

Analisis Fungsi Pendengaran pada Masinis PT Kereta Api Indonesia (Persero): Kajian Tingkat Kebisingan Lokomotif

^{1,2}Fitri Juniasih Sangadi, ³Prima Dhewi Ratrikaningtyas

¹Unit Kesehatan, PT Kereta Api Indonesia (Persero), Bandung, Indonesia 40117

²Program Studi Magister Terapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia 55281

³Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia 55281

Email: 68885@kai.id

ABSTRAK

Kereta jarak jauh umumnya berupa rangkaian gerbong penumpang yang ditarik oleh lokomotif diesel-elektrik. Dengan tingkat kebisingan lokomotif yang cukup tinggi, masinis rentan terpapar kebisingan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui hubungan antara lama masa kerja dengan fungsi pendengaran seluruh masinis, asisten masinis, penyelia masinis dan calon masinis PT. Kereta Api Indonesia, dan hubungannya dengan kebisingan kabin lokomotif. Data primer diambil dari hasil audiometri pada saat dilakukannya *medical check-up* 2023 dan data masa kerja menggunakan kuesioner elektronik. Kebisingan lokomotif CC206 saat melaju berkisar antara 75 dBA hingga 120,9 dBA. Data hasil analisis audiometri dan masa kerja memiliki $\chi^2_{hitung} = 117,23$, sehingga disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara masa kerja dengan penurunan fungsi pendengaran. Hal tersebut dapat terjadi karena semakin lama masinis terpapar kebisingan, semakin tinggi pula risiko terjadinya penurunan fungsi pendengaran. Pengaplikasian peredam suara tambahan, pemasangan unit penyejuk udara dan penyesuaian posisi suling di lokomotif dapat dilakukan untuk mengurangi kebisingan dalam kabin lokomotif.

Kata kunci: kebisingan, lokomotif, GPAB, masa kerja, masinis.

ABSTRACT

Long-distance trains are generally a series of passenger cars pulled by diesel-electric locomotives. With a fairly high level of locomotive noise, the driver is susceptible to noise exposure. The study aims to determine the relationship between length of service and hearing function of all drivers, assistant drivers, driver supervisors and prospective drivers of PT. Kereta Api Indonesia, and its relationship with locomotive cabin noise. Primary data were taken from the audiometry results during the 2023 medical check-up and service period data using an electronic questionnaire. The noise of the CC206 locomotive when driving ranged from 75 dBA to 120.9 dBA. The audiometry analysis data and service period have $\chi^2_{count} = 117.23$, so it is concluded that there is a relationship between service period and decreased hearing function. This can happen because the longer the driver is exposed to noise, the higher the risk of hearing loss. The application of additional soundproofing, installation of air conditioning units and adjustment of the flute position in the locomotive can be done to reduce noise in the locomotive cabin.

Keywords: noise, locomotive, NIHL, years of service, train driver

Pendahuluan

Moda transportasi kereta api di Indonesia semakin berkembang pesat dalam satu dasawarsa terakhir. Pada tahun 2023 sendiri tercatat 372 juta orang menggunakan moda transportasi ini (Badan Pusat Statistik, 2024b), naik signifikan dibandingkan tahun 2022 yang sebesar 277 juta orang (Badan Pusat Statistik, 2024a). Tentu saja, ada peranan besar dari para pekerja transportasi kereta api di dalamnya. Namun, seperti halnya pada industri lainnya, masih terdapat faktor-faktor yang dapat berdampak buruk terhadap kesehatan mereka. Faktor-faktor tersebut dibagi menjadi beberapa kelompok, yaitu: faktor produksi fisik (kebisingan, getaran, pengaruh elektromagnetik, dan iklim mikro tempat kerja); faktor yang berkaitan dengan kekhasan organisasi proses produksi (jadwal kerja *shift*, jam kerja tidak teratur dan pemrosesan), serta; faktor risiko perilaku (kepatuhan karyawan awak lokomotif terhadap prinsip-prinsip gizi rasional, rekomendasi untuk aktivitas fisik dan ada atau tidaknya kebiasaan buruk) (Gutor et al., 2022).

Kebisingan telah meresap dalam kehidupan sehari-hari dan dapat menyebabkan efek kesehatan pendengaran dan non-pendengaran. Gangguan pendengaran akibat kebisingan (GPAB) masih sangat umum terjadi di lingkungan kerja (Basner et al., 2014). Pekerja yang rentan terhadap GPAB adalah mereka yang bekerja di sektor konstruksi, manufaktur, pertambangan, pertanian, transportasi, fasilitas layanan publik, militer, dan musisi (Merijanti, 2022). Paparan tingkat tekanan suara yang tinggi

dapat menyebabkan hilangnya pendengaran secara permanen, yang berdampak serius pada kesehatan dan kualitas hidup seseorang (Metidieri et al., 2014).

Selain dampaknya terhadap pendengaran, bukti mengenai dampak non-pendengaran dari paparan kebisingan lingkungan terhadap kesehatan masyarakat semakin meningkat. Studi observasional dan eksperimental menunjukkan bahwa paparan kebisingan menyebabkan gangguan tidur dan menyebabkan kantuk di siang hari. Selain itu paparan kebisingan juga mempengaruhi hasil akhir pasien dan kinerja staf di rumah sakit. Studi tersebut juga menemukan bahwa paparan kebisingan dapat meningkatkan terjadinya hipertensi dan penyakit kardiovaskular, serta mengganggu kinerja kognitif pada anak sekolah (Basner et al., 2014).

Pada tahun 2021, diperkirakan 430 juta orang di seluruh dunia, 109,4 juta orang di antaranya di Asia Tenggara dan Asia Tengah, membutuhkan proses rehabilitasi karena gangguan pendengaran (World Health Organization, 2021). Gangguan pendengaran akibat bising diderita sekitar 5% dari populasi dunia (Natarajan et al., 2023). Hasil Riskesdas tahun 2013 menunjukkan bahwa penduduk Indonesia usia 5 tahun ke atas, 2,6 persennya mengalami gangguan pendengaran (Biro Komunikasi dan Pelayanan Masyarakat, Kementerian Kesehatan RI, 2018). Hasil dari tes audiometri yang diselenggarakan saat MCU 2023 dengan jumlah 3.825 orang supervisor masinis,

masinis, asisten masinis dan calon masinis di PT Kereta Api Indonesia (Persero) (PT KAI), diketahui 113 orang (2,95%) di antaranya mengalami gangguan fungsi pendengaran. Artinya, penderita gangguan pendengaran di PT KAI sedikit lebih tinggi dari prevalensi kejadian gangguan pendengaran di masyarakat Indonesia.

Penelitian sebelumnya menemukan hubungan antara tingkat kebisingan dengan kejadian gangguan pendengaran akibat bising pada masinis di Indonesia dengan membandingkan antara kelompok kasus dengan kelompok kontrol, yang keduanya dibedakan oleh paparan kebisingannya. Para responden yang termasuk dalam kelompok kasus adalah mereka yang terpapar kebisingan (petugas kabin). Sedangkan kelompok kontrol adalah mereka yang tidak terkena kebisingan (petugas stasiun) (Andarani et al., 2019). Studi lainnya menemukan bahwa risiko GPAB pada pekerja kereta api Norwegia selama periode 1991–2014 dapat diabaikan (Lie et al., 2016).

Berbeda dengan penelitian yang disebut sebelumnya, penelitian ini tidak menggunakan kelompok kasus dan kelompok kontrol, melainkan untuk mengetahui adanya hubungan antara lama berdinasi di kabin lokomotif baik masinis, asisten masinis, maupun supervisor masinis, dengan gangguan pendengaran yang dialami pekerja kabin lokomotif. Semakin lama masa kerja, tentu paparan bising yang dialami juga semakin lama, sehingga risiko terjadinya GPAB semakin tinggi. Apakah masa kerja memiliki hubungan dengan fungsi pendengaran

masinis, asisten masinis, supervisor masinis dan calon masinis, hal itu akan dijawab dalam penelitian ini.

Setiap berdinasi masinis dan asisten masinis selalu terpapar bising di kabin lokomotif. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting untuk dilakukan, karena semakin tinggi paparan kebisingan, maka semakin tinggi pula perubahan dalam fungsi kognitif manusia. Fungsi kognitif ini antara lain skor perhatian selektif, skor perhatian terbagi, waktu respon selektif, waktu respon terbagi, dan skala memori (Zeydabadi et al., 2019). Tentu saja hal tersebut dapat membahayakan perjalanan KA.

Selain itu, studi observasional dan eksperimental menunjukkan bahwa paparan kebisingan menyebabkan kejengkelan, gangguan tidur dan menyebabkan kantuk di siang hari, mempengaruhi hasil akhir pasien dan kinerja staf di rumah sakit, meningkatkan terjadinya hipertensi dan penyakit kardiovaskular, dan mengganggu kinerja kognitif pada anak sekolah (Basner et al., 2014). Oleh karena itu, diharapkan penelitian ini mampu memberikan gambaran mengenai kondisi kebisingan kabin lokomotif dengan kaitannya dengan masa kerja dan fungsi pendengaran awak kabin lokomotif.

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif kuantitatif. Pengambilan data kebisingan lokomotif dilakukan empat kali di wilayah Daerah Operasional VI PT Kereta Api Indonesia (Persero) dengan cara mengukur

langsung kebisingan kabin lokomotif menggunakan *sound level meter* yang diletakkan di dekat telinga masinis. Pengukuran pertama dilakukan pada tanggal 24 Maret 2023 di Balai Yasa Yogyakarta dalam kondisi lokomotif CC206 sedang *idle*.

Pengukuran kebisingan kedua dilakukan pada tanggal 10 April 2023 dengan objek penelitian lokomotif CC206 yang sedang menarik rangkaian KA Argo Wilis, dari Stasiun Yogyakarta sampai Stasiun Solo Balapan. Pengukuran ketiga dilakukan pada tanggal 11 April 2023 dengan objek lokomotif CC206 yang sedang menarik rangkaian KA Argo Wilis, dari Stasiun Yogyakarta hingga Stasiun Madiun. Terakhir, pengukuran dilakukan di Balai Yasa Yogyakarta pada CC206 saat dilakukan *running test* dengan kecepatan 40 hingga 47 km/jam.

Data fungsi pendengaran didapatkan dari hasil tes audiometri saat dilakukan *medical check-up* karyawan PT Kereta Api Indonesia (Persero) se-Indonesia pada Maret 2023. Setelah data audiometri didapatkan, kemudian data lama bekerja diperoleh dengan menggunakan kuesioner melalui platform *Google Form* kepada seluruh masinis, asisten masinis dan supervisor masinis seluruh Indonesia.

Setelah data yang diperlukan telah diperoleh, selanjutnya diolah menggunakan metode *Chi-Square* untuk mengetahui hubungan antara lama bekerja dengan fungsi pendengaran pekerja. Hipotesis yang digunakan adalah: $H_0: O_{ij} = \varepsilon_{ij}$ (tidak terdapat hubungan antara masa kerja dengan fungsi pendengaran), dan; $H_i: O_{ij} \neq \varepsilon_{ij}$

(terdapat hubungan antara masa kerja dengan fungsi pendengaran).

Perhitungan untuk mengetahui nilai statistik chi-square (χ^2) digunakan tabel perhitungan sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^2 \left[\frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \right]$$

$$E_{ij} = \frac{(O_i)(O_j)}{n}$$

Hasil

Setelah dilakukan pengukuran kebisingan di dalam kabin lokomotif, hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil pengukuran kebisingan di lokomotif CC206

No.	Tanggal	Kebisingan (dBA)
1	24 Maret 2023	
	a. Idle	95
	b. Membunyikan suling	110
2	10 April 2023	
	a. Kondisi rerata saat perjalanan dengan Vmax=115 km/jam	90-95
	b. Membunyikan suling (berbunyi 130 kali)	120,9
3	11 April 2023	
	a. Kondisi rerata saat perjalanan dengan Vmax=115 km/jam	90-95
	b. Membunyikan suling (berbunyi 188 kali)	120,8

No.	Tanggal	Kebisingan (dBA)
4	12 April 2023	
	a. Idle	97,6
	b. Membunyikan suling	
	1) Kabin 1 (V=40 km/jam)	106
	2) Kabin 2 (V=47 km/jam)	120

Berikut ini adalah hasil audiometri masinis, asisten masinis dan supervisor masinis berdasarkan *medical check-up* PT KAI (Persero) se-Indonesia dan masa kerja adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil audiometri dan masa kerja masinis, asisten masinis, dan supervisor masinis PT KAI (Persero) se-Indonesia

		Hasil Audiometri		Jumlah Baris
		Normal	Abnormal	
Masa Kerja (tahun)	0-10	1.751	15	1.766
	10-20	1.666	59	1.725
	>20	295	39	334
Jumlah Kolom		3.712	113	3.825

Setelah $\chi^2_{hitung} = 117,23$ diketahui, selanjutnya angka tersebut dibandingkan dengan nilai χ^2_{tabel} dengan derajat kebebasan $df = (b - 1)(k - 1) = (3 - 1)(2 - 1) = 2$ dengan nilai $\alpha = 0,05$ yaitu 5,99. Karena hasil χ^2_{hitung} lebih besar dibanding hasil χ^2_{tabel} , maka hipotesis nol ditolak, yang berarti terdapat hubungan antara masa kerja dengan fungsi pendengaran.

Pembahasan

Secara umum, kebisingan yang terjadi di kabin lokomotif CC206 yang diukur dalam penelitian ini cenderung lebih tinggi dari ambang batas kebisingan. Nilai kebisingan tertinggi tercatat pada saat suling dibunyikan yaitu 120,9 dBA, sedangkan suling cukup sering dibunyikan dengan interval yang cukup panjang. Apabila interval bunyi suling rata-rata sekitar setengah detik, maka jika suling berbunyi sebanyak 188 kali, masinis akan mengalami paparan bising sebesar 120,9 dBA selama 94 detik dalam satu kali dinas per hari. Angka tersebut lebih tinggi dari nilai ambang batas yang ditetapkan, yaitu kurang lebih sebesar 7 detik per hari (Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.13/MEN/X/2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Dan Faktor Kimia Di Tempat Kerja, 2011).

Mengurangi intensitas bunyi suling tidak mungkin dilakukan karena terdapat aturan yang mengharuskan suling lokomotif dibunyikan, yaitu pada saat: kereta api akan berangkat; melihat hewan besar atau orang, yang berpotensi membahayakan perjalanan kereta api di jalur yang akan dilalui; kereta api akan melewati perlintasan; kereta api akan memasuki terowongan; sebagai kereta api biasa, pada waktu mendekati suatu Stasiun atau tempat pemberhentian, dari indikasi sinyal atau tanda wesel kereta api akan dimasukkan ke jalur lain dari pada jalur yang biasa; pada jalur kereta api terlihat “tanda memperdengarkan Semboyan 35”

(Semboyan 8K); pandangan masinis terhalang karena di daerah pegunungan, lengkungan, hujan lebat, kabut, guntur, atau angin puting beliung; atau kereta api menghadapi sinyal masuk yang menunjukkan indikasi “berhenti”, “tanda minta perhatian” (Semboyan 35) diperdengarkan setelah kereta api berhenti di muka sinyal yang dihadapi, dan dalam hal sinyal masuk belum menunjukkan indikasi “berjalan” masinis diwajibkan mengulangi “tanda minta perhatian” (Semboyan 35) setiap 3 (tiga) menit sekali (Peraturan Direksi PT Kereta Api Indonesia (Persero) Nomor: PER.U/KL.104/VII/4/KA-2023 Tentang Peraturan Dinas 16A Mengenai Pengoperasian Lokomotif Diesel Dan Kereta Rel Diesel, 2023).

Besar kecilnya paparan kebisingan suling kereta di dalam kabin masinis tergantung pada lokasi suling, kondisi jendela –tertutup atau terbuka, berapa banyak suling dibunyikan, dan lain sebagainya. Sebagai contoh, menutup jendela saja dapat mengurangi paparan bising hingga 10 dbA pada beberapa kasus (Urman, 1987). Penelitian lain mengenai perbedaan kebisingan suara antara dalam dan luar bangunan menyebutkan bahwa perbedaan rata-rata tingkat kebisingan suara luar-dalam ruangan adalah 10 dBA untuk jendela terbuka dan 28 dBA untuk jendela tertutup (Locher et al., 2018). Artinya, kebisingan dapat dikurangi secara signifikan jika kondisi jendela dan/atau kabin lokomotif tertutup seluruhnya.

Kenyataan di lapangan adalah, kabin lokomotif CC206 yang menjadi lokasi pengujian

tidak memiliki sistem penyejuk udara (AC), sehingga lingkungan dalam kabin terasa pengap dan panas. Hal ini membuat masinis dan asisten masinis harus membuka jendelanya selama pengoperasian lokomotif. Jadi, salah satu penyebab mengapa tingkat kebisingan kabin lokomotif, terutama saat suling dibunyikan, sangat tinggi karena jendela dibuka sepanjang pengoperasian lokomotif untuk memasukkan udara segar ke dalam kabin lokomotif. Tentu saja hal ini membuat kebisingan dari luar lokomotif tidak dapat diredam dengan maksimal.

Pengendalian kebisingan melibatkan modifikasi peralatan atau membuat perubahan fisik pada lingkungan sekitar yang bertujuan untuk mengurangi tingkat kebisingan pada telinga pekerja (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2024). Menurut Platon & Tudor, 2014 untuk mengurangi paparan kebisingan di kabin lokomotif, dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut: perancangan insulasi suara untuk pintu akses yang memisahkan kabin mekanik dari ruang mesin; peningkatan karakteristik kedap suara sekat ruang mesin dan kabin; perlakuan kedap suara untuk dinding bagian dalam ruang mesin guna mengurangi kebisingan *ghosting* yang dipancarkan oleh mesin; insulasi suara untuk penutup kepala silinder mesin; dan perlakuan kedap suara untuk penutup pompa injeksi.

Kebisingan frekuensi rendah merambat melalui sudut-sudut dan lubang-lubang dan terus menyebar ke segala arah. Oleh karena itu, penghalang antara kabin dengan ruang mesin

(*firewall*) saja tidak cukup untuk secara efektif memblokir kebisingan frekuensi rendah. Penutup lengkap yang terbuat dari bahan padat yang dilapisi bahan penyerap suara akan membantu menahan kebisingan berfrekuensi rendah, dengan syarat semua pintu dan bukaan harus ditutup rapat (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2024).

Mesin yang digunakan oleh lokomotif CC206 merupakan mesin diesel empat langkah 8 silinder, sedangkan untuk mesin diesel empat langkah 6 silinder, memiliki frekuensi getaran mesin sebesar 37,25 Hz (Chen et al., 2021), yang merupakan kebisingan dengan frekuensi rendah. Dengan spesifikasi mesin yang tidak jauh berbeda, maka menutup jendela dan pintu lokomotif dengan rapat dapat dijadikan salah satu cara untuk mengurangi kebisingan dari mesin diesel.

Walaupun kebisingan kabin lokomotif cukup tinggi, namun alat pelindung pendengaran dirasa tidak dapat diaplikasikan, karena Menggunakan APD pelindung pendengaran dapat menimbulkan risiko terhalangnya komunikasi antar pekerja (Agra Mohamad Khaliwa et al., 2023). Dalam hal ini, alat pelindung pendengaran berpotensi mengurangi kelancaran komunikasi antara masinis dengan asisten masinis, serta mengurangi efektivitas penggunaan radio lokomotif.

Berdasarkan uji hipotesis yang dilakukan dalam penelitian ini, H_0 berhasil ditolak. Artinya, terdapat hubungan antara masa kerja dengan fungsi pendengaran. Namun, penelitian ini

memiliki keterbatasan, yaitu tidak tersedianya data tentang kondisi pendengaran awal, sehingga penelitian ini tidak dapat merumuskan secara akurat apakah gangguan pendengaran yang dialami oleh beberapa pekerja tersebut adalah akibat dari paparan bising di kabin lokomotif.

Kesimpulan dan Saran

Tingkat kebisingan kabin lokomotif tertinggi yang didapat saat pengambilan data adalah saat suling dibunyikan, yaitu 120,9 dBA dengan rata-rata kebisingan saat perjalanan sekitar 90-95 dBA. Hal ini menunjukkan bahwa risiko masinis dan asisten masinis terpapar bising di atas ambang batas yang ditetapkan oleh pemerintah tergolong cukup tinggi yang akan menempatkan mereka sebagai pekerja yang berisiko mengalami GPAB, dan penghitungan dalam penelitian ini yang menyimpulkan bahwa terdapat hubungan antara masa kerja dengan fungsi pendengaran.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, sangat baik kiranya jika dilakukan hal-hal seperti berikut di masa yang akan datang, yaitu: dilakukan tes audiometri pada rekrut tahap akhir untuk calon masinis, sehingga dapat menjadi tolok ukur kondisi pendengaran awal bagi calon masinis; dilakukan audiometri berkala baik setengah ataupun satu tahun sekali bagi masinis dan asisten masinis, dan; dilakukan pengendalian bising.

Cara pengendalian bising yang dimaksud adalah pengaplikasian peredam suara tambahan pada beberapa bagian lokomotif dan pemasangan

unit penyejuk udara (AC) yang bertujuan untuk memastikan pintu dan jendela kabin masinis tertutup rapat, sehingga kebisingan dari luar kabin berkurang. Terakhir, penyesuaian posisi suling di lokomotif dapat dilakukan jika memungkinkan dengan tetap mematuhi aturan yang berlaku.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih untuk manajemen PT KAI atas izin yang diberikan untuk dapat mengambil data dan menjadi objek penelitian. Selain itu ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan PT KAI atas bantuan dan kerjasamanya dalam pengumpulan data. Tak lupa, ucapan terima kasih juga ditujukan kepada semua pihak yang turut membantu dan mendukung penyelesaian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Agra Mohamad Khaliwa, Magdalena, B., Muhamad Razif Iqbal, Arif Susanto, & Achmad Supajar Ziarahman. (2023). Pengukuran dan Pemetaan Tingkat Kebisingan pada Area Dapur Messhall PT X. *Jurnal Semesta Sehat (J-Mestahat)*, 3(1), 46–55. <https://doi.org/10.58185/j-mestahat.v3i1.104>
- Andarani, P., Desinta, I., Budiawan, W., Syafrudin, S., Hadiwidodo, M., & Huboyo, H. S. (2019). Noise Exposure Assessment and Estimated Excess Risk of Cabin Personnel in the Locomotive-CC205. *Indian Journal of Public Health Research and Development*, 10(3), 789–794. <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2019.00598.9>
- Badan Pusat Statistik. (2024a). *Jumlah Penumpang dan Barang Melalui Transportasi Kereta Api Indonesia Tahun 1987-2022*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MTQxNCMx/jumlah-penumpang-dan-barang-melalui-transportasi-kereta-api-indonesia-tahun-1987-2022.html>
- Badan Pusat Statistik. (2024b). *Jumlah Penumpang Kereta Api (Ribuan Orang)*, 2023. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NzIjMg==/jumlah-penumpang-kereta-api.html>
- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383(9925), 1325–1332. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)
- Chen, X., Lin, J., Jin, H., Tan, A., & Yan, L. (2021). Acoustics Source Identification of Diesel Engines Based on Variational Mode Decomposition, Fast Independent Component Analysis, and Hilbert Transformation. *Shock and Vibration*, 2021(1). <https://doi.org/10.1155/2021/8832932>
- Gutor, E. M., Zhidkova, E. A., & Gurevich, K. G. (2022). Risk Factors for Developing Diseases in Locomotive Crew Workers. *Meditcina Truda I Promyshlennaya Ekologiya*, 61(1), 43–53. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-43-53>
- Lie, A., Skogstad, M., Johnsen, T. S., Engdahl, B., & Tambs, K. (2016). Noise-induced Hearing Loss in a Longitudinal Study of Norwegian Railway Workers. *BMJ Open*, 6(9). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011923>

- Locher, B., Piquerez, A., Habermacher, M., Ragetti, M., Rösli, M., Brink, M., Cajochen, C., Vienneau, D., Foraster, M., Müller, U., & Wunderli, J. M. (2018). Differences Between Outdoor and Indoor Sound Levels for Open, Tilted, and Closed Windows. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1).
<https://doi.org/10.3390/ijerph15010149>
- Merijanti, L. T. (2022). Noise Exposure and Hearing Health in the Workplace. *Jurnal Biomedika Dan Kesehatan*, 5(3), 132–135.
<https://doi.org/10.18051/JBiomedKes.2022.v5.132-135>
- Metidieri, M., Rodrigues, H., Filho, F., Ferraz, D., Neto, A., & Torres, S. (2014). Noise-Induced Hearing Loss (NIHL): literature review with a focus on occupational medicine. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 17(02), 208–212.
<https://doi.org/10.7162/S1809-97772013000200015>
- Natarajan, N., Batts, S., & Stankovic, K. M. (2023). Noise-Induced Hearing Loss. *Journal of Clinical Medicine*, 12(6).
<https://doi.org/10.3390/jcm12062347>
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2024, February 16). *Noise and Hearing Loss: Implement Engineering Controls*.
<https://www.cdc.gov/niosh/noise/prevent/engineering.html>
- Peraturan Direksi PT Kereta Api Indonesia (Persero) Nomor: PER.U/KL.104/VII/4/KA-2023 Tentang Peraturan Dinas 16A Mengenai Pengoperasian Lokomotif Diesel Dan Kereta Rel Diesel (2023).
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.13/MEN/X/2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Dan Faktor Kimia Di Tempat Kerja, Biro Hukum Sekretariat Jenderal Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia (2011).
https://jdih.kemnaker.go.id/asset/data_puu/PER_13_2011.pdf
- Platon, S.-N., & Tudor, A. (2014). Noise Control on Locomotive Driver Workingstation. *Romanian Journal of Acoustics and Vibration*, 11(1), 71–74.
- Urman, S. C. (1987). A Survey of Railroad Occupational Noise Sources. *Transportation Research Record*, 1143, 22–25.
<https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1987/1143/1143-004.pdf>
- Zeydabadi, A., Askari, J., Vakili, M., Mirmohammadi, S. J., Ghovveh, M. A., & Mehrparvar, A. H. (2019). The effect of industrial noise exposure on attention, reaction time, and memory. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 92(1), 111–116.
<https://doi.org/10.1007/s00420-018-1361-0>