

Efek Polusi Bising Kereta Api Terhadap Pendengaran Penduduk di Pinggiran Rel Kelurahan Jodipan, Kota Malang

Virawati Widyatmoko, Rizki Anisa, Fifin Pradina Duhitatrissari*
Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang

ABSTRAK

Pendahuluan: Gangguan pendengaran sering terjadi pada individu yang terpapar bising tinggi yang terjadi secara terus-menerus. Tinggi rendahnya intensitas bising dapat dipengaruhi oleh jarak dari sumber bising. Salah satu sumber bising berasal dari transportasi Kereta Api (KA) sehingga pemukiman warga di pinggiran rel berisiko mengalami gangguan pendengaran. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat bising KA dan jarak rumah penduduk di pinggiran rel Kelurahan Jodipan, Kota Malang terhadap terjadinya gangguan pendengaran.

Metode: Penelitian studi deskriptif analitik ini menggunakan pendekatan *cross sectional*. Teknik pemilihan responden penelitian menggunakan *purposive sampling* dengan ketentuan kriteria inklusi. Pengukuran tingkat bising KA menggunakan *sound level meter* dan dilakukan pada 3 kelompok berdasarkan jarak rumah dari rel: kelompok dekat (radius $\pm 0-5$ meter), kelompok menengah (radius $\pm 6-10$ meter), dan kelompok jauh (radius $\pm 11-15$ meter). Pemeriksaan gangguan pendengaran pada responden menggunakan tes Rinne, Weber, dan Schwabach dengan garpu tala 512 Hz. Analisa data menggunakan uji korelasi koefisien kontingensi dengan *p-value* $< 0,05$ dianggap signifikan.

Hasil: Responden penelitian ($n=64$) terdiri dari 56 perempuan dan 8 laki-laki. Mayoritas yang mengalami gangguan pendengaran berada pada rentang usia 46-65 tahun dan telah tinggal menetap selama >10 tahun. Pada paparan bising >55 dB terdapat 29 orang mengalami gangguan pendengaran, sedangkan pada paparan bising <55 dB terdapat 3 orang mengalami gangguan pendengaran. Responden yang mengalami gangguan pendengaran pada kelompok dekat terdapat 18 orang, kelompok menengah terdapat 11 orang, dan kelompok jauh terdapat 3 orang. Hasil uji korelasi tingkat bising KA terhadap gangguan pendengaran didapatkan hasil signifikan (p 0,030), demikian pula uji korelasi jarak rumah penduduk di pinggiran rel terhadap gangguan pendengaran (p 0,031).

Kesimpulan: Polusi suara karena transportasi KA mempengaruhi terjadinya gangguan pendengaran pada penduduk di pinggiran rel.

Kata Kunci: *Bising Kereta Api; Pemukiman Sekitar Rel; Gangguan Pendengaran; Kota Malang*

*Penulis korespondensi:

dr. Fifin Pradina Duhitatrissari, Sp.THT-KL

Jl. MT. Haryono 193 Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia, 65144.

Email: dr.fifin@unisma.ac.id

Effects of Train Noise Pollution on The Hearing of Residents Around The Railroad In Jodipan Village, Malang City

Virawati Widyatmoko, Rizki Anisa, Fifin Pradina Duhitatrissari*
Faculty of Medicine, University of Islamic Malang

ABSTRACT

Introduction: Hearing loss often occurs in individuals exposed to persistently high-intensity noise. High and low noise intensity can be affected by the distance of noise sources. One of the noise sources is trains, which increased the risk of hearing loss for people who live in the along the train railroad track. This study aimed to determine the effects of train noise level and the distance on hearing loss in people who live along the train railroad tracks at Jodipan Village, Malang City.

Method: This research was an analytical descriptive study with cross-sectional approach. The technique for selecting research respondents used purposive sampling with inclusion criteria. Measurement of the train noise level performed by sound level meter in 3 groups based on the distance of the house from the railroad tracks: close area (radius $\pm 0-5$ meters), middle area (radius $\pm 6-10$ meters), and distant area (radius $\pm 11-15$ meters). Hearing loss examination in respondents was performed by Rinne, Weber, and Schwabach tests with tuning fork of 512 Hz. Data were analyzed using the contingency coefficient correlation test with *p-value* < 0.05 was considered significant.

Result: The respondents ($n=64$) consisted of 56 women and 8 men. The majority of respondents with hearing loss were 46-65 years and have permanently lived along the train road for >10 years. In >55 dB noise exposure, there were 29 people with hearing loss, while in <55 dB noise exposure there were 3 people with hearing loss. Respondents with hearing loss were found in all areas: close area (18 people), middle area (11 people), and distant area (3 people). The results of the correlation test between train noise level and hearing loss obtained significant (p 0.030), as well as its distance along railroad tracks to hearing loss (p 0.031).

Conclusion: Noise pollution due to trains affects the occurrence of hearing loss in residents along the railroad tracks.

Keywords: *Train noise, Railroad residential, Hearing loss; Malang city*

*Correspondence author:

dr. Fifin Pradina Duhitatrissari, Sp.THT-KL

Jl. MT. Haryono 193 Malang City, East Java, Indonesia, 65144.

Email: dr.fifin@unisma.ac.id

PENDAHULUAN

Organisasi Kesehatan Dunia pada tahun 2018 melaporkan bahwa sekitar 466 juta penduduk dunia mengalami gangguan pendengaran dan diprediksi jumlahnya akan meningkat menjadi 630 juta orang pada tahun 2030.¹ Faktor penyebab yang paling sering menyebabkan gangguan pendengaran adalah paparan bising.² Komite Nasional Penanggulangan Gangguan Pendengaran dan Ketulian pada tahun 2014 menjelaskan bahwa Indonesia merupakan negara yang memiliki prevalensi gangguan pendengaran akibat bising tertinggi di Asia Tenggara karena mencapai 16,8% dari total populasi atau sekitar 36 juta orang.³

Kereta api yang melaju merupakan salah satu sumber bising bagi warga terutama yang bermukim di pinggiran rel kereta api. Pada penelitian yang dilakukan di permukiman sepanjang rel kereta api Jalan Ambengan, Surabaya, diperoleh hasil bahwa tingkat bising siang dan malam rata-rata 70,73 dB.⁴ Hal tersebut menunjukkan bahwa kebisingan pada permukiman di pinggiran rel kereta api telah melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) pada area permukiman menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (Kepmen LH) Nomor 48 Tahun 1996, yaitu sebesar 55 dB.⁵

Gangguan pendengaran akibat bising adalah hilangnya fungsi pendengaran yang diakibatkan oleh paparan bising tinggi dan terjadi secara terus-menerus. Pada paparan bising dengan intensitas 70 dB, telinga akan mengalami proses adaptasi sebagai bentuk respons kelelahan. Selanjutnya, telinga akan mengalami peningkatan ambang dengar sementara dan dapat berubah menjadi ketulian secara permanen jika paparan kebisingan terjadi secara terus-menerus. Beberapa faktor risiko terjadinya gangguan pendengaran akibat bising di antaranya adalah intensitas yang tinggi, frekuensi tinggi, dan durasi paparan kebisingan.⁶ Sebagai salah satu faktor risiko tersebut, intensitas bising yang tinggi dapat dipengaruhi oleh jarak dari sumber bising. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan di pinggiran rel kereta api Turirejo, Lawang, yang menunjukkan bahwa jarak permukiman terdekat dari rel (3 – 7m) memiliki tingkat kebisingan sebesar 90,27 dB, sedangkan pada jarak 8 – 25m memiliki tingkat kebisingan sebesar 83,07 dB. Hasil penelitian tersebut juga didapatkan sebanyak 30% responden positif

mengalami gangguan dengar setelah dilakukan pemeriksaan tes audiometri.⁷

Namun, pada penelitian sebelumnya tidak dilakukan ekstraksi atau pengambilan serumen terlebih dahulu sebelum dilakukan tes pendengaran pada responden sehingga dapat mengganggu interpretasi data. Dengan demikian, diperlukan penelitian serupa untuk mengetahui pengaruh tingkat bising kereta api dan jarak rumah warga di sekitar perlintasan rel terhadap terjadinya gangguan pendengaran.

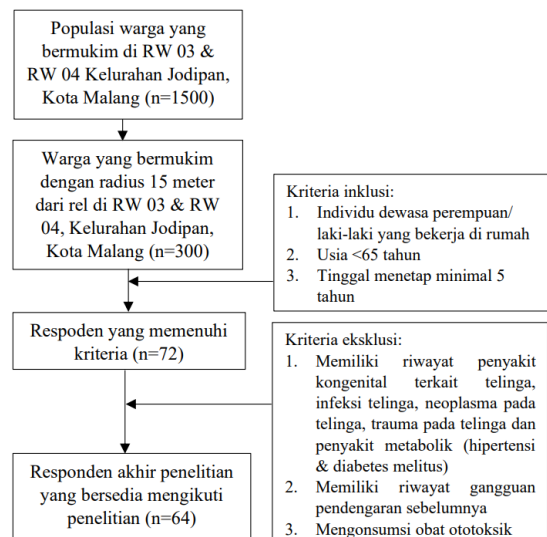
METODE

Desain, Tempat, dan Waktu Penelitian

Desain penelitian ini merupakan studi deskriptif analitik dengan pendekatan *cross sectional*. Lokasi penelitian dilakukan di TK Muslimat NU pada RW 04 dan Posyandu pada RW 03, Kelurahan Jodipan, Kota Malang. Penelitian ini dimulai pada bulan Oktober – Desember 2022 dan telah memperoleh persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Rumah Sakit Islam Malang dengan No.19/KEPK/RSIUNISMA/X/2022.

Sampel Penelitian

Sampel penelitian dipilih dengan teknik *purposive sampling*. Sampel diambil dari penduduk yang bermukim di pinggiran rel kereta api dengan radius 15 meter, RW 03 & RW 04, Kelurahan Jodipan, Kota Malang. Adapun alur pengambilan sampel penelitian yang dijelaskan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Alur Pengambilan Sampel

Pengukuran Jarak Rumah

Pengukuran jarak rumah warga dari rel dilakukan selama 2 hari. Pengukuran menggunakan meteran dan dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu kelompok dekat dengan radius 0 – 5 meter, kelompok menengah dengan radius 6 – 10 meter, dan kelompok jauh dengan radius 11 – 15 meter.

Pengukuran Tingkat Bising

Pengukuran tingkat bising kereta api dilakukan pada setiap kelompok rumah warga yang dijelaskan pada **Gambar 2** dan berlangsung selama enam hari. Tingkat bising kereta api diukur menggunakan alat *Sound Level Meter* dan dilakukan sebanyak 7 kali yang mewakili interval waktu sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996 yaitu 4 waktu ketika siang hari dan 3 waktu ketika malam hari yang dijelaskan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Waktu Pengukuran Bising KA

Waktu Pengukuran	Interval Waktu
L1	06.00 – 09.00 WIB
L2	09.00 – 14.00 WIB
L3	14.00 – 17.00 WIB
L4	17.00 – 22.00 WIB
L5	22.00 – 24.00 WIB
L6	24.00 – 03.00 WIB
L7	03.00 – 06.00 WIB

Pengukuran tingkat bising KA tersebut selanjutnya dihitung menggunakan rumus dalam satuan desibel (dB) sebagai berikut:

$$L_{eq}(1 \text{ menit}) = 10 \log \frac{1}{60} [(10^{0.1 L_1} + \dots + 10^{0.1 L_7}) 5]$$

Rumus 1. Leq (1 menit)

$$L_S = 10 \log 1/16 [(T1.10^{0.1 L_1} + \dots + T4.10^{0.1 L_4})]$$

$$L_M = 10 \log 1/8 [(T5.10^{0.1 L_5} + \dots + T7.10^{0.1 L_7})]$$

Rumus 2. Ls (Leq Siang hari) & Lm (Leq Malam hari)

Kemudian, finalisasi perhitungan tingkat bising KA menggunakan rumus L_{SM} untuk mengetahui tingkat bising KA yang mewakili 24 jam dalam satu hari sebagai berikut:

$$L_{SM} = 10 \log 1/24 [(16.10^{0.1 L_S} + 8.10^{0.1 (L_M+5)})] \text{ dB}$$

Rumus 3. Lsm (Leq Siang & Malam hari)

Hasil perhitungan tingkat bising KA akan dibandingkan dengan standar baku kebisingan yang diperbolehkan untuk kawasan pemukiman yaitu maksimum 55 dB.



Gambar 2. Pengukuran Kebisingan Berdasarkan Kelompok Rumah

Keterangan: garis hijau (radius ±0-5m dari rel), garis merah (radius ±6-10m dari rel), garis biru (radius ±11-15m dari rel), bintang kuning (titik pengukuran bising kereta).

Pengambilan Data Gangguan Pendengaran

Pengambilan data gangguan pendengaran diawali dengan perizinan kepada pihak Kelurahan Jodipan yang dilanjutkan dengan perizinan kepada Bapak RW dan RT setempat. Kemudian, dilakukan *informed consent* kepada calon responden secara lisan dan tulisan. Setelah mendapatkan responden penelitian, dilakukan anamnesis kepada responden terkait identitas diri, faktor risiko gangguan pendengaran, pemeriksaan tekanan darah dan gula darah acak. Selanjutnya, responden dilakukan pemeriksaan otoskopi dan ekstraksi serumen. Pemeriksaan terakhir responden dilakukan tes Rinne, Weber, dan Schwabach.

Tes Rinne, Weber, dan Schwabach merupakan tes subjektif yang menggunakan garpu tala 512 Hz dalam mendeteksi adanya gangguan pendengaran. Selama tes berlangsung, responden diberikan instruksi oleh peneliti yaitu jika responden sudah tidak mendengar bunyi dari garpu tala, maka responden diminta untuk mengangkat tangan atau menyampaikannya secara langsung kepada peneliti. Selanjutnya, peneliti mencatat dan menginterpretasikan hasil tes tersebut.

Teknik Analisa Data

Analisa data penelitian ini menggunakan analisa bivariat. Uji yang digunakan adalah uji korelasi koefisien kontingensi serta menggunakan program SPSS versi 26.0 dalam pengolahan data statistik. Nilai $p < 0,05$ dianggap signifikan.

HASIL DAN ANALISA DATA

Karakteristik Responden

Karakteristik responden penelitian ini meliputi jenis kelamin, usia, lama tinggal, dan jarak rumah terhadap rel serta riwayat kesehatan yang dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

Tabel 2. Karakteristik Responden

Karakteristik	Distribusi Responden	n	%
Jenis kelamin	Perempuan	56	87,5
	Laki-laki	8	12,5
Usia	20 – 35 tahun	12	18,8
	36 – 45 tahun	19	29,7
	46 – 65 tahun	33	51,6
	Lama tinggal		
	5 – 10 tahun	18	28,1
	>10 tahun	46	71,9
Jarak rumah terhadap rel	0 – 5 meter (dekat)	27	42,2
	6 – 10 meter (menengah)	24	37,5
	11 – 15 meter (jauh)	13	20,3

Pada **Tabel 2** diketahui mayoritas responden berjenis kelamin perempuan sebanyak 56 orang (87,5%) dan yang lainnya berjenis kelamin laki-laki sebesar 8 orang (12,5%). Usia responden terbanyak berada di rentang usia 46 – 65 tahun sebesar 33 orang (51,6%) dan paling sedikit berada di rentang usia 20 – 35 tahun sebesar 12 orang (18,8%). Lama tinggal responden, diketahui sebagian besar responden telah tinggal menetap di pinggiran rel >10 tahun yaitu sebanyak 46 orang (71,9%) dan 18 orang (28,1%) lainnya telah tinggal menetap di pinggiran rel sekitar 5 – 10 tahun.

Jarak rumah warga terhadap rel, didapatkan kelompok dekat (radius \pm 0 – 5 m) yang paling dominan yaitu sebanyak 27 orang (42,2%), kemudian diikuti oleh kelompok menengah (radius \pm 6 – 10 m) sebanyak 24 orang (37,5%) dan paling sedikit berada pada kelompok jauh (radius \pm 11 – 15 m) sebanyak 13 orang (20,3%).

Tabel 3. Riwayat Kesehatan Responden

Riwayat Kesehatan	Distribusi Responden	n	%
Tekanan darah	Normotensi	64	100,0
	Hipertensi	0	0,0
Gula darah acak	Normal	64	100,0
	Hiperglikemi	0	0,0
Riwayat penyakit telinga	Ada	0	0,0
	Tidak ada	64	100,0
Riwayat gangguan pendengaran	Ada	0	0,0
	Tidak ada	64	100,0
Riwayat konsumsi obat ototoksik	Ada	0	0,0
	Tidak ada	64	100,0

Pada **Tabel 3** diketahui bahwa seluruh responden memiliki tekanan darah normal atau normotensi, gula darah acak normal dan tidak memiliki riwayat penyakit telinga, riwayat gangguan pendengaran sebelumnya serta riwayat konsumsi obat ototoksik.

Selain itu, seluruh responden dilakukan pemeriksaan otoskopi dan ekstraksi serumen sebelum dilakukan tes penala. Hasil distribusi frekuensi kondisi Meatus Akustikus Eksternus (MAE) responden sebelum dan sesudah ekstraksi serumen dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Setelah dilakukan pemeriksaan otoskopi, dapat diketahui sebanyak 11 orang (17,2%) memiliki serumen pada telinga bagian sinistra atau dextra atau kedua telinga. Kemudian, setelah dilakukan ekstraksi serumen didapatkan seluruh responden memiliki kondisi MAE yang bersih dari serumen atau normal.

Tabel 4. Kondisi MAE Responden

Kondisi MAE	Distribusi Responden	n	%
Pre-ekstraksi	Ya serumen	11	17,2
	Tidak ada serumen	53	82,8
Post-ekstraksi	Normal	64	100,0
	Tidak normal	0	0,0

Tingkat Bising Transportasi Kereta Api

Berdasarkan pengukuran tingkat bising KA dengan menggunakan *Sound Level Meter* pada setiap kelompok rumah warga, didapatkan intensitas kebisingan seperti pada **Tabel 5**.

Diketahui hasil tingkat bising kereta api dalam jarak 15 meter dari rel sebesar 75,3 dB, dengan perincian bising tertinggi terdapat pada kelompok dekat (radius $\pm 0 - 5$ m) yaitu 94 dB,

kemudian diikuti dengan kelompok menengah (radius $\pm 6 - 10$ m) yaitu 77,55 dB, dan yang paling rendah adalah kelompok jauh (radius $\pm 11 - 15$ m) sebesar 54,3 dB.

Tabel 5. Tingkat Bising Kereta Api Berdasarkan Kelompok Rumah

Kelompok Rumah	Hasil Pengukuran Tingkat Bising (Lsm)			Rata – rata
	RW 03	RW 04		
Kelompok dekat ($\pm 0 - 5$ m)	94,4 dB	93,6 dB	94,0 dB	
Kelompok menengah ($\pm 6 - 10$ m)	73,6 dB	81,3 dB	77,5 dB	75,3 dB
Kelompok jauh ($\pm 11 - 15$ m)	54,1 dB	54,5 dB	54,3 dB	

Keterangan : Lsm adalah Leq (*Equivalent Continuous Level*) Siang dan Malam hari yang mewakili kebisingan selama 24 jam.

Gangguan Pendengaran Berdasarkan Tes Rinne, Weber, & Schwabach

Berdasarkan Tabel 6 diketahui sebanyak 32 orang (50%) mengalami ketulian dan 32 orang lainnya (50%) tidak mengalami ketulian. Dengan perincian, pada auricula sinistra atau telinga kiri responden didapatkan sebanyak 28 orang (43,8%) mengalami tuli sensorineural dan sebanyak 2 (dua) orang (3,1%) mengalami tuli konduktif serta 34 orang (53,1%) lainnya tidak mengalami ketulian. Sedangkan pada auricula dextra atau telinga kanan responden didapatkan sebanyak 15 orang (23,4%) mengalami tuli sensorineural dan sebanyak 3 (tiga) orang (4,7%) mengalami tuli konduktif serta 46 orang (71,9%) lainnya tidak mengalami ketulian.

Tabel 6. Hasil Gangguan Pendengaran Berdasarkan Tes Rinne, Weber, & Schwabach

Hasil	Distribusi Responden	n	%
Gangguan pendengaran	Ya	32	50,0
	Tidak	32	50,0
Auricula sinistra	Tuli sensorineural	28	43,8
	Tuli konduktif	2	3,1
	Normal	34	53,1
Auricula dextra	Tuli sensorineural	15	23,4
	Tuli konduktif	3	4,7
	Normal	46	71,9

Tabel 7. Distribusi Silang Tuli dengan Jenis Kelamin, Usia, dan Lama Tinggal

Karakteristik	Tuli		n	Total
	Ya	Tidak		
Jenis Kelamin				
Perempuan	27	29	56	64
Laki-laki	5	3	8	
Usia				
20 – 35 tahun	6	6	12	64
36 – 45 tahun	10	9	19	
46 – 65 tahun	16	17	33	
Lama Tinggal				
5 – 10 tahun	9	9	18	64
>10 tahun	23	23	46	

Pada Tabel 7, dari total 64 responden diketahui responden perempuan yang mengalami tuli sebesar 27 orang dan responden laki-laki yang mengalami tuli sebesar 5 (lima) orang. Kemudian, responden terbanyak yang mengalami tuli berada di rentang usia 46 – 65 tahun yaitu 16 orang dan paling sedikit berada di rentang usia 20 – 35 tahun yaitu 6 (enam) orang. Mayoritas responden yang mengalami ketulian adalah responden yang telah tinggal di pinggiran rel >10 tahun yaitu 23 orang.

Korelasi Tingkat Bising Terhadap Gangguan Pendengaran

Berdasarkan Tabel 8 dapat dilihat korelasi tingkat bising transportasi akibat kereta api yang melaju terhadap terjadinya gangguan pendengaran pada penduduk yang bermukim di pinggiran rel.

Tabel 8. Hasil Uji Korelasi Tingkat Bising dengan Gangguan Pendengaran

Tingkat Bising	Gangguan Pendengaran		Total	<i>p-value</i>
	Ya	Tidak		
Bising tinggi	29	22	51	0,030
Bising rendah	3	10	13	

Berdasarkan **Tabel 8** dapat diketahui responden terbanyak yang mengalami gangguan pendengaran adalah responden yang terpapar kebisingan tinggi (>55 dB) yaitu sebanyak 29 orang mengalami gangguan pendengaran dan 22 orang lainnya normal. Sedangkan, pada paparan bising dengan intensitas rendah (<55 dB) didapatkan 3 orang mengalami gangguan pendengaran dan 10 orang lainnya normal.

Pada **Tabel 8** juga diperoleh *p-value* sebesar 0,030. Nilai $p < 0,05$ dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh tingkat bising transportasi KA dengan terjadinya gangguan pendengaran pada warga di pinggiran rel kereta api.

Korelasi Jarak Rumah Warga dari Rel Terhadap Gangguan Pendengaran

Berdasarkan **Tabel 9** dapat dilihat korelasi jarak rumah warga yang bermukim di pinggiran rel terhadap terjadinya gangguan pendengaran.

Tabel 9. Hasil Uji Korelasi Kelompok Rumah Warga dengan Gangguan Pendengaran

Kelompok Rumah	Gangguan Pendengaran		Total	<i>p-value</i>
	Ya	Tidak		
Kelompok dekat	18	9	27	0,031
Kelompok menengah	11	13	24	
Kelompok jauh	3	10	13	

Berdasarkan **Tabel 9** dapat diketahui bahwa responden terbanyak yang mengalami gangguan pendengaran terdapat pada kelompok dekat (radius $\pm 0 - 5$ m) dan yang paling sedikit mengalami gangguan pendengaran berada pada kelompok jauh (radius $\pm 11 - 15$ m).

Pada **Tabel 9** juga diperoleh *p-value* sebesar 0,031. Nilai $p < 0,05$ dapat disimpulkan

bahwa terdapat pengaruh jarak rumah warga di sekitar perlintasan rel kereta api dengan terjadinya gangguan pendengaran.

PEMBAHASAN

Tingkat Bising Transportasi Kereta Api

Mayoritas penduduk yang bermukim di pinggiran rel kereta api akan terpapar oleh tingginya tingkat kebisingan dari kereta api yang melintas.⁷ Sesuai dengan hasil penelitian yang memperoleh tingkat bising kereta api dalam jarak 15 meter dari rel sebesar 75,3 dB, dengan perincian bising tertinggi terdapat pada kelompok dekat yaitu 94,0 dB, kemudian diikuti dengan kelompok menengah yaitu 77,55 dB, dan yang paling rendah adalah kelompok jauh sebesar 54,3 dB. Hal tersebut membuktikan bahwa kebisingan pada permukiman di pinggiran rel kereta api telah melebihi NAB pada area permukiman menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996, yaitu sebesar 55 dB.

Didukung oleh penelitian yang dilakukan di permukiman sekitar perlintasan rel kereta api Turirejo, Lawang memperoleh hasil intensitas bising kereta api 83,07 – 90,27 dB.⁷ Serupa dengan penelitian yang dilakukan pada permukiman pinggiran rel kereta api di Kelurahan Nusukan, Banjarsari Surakarta diperoleh tingkat kebisingan kereta api sebesar 80,9 – 90,6 dB.⁸

Salah satu faktor yang dapat menyebabkan perbedaan tingkat bising kereta api adalah jenis dari gerbong kereta api. Gerbong kereta api dibagi menjadi dua jenis, yaitu gerbong pengangkut penumpang dan gerbong pengangkut barang atau dikenal dengan istilah gerbong *cargo*. Pada gerbong *cargo* memungkinkan massa kereta api menjadi lebih besar dibandingkan gerbong penumpang dikarenakan menurut PT.KAI gerbong *cargo* dapat memuat barang hingga 20 ton. Hal tersebut dapat mengakibatkan gesekan mekanis kereta api dengan rel menjadi lebih besar, sehingga tingkat kebisingan kereta api yang dihasilkan juga lebih tinggi.

Terdapat upaya peredaman kebisingan di wilayah yang terpapar bising, yaitu pemasangan *barrier* seperti tembok atau pagar tanaman. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di permukiman sekitar perlintasan rel Manggarai – Bekasi, Jawa Barat, didapatkan hasil bahwa penggunaan tembok berbahan dasar batu bata (*brick*) atau campuran beton dan abu (*cinder concrete*) dengan ketinggian 4 meter mampu mengurangi tingkat kebisingan

secara signifikan. *Barrier* tersebut dapat menurunkan tingkat kebisingan dari 102,70 dB menjadi 44 dB.¹⁰ Selain penggunaan tembok, pagar tanaman juga dapat mengurangi kebisingan sebesar 8,6 dB.¹¹

Jarak Rumah Warga dari Rel Kereta Api

Tingkat bising kereta api yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh jarak pendengar dengan sumber kebisingan. Semakin dekat jarak rumah warga dengan rel, maka semakin tinggi pula tingkat kebisingan yang didapat oleh warga ketika kereta api melintas.¹² Sesuai dengan hasil penelitian yang memperoleh tingkat bising transportasi KA tertinggi berada pada kelompok dekat (radius $\pm 0 - 5$ meter) sebesar 94,0 dB, diikuti oleh kelompok menengah (radius $\pm 6 - 10$ meter) sebesar 77,5 dB dan bising terendah berada pada kelompok jauh (radius $\pm 11 - 15$ meter) sebesar 54,3 dB.

Didukung oleh penelitian yang dilakukan di permukiman sekitar perlintasan rel Turirejo, Lawang diperoleh tingkat bising kereta api pada kelompok rumah 3 – 7 meter dari rel sebesar 90,27 dB dan pada kelompok 8 – 25 m sebesar 83,07 dB.⁷ Serupa dengan penelitian yang dilakukan di pemukiman pinggiran rel Kelurahan Tegalarjo, Kota Surakarta, diperoleh hasil rata – rata intensitas kebisingan pada jarak < 11 meter sebesar 85,5 dB dan pada jarak > 11 meter sebesar 59,5 dB.¹³

Dekatnya pemukiman warga dengan rel kereta api bertentangan dengan Undang-undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian dalam pasal 178 yang menyatakan bahwa “Setiap orang dilarang membangun gedung, membuat tembok, pagar, tanggul, bangunan lainnya, menanam jenis pohon yang tinggi, atau menempatkan barang pada jalur kereta api yang dapat mengganggu pandangan bebas dan membahayakan keselamatan perjalanan kereta api”.¹⁴

Oleh karena itu, pemerintah perlu mengimplementasikan secara tegas regulasi terkait pengaturan jarak minimum pemukiman warga dengan rel kereta api sehingga paparan bising yang ditimbulkan saat kereta api melintas tidak melebihi nilai baku mutu kebisingan yang dapat membahayakan fungsi pendengaran.

Gangguan Pendengaran Akibat Bising Transportasi KA

Terdapat dua jenis gangguan pendengaran yang dialami oleh 32 responden

berdasarkan pemeriksaan Rinne, Weber, dan Schwabach yaitu tuli sensorineural dan tuli konduktif. Dari 51 orang yang terpapar intensitas bising tinggi (>55 dB) didapatkan sebanyak 25 responden mengalami tuli sensorineural dan 4 responden mengalami tuli konduktif serta 22 orang lainnya tidak mengalami gangguan pendengaran. Pada paparan bising dengan intensitas yang rendah (<55 dB) didapatkan 3 orang mengalami tuli sensorineural dan sisa 10 orang lainnya tidak mengalami gangguan pendengaran. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan pada permukiman sekitar perlintasan rel di Kelurahan Sukosari, Madiun yang menyimpulkan bahwa seseorang yang terpapar kebisingan tinggi (>55 dB) memiliki risiko 5,846 kali lebih besar untuk mengalami ketulian jika dibandingkan dengan seseorang yang terpapar kebisingan rendah (<55 dB).¹²

Gangguan pendengaran dapat diakibatkan oleh pajanan tunggal dengan kebisingan impulsif atau paparan kebisingan yang melebihi batas ambang yang diperbolehkan dan bersifat jangka panjang.^{6,17} Meskipun bising yang diakibatkan oleh transportasi KA termasuk ke dalam jenis bising yang terputus – putus (*intermittent*), akan tetapi kebisingan kereta api terjadi secara terus – menerus. Hal tersebut menyebabkan warga yang telah lama bermukim di pinggiran rel kereta api berisiko mengalami gangguan pendengaran.

Jenis gangguan pendengaran terbanyak yang diakibatkan oleh kebisingan adalah tuli sensorineural. Paparan bising dengan intensitas yang tinggi dapat menyebabkan degenerasi pada stereosilia, sel rambut luar, hingga sel penunjang dan masih bisa kembali pulih. Akan tetapi, jika seseorang terpapar kebisingan dengan intensitas tinggi dan dalam jangka waktu yang panjang, maka terjadi kerusakan stereosilia yang diikuti oleh kematian sel rambut dan bersifat permanen. Akibatnya, sel rambut tidak dapat meneruskan impuls suara melalui syaraf menuju otak. Hal inilah yang menyebabkan seseorang mengalami gangguan pendengaran akibat bising.^{6,18,19}

Pada responden yang mengalami tuli konduktif, mengindikasikan bahwa terjadi gangguan pada telinga bagian luar atau tengah.⁶ Pada penelitian ini, seluruh responden telah dilakukan pemeriksaan otoskopi dan ekstraksi serumen sehingga terhindar dari adanya penumpukan serumen ataupun perforasi

membran timpani yang dapat menjadi penyebab dari tuli konduktif. Kemungkinan responden mengalami tuli konduktif adalah adanya gangguan pada telinga bagian tengah yang tidak dapat diperiksa oleh peneliti, seperti sumbatan tuba *eustachius*, otitis media, atau dislokasi osikula yang dapat disebabkan oleh kebisingan yang bersifat impulsif. Hal ini menjadi keterbatasan peneliti dalam menganalisa keterkaitan antara bising kereta api terhadap terjadinya tuli konduktif.

Gangguan Pendengaran Akibat Bising Berdasarkan Usia

Berdasarkan hasil penelitian, responden paling banyak yang mengalami ketulian adalah responden dengan rentang usia 46 – 65 tahun yaitu sebanyak 16 orang dan yang paling sedikit berada di rentang usia 20 – 35 tahun yaitu sebanyak 6 (enam) orang. Hal tersebut dikarenakan secara alamiah, semakin bertambah usia seseorang maka semakin tinggi risiko untuk mengalami penurunan fungsi pendengaran.

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan di PT. INKA Kota Madiun, yang memperoleh hasil bahwa individu terbanyak yang mengalami ketulian akibat paparan bising berada pada usia >50 tahun.¹⁷ Didukung juga oleh penelitian yang dilakukan di sebuah PT.X Indonesia, yang menyimpulkan bahwa pekerja dengan usia di atas 40 tahun mempunyai risiko 6,33 kali lebih besar untuk mengalami gangguan pendengaran.¹⁸

Gangguan pendengaran akibat bertambahnya usia dapat disebabkan oleh adanya perubahan anatomi pada telinga seperti penebalan membran timpani sehingga menjadi kaku dan persendian pada osikula yang juga dapat mengalami kekakuan. Hal tersebut menjadi penyebab tuli konduktif.^{18,19} Selain itu, seiring bertambahnya usia akan terjadi penebalan dinding dan penurunan elastisitas pembuluh darah sehingga menyebabkan penurunan transport nutrisi pada koklea serta mengakibatkan kerusakan pada sel rambut. Kondisi tersebut mengakibatkan seseorang berisiko mengalami tuli sensorineural.⁷

Dimulai pada usia 65 tahun, seseorang akan mengalami presbiakusis yaitu tuli jenis sensorineural yang terjadi penurunan kemampuan pendengaran secara degeneratif.²⁰ Presbiakusis dapat terjadi pada seseorang yang terpajan kebisingan kerja atau kebisingan non-kerja.²¹ Hal tersebut sejalan dengan penelitian

yang dilakukan pada RS.X di Bandung, yang menunjukkan bahwa pasien dengan usia di atas 65 tahun merupakan pasien terbanyak yang mengalami presbiakusis.²² Dengan demikian, peneliti memilih responden dengan usia di bawah 65 tahun sehingga cenderung terhindar dari presbiakusis.

Gangguan Pendengaran Akibat Bising Berdasarkan Lama Tinggal

Berdasarkan hasil kuesioner melalui wawancara, didapatkan sebanyak 23 responden yang mengalami gangguan pendengaran dimana mereka telah tinggal di lokasi penelitian selama lebih dari 10 tahun dan memiliki pekerjaan yang menghabiskan lebih banyak waktu di rumah. Jumlah tersebut jauh lebih besar dibandingkan dengan responden yang mengalami gangguan dengar dengan lama tinggal di lokasi penelitian selama 5 – 10 tahun yaitu sebesar 9 (sembilan) orang. Hal tersebut sesuai dengan salah satu faktor risiko terjadinya gangguan pendengaran akibat bising yaitu lama paparan kebisingan.⁶

Selain warga yang bermukim di pinggiran rel, gangguan pendengaran akibat kebisingan dapat dialami oleh pekerja yang terpajan bising di tempat mereka bekerja. Pada penelitian di sebuah PT.X Semarang, menyimpulkan bahwa pekerja dengan masa kerja >10 tahun dan telah terpapar kebisingan di atas 85 dB mempunyai risiko 3,65 kali lebih besar untuk mengalami gangguan pendengaran jika dibandingkan dengan pekerja yang bekerja <10 tahun.³ Didukung juga oleh penelitian yang dilakukan di sebuah PT. X *Printing Textille* Surakarta, yang menyebutkan bahwa masa kerja di atas 10 tahun secara signifikan berpengaruh pada nilai ambang dengar seseorang.²⁴

Kebisingan yang melebihi batas ambang yang diperbolehkan dengan paparan secara terus – menerus dapat menyebabkan terjadinya gangguan pendengaran.²⁵ Jika dikaitkan dengan gangguan pendengaran, lama tinggal atau masa kerja merupakan seberapa lama seseorang terpajan kebisingan.⁷ Gangguan pendengaran akibat bising pada awalnya akan bersifat sementara (*reversible*) dan dapat kembali pulih. Akan tetapi, apabila terpajan kebisingan dalam jangka waktu panjang maka gangguan pendengaran tersebut berubah menjadi permanen (*irreversible*).²⁶

Gangguan Pendengaran Akibat Bising Pada 3 Kelompok Rumah Warga

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa responden terbanyak yang mengalami gangguan pendengaran terdapat pada kelompok dekat (radius $\pm 0 - 5$ m), yang kemudian diikuti oleh kelompok menengah (radius $\pm 6 - 10$ m), dan yang paling sedikit terdapat pada kelompok jauh radius ($\pm 11 - 15$ m).

Hasil yang hampir sama juga diperoleh pada penelitian yang dilakukan di pemukiman pinggiran rel Turirejo, Lawang dimana terdapat dua orang mengalami gangguan pendengaran jenis sensorineural dan dua orang lainnya mengalami gangguan pendengaran jenis konduktif pada kelompok 3 – 7 meter dari rel, sedangkan pada kelompok 8 – 25 meter sebanyak satu orang mengalami gangguan pendengaran jenis sensorineural dan satu orang lainnya mengalami gangguan pendengaran jenis konduktif.⁷

Selain faktor jarak pendengar dengan sumber kebisingan, terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi besar kecilnya intensitas kebisingan yaitu hembusan angin. Hembusan angin yang langsung menuju ke pendengar akan menjadikan suara bising yang diterima menjadi lebih keras.⁷ Hembusan angin saat kereta api melintas adalah salah satu sumber kebisingan yang ditimbulkan oleh kereta api itu sendiri atau disebut dengan kebisingan aerodinamis. Kebisingan aerodinamis adalah kebisingan yang disebabkan oleh gesekan kereta api dengan udara.²⁷

Sesuai dengan hasil penelitian yang memperoleh tingkat kebisingan kereta api yang lebih tinggi pada kelompok dekat dibandingkan dengan kelompok menengah dan kelompok jauh. Hal tersebut dikarenakan rumah pada kelompok dekat langsung menerima paparan bising ketika kereta api melintas. Selain itu, tidak terdapat keberadaan rumah atau bangunan di depannya yang dapat bertindak sebagai peredam bising yang ditimbulkan ketika kereta api melintas di lokasi tersebut.

Pada penelitian ini masih menggunakan pemeriksaan subjektif dalam mendeteksi gangguan pendengaran yang dialami responden, sehingga hasil pemeriksaan bergantung pada pemahaman responden. Selain itu, pada penelitian ini gangguan non-auditori akibat kebisingan masih belum diteliti. Gangguan non-auditori akibat bising meliputi gangguan tidur, gangguan komunikasi,

gangguan fisiologis (seperti hipertensi), dan gangguan psikologis (*stress*).

KESIMPULAN

Mengacu pada hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan mengenai pengaruh tingkat bising kereta api dan jarak rumah warga di sekitar perlintasan rel terhadap terjadinya gangguan pendengaran, yaitu:

1. Terdapat pengaruh tingkat bising transportasi KA terhadap terjadinya gangguan pendengaran pada warga yang bermukim di sekitar perlintasan rel.
2. Terdapat pengaruh jarak rumah warga di sekitar perlintasan rel kereta api terhadap terjadinya gangguan pendengaran.

SARAN

Dalam mendukung hasil penelitian ini, maka peneliti mengemukakan beberapa saran yaitu:

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan pemeriksaan audiometri yang merupakan *gold standard* dalam mendeteksi adanya gangguan pendengaran.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengambil jumlah sampel yang lebih banyak dan dapat meneliti gangguan non-auditori akibat kebisingan seperti gangguan tidur, gangguan komunikasi, gangguan fisiologis, dan gangguan psikologis.
3. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat mencantumkan kuesioner terkait durasi tinggal di rumah dalam satu hari.
4. Bagi pemerintah diharapkan dapat mengimplementasikan regulasi mengenai jarak minimum pemukiman di pinggiran rel kereta api secara tegas, sehingga dapat mengurangi risiko terjadinya gangguan pendengaran akibat bising yang ditimbulkan saat kereta api melintas.
5. Bagi masyarakat yang bermukim di sekitar perlintasan rel diharapkan dapat melakukan upaya peredaman bising seperti pembuatan tembok atau penanaman vegetasi di kawasan pemukiman tersebut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada IOM (Ikatan Orang Tua Mahasiswa) dan FK yang telah memberikan insentif dana penelitian. Kami haturkan terima kasih kepada masyarakat RW 03 dan 04 Kelurahan Jodipan, Kota Malang beserta tim kader kesehatan setempat yang turut membantu selama proses penelitian.

REFERENSI

1. WHO. WHO environmental noise guidelines for the European Region. WHO Regional Office for Europe. 2018.
2. Taneja MK. Noise-induced hearing loss. *Indian J Otol.* 2014;**20**(4):151–4.
3. Septiana NR, Widowati E. Gangguan Pendengaran Akibat Bising. 2017;**1**(1):73–82.
4. Suryani NDI. Hubungan Kebisingan dan Umur Dengan Tekanan Darah Ibu Rumah Tangga di Pemukiman Jalan Ambengan Surabaya. *J Kesehatan Lingkungan.* 2018;**10**(1):70–81.
5. Kepmen LH No.48. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 Tentang Baku Mutu Kebisingan. 1996.
6. Soepardi EA, Iskandar N, Bashiruddin J, Restuti RD. Buku Ajar Ilmu Kesehatan Telinga, Hidung, Tenggorok, Kepala dan Leher. 7th ed. FK UI. 2012.
7. Wardhani DK, Mukono JM. Sensorineural Hearing Loss Due to Exposure of Noisy Trains on Populations Around Turirejo Train Railroad Cross. *J Kesehatan Lingkungan.* 2020;**12**(1):59.
8. Putra MS, Kusumawati R, Prihandjojo R, Putranto A. Pengaruh Kebisingan Kereta Api Terhadap Kualitas Hidup. *Nexus Kedokt Komunitas.* 2017;**6**(1):1–11.
9. Eka A, Prihatmanty RR. Desain Pembuatan Barrier Guna Mengurangi Kebisingan Kereta Api Akibat Double Track Jalur Kereta Api di Area Permukiman Lintas Manggarai – Bekasi. *Indones Railw J.* 2017;**1**(2):97–104.
10. Erdianto A, Rofiqo Irwan SN, Kastono D. Fungsi Ekologis Vegetasi Taman Deggung Sleman sebagai Pengendali Iklim Mikro dan Peredam Kebisingan. *Vegetalika.* 2019;**8**(3):139–52.
11. Krisnanti KE, Sulistyorini L. Potensi Risiko Gangguan Pendengaran Pada Ibu Rumah Tangga yang Terpapar Kebisingan : Observasi di Kawasan Rel Kereta Api Kelurahan Sukosari Madiun. *J Kesehatan Lingkungan.* 2020;**12**(1):10.
12. Agustiani SL. *Pengaruh Intensitas Kebisingan Kereta Api Terhadap Gangguan Pendengaran Pada Masyarakat Tegalarjo yang Tinggal di Pinggiran Rel Kereta Api.* Universitas Sebelas Maret; 2012.
13. 23 URN. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian. 2007.
14. Basner M, McGuire S. WHO Environmental Noise Guidelines for The European Region : A Systematic Review on Environmental Noise and Effects on Sleep. *J Environ Res Public Heal.* 2018;**15**(3).
15. Elfiza R, Marliyawati D. Hubungan Antara Lamanya Paparan Bising Dengan Gangguan Fisiologis Pada Pekerja Industri Tekstil. *Diponegoro Med J (Jurnal Kedokt Diponegoro).* 2017;**6**(2):1196–207.
16. Dobie R, Bailey BJ, Johnson JT, Head and Neck Surgery-Otolaryngology. 5 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2014. 2530–2540 p.
17. Hanifa RL, Suwandi T. Hubungan Antara Intensitas Kebisingan Dan Karakteristik Individu Dengan Gangguan Pendengaran Pada Pekerja Di Madiun. *J Public Heal Res Community Heal Dev.* 2018;**1**(2).
18. Rahmawati D. *Gangguan Pendengaran Pada Pekerja Di Departemen Metal Foarming Dan Heat Treatment PT.Dirgantara Indonesia (Persero) Tahun 2015.* Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah; 2015.
19. Istyanto D. *Pengaruh Dosis Kebisingan dan Faktor Determinan Lainnya terhadap Gangguan Fungsi Pendengaran pada Pekerja Bagian Operator PLTU Unit 1-4 PT Indonesia Power UBP Surabaya Tahun 2011.* UIN Syarif Hidayatullah Jakarta; 2011.
20. Sherwood L. Introduction to Human Physiology. United States: Brooks/Cole, Cengage Learning; 2013.
21. Royster JD. Preventing Noise-Induced Hearing Loss. *N C Med J.* 2017;**78**(2).
22. Fatmawati R, Dewi YA. Karakteristik Penderita Presbiakusis Di Bagian Ilmu Kesehatan THT-KL RSUP DR. Hasan Sadikin Bandung Periode Januari 2012 - Desember 2014. *J Sist Kesehatan.* 2016;**1**(4):2012–6.
23. Sumardiyono S, Wijayanti R, Hartono H, Sutomo AH. Noise Industrial Pollution: Health Vulnerabilities on Textile Industry Workers. *J Kesehatan*

- Lingkung*. 2019;**11**(4):267.
24. Sasmita A, Andrio D. Evaluasi Tingkat Kebisingan Di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru. *J Tek WAKTU*. 2017;**15**(1):30–5.
25. Putri WW, Martiana T. Hubungan Usia dan Masa Kerja dengan Nilai Ambang Dengar Pekerja yang Terpapar Bising di PT.X Sidoarjo. *Indones J Occup Saf Heal*. 2016;5(2).
26. Ahmad F, Margiantono A. Analisis Kebisingan Lingkungan Pada Lintasan Kereta Api Double Track “Stasiun Alastuo – Jamus.” *Din Sos Budaya*. 2021;**23**(1):43–55.