

GANGGUAN TULI SENSORINEURAL AKIBAT PAPARAN BISING KERETA API PADA PENDUDUK DI SEKITAR PERLINTASAN REL TURIREJO LAWANG

Sensorineural Hearing Loss Due to Exposure of Noisy Trains on Populations Around Turirejo Train Railroad Cross

Diana Kusuma Wardhani¹, Jojok Mukono²

¹ Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Surabaya 60115, Indonesia

Corresponding Author:

diana.kusuma.wardhani-2017@fkm.unair.ac.id

Article Info

Submitted : 25 November 2019
In reviewed : 09 Desember 2019
Accepted : 07 Januari 2020
Available Online : 31 Januari 2020

Kata Kunci : gangguan tuli sensorineural, intensitas bising, penduduk

Keywords : *Sensorineural hearing loss disorders, noise intensity, population*

Published by Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga

Abstrak

Pendahuluan: Sebagai salah satu moda transportasi darat yang digemari, frekuensi pelayanan kereta api sangatlah tinggi. Salah satu dampak negative yang muncul dari aktivitas kereta api adalah suara bising. Intensitas kebisingan tinggi dari kereta api memberikan risiko kesehatan seperti terjadinya gangguan pendengaran. Penelitian ini bertujuan menganalisis perbedaan kejadian gangguan pendengaran akibat bising kereta api pada 2 kelompok penduduk di Pemukiman Turirejo Lawang Malang. **Metode:** Penelitian ini menggunakan metode observasional dan data dianalisis secara deskriptif kualitatif. Sebanyak 20 orang menjadi responden yang dipilih secara purposive sampling. Intensitas bising diukur dengan alat sound level meter dan pengukuran audiometri diperiksa di Laboratorium SIMA Malang. **Hasil dan Pembahasan:** Gangguan tuli sensorineural lebih banyak dialami oleh penduduk pada kelompok 3-7 m dibandingkan pada kelompok 8-25 m. Penduduk yang tinggal minimal 15 tahun pada jarak 3-7 m lebih banyak mengalami gangguan pendengaran. Salah satu penyebab gangguan pendengaran karena mendapat paparan bising yang tinggi dan dalam waktu yang lama dan akan merusak sel rambut pada koklea sehingga menyebabkan penurunan pendengaran. Bila paparan bising berlangsung terus menerus dan dalam jangka waktu lama maka kerusakan sel rambut akan bersifat permanen dan tidak bisa kembali normal. **Kesimpulan:** Perlu ada kebijakan dari pemerintah dalam menentukan batasan minimal jarak rumah dengan rel kereta api. Selain itu perlu memasang barrier di dekat rumah penduduk untuk meredam kebisingan.

Abstract

Introduction: As one of the preferred modes of land transportation, the frequency of train services was very high. One of the negative impacts arising from train activity was noise. The high noise intensity of the train causes hearing loss. **Method:** This study aims to analyze the differences in the incidence of hearing loss in 2 groups of residents in Turirejo Lawang Malang. This research used the observational method and the data were analyzed descriptive qualitative. A total of 20 people were selected as respondents by purposive sampling. Noise intensity was measured by Sound Level Meter and audiometric measurements were examined at SIMA Malang Laboratory. **Result and Discussion:** The prevalence of sensorineural hearing loss was more common in residents whose homes at 3-7 m away from the railroad tracks. In addition, residents who lived at least 15 years at a distance of 3-7 m also experienced more hearing loss. One cause of hearing loss is due to exposure to high noise and for a long time and will damage the hair cells in the cochlea, causing hearing loss. If noise exposure continues and for a long period of time damage to hair cells will be permanent and cannot return to normal. **Conclusion:** There needs to be a policy from the government in determining the minimum limit of the distance of the house to the railroad tracks. In addition, it is necessary to install a barrier near people's homes to reduce noise.

PENDAHULUAN

Transportasi tidak bisa dilepaskan dari pembangunan sebuah negara karena mempunyai peranan penting seperti untuk distribusi barang, distribusi jasa serta membantu pergerakan penduduk dari satu tempat ke tempat lainnya (1). Hal ini memberikan dampak yang baik karena hasil dari pembangunan dapat dinikmati secara merata oleh penduduk Indonesia. Salah satu moda transportasi yang penyelenggaraannya menunjukkan peningkatan peran yang penting adalah kereta api. Kelebihan kereta api sebagai alat transportasi darat adalah daya angkut tinggi dalam sekali rute perjalanan, rendah emisi, hemat bahan bakar, memiliki tingkat keamanan dan keselamatan tinggi serta bebas hambatan karena memiliki jalur khusus.

Adanya aktivitas kereta api dapat menimbulkan kebisingan karena adanya pergerakan roda yang bergesek dengan rel, bunyi bel kereta, mesin pembangkit kereta, dan suara sinyal pada jalur persimpangan kereta api. Kebisingan adalah suatu kondisi dimana bunyi atau suara dalam suatu intensitas tertentu mengganggu dan dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Kebisingan yang ditimbulkan dari aktivitas kereta api menghasilkan suara bising yang cukup tinggi dan termasuk dalam kategori kebisingan tidak tetap. Jenis kebisingan tidak tetap dapat dikelompokkan menjadi tiga macam yaitu bising fluktuatif yang selalu berubah dalam suatu rentang waktu, bising terputus contohnya bising yang bersumber dari kereta api, dan bising impulsif yang berasal dari suara dengan intensitas tinggi yang memekak telinga seperti ledakan bom (2).

Wilayah pinggiran lintasan kereta api sering kali didirikan bangunan oleh penduduk di daerah perkotaan karena kebutuhan akan tempat tinggal yang semakin besar tidak diimbangi oleh lahan yang memadai. Disatu sisi wilayah pinggiran lintasan kereta api memiliki luas lahan yang cukup untuk didirikan bangunan baik sebagai tempat tinggal maupun usaha karena dalam regulasi disebutkan bahwa area selebar 15 meter dari lintasan kereta menjadi area yang steril milik PT KAI untuk menunjang operasional kereta api. Kondisi ini akhirnya dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mendirikan bangunan di area tersebut dan PT KAI pun memberikan ijin dengan sistem sewa lahan yang sewaktu-waktu bisa diminta kembali oleh PT KAI.

Pengukuran intensitas bising akibat aktivitas kereta api di beberapa wilayah sekitar pinggiran rel kereta api mendapatkan hasil semuanya berada diatas baku tingkat kebisingan menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no 48 tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan. Intensitas bising yang diukur pada tahun 2017 di sekitar lintasan kereta api Manggarai -

Bekasi sebesar 102,70 dBA (3), sekitar perlintasan rel di wilayah jalan Ambengan Surabaya tahun 2018 intensitas bisingnya sebesar 70,73 dBA (4), dan di tahun 2019 intensitas bising di sepanjang perlintasan rel kereta api jalan Ngagel Rejo Surabaya sebesar 65,89 dBA (5). Baku tingkat kebisingan yang dipersyaratkan bagi kawasan perumahan/ pemukiman adalah sebesar 55 dBA.

Bising yang bersumber dari kereta api dapat berpengaruh bagi kesehatan manusia pada dua jenis gangguan yaitu mengalami masalah pada indera pendengaran (*auditory effect*) dan masalah non indera pendengaran (*non-auditory effect*) seperti masalah psikologis, fisiologis, dan komunikasi. Gangguan kesehatan pada indera pendengaran yaitu penurunan nilai ambang pendengaran yang dapat dialami sementara (*temporary threshold shift*) non patologi maupun yang bersifat permanen (*permanent threshold shift*) karena faktor patologis akibat berada di lokasi yang memiliki bising tinggi dan adanya trauma akustik. Telinga manusia dibagi menjadi tiga bagian besar yaitu telinga dalam, telinga tengah dan telinga luar.

Bagian tengah dan luar berhubungan dengan transmisi suara ke bagian dalam telinga yang terdapat *cochea* yang berfungsi sebagai pendengaran dan keseimbangan. Bagian telinga tengah dan luar dipisahkan oleh membran timpani. Sel-sel rambut di dalam *cochea* akan mengalami kerusakan yang permanen pada indera pendengaran yang terpapar oleh suara bising. Kondisi ini mengakibatkan penurunan kemampuan mendengar, *tinitus*, dan penurunan ambang pendengaran dengan gejala meningkatnya kemampuan untuk mendengar.

Ada tiga macam gangguan pendengaran yang dapat dialami oleh manusia berdasarkan transmisi gelombang suara yang diterima oleh telinga yaitu tuli konduksi, tuli sensorineural dan tuli campuran. Kondisi pada tuli konduksi, telinga bagian luar dan tengah mengalami gangguan sehingga hantaran gelombang suara tidak mencapai telinga bagian dalam dengan baik. Penderita akan mengalami kesulitan untuk mendengar suara dengan nada rendah dan yang dibisikkan pada jarak 5 meter bila dilakukan suatu tes pendengaran.

Gangguan pendengaran jenis sensorineural terjadi karena adanya masalah di telinga dalam bisa juga disebabkan karena adanya masalah fungsi pada syaraf pendengaran. Salah satu yang menjadi penyebabnya adalah karena mengalami paparan bising yang terus menerus antara delapan hingga sepuluh tahun. Keadaan tuli sensorineural muncul bertahap. Dari tes audiometri didapat peningkatan ambang dengar dengan frekuensi 4000 Herzt dan terus mengalami kenaikan ambang dengar menjadi permanen dengan intensitas 3000 hingga 6000 Herzt bila terus terpapar suara bising (6).

Pada gangguan pendengaran campuran adalah gabungan antara gangguan pendengaran jenis konduktif dan gangguan pendengaran jenis sensorineural. Kondisi pada gangguan pendengaran ini bisa diawali dengan masalah pada transmisi bunyi yang kemudian menjadi sensorineural pada kondisi lebih lanjut. Bisa juga kondisinya berbalik, dimana terjadi gangguan sensorineural dan berlanjut menjadi gangguan konduksi. Tidak menutup kemungkinan penderita mengalami gangguan ini secara bersamaan seperti mengalami benturan kepala yang hebat sehingga telinga dalam dan telinga tengah mengalami cedera.

Beberapa penelitian yang menganalisis pengaruh kebisingan terhadap gangguan pendengaran memperoleh hasil seperti intensitas kebisingan yang tinggi di area skadron 3 Iswahyudi berpengaruh pada gangguan pendengaran yang dialami oleh para teknisi di area *flightline* yang bekerja dengan kondisi bising diatas 95,56 dBA (7). Penelitian yang dilakukan di PT Iskandar Textile Surakarta membuktikan bahwa ada pengaruh antara masa kerja dan tingkat bising terhadap ambang pendengaran responden yang telah bekerja diatas 10 tahun sebesar 42% (8). Sebanyak 54,10% pekerja di sebuah perusahaan di Kota Jambi yang terpapar bising diatas 85 dBA mengalami gangguan pendengaran dan mereka yang berada di tempat kerja yang memiliki kebisingan tinggi mempunyai risiko 2,70 kali untuk menderita masalah pada indera pendengaran (9). Pada sebuah penelitian di PT DPS Surabaya sebanyak 53,80% pekerja yang terpapar bising diatas 85 dBA dan tanpa menggunakan alat pelindung diri seperti earmuff ataupun earplug saat melakukan pekerjaannya mengalami *NIHL* (*noise induced hearing loss*) dengan prevalensi sebesar 21,60% (10).

Pemukiman Turirejo Kecamatan Lawang Malang berada di perlintasan kereta api Malang-Surabaya dan Malang-Banyuwangi dengan jarak terdekat rumah penduduk ke rel kereta api sejauh 3 meter dan dilewati sebanyak 30 kereta setiap harinya. Sebagian besar warga adalah kelompok ibu rumah tangga yang selama 24 jam mendapat paparan kebisingan yang bersumber dari kereta api. Selain itu rata-rata penduduk sudah bermukim lebih dari 15 tahun. Hal inilah yang mendasari penulis untuk mengidentifikasi adakah efek bising yang bersumber dari kereta api terhadap masalah pendengaran pada penduduk di Turirejo Lawang Malang. Karena bila melihat kondisi di pemukiman Turirejo Kecamatan Lawang Malang kemungkinan ada efek bising yang bersumber dari kereta api terhadap masalah pendengaran bagi responden.

METODE

Dalam penelitian ini menggunakan metode observasional deskriptif dan menggunakan desain *cross sectional*. Lokasi penelitian dilakukan di Pemukiman Turirejo Lawang Malang mulai bulan Mei – Oktober 2019. Ibu rumah tangga yang tinggal di pemukiman tersebut menjadi populasinya dan untuk sampel terbagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok yang rumahnya berjarak 3-7 m dari perlintasan rel dan kelompok yang rumahnya berjarak 8-25 m dari perlintasan rel kereta. Sampel diambil secara *purposive sampling* yang memenuhi kriteria ibu rumah tangga yang usianya 25 tahun keatas, bertempat tinggal di sekitar rel kereta api, bersedia mengikuti penelitian ini.

Variabel dalam penelitian ini yaitu tingkat kebisingan dan faktor individu seperti jarak rumah, lama tinggal, riwayat kesehatan dan usia sebagai variabel bebas (independen) sedangkan variabel terikatnya adalah gangguan pendengaran.

Pengumpulan data primer berupa kuisisioner yang berisitentang identitas dan riwayat kesehatan responden, pengukuran tingkat kebisingan kereta api dan pemeriksaan audiometri. Intensitas kebisingan diukur di dalam rumah responden yang diambil secara acak baik kelompok 3-7 meter dan kelompok 8-25 meter, 7 kali mewakili interval waktu sesuai dengan panduan pengukuran kebisingan lingkungan Kep MENLH No 48 tahun 1996 yaitu 4 waktu saat siang hari dan 3 waktu saat malam hari. Intensitas kebisingan diukur dengan alat *Sound Level Meter*. Pengukuran kebisingan pada dua titik tersebut selanjutnya dihitung menggunakan rumus L_{sm} sebagai berikut :

$$L_{sm} = 10 \log 1/24 \{16 \cdot 10^{0.1 \cdot L_s} + 8 \cdot 10^{0.1 \cdot (L_m + 5)}\} \text{ dBA}$$

dimana,

$$L_s = 10 \log 1/16 \{T1 \cdot 10^{0.1 \cdot L1} + \dots + T4 \cdot 10^{0.1 \cdot L4}\} \text{ dBA}$$

$$L_m = 10 \log 1/8 \{T5 \cdot 10^{0.1 \cdot L5} + \dots + T7 \cdot 10^{0.1 \cdot L7}\} \text{ dBA}$$

Hasil pengukuran tingkat kebisingan kemudian dibandingkan dengan standar baku tingkat bising yang dipersyaratkan bagi kawasan pemukiman / perumahan menurut KepMenLH no 48 tahun 1996 yaitu sebesar 55 dBA (11).

Pemeriksaan audiometri dilakukan di Laboratorium SIMA Malang. Pemeriksaan audiometri dilakukan dengan memasang headphone pada responden yang berada di ruang/bilik kedap suara. Kemudian responden mendengarkan bunyi yang disampaikan oleh petugas dari alat audiometri. Responden memberikan respon dengan menekan tombol bila mendengar suara. Audiometri akan merekam respon

yang diberikan oleh responden tersebut dan keluar hasil yang disebut audiogram. Dari audiogram dapat diketahui apakah responden mengalami gangguan pendengaran atau tidak.

Data sekunder berupa gambaran umum pemukiman Turirejo Lawang Malang diperoleh dari Kantor Desa Turirejo. Jadwal jam kereta api saat melewati pemukiman tersebut setiap harinya diperoleh dari kantor Stasiun Lawang. Jadwal kereta api diperlukan untuk menentukan waktu pengukuran kebisingan di lokasi penelitian.

Analisis univariat dan bivariat dilakukan setelah data terkumpul. Analisis univariat distribusi frekuensi akan dijelaskan secara deskriptif sesuai dengan karakteristik variabelnya. Analisis bivariat akan menganalisis perbedaan pada 2 kelompok sampel yaitu kelompok responden yang rumahnya berjarak 3-7 m dan kelompok responden yang rumahnya berjarak 8-25 m. Analisis data menggunakan analisis deskriptif kualitatif yaitu dengan mendeskripsikan secara menyeluruh kemudian melakukan tabulasi silang dengan gangguan pendengaran pada kedua kelompok sampel. Pelaksanaan studi ini telah dinyatakan lulus kaji etik dan memperoleh sertifikat etik dengan nomer 480/HRECCFODM/VII/2019 tanggal 15 Juli 2019 dari Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga. Persetujuan dari responden telah diperoleh dan dibuktikan dengan adanya penandatanganan *informed consent* oleh responden.

HASIL

Intensitas Bising Kereta Api

Untuk mengetahui intensitas bising kereta api di lokasi penelitian maka dilakukan pengukuran sebanyak 7 kali dalam 24 jam yang mewakili 4 waktu pada siang dan 3 waktu pada malam saat kereta api melintas di pemukiman Turirejo. Pengukuran dilakukan pada tanggal 26 September 2019 di dalam rumah responden yang berjarak 3 meter dan pada tanggal 27 September di dalam rumah responden yang berjarak 25 m dari rel. Dari setiap waktu pengukuran intensitas kebisingan di kedua kelompok tersebut memperoleh hasil tingkat kebisingan di lokasi tersebut diatas baku tingkat bising yang dipersyaratkan untuk kawasan perumahan/pemukiman.

Pada lokasi yang berjarak antara 3-7 m dari rel memperoleh hasil pengukuran tingkat kebisingan (Lsm) sebesar 90,27 dBA untuk 7 waktu pengukuran, sedangkan di lokasi yang jaraknya 8-25 meter dari rel memperoleh hasil pengukuran tingkat kebisingan (Lsm) sebesar 83,07 dBA untuk 7 waktu pengukuran. Hasil

pengukuran intensitas bising pada tiap waktu pengukuran di dua titik lokasi dapat dilihat di tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan di Pemukiman Turirejo Kecamatan Lawang Malang

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran		Lsm (dBA)
	Waktu Pengukuran	L (dBA)	
Pada jarak 3-7 m	05.05	92,4	90,27
	07.44	98,4	
	09.48	98,7	
	13.12	97,7	
	19.22	91,8	
	22.00	91,4	
	02.57	88,6	
Pada jarak 8-25 m	05.05	86,2	83,07
	07.44	87,6	
	09.48	89,6	
	13.12	91,2	
	19.22	89,6	
	22.00	86,6	
	02.57	84,5	

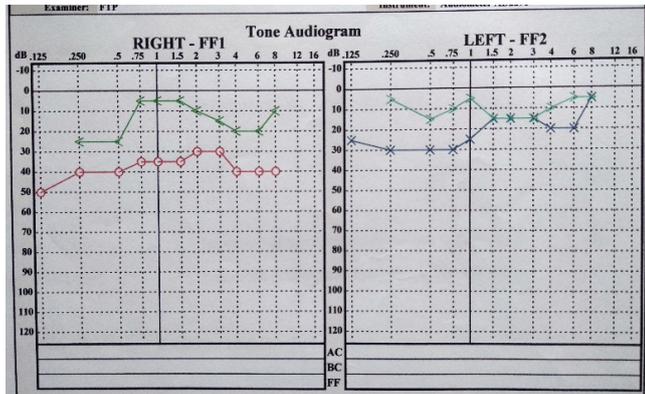
Pemeriksaan Audiometri

Dari hasil pemeriksaan audiometri seperti yang tercantum pada tabel 2., ada 4 orang responden (40%) yang rumahnya berjarak 3-7 m dari lintasan kereta api mengalami gangguan pendengaran dan 6 orang lainnya (60%) dalam kondisi normal tidak mengalami gangguan pendengaran. Responden yang rumahnya berjarak 8-25 meter dari rel kereta api ada 2 orang (20%) yang menderita masalah pendengaran dan 8 responden (80%) dalam kondisi normal. Dari 20 orang responden sebanyak 6 orang (30%) mengalami gangguan pendengaran dan sebanyak 70% dalam keadaan normal tidak mengalami gangguan pendengaran.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Audiometri Responden di Pemukiman Turirejo Kecamatan Lawang Malang

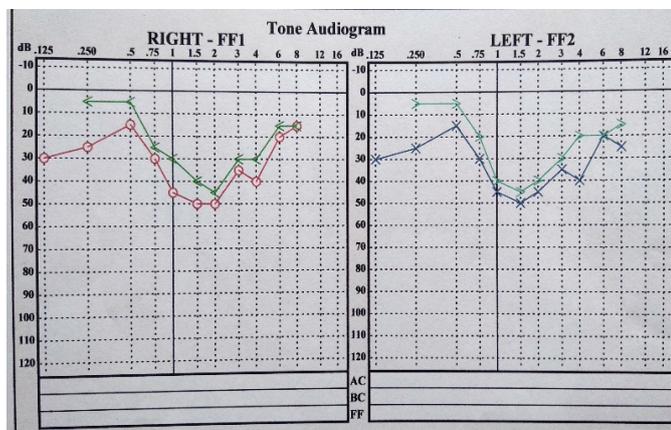
Hasil Tes Audiometer	Rumah 3-7 meter		Rumah 8-25 meter		Total	
	n	%	n	%	n	%
Normal	6	60	8	80	14	70
Ada gangguan	4	40	2	20	6	30
Total	10	100	10	100	20	100

Pada kelompok sampel yang berjarak 3-7 m, ada 2 orang yang mengalami gangguan tuli sensorineural dan 2 orang yang mengalami gangguan tuli konduksi. Pada kelompok sampel yang berjarak 8-25 m, ada 1 orang yang menderita gangguan tuli sensorineural dan 1 orang yang menderita gangguan tuli konduksi. Keenam orang yang mengalami gangguan pendengaran tersebut mengalami derajat ketulian yang berbeda-beda.



*) Keterangan : audiogram dengan keterangan bagian atas RIGHT-FF1 merupakan hasil audiometri pada telinga kanan dan audiogram dengan keterangan bagian atas LEFT-FF1 merupakan hasil audiometri pada telinga kiri

Gambar 1. Hasil Audiogram Responden yang Mengalami Tuli Konduksi



*) Keterangan : audiogram dengan keterangan bagian atas RIGHT-FF1 merupakan hasil audiometri pada telinga kanan dan audiogram dengan keterangan bagian atas LEFT-FF1 merupakan hasil audiometri pada telinga kiri

Gambar 2. Hasil audiogram responden yang mengalami tuli sensorineural

Karakteristik Responden

Karakteristik responden yang akan diteliti meliputi usia, lama tinggal di lokasi penelitian, dan riwayat kesehatan. Jumlah responden sebanyak 20 penduduk yang telah sesuai dengan syarat inklusi penelitian yaitu berusia minimal 25 tahun, tinggal dan telah menetap di lokasi penelitian selama minimal 5 tahun dengan jarak rumah ke rel kereta maksimal 25 meter. Informasi mengenai karakteristik responden diperoleh melalui pengisian kuisisioner penelitian. Hasil distribusi karakteristik responden pada 2 kelompok sampel dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Responden Menurut Usia, Lama Tinggal dan Riwayat Kesehatan

Karakteristik Responden	Rumah 3-7 meter		Rumah 8-25 meter		Total	
	n	%	n	%	n	%
Usia (tahun)						
25-45	6	60	2	20	8	40

Karakteristik Responden	Rumah 3-7 meter		Rumah 8-25 meter		Total	
	n	%	n	%	n	%
> 45	4	40	8	80	12	60
Total	10	100	10	100	20	100
Lama tinggal (tahun)						
5-15	4	40	6	60	10	50
>15	6	60	4	40	10	50
Total	10	100	10	100	20	100
Riwayat Kesehatan						
Tidak pernah hipertensi	7	70	5	50	12	60
Pernah hipertensi	3	30	5	50	8	40
Total	10	100	10	100	20	100

Pada karakteristik usia, responden yang tinggal pada jarak 3-7 meter dari rel kereta api sebanyak 6 orang (60%) berada pada kelompok usia 25-45 tahun dan sebanyak 4 orang (40%) berada pada kelompok usia diatas 45 tahun. Pada responden yang rumahnya berjarak 8-25 meter dari rel kereta api, yang berusia antara 25-45 tahun sebanyak 2 orang (20%) dan yang berusia diatas 45 tahun sebanyak 8 orang (80%). Responden dengan rumah berada pada jarak 3-7 meter dari rel kereta api sebanyak 4 orang (40%) sudah berada disana selama 5-15 tahun dan ada 6 orang (60%) yang sudah bermukim diatas 15 tahun. Responden yang rumahnya berjarak 8-25 meter dari rel kereta api sebanyak 6 orang (60%) telah bermukim antara 5-15 tahun dan yang sudah bermukim selama lebih dari 15 tahun ada 4 orang (40%).

Pada karakteristk riwayat kesehatan ada 3 orang (30%) yang menderita hipertensi dan 7 orang dengan prosentase 70 % yang tidak menderita hipertensi. Angka tersebut terdapat pada responden yang rumahnya berjarak 3-7 m dari rel kereta api. Bagi responden yang berada pada jarak 8-25 meter dari rel kereta api, sebanyak 5 orang (50%) yang tidak hipertensi dan sebanyak 5 orang (50%) yang mengalami hipertensi.

PEMBAHASAN

Intensitas Bising Kereta Api

Tingginya intensitas bising di wilayah pemukiman penduduk sekitar rel kereta api sebagian besar dialami oleh warga yang bermukim di wilayah jalur kereta api. Seperti penelitian yang dilakukan di kawasan pemukiman dekat lintasan kereta api di Kelurahan Nusukan, Banjarsari Surakarta, intensitas bising yang ditimbulkan kereta api sebesar 85,91 dBA (12). Hasil yang serupa juga diperoleh saat melakukan pengukuran tingkat kebisingan di pemukiman Kelurahan Ketintang Kecamatan Gayungsari Surabaya. Hasil pengukuran

yang mewakili waktu siang memperoleh intensitas bising antara 72,06 – 74,42 dBA dan yang mewakili waktu malam sebesar 68,23 – 70,69 dBA (13). Di Kecamatan Koto Tangah Kota Padang dilakukan pengukuran kebisingan di masjid yang berada di sepanjang lintasan rel kereta api. Dari 5 titik lokasi pengukuran didapatkan rerata kebisingannya mencapai 76,10 dBA (14).

Meskipun terdapat perbedaan nilai tingkat kebisingan dari beberapa penelitian tersebut namun tingkat kebisingan di wilayah sekitar lintasan kereta api hasilnya diatas baku tingkat kebisingan yang dipersyaratkan oleh KepMen LH No 48 tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan bagi kawasan pemukiman yaitu sebesar 55 dBA. Hasil yang hampir sama juga didapat pada pengukuran tingkat kebisingan di 2 kelompok sampel di pemukiman sekitar perlintasan rel Turirejo. Baik pada kelompok sampel 3-7 m maupun kelompok sampel 8-25 m tingkat kebisingannya diatas baku tingkat kebisingan yang ditentukan. Tingginya intensitas kebisingan di pemukiman Turirejo Kecamatan Lawang Malang juga disebabkan oleh kebisingan lalu lintas jalur Surabaya-Malang yang berjarak sekitar 80 meter dari rumah warga.

Jenis kebisingan yang bersumber dari kereta api seperti halnya kebisingan lalu lintas yaitu merupakan kebisingan intermitten atau kebisingan yang terputus-putus. Adanya perbedaan intensitas tingkat kebisingan meskipun dengan sumber kebisingan yang sejenis dapat dipengaruhi salah satunya oleh serapan udara. Dibandingkan udara yang memiliki suhu tinggi, udara dengan suhu rendah akan menyerap suara lebih besar. Hal ini dikarenakan pada suhu yang rendah udara akan lebih rapat dan membuat gesekan dengan gelombang bunyi menjadi meningkat. Pemukiman Turirejo yang berada di Kecamatan Lawang Malang cenderung bersuhu lebih rendah dibandingkan dengan Kota Surabaya, Padang dan Surakarta. Akan tetapi sebagian besar responden tidak merasa terganggu oleh kebisingan tersebut. Mereka beranggapan bahwa kebisingan tersebut merupakan kondisi yang biasa dan tidak mengganggu. Keadaan bising yang diterima oleh individu bisa dipengaruhi oleh kemampuan adaptasi masing-masing sehingga bagi mereka yang sudah terbiasa berada pada lingkungan yang bising dalam jangka waktu yang lama tidak akan merasa bahwa keadaan di lingkungannya tersebut bising dan mengganggu (15).

Kebisingan yang tinggi dapat dikurangi dengan pemasangan barrier di sekitar tempat yang menerima paparan bising. Dari sebuah penelitian, rancang barrier yang pernah teruji mampu menurunkan intensitas bising yang cukup signifikan adalah dengan menggunakan

bahan batu bata atau dengan campuran beton dan abu (*cinder concrete*) dan memiliki tinggi 4 meter. Barrier dengan model seperti ini mampu menurunkan intensitas bising dari 102,70 dBA menjadi 44 dBA (3).

Gangguan Pendengaran Akibat Bising Kereta Api Pada Penduduk Turirejo

Jenis gangguan pendengaran yang diderita oleh keenam responden berdasarkan hasil audiogram ada 2 macam yaitu tuli konduksi dan tuli sensorineural. Berdasarkan hasil audiogram dari pemeriksaan audiometri yang dilakukan responden, ada 3 orang responden yang mengalami tuli konduksi. Hasil audiogram pada penderita tuli konduksi seperti di gambar 1. Pada keadaan seseorang yang mengalami tuli konduksi grafik menunjukkan adanya peningkatan ambang pendengaran dan dalam batas normal. Artinya pada telinga luar dan atau telinga tengah responden terjadi gangguan sedangkan telinga bagian dalam normal.

Tiga orang responden yang lain mengalami tuli sensorineural. Hasil audiogram pada penderita tuli konduksi seperti di gambar 2., dimana grafik menunjukkan terjadi peningkatan ambang pendengaran pada kedua grafik dengan hasil yang hampir sama. Artinya terjadi gangguan di telinga dalam.

Pada kelompok sampel 3-7 m, responden yang mengalami gangguan pendengaran baik tuli konduksi maupun tuli sensorineural lebih banyak dibandingkan pada kelompok sampel 8-25 m. Paparan bising akibat kereta api akan mempengaruhi pendengaran pada penduduk yang rumahnya lebih dekat dengan sumber bising sehingga responden yang mengalami gangguan pendengaran banyak dialami pada kelompok sampel 3-7 m. Gangguan pendengaran akibat paparan bising tinggi juga dialami oleh karyawan di sebuah game center di Kota Manado dimana intensitas bising di tempat tersebut diatas nilai ambang batas (NAB). Paparan bising tinggi selama 8 jam kerja per hari mengakibatkan 3 dari 20 orang karyawan mengalami masalah pendengaran pada telinga kanan dan telinga kiri (16).

Paparan bising bisa menyebabkan gangguan pendengaran bahkan hilangnya pendengaran. Suara bising yang masuk dari telinga luar akan menuju ke membran timpani lalu ke telinga dalam dimana sel rambut di dalam koklea akan memberi respon untuk inisiasi impuls syaraf suara ke otak. Macam dan derajat kerusakan yang dialami oleh sel rambut tergantung pada intensitas kebisingan yang diterima oleh responden. Bila terus menerus mengalami paparan bising akan terjadi kerusakan yang sifatnya permanen maka sel sensoris auditori tidak mampu *recovery* dan berfungsi normal kembali (17).

Gangguan Pendengaran Tuli Sensorineural pada 2 Kelompok Sampel

Pada kelompok sampel 3-7 m responden yang mengalami gangguan pendengaran tuli sensorineural ada 2 orang, lebih banyak dibandingkan pada kelompok 8-25 m. Salah satu yang menyebabkan terjadinya gangguan pendengaran tuli sensorineural adalah karena mendapat paparan bising dengan intensitas tinggi dalam waktu lama. Dari hasil kuisioner responden yang mengalami gangguan pendengaran tersebut sudah bermukim di lokasi penelitian selama lebih dari 30 tahun, sehingga bisa dikatakan penyebab responden mengalami masalah pendengaran adalah akibat paparan kebisingan kereta api yang melintas di pemukiman Turirejo Kecamatan Lawang Malang.

Berada pada lingkungan dengan intensitas kebisingan yang tinggi yaitu sebesar 87,90 - 97,90 dBA juga dialami oleh pekerja di sebuah perusahaan pengolahan kayu di Kota Semarang. Kondisi ini mengakibatkan 38,30% responden mengalami masalah gangguan pendengaran sensorineural. Penelitian tersebut menyebutkan bahwa pekerja yang mengalami paparan bising diatas 85 dBA memiliki risiko 11,85 kali mengalami masalah pendengaran sensorineural daripada pekerja yang berada pada lingkungan dengan tingkat kebisingan dibawah 85 dBA (18).

Kondisi gangguan pendengaran tipe sensorineural diawali dengan perubahan ambang pendengaran yang disebabkan adanya paparan bising yang terus-menerus. Awalnya pada frekuensi 4000 Hz masih bersifat sementara dan akan kembali menjadi normal seiring berjalannya waktu bila tidak mendapatkan paparan bising yang tinggi. Bila terus terpapar bising maka peningkatan ambang dengar menjadi permanen dan tidak dapat dipulihkan. Kondisi ini membuat sel-sel rambut di koklea mengalami degenerasi atau bahkan terjadi destruksi dari *intercillial bridges* seiring dengan lamanya paparan dan intensitas bising yang diterima manusia sehingga stereosilia menjadi kaku dan rusak tidak mampu merespon stimulus bunyi dari luar telinga (19).

Ada beberapa faktor yang bisa mempengaruhi apakah intensitas kebisingan dapat memberikan dampak bagi kesehatan manusia. Besar kecilnya frekuensi suara yang diterima oleh seseorang bisa ditentukan oleh arah angin salah satu contohnya. Hembusan angin yang menuju ke pendengar akan membuat bunyi menjadi semakin keras dan bila pendengar berada pada posisi yang berlawanan dengan arah angin maka frekuensi bunyi akan terdengar lebih kecil.

Sebuah penelitian memperoleh hasil bahwa peningkatan dan penurunan tingkat bising dapat

dipengaruhi oleh arah angin yang menuju ke pendengar. Sebuah industri pengolahan karet alam di Kota Jambi yang menjadi lokasi penelitian tersebut berada di dekat sungai. Area di bagian produksi yang memiliki tingkat bising tinggi tidak tertutup oleh dinding sehingga disaat karyawan berada di area tersebut akan langsung terkena hembusan angin yang mengarah kedalam area produksi. Kondisi ini mengakibatkan frekuensi suara bising yang diterima karyawan terdengar lebih kencang dan memiliki risiko 2,70 lebih besar untuk mengalami masalah pendengaran (9).

Bila dikaitkan dengan faktor arah angin, penduduk yang berada pada kelompok sampel 3-7 m memiliki risiko mendapat frekuensi bunyi dari kereta api lebih kencang dibandingkan dengan penduduk yang berada di kelompok sampel 8-25 m. Hal ini karena hembusan angin akan langsung mengantarkan bunyi saat kereta lewat ke rumah penduduk yang berada pada jarak 3-7 m yang tidak terhalang oleh dinding/barrier apapun. Sedangkan pada penduduk yang rumahnya pada jarak 8-25 m frekuensi bunyi yang diterima relatif lebih kecil karena hembusan angin terhalang oleh rumah penduduk pada jarak 3-7 m.

Gangguan Pendengaran Tuli Sensorineural pada 2 Kelompok Sampel menurut Lama Tinggal

Pada kelompok sampel 3-7 m, responden yang mengalami gangguan pendengaran tuli sensorineural adalah penduduk yang sudah berada di pemukiman Turirejo selama lebih dari 15 tahun sebanyak 2 orang. Sedangkan pada kelompok sampel 8-25 tahun yang mengalami gangguan pendengaran tuli sensorineural adalah penduduk yang sudah bertempat tinggal kurang dari 15 tahun sebanyak 1 orang. Bila membandingkan dua kelompok sampel menurut lama tinggal yaitu diatas 15 tahun, maka pada kelompok sampel 3-7 m lebih banyak mengalami gangguan pendengaran tuli sensorineural.

Gangguan pendengaran akibat bising yaitu tuli sensorineural tidak hanya dialami oleh penduduk yang sudah lama berada di sekitar perlintasan kereta api saja. Dalam sebuah penelitian di PT Indonesia Power UBP Semarang dimana intensitas kebisingannya diatas 85 dBA, pekerja yang memiliki masa kerja diatas 10 tahun memiliki risiko 3,65 kali lebih besar untuk mengalami gangguan pendengaran akibat bising dibandingkan pekerja dengan masa kerja dibawah 10 tahun (20). Gangguan pendengaran akibat bising terjadi secara bertahap sehingga tidak disadari oleh mereka yang terpapar.

Hasil yang sama juga diperoleh dari sebuah industri yang memproduksi body mini bis di kota

Magelang. Tenaga kerja yang memiliki lama kerja lebih dari 15 tahun mempunyai risiko 22 kali lebih tinggi mengalami masalah pendengaran bila dibanding dengan tenaga kerja yang lama kerjanya kurang dari 15 tahun (21). Seperti halnya sebuah studi yang dilakukan di PT PAL Surabaya dimana intensitas bising di unit konstruksi kapal perang rerata mencapai 80,50 dBA, sebanyak 33,30% pekerja yang memiliki masa kerja 10 tahun keatas mengalami masalah pendengaran. Pengujian statistik membuktikan adanya pengaruh intensitas bising yang tinggi dengan masalah pendengaran pada karyawan (22).

Lama tinggal atau masa kerja kaitannya dengan gangguan pendengaran adalah seberapa lama paparan dari kebisingan yang diterima oleh seseorang. Efek terhadap kesehatan yang ditimbulkan dari kebisingan dapat dipengaruhi oleh intensitas, frekuensi, jenis kebisingan atau periodesitas dan durasi bising. Kemampuan adaptasi seseorang dalam menerima paparan bising juga mempengaruhi dampak yang ditimbulkan dari intensitas bising yang tinggi.

Masalah pendengaran yang terjadi pada seseorang yang terpapar intensitas bising yang tinggi bersifat sementara dan akan kembali normal bila digunakan untuk istirahat dan jauh dari area yang bising. Namun bila terpapar bising dalam waktu yang lama maka ketulian tersebut akan menjadi permanen (23).

Gangguan Pendengaran Tuli Sensorineural pada 2 Kelompok Sampel menurut Riwayat Kesehatan

Pada kelompok sampel 3-7 m, 2 orang responden yang mengalami gangguan pendengaran tuli sensorineural juga mempunyai riwayat hipertensi. Demikian juga pada kelompok sampel 8-25 m, 1 orang responden yang mengalami tuli sensorineural juga mempunyai riwayat hipertensi. Dengan demikian semua responden yang mengalami gangguan pendengaran tuli sensorineural mempunyai riwayat hipertensi. Tidak ada beda pada kedua kelompok sampel yang mengalami gangguan pendengaran tuli sensorineural menurut riwayat kesehatan.

Hasil ini seperti sebuah penelitian yang dilakukan pada responden pasien rawat jalan di poli THT sebuah rumah sakit di Kota Semarang. Pasien yang mempunyai masalah pendengaran tersebut juga memiliki riwayat hipertensi. Diperoleh hasil bahwa antara hipertensi dengan masalah pendengaran ada hubungan yang bermakna. Dari 23 responden yang menderita gangguan pendengaran sebanyak 12 orang memiliki riwayat hipertensi (24). Demikian pula hasil yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di suatu industri di Kota Semarang. Responden yang memiliki riwayat hipertensi

akan mengalami masalah pendengaran dengan nilai odd ratio (OR) 14,36 ,yang artinya seseorang yang terpapar bising dengan riwayat hipertensi 14,36 kali lipat risikonya untuk mengalami gangguan pendengaran dibandingkan dengan mereka yang tidak mempunyai riwayat hipertensi (19).

Pada kondisi seseorang yang mengalami hipertensi, aliran pembuluh darah koklea mengalami masalah sehingga mengakibatkan transportasi nutrisi ke indera pendengaran mengalami penurunan. Akibatnya saraf pendengaran akan mengalami degenerasi sekunder. Selain itu kondisi hipertensi juga membuat iskemia akibat proses arteriosklerosis atau spasme pembuluh darah. Kondisi ini yang membuat saluran pembuluh darah menyempit, dan kondisi atrofi pada otot yang ada di lapisan media. Pada keadaan saluran pembuluh darah yang menyempit, akan membuat turunya perfusi jaringan dan turunya kemampuan sel otot untuk melakukan aktivitas sehingga dapat menyebabkan terjadinya hippoksia jaringan yang membuat rusaknya sel-sel rambut di koklea indera pendengaran. Keadaan inilah yang dijadikan diagnosis sebagai penyebab masalah pendengaran khususnya sensorineural pada hipertensi (25).

Adanya riwayat hipertensi yang telah lama diderita akan membuat penurunan kemampuan sel endotel pada pembuluh darah. Perkembangan penyakit hipertensi bisa terjadi di bagian telinga dalam. Biasanya diikuti dengan viskositas darah menjadi meningkat dan turunya transpor oksigen serta turunya aliran darah pada pembuluh kapiler sehingga membuat sel auditori menjadi rusak dan menghambat proses penyaluran suara.

Gangguan Pendengaran Tuli Sensorineural pada 2 Kelompok Sampel menurut Usia

Pada kelompok sampel 3-7 m, 2 orang responden yang mengalami gangguan pendengaran tuli sensorineural berusia diatas 45 tahun. Demikian juga pada kelompok sampel 8-25 m, 1 orang responden yang mengalami tuli sensorineural berusia diatas 45 tahun. Dengan demikian semua responden yang mengalami gangguan pendengaran tuli sensorineural berusia diatas 45 tahun. Tidak ada beda gangguan pendengaran tuli sensorineural menurut usia pada kedua kelompok sampel.

Gangguan pendengaran yang dialami oleh seseorang yang berusia lanjut merupakan efek kumulatif dari pengaruh faktor herediter, infeksi, arteriosklerosis, metabolisme, bising atau bisa bersifat multifaktor (26). Seiring dengan bertambahnya usia maka secara alamiah akan mengalami perubahan struktur tubuh dan proses

dinamika dari aliran darah dalam pembuluh darah baik pembuluh darah aorta maupun pembuluh darah perifer. Terjadinya perubahan anatomi yang dialami seperti menebalnya dinding pembuluh darah, menurunnya elastisitas pembuluh, dan sklerosis pembuluh darah serta peningkatan tahanan intravaskuler. Membran timpani akan mengalami penipisan dan menjadi kaku, artitis sendi akan dialami oleh otot organ pendengaran. Kondisi inilah yang mempengaruhi sistem pendengaran dari telinga luar hingga telinga dalam.

Sebuah penelitian membuktikan bahwa seseorang yang terpapar bising 90 dB pada usia 20-29 tahun hanya 3% akan mengalami masalah pendengaran. Sementara pada usia 30-39 tahun sebesar 8%, pada usia 40-49 sebesar 16% dan mencapai 27% pada usia di atas 50 tahun (27). Semakin bertambah usianya maka risiko mengalami gangguan pendengaran semakin meningkat.

Dalam sebuah studi yang dilakukan di industri pengolahan kayu di Kota Semarang mendapatkan hasil bahwa tenaga kerja yang memiliki rentang usia 30-40 tahun dan terpapar bising tinggi mempunyai risiko untuk mengalami masalah pendengaran sebesar 1,63 kali lebih tinggi daripada tenaga kerja yang berusia 18-29 tahun (18). Penelitian lain yang dilakukan di PT Dirgantara Indonesia dimana intensitas kebisingannya tinggi memperoleh hasil bahwa ada hubungan yang bermakna antara usia dengan masalah pendengaran. Sebanyak 90% responden yang berusia di atas 40 tahun mengalami masalah pendengaran dan tenaga kerja yang usianya di atas 40% berisiko 6,33 kali menderita gangguan pendengaran daripada tenaga kerja yang berusia di bawah 40 tahun (28).

KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat perbedaan pada jumlah responden yang mengalami gangguan pendengaran antara kelompok sampel 3-7 m dengan kelompok sampel 8-25 m. Pada kelompok 3-7 m yang mendapat paparan bising lebih tinggi, responden yang mengalami gangguan pendengaran tuli sensorineural lebih banyak dibandingkan kelompok sampel 8-25 m. Sementara menurut lama tinggal, responden yang sudah berada di pemukiman Turirejo di atas 15 tahun pada kelompok sampel 3-7 m lebih banyak yang mengalami gangguan tuli sensorineural dibandingkan dengan kelompok sampel 8-25 m. Sehingga dapat disimpulkan bahwa intensitas bising dari kereta api yang melintas di pemukiman Turirejo menyebabkan gangguan pendengaran tuli sensorineural pada penduduk yang berada lebih dekat dengan rel kereta api dan sudah tinggal selama lebih dari 15 tahun.

PT. KAI dan pemerintah daerah sebaiknya mulai membuat kebijakan untuk melakukan pembatasan jumlah warga yang hendak bermukim di pemukiman Turirejo khususnya yang berada di sekitar rel untuk dapat mengurangi risiko gangguan pendengaran pada penduduk. PT KAI dapat juga membuat sebuah kebijakan mengenai jarak minimal bangunan dengan rel kereta api. Alternatif lain untuk meredam bising adalah dengan pemasangan bahan pelapis *hilon insulation* pada dinding gerbong yang bisa dilakukan oleh PT INKA, menanam tanaman yang mampu meredam kebisingan di sekitar pemukiman dengan tetap memperhatikan keamanan perjalanan kereta api. Misalnya tanaman tanjung, bougenville, dan kembang sepatu dan pemasangan barrier dapat dipertimbangkan untuk dilakukan selama ukuran dan letaknya tidak mengganggu jarak pandang masinis dan keselamatan perjalanan kereta api.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dwiatmoko H. Peran Perkeretaapian dalam Menunjang Sistem Logistik Nasional. *J Transp* . 2018;18(2):87–96. <http://journal.unpar.ac.id/index.php/journaltransportasi/article/view/3038>
2. Kusman A, Sulistiyana CS, Hendratno S. Hubungan Antara Kebisingan dengan Gangguan Pendengaran pada Pekerja Penggilingan Beras. *J Kedokt dan Kesehat* . 2015;2(1). <http://jurnal.unswagati.ac.id/index.php/tumed/article/view/272>
3. Arista E, Rili R. Desain Pembuatan Barrier Guna Mengurangi Kebisingan Kereta Api Akibat Double Double Track Jalur Kereta Api Di Area Pemukiman Lintas MAngarai - Bekasi. *J Perkeretaapi Indonesia* . 2017;1(2):25-31. <https://jurnal.api.ac.id/index.php/jpi/article/view/36>
4. Suryani N. Hubungan Kebisingan Dan Umur Dengan Tekanan Darah Ibu Rumah Tangga Di Pemukiman Jalan Ambengan Surabaya. *J Kesehat Lingkungan* . 2018;10(1):70–81. <https://e-journal.unair.ac.id/JKL/article/view/9388>
5. Christi FV. Gambaran tingkat bisings dan gangguan non auditory penduduk sepanjang rel kereta api ngagel rejo Surabaya. *J Ilm Keperawatan* . 2017;3(1):18–28. <http://journal.stikespemkabjombang.ac.id/index.php/jikep/article/view/3>
6. Lumonang NP, Moningka M, Danes VR. Hubungan Bising Dan Fungsi Pendengaran Pada Teknisi Mesin Kapal Yang Bersandar Di Pelabuhan Bitung. *J e-Biomedik* . 2015;3(3):728–732. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/ebiomedik/index>
7. Choirunisa R. Hearing Loss And Health Complaints In Technicians Air Skadron 3 Iswahjudi Airport And Its Association With Aircraft Noise. *J Kesehat Lingkungan*. 2019;11(1):61-68. <https://e-journal.unair.ac.id/JKL>
8. Sumardiyono, Hartono, Ari PS. Pengaruh Bising Dan Masa Kerja Terhadap Nilai Ambang Pendengaran Pekerja Industri Tekstil. *J Ind Hyg Occup Heal* . 2018;2(2):122-131. <https://ejournal.unida.gontor>

- ac.id/index.php/JIHOH
9. Marisdayana R. Pengaruh Intensitas Paparan Bising, Masa Kerja Dengan Gangguan Pendengaran Karyawan PT. X. *J Iptek Terap* . 2016;10(3):188-191. <https://ejournal.kopertis10.or.id/index.php/jit/article/view/597-371>
 10. Syah PB, Keman S. Effect of Using Hearing Protection and Earphone on Noise Induced Hearing Loss and Tinnitus in Workshop's Workers. *J Kesehat Lingkungan* . 2017;9(1):21-30. <https://e-journal.unair.ac.id/JKL>
 11. Kementerian Lingkungan Hidup. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 48 tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan. Jakarta; 1996.
 12. Putra MS, Kusumawati R, Putranto RPA. Pengaruh Kebisingan Kereta Api Terhadap Kualitas Hidup. *Nexus Kedokt Komunitas* . 2017;6(1):1-11. <https://jurnal.fk.uns.ac.id/index.php/Nexus-Kedokteran-Komunitas/article/view/926/459>
 13. Mahroini Z, Kuspriyanto. Persebaran Tingkat Kebisingan Kereta Api Dan Upaya Masyarakat Menghadapi Kebisingan Di Permukiman Rel Kereta Api Kelurahan Ketintang Gayungan Kota Surabaya. *Swara Bhumi e-journal Pendidik Geogr FIS Unesa* . 2019;1(2):1-7. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/swara-bhumi/article/view/27715/25360>
 14. Pumar A, Baihaqi Y, Handani G, Saputra M, Alfayati R. Analisis Tingkat Kebisingan Tempat Ibadah di Sekitar Perlintasan Rel Kereta Api di Kota Padang. *J Kapita Sel Geogr* . 2019;2(5):35-42. <http://ksgeo.pj.unp.ac.id/index.php/ksgeo>
 15. Asmarani R. Hubungan Antara Kemampuan Adaptasi Terhadap Kebisingan Dengan Stres Kerja Karyawan. *J Stud Insa* . 2017;5(1):71-93. <https://jurnal.uin-antasari.ac.id/index.php/insania/article/view/1356/1076>
 16. Rantung RM, Lintong F, Danes VR. Hubungan Bising Dengan Gangguan Pendengaran Pada Pekerja Game Central Area di Area Manado Trade Center. *J e-biomedik* . 2015;3(3):702-705. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/ebiomedik/article/view/10316>
 17. Elfiza R, Marliyawati D. Hubungan Antara Lamanya Paparan Bising Dengan Gangguan Fisiologis Dan Pendengaran Pada Pekerja Industri Tekstil. *J Kedokt Diponegoro* . 2017;6(2):1196-1207. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/medico/article/view/18632>
 18. Arini EY, Setiyani O. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Pendengaran Tipe Sensorineural Tenaga Kerja Unit Produksi PT.Kurnia Jati Utama Semarang. *J Kesehat Lingkung Indones* . 2015;4(1):23-26. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jkli/article/view/9638>
 19. Marlina S, Suwondo A, Jayanti S. Analisis Faktor Risiko Gangguan Pendengaran Sensorineural Pada Pekerja PT. X Semarang. *J Kesehat Masy* . 2016;4(1):359-366. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
 20. Rizqi SN, Widowati. Gangguan Pendengaran Akibat Bising. *HIGEIA J Public Heal Res Dev* . 2017;1(1):73-82. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/higeia>
 21. Kusumadewi IP, Suwondo A, Jayanti S. Faktor Risiko Yang Berhubungan Dengan Kejadian Peningkatan Nilai Ambang Dengar Pada Pekerja Di Bagian Produksi Body Mini Bus PT. X Magelang. e-journal *J Kesehat Masy* . 2018;6(5):548-554. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/22093/20329>
 22. Chelsia A, Suryono H, Nurmayanti D. Pengaruh Umur, Masa Kerja Dan Pemakaian APT Terhadap Ambang Pendengaran Tenaga Kerja Konstruksi Kapal. *J Gema Lingkung Kesehat* . 2019;17(1):31-38. <http://journal.poltekkesdepkes-sby.ac.id/index.php/KESLING/article/view/1050/672>
 23. Putri WW. Hubungan Usia dan Masa Kerja dengan Nilai Ambang Dengar Pekerja yang Terpapar Bising di PT. "X" Sidoarjo. *Indones J Occup Saf Health* . 2016;5(2):173-182. <https://e-journal.unair.ac.id/IJOSH/article/view/4186/2830>
 24. Chanifah S. Hubungan Hipertensi Terhadap Gangguan Pendengaran Sensorineural di RSI Sultan Agung Semarang. *Skripsi*. Universitas Islam Sultan Agung. 2015. <http://repository.uinissula.ac.id/>
 25. Dewi A, Hikmallah N, Utami S. Hubungan Hipertensi dengan Gangguan Pendengaran Sensorineural pada Pasien Rawat Jalan di Poliklinik Telinga Hidung Tenggorokan di RSUD Provinsi NTB. *J Kedokt* . 2018;3(2):563-569. <http://e-journal.unizar.ac.id/index.php/kedokteran/article/view/74>
 26. Istiqomah S, Imanto M. Hubungan Gangguan Pendengaran dengan Kualitas Hidup Lansia. *Med J Lampung Univ* . 2019;8(2):240-246. <http://juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/majority/article/view/2477>
 27. 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):144-154. <https://e-journal.unair.ac.id/JPHRECODE/article/view/16246>
 28. Rahmawati D. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Pendengaran Pada Pekerja di Departemen Metal Forming dan Heat Treatment PT. Dirgantara Indonesia (Persero). *Skripsi*. UIN Jakarta; 2015. <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/>