan gangguan kebisingan kereta api. Mahasiswa terganggu saat berkomunikasi jika terdapat kereta api yang lewat. Karena suara yang ditimbulkan oleh kereta api sangat keras sehingga kita harus berhenti berbicara sejenak. Ketika kuliah, mahasiswa sangat terganggu jika terdapat kelas *online* karena mereka tidak dapat mendengar apa yang disampaikan oleh dosen. Hal ini sangat mengganggu konsentrasi saat proses pembelajaran. Polusi suara yang dihasilkan kereta api menjadi perhatian bagi mahasiswa karena dapat mengganggu kesehatan masyarakat. Salah satu pengaruh besar pada intensitas kebisingan kereta api jika terpapar terlalu lama dapat menyebabkan gangguan seperti hipertensi (Hendrawan, 2020). Selain hipertensi, kebisingan dalam jangka panjang dapat menimbulkan gangguan fisiologis seperti gangguan pendengaran dan gangguan psikologis seperti sifat cepat marah, berkurangnya produktivitas kerja, serta sulit tidur (Setiarini, 2023). Pemerintah dapat melakukan berbagai langkah untuk meminimalisir kebisingan pada kereta api dengan memasang dinding peredam suara, menggunakan kereta dengan teknologi lebih senyap, dan mengatur operasional kereta, misalnya dengan mengurangi kecepatan di area permukiman. Selain itu, pemerintah juga bisa menata zonasi dengan membuat area penyangga antara jalur kereta dan permukiman.

Tujuan SDGs ke-3 merupakan tujuan pembangunan berkelanjutan yang *expert* mengenai kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Tujuan ini memastikan kehidupan yang sehat menjadi langkah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Polusi suara merupakan fenomena yang serius terhadap kesehatan manusia. Pemahaman mengenai karakteristik, faktor, dan dampak intensitas suara kereta api dapat menjadi acuan agar masyarakat bersama pemerintah dapat mengambil langkah mitigasi agar mengurangi dampak negatifnya terhadap kesejahteraan masyarakat. Penelitian ini dapat pula menjadi referensi untuk mengevaluasi dampak polusi suara terhadap kesehatan masyarakat serta berkontribusi pada upaya pelestarian lingkungan dan tindak pencegahan kesehatan. Keterbatasan pada penelitian ini yaitu kurangnya device yang memenuhi kebutuhan dalam pengambilan data. Pada penelitian berikutnya, pengambilan data sebaiknya dilakukan dengan jarak dekat dan menggunakan perekam suara, supaya suara yang ditangkap lebih jernih. Sehingga data yang diperoleh lebih stabil.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa frekuensi dan intensitas kereta api yang dihasilkan oleh kereta api sebagai acuan kebisingan tidak melebihi ambang batas yang diterapkan di Indonesia sebesar 55 dB. Namun, kebisingan yang ditimbulkan kereta api telah melebihi ambang batas ketika menggunakan standar dari beberapa negara maju di Eropa sebesar 22 dB. Strategi yang dapat dilakukan untuk mengurangi kebisingan adalah dengan melakukan pemasangan tembok pembatas sepanjang tepian rel kereta dengan menambahkan barrier penghalang kebisingan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Pertama-tama ucapan terima kasih disampaikan kepada pembimbing akademis yang memberikan bimbingan selama proses penelitian. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (Belmawa) yang telah memberi pendanaan pada artikel PKM-AI tahun 2024. Ucapan terima kasih pula disampaikan kepada rekan-rekan peneliti yang telah berbagi pemikiran dan ide-ide konstruktif. Semua kontribusi ini telah memperkaya dan memperkuat landasan ilmiah pada artikel ini. Terima kasih atas kolaborasi dan dukungan yang luar biasa. Artikel ini bukan hanya memberikan gambaran yang komprehensif, tetapi juga memberikan ruang untuk pemikiran lebih lanjut terkait analisis frekuensi dan intensitas bunyi yang terjadi pada kereta api. Semoga artikel ini

dapat memberikan kontribusi positif terhadap pemahaman di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F., & Margiantono, A. (2021). Analisis Kebisingan Lingkungan pada Lintasan Kereta Api Double Track “Stasiun Alastuo – Jamus.” *Dinamika Sosial Budaya*, 23(1), 43–55.
- Albab, Z. U., & Mulyaningsih, N. N. (2022). Pengukuran Tingkat Polusi Suara di Desa Prasutan–Ambal, Kebumen dengan Menggunakan Aplikasi Sound Level Meter. In Seminar Nasional Fisika-Universitas Kristen Indonesia Toraja. pp. 1-4.
- Alfira, F. A. (2022). Analisis Getaran Dan Kebisingan Kereta Api Terhadap Keluhan Subyektif Penduduk (Studi Kasus di Desa Bringinbendo Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo Tahun 2022). Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Surabaya.
- Ardianty, F. W., Fathimah, A., & Asnifatima, A. (2021). Hubungan Antara Paparan Kebisingan Dengan Gangguan Non-Audiotory Pada Petugas Keamanan Dalam (PKD) PT Kereta Api Indonesia (KAI) Di Stasiun Bogor. *PROMOTOR*, 4(2), 114-121.
- Balirante, M., Lefrandt, L. I., & Kumaat, M. (2020). Analisa tingkat kebisingan lalu lintas di jalan raya ditinjau dari tingkat baku mutu kebisingan yang diizinkan. *Jurnal Sipil Statik*, 8(2).
- Fajriyyah, U. N., Paramita, D., & Adi, N. P. (2023). Analisis Tingkat Kebisingan di Depo Kayu Desa Tanjunganom, Kaliwiro, Wonosobo. *Masaliq*, 3(5), 918– 925.
- Gao, J. (2024). R-Squared (R^2) – How much variation is explained? . *Research Methods in Medicine & Health Sciences*, 5(4), 104–109. <https://doi.org/10.1177/26320843231186398>
- Grubliauskas, R., Strukcinskiene, B., Raistenskis, J., Strukcinskaite, V., Buckus, R., Janusevicius, T., & Pereira, P. A. da S. (2019). Effects of urban rail noise level in a residential area. *Journal of Vibroengineering*, 16(2), 987–996.
- Halim, A. (2021). Analisis kebisingan lingkungan pada lintasan kereta api di Prancis. *Dinamika Sosial Budaya*, 23(1), 43-55
- Handayani, D., Ubaidillah, U., & Sabtya, A. M. N. (2024). KARAKTERISTIK TINGKAT KEBISINGAN AKIBAT AKTIVITAS KERETA API DI PEMUKIMAN (Studi Kasus: Jl. Cimanuk II-Jebres-Surakarta). *Matriks Teknik Sipil*, 11(4), 442. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v11i4.76236>
- Hendrawan, A. (2020). Analisa Tingkat Kebisingan Kamar Mesin pada Kapal. *Ejournal Unugha : Wijayakusuma Prosiding Seminal Nasional*, 1(1), 10-11.
- Iskandar, A. H. (2020). *SDGs Desa: Percepatan Pencapaian Tujuan Pembangunan Nasional Berkelanjutan*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Isyani, Z. (2022). Analisis kebisingan aktivitas transportasi di lingkungan SD Negeri 20 Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FST*, 7(1), 1-10.
- Kamila, I. M., Noerwasito, V. T., & Samodra, F. T. B. (2022). Journal of Vocational Health Studies. *Journal of Vocational Health Studies*, 6, 63-72.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2021). *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 tentang baku tingkat kebisingan*.
- Mudinillah, A., & Hikmah, D. (2022). Pemanfaatan Aplikasi Audacity Dalam Proses Pembelajaran Maharah Istima’ Kelas X Man 1 Solok. *Jurnal Teknologi Pendidikan (JTP)*, 15(1), 1-8.
- Mulyaningsih, R. S. (2024). Effect of Amplitude and Frequency on the Speed of Sound Waves in Air and Water Using PhET Simulation. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 4(1), 40. <https://doi.org/10.52434/jpif.v4i1.3501>
- Nugroho. (2019). *Sound Level Meter*. Seminar Nasional Pendidikan (SENDIKA) Universitas Ahmad Dahlan, 3, 117- 12
- Prihandono, T., Handayani, R. D., Miftahul, M., & Anggraeni, F. K. A. (2023). Pengaruh Gaya Pukul Terhadap Intensitas Bunyi Pada Alat Musik Ketipung. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 12(4), 165. <https://doi.org/10.19184/jpf.v12i4.44049>
- Putri, E. M., & Putri, D. Z. (2021). Pengaruh Upah Minimum, Tingkat Pengangguran Terbuka, Pendidikan Dan Pengeluaran Pemerintah Terhadap Kemiskinan di Indonesia. *Ecosains: Jurnal*

- Ilmiah Ekonomi Dan Pembangunan*, 10(2), 106.
- Rahmawati, D., & Santoso, B. (2021). Analisis dampak kebisingan transportasi terhadap kesehatan masyarakat di Tokyo. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 12(4), 100-110.
- Shaaban, Khaled, and Abdelrahman Abouzaid. (2021). "Assessment of Traffic Noise near Schools in a Developing Country." *Transportation Research Procedia* 55: 1202–7. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.100>.
- Setiarini, D. (2023). Analisis Pencemaran Udara Kawasan Pendidikan Akibat Kebisingan di Uin Raden Intan Lampung. Bandar Lampung. 5.
- Silviana, N. A., Siregar, N., & Banjarnahor, M. (2021). Pengukuran dan Pemetaan Tingkat Kebisingan Pada Area Produksi. *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 5(2), 161-166.
- Utomo, P., & Fanani, A. (2020). Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Indonesia menggunakan Metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA). *Jurnal Mahasiswa Matematika ALGEBRA*, 1(1), 169-178.
- Widyatmoko, V., Anisa, R., & Duhitatrissari, F. P. (2023). Efek Polusi Bising Kereta Api Terhadap Pendengaran Penduduk di Pinggiran Rel Kelurahan Jodipan, Kota Malang. *Jurnal Kedokteran Komunitas (Journal of Community Medicine)*, 11(1). 1-11.