

PENGARUH TIMBUNAN JALAN REL TERHADAP TINGKAT KEBISINGAN AKTIVITAS KERETA API

Dewi Handayani¹, Ubaidillah², Wafi Fajrul Adzim¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir. Sutami 36A, Surakarta, Jawa Tengah 57126

Email: dewi@ft.uns.ac.id

Abstract

With such increased mobility, there is an increasing demand for quick transit. Trains are a preferable means of transportation because they have complete facilities, a set timetable, and quick journey times. However, there are still issues with trains, such as noise or air pollution. The train wheels' contact with the railroad is the main source of noise created by train activity. Embankments are used on railroad tracks to change the track plan's height. Soil embankment is one method for reducing noise, according to Department of Public Works Building Construction Guidelines No. Pd T-16-2005-B on Mitigating the Impact of Noise Due to Road Traffic. The research method is field survey data collection and statistical analysis with T test. Noise data collection was carried out for 24 hours divided into seven intervals on the railroad precisely in Pucangsawit village, Jebres Subdistrict, Surakarta City. T-test analysis was conducted by comparing tcount and ttable. The T-test resulted in tcount greater than ttable, so H0 is rejected and H1 is accepted. Therefore, the hypothesis test proves that the embankment on the railroad affects the noise due to railroad activities.

Keywords: Embankments, Noise, Train

Abstrak

Kebutuhan akan transportasi cepat semakin bertambah berbanding lurus dengan mobilitas yang sangat tinggi. Kereta api mempunyai keunggulan dibandingkan transportasi darat lainnya, yaitu: waktu tempuh yang cepat, fasilitas yang lengkap dan jadwal yang pasti. Namun demikian, kereta api masih memiliki kekurangan yaitu polusi udara atau kebisingan. Kebisingan yang terjadi akibat aktivitas kereta api sebagian besar berasal dari pertemuan antara roda kereta api dan jalan rel. Jalan rel kereta api memiliki timbunan untuk menyesuaikan ketinggian trace rencana. Menurut Pedoman Konstruksi Bangunan Departemen Pekerjaan Umum Nomor Pd T-16-2005-B tentang Mitigasi Dampak Kebisingan Akibat Lalu Lintas Jalan, Timbunan tanah merupakan salah satu upaya dalam penanganan kebisingan. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh timbunan terhadap tingkat kebisingan aktivitas kereta api. Metode penelitian yaitu pengambilan data survei lapangan dan analisis statistik dengan uji T. Pengambilan data kebisingan dilakukan selama 24 jam yang dibagi menjadi tujuh interval pada jalan rel tepatnya di kelurahan Pucangsawit, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta. Analisis dengan uji T dilakukan dengan membandingkan t_{hitung} dan t_{tabel} . Uji T menghasilkan t_{hitung} lebih besar dibandingkan t_{tabel} , sehingga H0 ditolak dan H1 diterima. Oleh karena itu uji hipotesis membuktikan bahwa timbunan pada jalan rel berpengaruh terhadap kebisingan akibat aktivitas kereta api.

Kata Kunci : Kebisingan, Kereta Api, Timbunan

PENDAHULUAN

Dewasa ini, kebutuhan akan mobilitas sangat tinggi. Kecepatan dalam perpindahan manusia, barang, dan jasa dibutuhkan karena kebutuhan masyarakat yang semakin banyak jumlahnya. Transportasi merupakan sarana untuk mempermudah perpindahan manusia, barang dan jasa (Karim et al, 2023; Nova & Widiastuti, 2019). Masyarakat Indonesia memiliki minat yang tinggi pada kereta api sebagai moda transportasi karena memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan moda darat lainnya. Keunggulan yang dimiliki moda kereta api diantaranya: waktu tempuh yang cepat, tingkat kepastian yang tinggi, stasiun pemberhentian yang semakin banyak sehingga dapat menjangkau lebih banyak daerah, serta tingkat keselamatan dan kenyamanan yang dijamin (Andiyan & Rachmat, 2021; Oktaria, 2020). Kereta api juga memiliki dampak positif dibandingkan moda transportasi darat lainnya: mengurangi kepadatan jalan raya, hemat penggunaan energi, mengurangi tingkat kecelakaan di jalan raya, dan menghemat lahan (Agustin et al. 2022). Namun dalam keberjalanannya, kereta api masih memiliki kekurangan, yaitu polusi udara atau kebisingan. Margiantono dan Setiawati (2013) meneliti tingkat kebisingan pada beberapa tempat sepanjang rel kereta api antara Cirebon – Cepu. Penelitian yang dilakukan menyatakan bahwa pada tiap jenis peruntukan lokasi melebihi baku mutu, dengan kebisingan terbesar di Stasiun Prujakan sebesar 78 dB(A). Pemukiman yang terletak dekat dengan jalur kereta api memiliki risiko besar terpapar kebisingan yang diakibatkan oleh aktivitas kereta api. Kebisingan aktivitas kereta api dapat berpengaruh buruk terhadap kehidupan sehari – hari masyarakat yang

bermukim di sekitar jalur kereta api. Pengaruh tersebut dapat berupa gangguan kesehatan pendengaran. Gangguan kesehatan lainnya berupa kenaikan denyut jantung serta gangguan komunikasi (Sunaryo 2021). Tidak hanya gangguan kesehatan, kebisingan juga dapat mengganggu aktivitas sehari – hari, sehingga mengakibatkan gangguan psikologis seperti rasa marah dan cemas.

Kebisingan yang terjadi akibat aktivitas kereta api diakibatkan oleh beberapa faktor. Luo et al. (2022) menyatakan bahwa kebisingan dominan akibat aktivitas kereta api terdapat pada roda kereta api saat melaju. Pada saat roda kereta api bergesekan dengan jalan rel, muncul kebisingan karena suara decitan antara dua komponen tersebut. Struktur jalan rel umumnya terdiri dari: badan jalan, sub balas, balas, bantalan, alat penambat, rel, dan wesel. Bagian badan jalan rel dibagi atas daerah galian dan timbunan. Daerah galian dan timbunan dibangun untuk memperoleh ketinggian atau elevasi dari geometri jalan rel yang dirancang, sehingga konstruksi jalan rel dapat digunakan dengan baik. Konstruksi jalan rel memiliki perbedaan elevasi, walaupun dalam satu wilayah yang sama. Contoh kasus perbedaan elevasi jalan rel terdapat pada Kelurahan Pucangsawit, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan kontur di suatu wilayah, sehingga diperlukan galian atau timbunan untuk menyesuaikan rancangan trace jalan rel (Sari, Nadi, dan Ridho 2021). Timbunan tanah merupakan salah satu upaya sebagai penanganan kebisingan (Departemen Pekerjaan Umum 2005). Dari permasalahan diatas, penulis melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui apakah timbunan pada jalan rel dapat mempengaruhi kebisingan akibat aktivitas kereta api menggunakan analisis statistika uji T. Pemilihan Uji T sebagai metode analisis pada penelitian ini dikarenakan memiliki keunggulan, diantaranya: menguji hipotesis pada sampel yang relatif kecil, asumsi yang sederhana, dan mudah untuk dilakukan. Dalam penelitian ini, timbunan yang dimaksudkan adalah struktur bagian bawah jalan rel. Bagian tersebut terdiri atas bantalan, basal, sub basal, dan tanah timbunan.

Kebisingan Kereta Api

Kebisingan merupakan suara yang tidak dikehendaki dari aktivitas atau kegiatan pada tingkat dan waktu tertentu sehingga dapat mengganggu kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup 1996). Satuan untuk mengukur derajat rendah tingginya suatu tingkat kebisingan dinyatakan dalam desibel (dB). Aktivitas kereta api dapat menimbulkan kebisingan. Sumber kebisingan akibat aktivitas kereta api berasal dari banyak hal. Ahmad dan Margiantono (2021) menyatakan bahwa kebisingan aktivitas kereta api berasal dari:

1. Lokomotif atau mesin penggerak.
2. Peralatan di dalam kereta (sistem pendingin atau kompresor, kipas angin, mesin).
3. Interaksi antara roda dengan permukaan rel.
4. Kebisingan aerodinamis.

Kebisingan yang diakibatkan oleh aktivitas kereta api merupakan masalah lingkungan yang serius, ditambah lagi paparan yang terjadi berlokasi di daerah pemukiman (Doelle 1972). Kebisingan aktivitas kereta api dapat berpengaruh buruk terhadap kehidupan sehari – hari masyarakat yang bermukim di sekitar jalur kereta api. Pengaruh tersebut dapat berupa gangguan kesehatan pendengaran. Gangguan kesehatan lainnya berupa kenaikan denyut jantung serta gangguan komunikasi (Sunaryo 2021).

Timbunan sebagai Peredam Kebisingan Aktivitas Kereta Api

Menurut Azis, Aprisandi dan Abadi (2021) perencanaan jalan rel terbagi menjadi dua tahap, yaitu tahap perencanaan geometrik jalan rel dan struktur jalan rel. Geometrik jalan rel berisi trase yang akan dilalui oleh kereta api yang melewati berbagai jenis wilayah eksisting, seperti persawahan, permukiman, jalan raya dan lain-lain. Perencanaan struktur berisi spesifikasi rel dan pelengkapannya sebagai penopang beban kereta api. Struktur jalan rel terbagi atas dua kelompok: struktur bagian atas dan struktur bagian bawah (Utomo 2009). Struktur bagian atas yaitu: rel, bantalan dan penambat rel. Sedangkan struktur bawah yaitu: fondasi, tanah dasar, dan tanah timbunan jika diperlukan. Timbunan digunakan sebagai cara untuk mencapai ketinggian rencana pada trase jalan rel. Ketinggian timbunan berbeda – beda menyesuaikan kontur tanah dasar pada tiap lokasi. Timbunan pada jalan rel dapat menjadi peredam kebisingan akibat aktivitas kereta api. Bahan dan Konstruksi timbunan pada jalan kereta api telah diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan No: PM 60 Tahun 2012. Metode peredam kebisingan dengan timbunan dapat menurunkan tingkat kebisingan sebesar 3 dB (Djalante et al. 2015).

Uji T

Uji T adalah metode statistik sebagai prosedur uji hipotesis yang dilakukan untuk membandingkan rata – rata suatu populasi berdasarkan sampel. Uji T merupakan pengujian statistika yang menunjukkan berapa jauh dampak suatu variabel independen atas variabel dependen lainnya menggunakan asumsi variabel konstan. Analisis menggunakan

pengujian parsial (Uji T) berguna untuk mendapatkan hasil bahwa variabel independen memiliki pengaruh yang besar terhadap variabel dependen secara parsial (Ichsan dan Karim 2021). Syarat yang harus dipenuhi sebelum melakukan pengujian ini adalah data yang digunakan merupakan data dengan distribusi normal.

Analisis Kebisingan

Berdasarkan Keputusan Lingkungan Hidup Nomor: KEP-48/MENLH/11/1996, perhitungan tingkat kebisingan lingkungan dapat dilakukan dengan metode perhitungan Tingkat Kebisingan Sinambung Setara atau Leq (*Equivalent Continuous Noise Level*). Leq adalah nilai tingkat kebisingan dari kebisingan yang berubah ubah (fluktuatif) selama waktu tertentu, yang setara dengan tingkat kebisingan dari kebisingan ajeg (*steady*) pada selang waktu yang sama. Satuan dari Leq adalah dB(A).

$$L_{eq}(5 \text{ detik}) = L_{TM5} = 10 \log \left[\frac{1}{T} (\sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_i t_i}) \right] \dots\dots\dots [1]$$

$$L_{eq}(\text{siang}) = L_S(16 \text{ jam}) = 10 \log \left[\frac{1}{16} (\sum_{i=1}^4 10^{0,1 L_i}) \right] \dots\dots\dots [2]$$

$$L_{eq}(\text{malam}) = L_M(8 \text{ jam}) = 10 \log \left[\frac{1}{8} (\sum_{i=5}^7 10^{0,1 L_i}) \right] \dots\dots\dots [3]$$

$$L_{eq}(\text{siang - malam}) = L_{SM}(24 \text{ jam}) = 10 \log \left[\frac{1}{24} (16 \cdot 10^{0,1 L_S} + 8 \cdot 10^{0,1(L_M+5)}) \right] \dots\dots\dots [4]$$

keterangan :

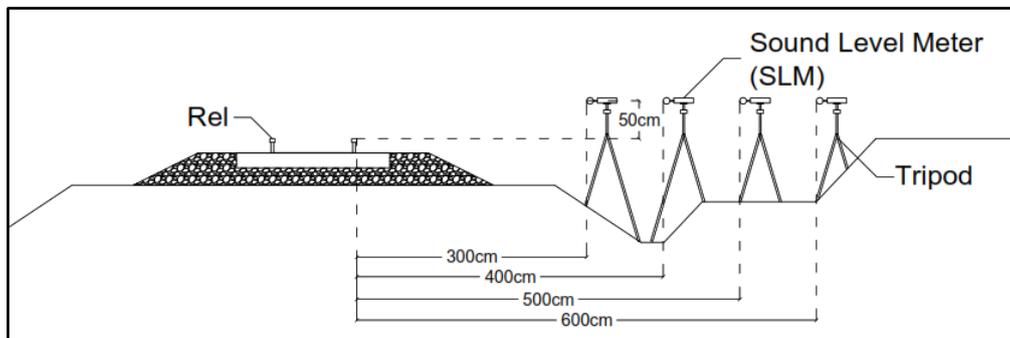
T = lamanya waktu pengambilan sampel

t_i = interval waktu pengambilan sampel

L_i = L_{eq} pada selang waktu tertentu

METODE

Tahap awal penelitian ini adalah survei permulaan dan penentuan lokasi data kebisingan akibat aktivitas kereta api. Lokasi pengambilan data kebisingan berada pada dua lokasi yaitu di Jalan Cimanuk II dan Jalan Asahan 1. Kedua lokasi ini terletak di Kelurahan Pucangsawit, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta. Pada kedua lokasi tersebut, terdapat perbedaan ketinggian timbunan. Metode survei yang dilakukan dengan mengacu kepada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup. Pengambilan data yang dilakukan adalah cara langsung, dengan menggunakan *sound level meter*.



Gambar 1. Sketsa Pengambilan Data Kebisingan menggunakan *Sound Level Meter*

Pada **Gambar 1** terlihat bahwa pengambilan data kebisingan dilakukan dengan cara meletakkan *sound level meter* (SLM) pada jarak 3, 4, 5, dan 6 meter dari rel kereta api terluar. Ketinggian *sound level meter* sebesar 50 cm dari permukaan atas rel. Data kebisingan diukur tiap 5 detik ketika kereta api melintas. Pengukuran kebisingan aktivitas kereta api berlangsung selama 24 jam dan dibagi menjadi tujuh interval. Uraian waktu pengambilan data adalah sebagai berikut.

- L_1 diambil pada interval pukul 06.00 – 09.00
- L_2 diambil pada interval pukul 09.00 – 11.00
- L_3 diambil pada interval pukul 11.00 – 17.00
- L_4 diambil pada interval pukul 17.00 – 22.00
- L_5 diambil pada interval pukul 22.00 – 24.00
- L_6 diambil pada interval pukul 24.00 – 02.00
- L_7 diambil pada interval pukul 02.00 – 06.00

Data kebisingan yang diperoleh tiap 5 detik dihitung menggunakan Persamaan [1] sehingga diperoleh L_{TM5} . Hasil perhitungan L_{TM5} pada interval pertama dinyatakan sebagai L_1 , interval kedua dinyatakan sebagai L_2 , dan seterusnya. Dalam penelitian ini, metode analisis data kebisingan hanya sebatas nilai L_{TM5} pada interval $L_1 - L_7$.

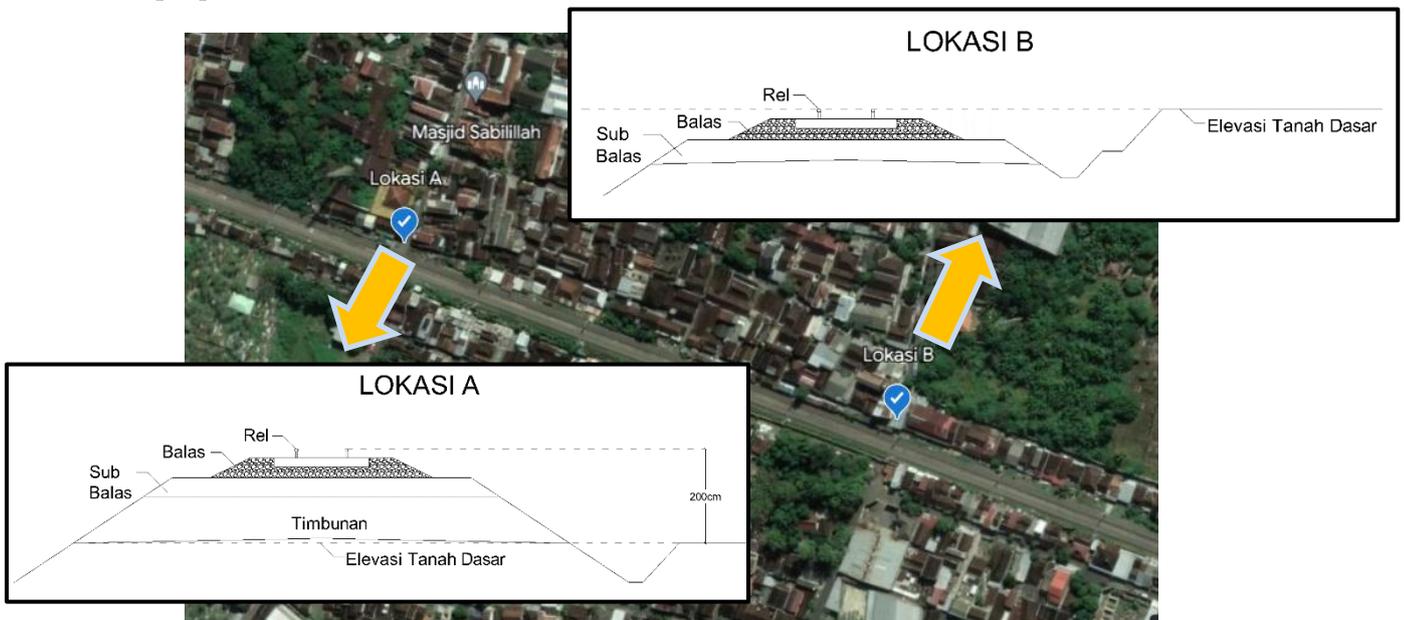
Tahap selanjutnya adalah menganalisis data kebisingan menggunakan metode statistika. Analisis data statistika menggunakan bantuan aplikasi Jamovi. Jamovi merupakan aplikasi yang digunakan bagi pengguna sebagai alat untuk mempermudah dalam menganalisis data kuantitatif. Penggunaan Jamovi didasarkan karena aplikasi tersebut merupakan program *open source*, sehingga dapat diperoleh secara gratis. Perhitungan awal analisis data adalah dengan uji normalitas. Uji normalitas bertujuan untuk mendeskripsikan apakah data yang didapatkan merupakan distribusi normal atau tidak. Jika data berdistribusi normal, maka dapat dianalisis dengan uji T berpasangan.

Pengujian tersebut merupakan metode uji hipotesis pada data berpasangan tidak bebas. Data berpasangan diasumsikan menjadi satu objek penelitian yang menerima dua buah perbedaan dalam perlakuannya (Montolalu dan Langi 2018). Uji T digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan dari suatu obyek penelitian jika mendapatkan dua perlakuan yang tidak sama (Hernikawati 2021). Hipotesis yang akan diberikan dalam penelitian ini dinyatakan dalam H_0 dan H_1 di bawah ini.

- H_0 = Rata – rata tingkat kebisingan akibat aktivitas kereta api di lokasi jalan rel dengan dan tanpa timbunan tidak ada perbedaan, artinya timbunan pada jalan rel tidak mempengaruhi tingkat kebisingan akibat aktivitas kereta api.
- H_1 = Rata – rata tingkat kebisingan akibat aktivitas kereta api di lokasi jalan rel dengan dan tanpa timbunan terdapat perbedaan yang artinya timbunan pada jalan rel mempengaruhi tingkat kebisingan akibat aktivitas kereta api.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode survei secara langsung dilakukan pada penelitian ini untuk mengetahui tingkat kebisingan pada daerah pemukiman dekat rel kereta api. Lokasi pengambilan data kebisingan berada pada dua lokasi. Perbedaan antara dua lokasi pengambilan data adalah ketinggian/elevasi antara jalan rel dan tanah dasar. Detail perbedaan antara kedua lokasi terdapat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Data Kebisingan Kereta Api

Pada **Gambar 2**, terlihat bahwa lokasi A berada di Jalan Cimanuk II, sedangkan lokasi B berada di Jalan Asahan 1. Kedua lokasi ini terletak di Kelurahan Pucangsawit, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta. Pada lokasi A, terdapat timbunan pada jalan rel dengan perbedaan elevasi sebesar 2 meter dari tanah dasar. Berbeda dengan lokasi A, lokasi B tidak memiliki timbunan dan ketinggian jalan rel relatif sama dengan tanah dasar.

Data kebisingan yang diambil berupa *sound pressure level* dalam satuan desibel (dB). *Sound Pressure Level* (SPL) diukur menggunakan alat *sound level meter* (SLM). Jalan rel eksisiting berupa *double track*, namun demikian data kebisingan diambil hanya dari rel di bagian utara. Titik pengambilan data berjarak 3, 4, 5, dan 6 meter dari rel paling luar. Pengambilan data dilakukan selama 24 jam yang terbagi menjadi tujuh interval yaitu $L_1 - L_7$. Data dari tujuh interval waktu diambil dan ditulis tiap 5 detik (L_{TMS}) saat satu kereta melaju mulai dari gerbong awal hingga gerbong akhir.

Perhitungan L_{TMS}

Hasil survei yang telah dilakukan kemudian dihitung tingkat kebisingan ekuivalen tiap 5 detik (L_{TMS}) pada masing – masing interval waktu L_1 sampai L_7 . Hasil perhitungan terdapat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Rekapitulasi L_{eq} Tiap Interval Waktu

Lokasi	Jarak	Hasil Perhitungan (dB)						
		L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7
A	3	98,71	98,60	96,98	96,16	94,91	91,99	87,19
	4	91,86	97,61	95,47	91,94	92,47	90,67	85,17
	5	89,82	93,49	93,97	89,91	88,25	89,01	85,17
	6	91,86	97,61	95,47	91,94	92,47	90,67	85,17
B	3	99,06	96,43	97,42	111,60	96,72	94,60	95,41
	4	98,81	97,03	95,69	111,17	96,12	92,68	93,60
	5	96,49	91,26	93,91	110,81	93,36	90,74	91,58
	6	94,05	89,99	93,48	110,20	92,65	89,57	90,27

Tabel 1 menunjukkan bahwa kebisingan akibat aktivitas kereta api yang berada di lokasi B relatif lebih besar dibandingkan dengan lokasi A. Nilai kebisingan terbesar di lokasi A terdapat pada interval L_1 jarak 3 meter sebesar 98,71 dB, sedangkan nilai kebisingan terbesar di lokasi B terdapat pada interval L_4 jarak 3 meter sebesar 110,60 dB. Semakin jauh jarak penerimaan, kebisingan yang ditimbulkan relatif semakin berkurang. Namun, seluruh data kebisingan pada tiap interval di kedua lokasi masih diatas baku mutu kebisingan peruntukan pemukiman yang ditetapkan Kementerian Lingkungan Hidup, yaitu sebesar 55 dB.

Analisis Statistika

Analisis tahap pertama adalah uji normalitas. Pengujian ini dilakukan pada seluruh populasi guna mengetahui data kebisingan mengikuti kaidah distribusi normal atau tidak, sehingga dapat diputuskan untuk pengujian T parametrik. Pengujian normalitas dilakukan di aplikasi jamovi tertera pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Uji Normalitas Shapiro Wilk

			W	p
Lokasi A 3 meter	-	Lokasi B 3 meter	0,852	0,127
Lokasi A 4 meter	-	Lokasi B 4 meter	0,863	0,162
Lokasi A 5 meter	-	Lokasi B 5 meter	0,848	0,118
Lokasi A 6 meter	-	Lokasi B 6 meter	0,843	0,106

Sumber: Data diolah menggunakan aplikasi Jamovi

Tabel 2 mendeskripsikan hasil pengujian normalitas dengan menggunakan metode Shapiro Wilk. Hasil normalitas data kebisingan pada semua jarak menghasilkan nilai $p > 0,05$. Dari hasil tersebut, memberikan simpulan bahwa seluruh data survei kebisingan merupakan data dengan kaidah distribusi normal. Tahapan analisis selanjutnya adalah dengan uji T berpasangan. Seperti uji normalitas, pengujian T juga dilakukan melalui aplikasi Jamovi. Hasil pengujian terdapat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Uji T Berpasangan

Perbandingan Lokasi	Statistic	Df	P	Mean difference	SE difference	95% Confidence Interval		
						Lower	Upper	
A 3 m – B 3 m	Student's t	-1,67	6,00	0,146	-3,81	2,28	-9,40	1,776
A 4 m – B 4 m	Student's t	-2,21	6,00	0,069	-5,70	2,58	-12,01	0,609
A 5 m – B 5 m	Student's t	-1,91	6,00	0,104	-5,47	2,86	-12,47	1,532
A 6 m – B 6 m	Student's t	-1,78	6,00	0,125	-5,55	3,11	-13,16	2,070

Sumber: Data diolah menggunakan aplikasi Jamovi

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian dengan aplikasi Jamovi. Hasil pengujian T berpasangan kemudian dibandingkan dengan T tabel. Data yang digunakan untuk mencari nilai t_{tabel} adalah nilai signifikansi (p), *degree of freedom* (Df), dan t hitung (SE difference) yang terdapat pada Tabel 3. Asumsi dalam membandingkan kedua nilai ini sebagai berikut.

- Apabila $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka variabel bebas tidak mempengaruhi variabel terikat yang artinya H_0 diterima dan H_1 ditolak
- Apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka variabel bebas mempengaruhi variabel terikat yang artinya H_0 ditolak dan H_1 diterima

Setelah t_{tabel} didapatkan, kemudian dilakukan perbandingan antara t_{hitung} dan t_{tabel} terdapat pada **Tabel 4** berikut ini.

Tabel 4. Perbandingan t_{hitung} dan t_{tabel}

Perbandingan Lokasi	t_{hitung}	t_{tabel}	Perbandingan t	Keterangan
A 3 m – B 3 m	2,28	1,22	$t_{hitung} > t_{tabel}$	H_0 ditolak dan H_1 diterima
A 4 m – B 4 m	2,58	1,75	$t_{hitung} > t_{tabel}$	H_0 ditolak dan H_1 diterima
A 5 m – B 5 m	2,86	1,42	$t_{hitung} > t_{tabel}$	H_0 ditolak dan H_1 diterima
A 6 m – B 6 m	3,11	1,32	$t_{hitung} > t_{tabel}$	H_0 ditolak dan H_1 diterima

Pada **Tabel 4** dapat ditunjukkan hasil t_{hitung} dari titik pengambilan data yang berjarak 3, 4, 5, dan meter dari rel terluar memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan t_{tabel} . Pada **Tabel 4** terlihat bahwa $t_{hitung} > t_{tabel}$ untuk semua perbandingan lokasi. Uji hipotesis memberikan hasil bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini mengindikasikan bahwa variabel bebas berpengaruh terhadap variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah timbunan, sedangkan variabel terikatnya adalah kebisingan kereta api. Sehingga, dapat dinyatakan bahwa timbunan di jalan rel berpengaruh terhadap tingkat kebisingan akibat aktivitas kereta api. Hasil penelitian ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Djalante et al (2015) yang menyebutkan bahwa perbedaan elevasi, dalam hal ini adalah timbunan dapat menjadi metode peredam kebisingan. Selain itu, timbunan sudah menjadi salah satu metode peredam kebisingan yang direkomendasikan Pedoman Konstruksi Bangunan Departemen Pekerjaan Umum Nomor Pd T-16-2005-B tentang Mitigasi Dampak Kebisingan Akibat Lalu Lintas Jalan.

KESIMPULAN

Tingkat kebisingan akibat aktivitas kereta api di Jalan Cimanuk II relatif lebih kecil dibandingkan di Jalan Asahan 1. Melalui analisis statistika, dilakukan uji hipotesis berupa uji T untuk mengetahui pengaruh timbunan jalan rel. Hasil yang ditunjukkan adalah $t_{hitung} > t_{tabel}$. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima sehingga, timbunan pada jalan rel mempengaruhi tingkat kebisingan yang diakibatkan oleh aktivitas kereta api.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih sebesar – besarnya kepada seluruh pihak yang telah berperan dalam penelitian ini. Kepada teman – teman 2019 dan seluruh staf Teknik Sipil. Terkhusus juga bagi bapak dan ibu dosen yang sudah memberikan ilmu yang bermanfaat, bimbingan, bantuan moril maupun materil, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

REFERENSI

- Agustin, Tuti et al, 2022, *Manajemen Transportasi*. 1 ed. ed. Rhapyalyani Herno Della. Indie Press.
- Ahmad, Fahrudin, dan Agus Margiantono, 2021, “Analisis Kebisingan Lingkungan Pada Lintasan Kereta Api Double Track ‘Stasiun Alastuo – Jamus.’” *Dinamika Sosial Budaya* 23(1): 43–55.
- Andiyan, A., & Rachmat, A. (2021). Analisis Manfaat Pembangunan Infrastruktur Keretaapi Di Pulau Jawa. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(3), 121-129.
- Azis, Muhamad Fahmi, Dasa Aprisandi, dan Ma’ulfi Kharis Abadi, 2021, “Perancangan Struktur Jalan Rel Antara Stasiun Cigading - Stasiun Anyer Kidul.” *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)* 3(02).
- Departemen Pekerjaan Umum, 2005, “Pedoman Konstruksi dan Bangunan (Pd T-16-2005-B) Terkait Mitigasi Dampak Kebisingan Akibat Lalu Lintas Jalan.” *Departemen Pekerjaan Umum*. 39.
- Djalante, Susanti, La Ode Muhamad Nurrakhmad Arsyad, Try Sugiarto, dan Adris Ade Putra, 2015, “Simulasi Efektivitas Model Berbagai Peredam Kebisingan (Studi Kasus : Kawasan Zona Bising di Kota Kendari).” *Infrastruktur* 5(1 Juni 2015): 28–37.
- Doelle, Leslie L, 1972, *Environmental Aoustics*. New York: McGraw-Hill.
- Hernikawati, Dewi, 2021, “Analisis Dampak Pandemi COVID-19 terhadap Jumlah Kunjungan pada Situs E-Commerce di Indonesia Menggunakan Uji T Berpasangan.” *Jurnal Studi Komunikasi dan Media* 25(2): 191.
- Ichsan, Reza Nurul, dan Ahmad Karim, 2021, “Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Nasabah PT. Jasa Raharja Medan.” *Jurnal Penelitian Pendidikan Sosial Humaniora* 6(1): 54–57.
- Karim, H. A., Lis Lesmini, S. H., Sunarta, D. A., SH, M., Suparman, A., SI, S., ... & Bus, M. (2023). Manajemen transportasi. Cendikia Mulia Mandiri.
- Kementerian Lingkungan Hidup, 1996, “Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Kep-48/Menlh/11/1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan.” 7(1): 37–72.
- Luo, Yun Ke, Si Xin Chen, Lu Zhou, dan Yi Qing Ni., 2022, “Evaluating railway noise sources using distributed microphone array and graph neural networks.” *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 107(May): 103315. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103315>.
- Margiantono, Agus, dan Evi Setiawati, 2013, “Pengembangan Modeltingkat Kebisingan Didaerah Sepanjang Jalan Kereta Api.” *Jurnal Fisika* 3(1): 51–55.
- Menteri Perhubungan, 2012, “Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.” *PM. No. 60 Tahun 2012*: 1–57.
- Montolalu, Christie, dan Yohanes Langi, 2018, “Pengaruh Pelatihan Dasar Komputer dan Teknologi Informasi bagi Guru-Guru dengan Uji-T Berpasangan (Paired Sample T-Test).” *d’CARTESLAN* 7(1): 44.
- Nova, D. D. R., & Widiastuti, N. (2019). Pembentukan karakter mandiri anak melalui kegiatan naik transportasi umum. *Comm-Edu (Community Education Journal)*, 2(2), 113-118.
- Oktaria, D. S. (2020). Analisis Kebijakan Standar Pelayanan Minimum Bagi Pengguna Kereta Api MRT Jakarta. *Jurnal Komunikasi Universitas Garut: Hasil Pemikiran dan Penelitian*, 6(1), 372-381.
- Sari, Wanda Nurwanda, Muhammad Abi Berkah Nadi, dan Akhmad Musalim Ridho, 2021, “Perencanaan Geometri Jalan Rel Trase Bakauheni – Sidomulyo.” *Journal of Science and Applicative Technology* 5(1): 148.
- Sunaryo, 2021, “Dampak kebisingan kereta api terhadap kenaikan denyut nadi dan gangguan komunikasi pada masyarakat.” *2-TRIK: Tunas-Tunas Riset Kesehatan* 11(3): 143–46.
- Utomo, Suryo Hapsoro Tri, 2009, *Jalan Rel*. Sleman, Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.