

## Analisis Persebaran Tingkat Kebisingan Kereta Api di Rel *Double Track* Winongo Kota Madiun

Frida Aprilia Krismayanti<sup>1</sup>, fapriila.k@gmail.com  
Alfi Tranggono Agus Salim<sup>2\*</sup>, alfitranggono@pnm.ac.id  
Wida Yuliar Rezika<sup>3</sup>, widayuliar@pnm.ac.id  
Suyatno<sup>4</sup>, kangyatno@physics.its.ac.id  
Rahardian Titus Nurdiansyah<sup>5</sup>, rahardian.titus@inka.co.id  
Nurul Fitria Apriliani<sup>6</sup>, nurul.fitria@ppi.ac.id

Program Studi Perkeretaapian<sup>1,2,3</sup>, Politeknik Negeri Madiun<sup>1,2,3</sup>  
Departemen Fisika<sup>4</sup>, Institut Teknologi Sepuluh November<sup>4</sup>  
Divisi Teknologi, Departemen Engineering<sup>5</sup>, PT INKA<sup>5</sup>  
Teknologi Mekanika Perkeretaapian<sup>6</sup>, Politeknik Perkeretaapian Indonesia<sup>6</sup>  
\*coresspondance author email: alfitranggono@pnm.ac.id

### ABSTRAK

Kebisingan adalah bunyi mengganggu ketika didengarkan dalam waktu lama. Baku tingkat kebisingan di perumahan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 senilai 55 dBA. Rel *double track* menyebabkan peningkatan operasional kereta api dan kebisingan di lingkungan sekitar. Penelitian ini dilakukan analisis tingkat kebisingan lingkungan akibat kereta api yang melintas di rel *double track* di Perumahan Graha Kirana Winongo Kota Madiun dengan menggunakan alat *Sound Level Meter (SLM)*. Pengukuran dilakukan di dua titik yaitu di jarak 7,5 meter dan 21 meter. Hasil penelitian nilai rata – rata kebisingan lingkungan akibat kereta api di jarak 7,5 meter sebesar 80 dBA dan jarak 21 meter sebesar 75 dBA. Nilai tersebut melebihi baku tingkat kebisingan sebesar 55 dBA. Peneliti menghasilkan mitigasi kegiatan penyampaian saran kepada warga perumahan untuk membangun *noise barrier* atau menanam pepohonan yang berdaun lebat, dan jika warga membangun perumahan baru lebih baik dibangun pada jarak 75 hingga 80 meter dari rel kereta api karena nilai kebisingan pada jarak tersebut kurang lebih sebesar 55 dBA.  
Kata Kunci: Kebisingan, Mitigasi, Rel *Double Track*, Perumahan Graha Kirana, *Sound Level Meter*.

### ABSTRACT

*Noise is an annoying sound when listened to for a long time. The standard for the noise level in housing is based on Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 of 1996 worth 55 dBA. Double track rails lead to increased rail operations and noise in the surrounding environment. This research was conducted to analyze the environmental noise level due to the train crossing the double track rail at Graha Kirana Winongo Housing, Madiun City, using a Sound Level Meter (SLM) device. Measurements were made at two points, between 7.5 meters and 21 meters. The study's results showed that the average value of environmental noise due to trains at a distance of 7.5 meters is 80 dBA, and at a distance of 21 meters is 75 dBA. This value exceeds the standard noise level of 55 dBA. Researchers produce mitigation activities to advise housing residents to build noise barriers or plant trees with dense leaves. If residents build new housing, it is recommended to be at a distance of 75 to 80 meters from the train tracks because the noise value at that distance is approximately 55 dB (A).*  
Keywords: Noise, Mitigation, Double Track Railroad, Residential of Graha Kirana, Sound Level Meter.

## 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kereta api banyak digunakan masyarakat sebagai transportasi umum karena memiliki keunggulan dan termasuk transportasi ramah polusi. Namun tidak menutup kemungkinan tetap mengeluarkan polusi suara seperti suara bising. Bising atau kebisingan adalah bunyi dari kegiatan tertentu dalam waktu tertentu yang tidak ingin didengar karena mengganggu kenyamanan bagi pendengar (Aji, 2017). Paparan kebisingan kereta api yang diterima masyarakat yang tinggal di pinggir rel kereta api dalam jangka waktu lama mempengaruhi penurunan pendengaran (Fajriani, 2017). Beberapa masyarakat sudah terbiasa dengan suara kereta api namun mayoritas masyarakat mengalami gagal fokus ketika kereta api melintas (Fajriani, 2017). Hasil wawancara dengan masyarakat bertempat tinggal di pinggir rel menyatakan 51 % berhenti berbicara ketika kereta melintas, 39 % masyarakat sudah terbiasa, 6 % menahan nafas untuk merilekskan diri, dan 4 % memakai *headset* (Mahroini, 2019). Sebagian masyarakat merasa terganggu dengan kebisingan dari kereta api ketika melintas, namun belum ada tindakan dari masyarakatnya sendiri (Mahroini, 2019).

Perumusan masalah penelitian ini adalah hasil tingkat kebisingan lingkungan akibat kereta api yang melintasi rel *double track* di Perumahan Graha Kirana Winongo Kota Madiun dan memenuhi Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996, dan mitigasi yang dilakukan jika tidak memenuhi Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996.

Pengukuran kebisingan penelitian ini dilakukan di dua titik yaitu jarak 7,5 meter dan 21 meter. Alat ukur yang digunakan adalah *Sound Level Meter (SLM)* dengan satuan desibel (dB) frekuensi pembobotan A. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis tingkat kebisingan lingkungan di Perumahan Graha Kirana Winongo Kota Madiun dan memberikan mitigasi berupa saran.

Penelitian pengukuran kebisingan di Perumahan Graha Kirana Madiun dengan *requirement* sebagai berikut, pengukuran dilakukan di dua titik berdasarkan *BS EN ISO 3095*, di perumahan, tempat antara rel dengan perumahan untuk dilakukan pengukuran, dan dinding pembatas di perumahan (Google maps, 2022).

### 1.2 Kajian Literatur

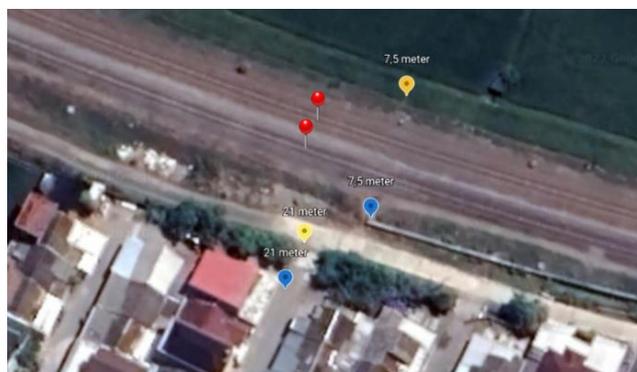
Metode *grid* digunakan pada penelitian mengukur nilai ambang batas kebisingan Kereta Rel Listrik (*KRL*) di permukiman Tebet Timur, Jakarta Selatan (Wati,

2020). Penelitian menggunakan metode *grid* untuk menentukan titik pengukuran dan alat ukur kebisingan *sound level meter*. Pengukuran dilakukan dua minggu dalam waktu siang dan malam. Hasil penelitian nilai kebisingan siang dan malam ( $L_{SM}$ ) senilai 80,5 dBA di jarak 20 meter dan 54,2 dBA di jarak 80 meter. Selisih nilai kebisingan siang malam pada jarak 20 meter dan 80 meter cukup besar karena dipengaruhi adanya partisi berupa tembok beton dan pohon yang dapat mereduksi kebisingan (Wati, 2020). Partisi berupa tembok beton dan pohon merupakan salah satu contoh pengendalian sumber bising pada mediumnya (Aji, 2017). Semakin jauh jarak pengukuran kebisingan dari sumber bising nilai kebisingan semakin rendah. Direkomendasikan jarak lebih dari 80 meter jika warga hendak mendirikan permukiman, karena nilai kebisingan kurang dari 55 dBA (Wati, 2020).

## 2 METODE PENELITIAN

### 2.1 Rancangan Kegiatan

Pengukuran kebisingan kereta api berpengerak diesel dilakukan ketika kereta melintasi rel *double track* di Perumahan Graha Kirana Winongo Kota Madiun. Pengukuran secara langsung menggunakan alat *sound level meter*. Durasi pengukuran selama kereta melintas kurang lebih 45 detik dengan pembacaan setiap 5 detik. Pengukuran dilakukan di dua titik yaitu jarak 7,5 meter dan 21 meter. Setiap posisi pengukuran kebisingan harus ditempatkan pada jarak 7,5 meter dari garis tengah lintasan pada ketinggian 1,2 meter di atas permukaan rel (ISO 3093, 2013). Jarak 21 meter adalah titik rumah warga yang dekat dengan rel kereta api, titik ini dipilih untuk mengetahui nilai kebisingan yang diterima warga yang tinggal dekat dengan rel. Hasil dari pengukuran akan dibandingkan dengan baku tingkat kebisingan di lingkungan sebesar 55 dBA (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996).



Gambar 1. Tempat pengukuran di rel *double track* Winongo Kota Madiun

Sumber: *Google maps*, diakses pada 4 Juni 2022

Gambar 1 terdapat simbol warna kuning di jarak 7,5 meter dan 21 meter diukur dari rel yang paling jauh dari perumahan. Simbol warna biru menunjukkan jarak 7,5 meter dan 21 meter diukur dari rel yang paling dekat perumahan. Simbol warna merah adalah titik nol pengukuran untuk jarak 7,5 meter dan 21 meter atau rel *double track*.

## 2.2 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian sebagai berikut:

- Pengukuran dilakukan ketika kereta api diesel melintasi rel *double track* di Perumahan Graha Kirana Winongo Kota Madiun (Google maps, 2022).
- Pengukuran dilakukan di dua titik pada jarak 7,5 meter dan 21 meter diukur dari tengah rel kereta api.
- Alat ukur yang digunakan *sound level meter* dengan satuan desibel (dB) dan frekuensi pembobotan A (Rusjadi & Palupi, 2011).
- Sumber bising yang diukur adalah kereta api diesel dan kebisingan dari kegiatan warga diabaikan.
- Nilai kebisingan kereta dibandingkan dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996.
- Mitigasi diberikan dalam bentuk saran untuk warga perumahan yang terdampak kebisingan.

## 2.3 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini alat dan bahan utama yang digunakan sebagai berikut:

- Sound Level Meter* sebagai *microphone* penangkap bunyi pada titik pengukuran yang telah ditentukan
- Kalibrator untuk mengkalibrasi *sound level meter*
- Meteran untuk mengukur jarak rel kereta api dengan titik peletakan alat

## 2.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini sebagai berikut:

- Observasi, dilakukan pengamatan di Perumahan Graha Kirana dengan mencatat ataupun merekam.
- Interview*, dilakukan wawancara mengenai dampak kebisingan dari kereta api yang dirasakan oleh warga perumahan sekitar rel kereta api.
- Studi literatur, dilakukan pengumpulan penelitian terdahulu sebagai referensi penelitian.

## 2.5 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua variabel yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Nilai tingkat kebisingan adalah variabel terikat penelitian ini. Variabel bebas penelitian ini adalah jarak pengukuran.

## 2.6 Teknik Analisis

- Dilakukan studi literatur terkait kebisingan kereta api di pemukiman pinggir rel kereta api.
- Ditentukan lokasi pengukuran, titik pengukuran, waktu pengukuran, dan kereta yang diukur.
- Disiapkan alat dan bahan untuk melakukan pengukuran kebisingan.
- Disiapkan *sound level meter* sebagai alat ukur kebisingan pada *tripod* dan diarahkan secara horizontal menghadap sumber bising.
- Peneliti *standby* di titik pengukuran 10 menit sebelum kereta api melintas di rel *double track*. Pengambilan data dilakukan ketika kereta melintasi perumahan dengan waktu 45 detik dan pembacaan setiap 5 detik. Setelah dilakukan pengukuran kebisingan kereta api yang melintas perumahan. Peneliti menulis nama kereta api yang diukur, tanggal dan waktu pengambilan data, cuaca, kelembaban, kecepatan angin, dan suhu.
- Hasil pengukuran kebisingan setiap kereta api dihitung menggunakan persamaan (1) (Rusjadi & Palupi, 2011)

$$L_{\text{total}} = 10 \log \sum_{i=1}^N 10^{L_i/10} \quad (1)$$

Keterangan:

$N$  = banyaknya data yang diambil

$L_i = L_{\text{eq}}$  pada selang waktu tertentu (dB)

$L_{\text{eq}}$  = Tingkat tekanan bunyi ekuivalen (dB)

- Setelah nilai  $L_{\text{total}}$  setiap kereta api dibandingkan dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 nilai baku tingkat kebisingan di kawasan perumahan atau pemukiman.

Tabel 1. Nilai Baku Tingkat Kebisingan Berdasarkan Kep-48/MENLH/11/1996

Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan dB(A)
a. Petuntukan Kawasan	
1. Perumahan dan Permukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus:	
- Bandara udara *)	
- Stasiun Kereta Api *)	
- Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Keterangan: \*) disesuaikan dengan ketentuan Menteri Perhubungan

- h. Hipotesis pada penelitian ini nilai kebisingan tiap kereta api melebihi 55 dBA.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengukuran Kebisingan Kereta Api di Titik 7,5 meter

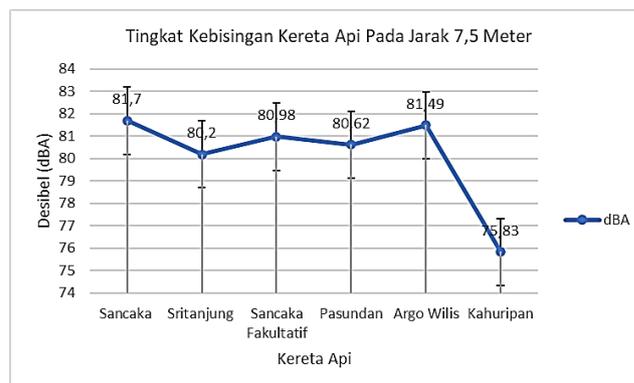
Hasil pengukuran kebisingan kereta api di titik 7,5 meter setelah dihitung menggunakan persamaan (1) didapatkan hasil pada Tabel 2.

Tabel 2. Data kebisingan kereta api pada jarak 7,5 meter

Nama Kereta Api	$L_{total}$	Keterangan
Sancaka	81,7 dBA	<i>Near track</i>
Sritanjung	80,2 dBA	<i>Near track</i>
Sancaka Fakultatif	80,98 dBA	<i>Near track</i>
Pasundan	80,62 dBA	<i>Far track</i>
Argo Wilis	81,49 dBA	<i>Far track</i>
Kahuripan	75,83 dBA	<i>Near track</i>

Nilai  $L_{total}$  keenam kereta api yang diukur dari jarak 7,5 meter dari rel yang paling jauh dari rel (*far track*) dan yang dekat dengan rel (*near track*) menunjukkan bahwa nilai tingkat kebisingan kereta Kahuripan rendah karena ketika kereta melintas berjalan dengan suara diesel yang tidak begitu berisik dan tidak

menyalakan klakson ketika akan melewati perumahan. Perbandingan nilai  $L_{total}$  ke enam kereta api pada jarak 7,5 meter berdasarkan grafik pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik tingkat kebisingan kereta api pada jarak 7,5 meter

Garis grafik pada Gambar 2 memiliki nilai akurasi 1,5 dBA dan tidak linier karena kebisingan kereta api diukur di jarak yang sama. Tinggi dan rendahnya nilai tingkat kebisingan dipengaruhi oleh jarak, cuaca, kondisi lingkungan saat dilakukan pengukuran, klakson, dan getaran ketika kereta api melintas (Mahroini, 2019).

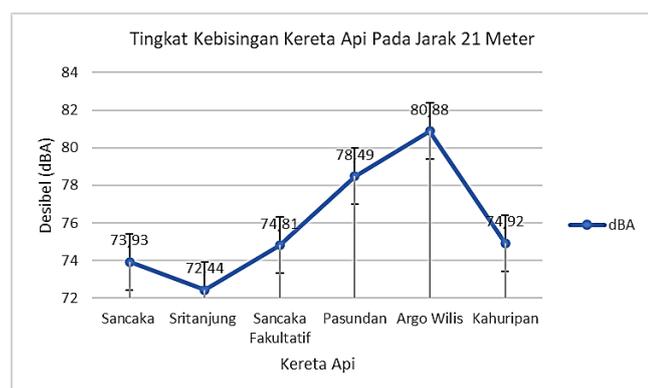
#### 3.2 Pengukuran Kebisingan Kereta Api di Titik 21 meter

Pengukuran pada titik 21 meter menggunakan cara yang sama ketika mengukur kebisingan di jarak 7,5 meter.

Tabel 3. Data kebisingan kereta api pada jarak 21 meter

Nama Kereta Api	$L_{total}$	Keterangan
Sancaka	73,93 dBA	<i>Near track</i>
Sritanjung	72,44 dBA	<i>Near track</i>
Sancaka Fakultatif	74,81 dBA	<i>Near track</i>
Pasundan	78,49 dBA	<i>Far track</i>
Argo Wilis	80,88 dBA	<i>Far track</i>
Kahuripan	74,92 dBA	<i>Near track</i>

Nilai kebisingan Tabel 3 adalah hasil perhitungan kebisingan di jarak 21 meter menggunakan persamaan (1). Perbandingan nilai  $L_{total}$  keenam kereta api pada di jarak 21 meter berdasarkan grafik pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik tingkat kebisingan kereta api pada jarak 21 meter

Jarak 21 meter dari rel merupakan titik rumah warga yang paling dekat dengan rel kereta api. Pengukuran dilakukan di jarak 21 meter untuk mengetahui nilai tingkat kebisingan yang diterima warga yang bertempat tinggal paling dekat dengan rel kereta api (Jellys, 2018).

Grafik pada Gambar 3 memiliki nilai akurasi 1,5 dBA. Nilai tingkat kebisingan kereta Pasundan dan Argo Wilis tinggi karena di jarak 21 meter kedua kereta tersebut diukur dari tengah rel yang paling jauh dari perumahan (*far track*) sehingga titik 21 meter berada di luar perumahan. Di titik tersebut tidak ada penghalang berupa tembok ataupun tanaman yang dapat mengurangi kebisingan kereta api (Aji, 2017).

Berbeda dengan kereta Sancaka, Sritanjung, Sancaka Fakultatif dan Kahuripan, nilai kebisingan keempat kereta ini mengalami penurunan lebih banyak dari kebisingan di jarak 7,5 meter karena titik pengukuran berada di dalam perumahan sehingga terhalang tembok dan pohon. Tembok dan pohon dapat mengurangi kebisingan sehingga nilai kebisingan kereta api ketika diukur di jarak 21 meter keempat kereta tersebut mengalami penurunan (Aji, 2017).

Nilai tingkat kebisingan pada penelitian ini melebihi nilai baku tingkat kebisingan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996. Nilai rata – rata tingkat kebisingan pada titik 7,5 meter dari rel sebesar 80 dBA dan pada titik 21 meter dari rel sebesar 75 dBA. Namun nilai tingkat kebisingan yang diukur pada jarak 7,5 meter dan 21 meter mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin jauh jarak pengambilan data dari sumber bising nilai tingkat kebisingan maka semakin terjadi penurunan nilai tingkat kebisingan (Aji, 2017).

Peneliti memberikan mitigasi berupa saran pembangunan *noise barrier* atau penanaman pohon yang rindang karena dedaunan tanaman dapat menyerap kebisingan. Jika warga akan mendirikan

bangunan baru, peneliti menyarankan untuk membangun pada jarak aman yaitu 75 hingga 80 meter dari rel karena menghasilkan nilai kebisingan dibawah 55 dBA agar memenuhi nilai ambang batas di pemukiman (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996).

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada jarak 74 meter nilai tingkat kebisingan sebesar 55,88 dBA. Untuk memperoleh nilai baku tingkat kebisingan sebesar 55 dBA jarak aman untuk membangun rumah adalah pada jarak 75 hingga 80 meter dari rel (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996).

#### 4 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Tingkat kebisingan lingkungan akibat kereta api di Perumahan Graha Kirana Madiun melebihi batas maksimum kebisingan menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996. Nilai rata – rata kebisingan pada titik 1 dengan jarak 7,5 meter dari tengah rel senilai 80 dBA. Pada titik 2 dengan jarak 21 meter dari tengah rel senilai 75 dBA.
- Mitigasi untuk mengurangi kebisingan lingkungan akibat kereta api adalah pengendalian melalui medium yaitu perancangan *noise barrier*, penanaman pohon yang bertajuk tebal dan berdaun rindang. Jika warga akan mendirikan bangunan baru lebih baik dibangun di jarak 75 hingga 80 meter dari rel agar nilai ambang batas tingkat kebisingan rerata 55 dBA.

#### REFERENSI

- Ahmad, F., & Margiantono, A. (2021). Analisis Kebisingan Lingkungan Pada Lintasan Kereta Api Double Track “Stasiun Alastuo – Jamus.” 23, 13.
- Aji, F. Y. P. T. (2017). Analisa Kebisingan Lingkungan Akibat Kereta Api Pada Pemukiman Yang Dilewati Jalur Double Track (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Arista, E., & SiT, S. (2017). Desain Pembuatan Barrier Guna Mengurangi Kebisingan Kereta Api Akibat Double Double Track Jalur Kereta Api Di Area Pemukiman Lintas Manggarai - Bekasi. Jurnal Perkeretaapian Indonesia, 1(2), 97-104.

[BS EN ISO 3095\_2013]—Acoustics. Railway applications. Measurement of noise emitted by railbound vehicles. (1).

Buchari. (2007). kebisingan Industri dan Hearing Conservation Program. Medan: USU Repository. [https://doi.org/10.1016/0028-3908\(95\)00027-4](https://doi.org/10.1016/0028-3908(95)00027-4)

Concha-Barrientos, M., Campbell-Lendrum, D., & Steenland, K. (2004). Occupational noise: Assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. World Health Organization.

Google Maps. 2022. Perumahan Graha Kirana Blok D Madiun pada Google Maps. Tersedia pada: <https://goo.gl/maps/513X11NTm3WMAAbJ9>. Diakses pada tanggal 4 Juni 2022.

Handoyo, R. A. (n.d.). *Analisis Tingkat Kebisingan Dan Karakteristik Akustik Pada Kabin Penumpang Kereta KfW Solo - Jogja*. 63.

Hidup, K. N. L. (1996). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 Tentang: Baku Tingkat Kebisingan. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 48.

Ikhasari, A., Wibowo, E., & Prawirasasra, M. S. (2019). Analisis Variansi Kebisingan Di Permukiman Sekitar Rel Kereta Api Jalan Rakata Bandung Menggunakan Soundscape Berdasarkan Perbedaan Waktu. 8.

Istiantara, D. T. (2017). Analisis tingkat kebisingan stasiun kereta api (Studi Kasus di Stasiun Madiun dan Yogyakarta). *Jurnal Perkeretaapian Indonesia*, 1(2), 89-95.

Mahroini, Z., Kuspriyanto, D., & Kes, M. (2019). Persebaran Tingkat Kebisingan Kereta Api Dan Upaya Masyarakat Menghadapi Kebisingan Di Permukiman Rel Kereta Api Kelurahan Ketintang Gayungan Kota Surabaya. 7.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 718/MENKES/PER/XI/1987. Tentang Kebisingan yang Berhubungan dengan Kesehatan. Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.

Rakhmawati, A., Ramlan, D., & Yulianto, Y. (2018). *Hubungan Intensitas Suara Mesin Produksi dan Lama Paparan Dengan Ambang Dengar Pekerja*

*Penggiling Padi Di Desa Banjarsari Kecamatan Sumbang Kabupaten Banyumas Tahun 2017*. *Buletin Kes-lingmas*, 37(3), 245-257. <https://doi.org/10.31983/kesling-mas.v37i.3872>.

Rusjadi, D., & Palupi, M. (2011). Kajian Metode Sampling Pengukuran Kebisingan dari Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996. *Jurnal Standardisasi*, 13(3), 176. <https://doi.org/10.31153/js.v13i3.43>.

Standar Nasional Indonesia 8427 (2017) - Pengukuran tingkat kebisingan lingkungan.

Undang - Undang Nomor 23 Tahun 2007. Tentang Perkeretaapian. Jakarta: Pemerintah Pusat

Wati, E. K. (2020). Pengukuran dan Analisis Kebisingan Permukiman Tepi Rel Kereta Listrik. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 4(3), 273. <https://doi.org/10.30998/string.v4i3.5400>.