

# ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA PEMUKIMAN SEKITAR JALUR KERETA API STASIUN PANGKEP



**ANDI YUDHA PRATAMA RAMADHAN**  
**D131201022**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
**GOWA**  
**2024**

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA PEMUKIMAN SEKITAR JALUR  
KERETA API STASIUN PANGKEP**

**ANDI YUDHA PRATAMA RAMADHAN  
D131201022**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA PEMUKIMAN SEKITAR JALUR  
KERETA API STASIUN PANGKEP**

ANDI YUDHA PRATAMA RAMADHAN

D131201022

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Teknik Lingkungan

pada

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

**SKRIPSI**  
**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA PEMUKIMAN**  
**SEKITAR JALUR KERETA API STASIUN PANGKEP**

**ANDI YUDHA PRATAMA RAMADHAN**  
**D131201022**

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Departemen Teknik  
Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada 26 November 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat  
kelulusan pada



Departemen Teknik  
Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:

Mengetahui:

Pembimbing tugas akhir,

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM., AER.

Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM., AER.

NIP. 197204242000122001

NIP. 197204242000122001

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "**Analisis Tingkat Kebisingan Pada Pemukiman Sekitar Jalur Kereta Api Stasiun Pangkep**" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM., AER.). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 26 November 2024



Andi Yudha Pratama Ramadhan  
NIM D131201022

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan hati yang tulus penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang berperan penting dalam proses penyelesaian penelitian ini, terutama kepada :

1. Bapak Libertho Hanoch Aris dan Ibu Lindawati atas segala bentuk doa dan dukungannya baik secara moral maupun materi yang tak berkesudahan. Semoga kelak penulis bisa menjadi seseorang yang kalian impikan.
2. Almarhumah Ibu Sumarni, nenek penulis yang cintanya abadi kepada penulis. Sosok yang begitu penulis panuti hari ini, esok, dan seterusnya. Semoga beliau selalu meridhoi jalan yang penulis ambil kedepannya.
3. Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM., AER. Selaku ketua Departemen Teknik Lingkungan sekaligus pembimbing tugas akhir penulis. Terimakasih telah meluangkan waktunya untuk penulis, terimakasih pula untuk tidak pernah lelah menjadi sebaik-baiknya orangtua bagi penulis dibangku perkuliahan terutama saat mengurus himpunan dan menjadi anak bimbingan dari ibu.
4. Para dosen dan pegawai Departemen Teknik Lingkungan. Terimakasih untuk segala keikhlasan yang diberikan dalam membimbing dan mengayomi penulis dibangku perkuliahan.
5. Bank Indonesia, berkat beasiswa yang diberikan selama masa perkuliahan kepada penulis sehingga menjadi alasan kelancaran masa perkuliahan yang penulis jalani.
6. Teman-teman KABINET ADIBRATA ; Ima, Agis, Arfi, Jess, Rani, Rahma, Ikka, Rina, Ikram, Faruq, Kadri, Ismul, dan Guntur. Terimakasih telah kebersamai dan mendukung satu sama lain. Terimakasih atas segala goresan yang telah dituangkan selama bangku perkuliahan penulis. Tetaplah HEBAT dimanapun dan bagaimanapun keadaannya kelak, seperti namamu ; ADIBRATA.
7. Teman-teman BPM SINERGIS Periode 2024 ; Daffa, Azlam, Friska, dan Yusril yang diakhir masa perkuliahannya masih ingin kebersamai penulis untuk mengemban amanah KMT-UH Ke-31. Semoga Allah membalas kebaikan kalian.
8. Teman-teman Generasi Baru Indonesia (GenBI) komisariat Universitas Hasanuddin yang telah kebersamai penulis selama 2 periode terakhir

khususnya teman-teman Presidium GenBI UNHAS ; Adryan, Aswir, Adjie, Ayu, Firda, Nunu, dan Onel. Terimakasih telah menjadi tempat bagi penulis untuk dapat mengekspresikan diri penulis senyaman mungkin ditengah hiruk pikuk kesibukan diakhir perkuliahan.

9. Teman-teman Asisten Laboratorium Hidrolika yang turut mewarnai masa perkuliahan penulis, terimakasih telah membuat penulis sedikit lebih nyaman dalam menjalani hari dimasa perkuliahan.
10. Teman-teman ENTITAS 2021. Terimakasih sudah berjuang dari awal perkuliahan dan bertahan hingga saat ini. Sama sekali penulis tidak pernah menyesal menjadi mahasiswa baru untuk kedua kalinya yang hijrah dari kampus Tamalanrea ke kampus Gowa berkat kalian.
11. Teman-teman Lingkungan 2020. Terimakasih atas kebersamaannya dari awal hingga akhir perkuliahan. Tetap semangat untuk terus berjuang meraih impian kita kedepannya.
12. Teman-teman seperjuangan TIM PUNTUNG ROKOK PIMNAS ke-34 atas berkat kerja kerasnya dalam meraih medali emas sehingga penulis dibebaskan dari program Kuliah Kerja Nyata dibangku kuliah.
13. Teman-teman TIM PANGKEP ; Ima, Rina, Angga, Rian, Bani, Zhahir, Astro, dan Sukro. Terimakasih telah bersedia membantu dan menemani dalam satu tahapan penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Allah SWT yang membalas kebaikan kalian, *aamiin*.
14. Pemilik NIM D131201043, yang selalu ada disaat penulis membutuhkannya. Sosok yang tidak pernah kenal lelah dalam membersamai dan mengawal setiap langkah yang penulis ambil selama masa perkuliahan. Semoga selamanya akan selalu demikian, *aamiin*.

Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu dan semoga Allah SWT melimpahkan karunianya dalam setiap amal kebaikan kita dan diberikan balasan. Dengan segala keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang masih harus penulis tingkatkan lagi agar bisa lebih baik kedepannya. Oleh karena itu, penulis sangat menerima kritik dan saran yang membangun dari pihak mana pun. Semoga tugas akhir ini bermanfaat untuk siapapun yang membacanya.

Penulis,  
Andi Yudha Pratama Ramadhan

## ABSTRAK

**ANDI YUDHA PRATAMA RAMADHAN.** *Analisis Tingkat Kebisingan pada Pemukiman Sekitar Jalur Kereta Api Stasiun Pangkep* (dibimbing oleh Muralia Hustim).

**Latar Belakang.** Kereta api merupakan salah satu transportasi darat jarak jauh yang banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia. Tak terkecuali untuk Provinsi Sulawesi Selatan dalam hal ini jalur Makassar-Parepare. Namun, pada pengoperasiannya tentunya dapat menyebabkan tingkat kebisingan. Kebisingan yang dihasilkan oleh kereta api tersebut pastinya dirasakan oleh masyarakat yang bermukim dan beraktivitas di sekitar jalur kereta api Trans Sulawesi khususnya kawasan permukiman pada Kelurahan Minasatene, Kabupaten Pangkajene Kepulauan.. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kebisingan di kawasan permukiman sekitar jalur kereta api Stasiun Pangkep dan memodelkan penyebaran tingkat kebisingan menggunakan aplikasi Soundplan di kawasan permukiman sekitar jalur kereta api Stasiun Pangkep. **Metode.** Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data tingkat kebisingan saat kereta api tidak melintas dan tingkat kebisingan saat kereta api melintas yang dilakukan pada 6 titik di Kelurahan Minasatene Kabupaten Pangkajene Kepulauan. Pengukuran dilakukan pada tanggal 21-23 Juli 2024 selama 3 hari mulai pukul 08.00-18.00 WITA. Pengambilan data kebisingan menggunakan Decibel X Pro, kecepatan kereta api dan kecepatan kendaraan menggunakan speedgun, serta volume kendaraan menggunakan traffic counter. Kemudian melakukan prediksi tingkat kebisingan dan pemetaan tingkat kebisingan menggunakan SoundPLAN. Serta analisis data tingkat kebisingan menggunakan SPSS. **Hasil.** Hasil analisis tingkat kebisingan diperoleh tingkat kebisingan ekuivalen rata-rata harian (Leq day) saat kereta api tidak melintas berkisar antara 41,70 dB – 56,70 dB sedangkan tingkat kebisingan ekuivalen rata-rata harian (Leq day) saat kereta api melintas berkisar antara 41,03 dB – 57,58 dB.. **Kesimpulan.** Tingkat kebisingan saat kereta api tidak melintas dan saat kereta api melintas terdapat perbedaan. Tingkat kebisingan kebisingan saat kereta api melintas maupun pada saat kereta api melintas khususnya titik 1 dan titik 6 melebihi baku mutu. Berdasarkan Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun, 1996 tentang baku tingkat kebisingan untuk kawasan permukiman sebesar 55 dB. Sedangkan hasil prediksi dengan data aktual tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Kata Kunci: Kebisingan, Kereta Api, Kawasan Permukiman, Decibel X Pro, SoundPLAN

## ABSTRACT

**ANDI YUDHA PRATAMA RAMADHAN.** *Analysis of Noise Levels in Settlements Around the Pangkep Station Railway Line* (supervised by Muralia Hustim).

**Background.** Trains are one of the long-distance land transportation that is widely used by the people of Indonesia. South Sulawesi Province is no exception in this case the Makassar-Parepare route. However, in its operation, of course, it can cause noise levels. The noise produced by the train is certainly felt by the people who live and work around the Trans Sulawesi railway line, especially the residential area in Minasatene Village, Pangkajene Islands Regency. **Purpose.** This study aims to analyze the noise level in the residential area around the Pangkep Station railway line and model the spread of noise levels using the Soundplan application in the residential area around the Pangkep Station railway line. **Method.** In this study, data was collected on the noise level when the train did not pass and the noise level when the train passed which was carried out at 6 points in Minasatene Village, Pangkajene Islands Regency. The measurement was carried out on July 21-23, 2024 for 3 days from 08.00-18.00 WITA. Noise data was collected using Decibel X Pro, train speed and vehicle speed using a speedgun, and vehicle volume using a traffic counter. Then perform noise level prediction and noise level mapping using SoundPLAN. As well as noise level data analysis using SPSS. **Result.** The results of the noise level analysis were obtained from the daily average equivalent noise level (Leq day) when the train is not passing ranges from 41.70 dB – 56.70 dB while the daily average equivalent noise level (Leq day) when the train passes ranges from 41.03 dB – 57.58 dB. **Conclusion.** There is a difference in the noise level when the train is not passing and when the train is passing. The noise level when the train passes and when the train passes, especially point 1 and point 6, exceeds the quality standard. Based on the Regulation of the Ministry of Environment Number 48 of 1996 concerning the standard noise level for residential areas of 55 dB. Meanwhile, the prediction results with actual data did not have a significant difference.

Keywords: Noise, Train, Residential Area, Decibel X Pro, SoundPLAN

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERNYATAAN PENGAJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA</b> .....	iv
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
1.6 Teori.....	3
<b>BAB II METODE PENELITIAN</b> .....	22
2.1 Kerangka Penelitian.....	22
2.2 Rancangan Penelitian.....	23
2.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	23
2.4 Alat Pengukuran.....	25
2.5 Metode Pengumpulan Data.....	26
2.6 Metode Analisa Data.....	30
<b>BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	35
3.1 Gambaran Umum.....	35
3.2 Hasil Analisis Tingkat Kebisingan Saat Kereta Api Tidak Melintas.....	35
3.3 Hasil Analisis Tingkat Kebisingan Saat Kereta Api Melintas.....	60
3.5 Pemodelan Sebaran Tingkat Kebisingan Menggunakan SoundPLAN.....	89
3.6 Hasil Pengujian Statistik.....	98
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	129
4.1 Kesimpulan.....	129
4.2 Saran.....	129
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	131

## DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
<b>Tabel 1.</b> Jarak ruang bangun .....	9
<b>Tabel 2.</b> Baku Mutu Kebisingan .....	11
<b>Tabel 3.</b> Penelitian terdahulu.....	20
<b>Tabel 4.</b> Jarak Titik Pengukuran .....	24
<b>Tabel 5.</b> Kordinat titik pengukuran.....	25
<b>Tabel 6.</b> Hasil Regresi Decibel X Pro .....	31
<b>Tabel 7.</b> Rekapitulasi Volume Kendaraan Saat Kereta Tidak Melintas .....	90
<b>Tabel 8.</b> Rekapitulasi Volume Kendaraan Saat Kereta Melintas .....	92
<b>Tabel 9.</b> Prediksi Tingkat Kebisingan Hari 1 .....	95
<b>Tabel 10.</b> Prediksi Tingkat Kebisingan Hari 2 .....	96
<b>Tabel 11.</b> Prediksi Tingkat Kebisingan Hari 3.....	98
<b>Tabel 12.</b> Rekapitulasi Uji Normalitas Volume Kendaraan Saat Kereta Tidak Melintas .....	99
<b>Tabel 13.</b> Rekapitulasi Uji Korelasi Tingkat Kebisingan dan Volume Kendaraan Hari 1 .....	101
<b>Tabel 14.</b> Rekapitulasi Uji Korelasi Tingkat Kebisingan dan Volume Kendaraan Hari 2 Saat Kereta Tidak Melintas.....	102
<b>Tabel 15.</b> Rekapitulasi Uji Korelasi Tingkat Kebisingan dan Volume Kendaraan Hari 3 Saat Kereta Tidak Melintas .....	104
<b>Tabel 16.</b> Rekapitulasi Uji Beda Sama Volume Kendaraan Saat Kereta Tidak Melintas.....	105
<b>Tabel 17.</b> Rekapitulasi Uji Normalitas Saat Kereta Tidak Melintas .....	107
<b>Tabel 18.</b> Rekapitulasi Uji Beda Lokasi Saat Kereta Tidak Melintas .....	107
<b>Tabel 19.</b> Rekapitulasi Uji Normalitas Hari Saat Kereta Tidak Melintas .....	108
<b>Tabel 20.</b> Rekapitulasi Uji Beda Hari Saat Kereta Tidak Melintas .....	109
<b>Tabel 21.</b> Rekapitulasi Uji Normalitas Volume Kendaraan Saat Kereta Melintas .....	110
<b>Tabel 22.</b> Rekapitulasi Uji Beda Tingkat Kebisingan dan Volume Kendaraan Hari 1 Saat Kereta Melintas.....	112
<b>Tabel 23.</b> Rekapitulasi Uji Beda Tingkat Kebisingan dan Volume Kendaraan Hari 2 Saat Kereta Melintas.....	114
<b>Tabel 24.</b> Rekapitulasi Uji Beda Tingkat Kebisingan dan Volume Kendaraan Hari 3 Saat Kereta Melintas.....	116
<b>Tabel 25.</b> Rekapitulasi Uji Beda Sama Volume Kendaraan Saat Kereta Tidak Melintas.....	118
<b>Tabel 26.</b> Rekapitulasi Nilai Uji Normalitas Lokasi Saat Kereta Melintas ..	119

<b>Tabel 27.</b> Rekapitulasi Uji Beda Lokasi Saat Kereta Melintas.....	119
<b>Tabel 28.</b> Rekapitulasi Nilai Uji Normalitas Hari Saat Kereta Melintas.....	121
<b>Tabel 29.</b> Rekapitulasi Uji Beda Hari Saat Kereta Melintas.....	121
<b>Tabel 30.</b> Rekapitulasi Nilai Uji Normalitas .....	122
<b>Tabel 31.</b> Rekapitulasi Nilai Uji Tingkat Kebisingan .....	123
<b>Tabel 32.</b> Uji paired samples test volume kendaraan saat kereta tidak melintas dan saat kereta melintas .....	124
<b>Tabel 33.</b> Uji RMSE Hasil Pengukuran dan Prediksi Kontribusi Jalan Raya .....	125
<b>Tabel 34.</b> Uji RMSE Hasil Pengukuran dan Prediksi Kontribusi Rel Kereta Api.....	127

## DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
<b>Gambar 1.</b> Konstruksi rel kereta api .....	8
<b>Gambar 2.</b> Kerangka Penelitian .....	22
<b>Gambar 3.</b> Peta lokasi pengukuran.....	24
<b>Gambar 4.</b> Pengukuran tingkat kebisingan saat kereta api melintas .....	27
<b>Gambar 5.</b> Sketsa Lokasi Pengukuran.....	28
<b>Gambar 6.</b> Flowchart analisis kalibrasi Decibel X Pro.....	31
<b>Gambar 7.</b> Flowchart analisis tingkat kebisingan.....	32
<b>Gambar 8.</b> Flowchart analisis tingkat kebisingan.....	33
<b>Gambar 9.</b> Flowchart analisis prediksi dan pemetaan tingkat kebisingan menggunakan software soundPLAN.....	34
<b>Gambar 10.</b> Tingkat kebisingan pada titik 1 hari minggu (hari libur) saat kereta api tidak melintas .....	36
<b>Gambar 11.</b> Tingkat kebisingan pada titik 2 hari minggu (hari libur) saat kereta api tidak melintas .....	37
<b>Gambar 12.</b> Tingkat kebisingan pada titik 3 hari minggu (hari libur) saat kereta api tidak melintas .....	38
<b>Gambar 13.</b> Tingkat kebisingan pada titik 4 hari minggu (hari libur) saat kereta api tidak melintas .....	39
<b>Gambar 14.</b> Tingkat kebisingan pada titik 5 hari minggu (hari libur) saat kereta api tidak melintas .....	41
<b>Gambar 15.</b> Tingkat kebisingan pada titik 5 hari minggu (hari libur) saat kereta api tidak melintas .....	42
<b>Gambar 16.</b> Tingkat kebisingan (LAeq) hari minggu (hari libur) saat kereta api tidak melintas .....	43
<b>Gambar 17.</b> Tingkat kebisingan pada titik 1 hari senin (hari kerja) saat kereta api tidak melintas .....	44
<b>Gambar 18.</b> Tingkat kebisingan pada titik 2 hari senin (hari kerja) saat kereta api tidak melintas .....	46
<b>Gambar 19.</b> Tingkat kebisingan pada titik 3 hari senin (hari kerja) saat kereta api tidak melintas .....	47
<b>Gambar 20.</b> Tingkat kebisingan pada titik 4 hari senin (hari kerja) saat kereta api tidak melintas .....	48
<b>Gambar 21.</b> Tingkat kebisingan pada titik 5 hari senin (hari kerja) saat kereta api tidak melintas .....	49
<b>Gambar 22.</b> Tingkat kebisingan pada titik 6 hari senin (hari kerja) saat kereta api tidak melintas .....	50

<b>Gambar 23.</b> Tingkat kebisingan (LAeq) hari senin (hari kerja) saat kereta api tidak melintas .....	51
<b>Gambar 24.</b> Tingkat kebisingan pada titik 1 hari Selasa (hari kerja) saat kereta api tidak melintas .....	52
<b>Gambar 25.</b> Tingkat kebisingan pada titik 2 hari Selasa (hari kerja) saat kereta api tidak melintas .....	54
<b>Gambar 26.</b> Tingkat kebisingan pada titik 3 hari Selasa (hari kerja) saat kereta api tidak melintas .....	55
<b>Gambar 27.</b> Tingkat kebisingan pada titik 4 hari Selasa (hari kerja) saat kereta api tidak melintas .....	56
<b>Gambar 28.</b> Tingkat kebisingan pada titik 5 hari Selasa (hari kerja) saat kereta api tidak melintas .....	57
<b>Gambar 29.</b> Tingkat kebisingan pada titik 6 hari Selasa (hari kerja) saat kereta api tidak melintas).....	58
<b>Gambar 30.</b> Tingkat kebisingan (LAeq) hari Selasa (hari Selasa) saat kereta api tidak melintas .....	59
<b>Gambar 31.</b> Tingkat kebisingan pada titik 1 hari Minggu (hari libur) saat kereta api melintas.....	60
<b>Gambar 32.</b> Tingkat kebisingan pada titik 2 hari Minggu (hari libur) saat kereta api melintas.....	62
<b>Gambar 33.</b> Tingkat kebisingan pada titik 3 hari Minggu (hari libur) saat kereta api melintas.....	63
<b>Gambar 34.</b> Tingkat kebisingan pada titik 4 hari Minggu (hari libur) saat kereta api melintas.....	65
<b>Gambar 35.</b> Tingkat kebisingan pada titik 5 hari Minggu (hari libur) saat kereta api melintas.....	66
<b>Gambar 36.</b> Tingkat kebisingan pada titik 6 hari Minggu (hari libur) saat kereta api melintas.....	67
<b>Gambar 37.</b> Tingkat kebisingan (LAeq) hari Minggu (hari libur) saat kereta api melintas.....	68
<b>Gambar 38.</b> Tingkat kebisingan pada titik 1 hari Senin (hari kerja) saat kereta api melintas.....	69
<b>Gambar 39.</b> Tingkat kebisingan pada titik 2 hari Senin (hari kerja) saat kereta api melintas.....	71
<b>Gambar 40.</b> Tingkat kebisingan pada titik 3 hari Senin (hari kerja) saat kereta api melintas.....	72
<b>Gambar 41.</b> Tingkat kebisingan pada titik 4 hari Senin (hari kerja) saat kereta api melintas.....	73
<b>Gambar 42.</b> Tingkat kebisingan pada titik 5 hari Senin (hari kerja) saat kereta api melintas.....	74

<b>Gambar 43.</b> Tingkat kebisingan pada titik 6 hari senin (hari kerja) saat kereta api melintas.....	76
<b>Gambar 44.</b> Tingkat kebisingan (LAeq) hari senin (hari kerja) saat kereta api melintas.....	77
<b>Gambar 45.</b> Tingkat kebisingan pada titik 1 hari selasa (hari kerja) saat kereta api melintas.....	78
<b>Gambar 46.</b> Tingkat kebisingan pada titik 2 hari selasa (hari kerja) saat kereta api melintas.....	79
<b>Gambar 47.</b> Tingkat kebisingan pada titik 3 hari selasa (hari kerja) saat kereta api melintas.....	80
<b>Gambar 48.</b> Tingkat kebisingan pada titik 4 hari selasa (hari kerja) saat kereta api melintas.....	82
<b>Gambar 49.</b> Tingkat kebisingan pada titik 5 hari selasa (hari kerja) saat kereta api melintas.....	83
<b>Gambar 50.</b> Tingkat kebisingan pada titik 6 hari selasa (hari kerja) saat kereta api melintas.....	84
<b>Gambar 51.</b> Tingkat kebisingan (LAeq) hari selasa (hari kerja) saat kereta api .....	85
<b>Gambar 52.</b> Tingkat kebisingan (Leq day) hari minggu (hari libur).....	86
<b>Gambar 53.</b> Tingkat kebisingan (Leq day) hari senin (hari kerja).....	87
<b>Gambar 54.</b> Tingkat kebisingan (Leq day) hari selasa (hari kerja).....	88
<b>Gambar 55.</b> Peta Sebaran Kebisingan Hari 1 .....	94
<b>Gambar 56.</b> Peta Sebaran Kebisingan Hari 2 .....	96
<b>Gambar 57.</b> Peta Sebaran Kebisingan Hari 3 .....	97
<b>Gambar 58.</b> Grafik RMSE Hasil Pengukuran dan Prediksi Kontribusi Jalan Raya.....	126
<b>Gambar 59.</b> Grafik RMSE Hasil Pengukuran dan Prediksi Kontribusi Rel Kereta Api.....	128

**DAFTAR LAMPIRAN**

Nomor urut	Halaman
<b>Lampiran 1.</b> Tingkat kebisingan (Leq) saat kereta api tidak melintas .....	133
<b>Lampiran 2.</b> Tingkat kebisingan (Leq) saat kereta api melintas .....	138
<b>Lampiran 3.</b> Tingkat kebisingan (LAeq) saat kereta api tidak melintas .....	143
<b>Lampiran 4.</b> Tingkat kebisingan (LAeq) saat kereta api melintas.....	144
<b>Lampiran 5.</b> Tingkat kebisingan (Leq <i>day</i> ) .....	145
<b>Lampiran 6.</b> Tahapan prediksi dan pemetaan tingkat kebisingan .....	146
<b>Lampiran 7.</b> Pemetaan Kebisingan Lingkungan.....	150
<b>Lampiran 8.</b> Prediksi Tingkat Kebisingan .....	153
<b>Lampiran 9.</b> Dokumentasi.....	165

**DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG**

Istilah	Arti dan Penjelasan
R	Jangkauan
k	Banyaknya kelas yang dibuat
n	Banyaknya data
l	Nilai interval
BB	Batas bawah suatu interval kelas
BA	Batas atas suatu interval kelas
X	Jumlah data yang tidak diketahui
RMSE	<i>Root Mean Square Error</i>
$x_2$	Nilai sebenarnya
$x_1$	Nilai prediksi

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pembangunan transportasi mendukung pembangunan pada sektor lain dengan tujuan mewujudkan sasaran pembangunan nasional di seluruh wilayah. Transportasi membantu pergerakan manusia, distribusi barang, dan jasa, sehingga hasil pembangunan dapat secara merata dinikmati oleh seluruh masyarakat Indonesia. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No. 49 Tahun 2005 tentang Sistem Transportasi Nasional, jaringan transportasi dapat dibentuk oleh moda transportasi jalan, kereta api, sungai dan danai, penyebrangan, laut, udara dan pipa dimana masing-masing moda memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dan pemanfaatannya disesuaikan dengan keadaan suatu daerah atau wilayah tsb (Wardhani, 2019). Kereta api menjadi transportasi darat yang dibutuhkan oleh masyarakat sebab memiliki jalur sendiri yang bebas hambatan dan gangguan saat kereta melakukan perjalanan. Selain memiliki banyak peminat, kereta api dapat menimbulkan dampak negatif berupa pencemaran udara yaitu getaran dan kebisingan (Afrihansyah, 2020 dan Fajrina, 2012 dalam Alfira et al., 2023).

Kereta api merupakan salah satu transportasi darat jarak jauh yang banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia. Berdasarkan Rancangan Induk Perkeretaapian Nasional 2023, Pemerintah Indonesia merencanakan agar kereta api mampu dijadikan Leading Transportation Mode dengan kata lain menjadikan kereta api sebagai transportasi unggulan yang menjadi pilihan masyarakat. Berbagai bentuk pengembangan dan peningkatan sarana dan prasarana perkeretaapian mulai dilakukan diseluruh Indonesia demi mewujudkan RIPNas 2030 (Aji, 2017 dalam Rahma, 2020). Kereta api tergolong kedalam transportasi yang ramah polusi, namun juga menghasilkan polusi udara setiap kali mengeluarkan asap dan suara bising dari mesin lokomotif, klakson, gesekan roda maupun gerbong kereta api (Mahroini, 2021).

Kebisingan adalah suara atau bunyi yang mengganggu atau tidak dikehendaki. Dalam kesehatan kerja, bising diartikan sebagai suara yang dapat menurunkan pendengaran baik secara kuantitatif (penurunan ambang pendengaran) maupun secara kualitatif (penyempitan spektrum dengar), berkaitan dengan faktor intensitas, frekuensi, durasi, dan pola waktu. Merujuk pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996, kebisingan merupakan bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Tingkat kebisingan adalah ukuran energi bunyi yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB). Kebisingan dapat mempengaruhi manusia secara fisiologi maupun psikologis. Tingkat kebisingan di atas 40 dBA dapat mempengaruhi kesejahteraan, dengan kebanyakan orang mengalami gangguan pada 50 dBA dan akan sangat terganggu pada 55 dBA (Ahmad, 2021).

Penelitian terdahulu kebisingan yang dihasilkan di sepuluh lokasi penelitian yang mewakili pemukiman, stasiun, ruang terbuka, dan sekolah diperoleh kebisingan sebesar 38,7-65,0 dBA untuk kondisi eksisting sedangkan, ketika kereta melintas diperoleh tingkat kebisingan sebesar 61,3-94,2 dBA. Hasil pengukuran jika dibandingkan dengan nilai ambang batas (NAB) berdasarkan KEP-48/MNLH/11/1996 tentang baku tingkat kebisingan maka kondisi tingkat kebisingan dilokasi studi sebagian besar masih di bawah NAB untuk kawasan pemukiman, sekolah dan tempat ibadah yaitu dibawah 55 dBA (Setiawati, 2011 dalam Kurniawan dan Israyani, 2023). Selain itu, Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia bekerja sama dengan Laboratorium Kebisingan dan getaran Pusarpedal tahun 2012 dan 2013 melaporkan pengkajian kebisingan kereta api 100% melebihi baku mutu lingkungan untuk kawasan pemukiman, sedangkan tingkat getaran kereta api yang melintas rentangnya masih aman untuk pembangunan. Kedua variabel tersebut merupakan hasil pengukuran pada pemukiman di sekitar rel kereta api kota Yogyakarta, Surabaya, Semarang dan Bandung (Suryani, 2015 dalam Alfira et al., 2023). Dari beberapa penelitian sebelumnya ditemukan bahwa hasil pengukuran kebisingan memiliki hasil yang berbeda tergantung pada lokasi dan waktu pengukurannya. Akan tetapi, tingkat kebisingan kereta api yang dihasilkan memiliki resiko 3,47 kali lebih besar untuk terjadinya gangguan kesehatan (Suryani, 2018 dalam Rahma, 2020).

Akhir-akhir ini penggunaan kereta api di Kabupaten Pangkep semakin marak digunakan dikarenakan kemudahan akses serta kenyamanan fasilitas yang diberikan. Namun di sisi lain, maraknya penggunaan transportasi umum kereta api ini justru memberikan dampak kebisingan terhadap pemukiman di sekitar jalur rel kereta api tersebut.

Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Tingkat Kebisingan Pada Pemukiman Sekitar Jalur Kereta Api Stasiun Pangkep”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka didapatkan rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Berapa tingkat kebisingan di kawasan pemukiman sekitar jalur kereta api Stasiun Pangkep sesuai peruntukan kawasan/lingkungan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 48/MENLH/1996?
2. Bagaimana memetakan penyebaran tingkat kebisingan di kawasan pemukiman sekitar jalur kereta api Stasiun Pangkep?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka dapat dicapai dengan tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Menganalisis tingkat kebisingan di kawasan pemukiman sekitar jalur kereta api Stasiun Pangkep.

2. Memodelkan penyebaran tingkat kebisingan di kawasan pemukiman sekitar jalur kereta api Stasiun Pangkep.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Bagi penulis

Penelitian yang dilakukan sebagai syarat untuk menyelesaikan studi Program Sarjana Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan menambah pemahaman terkait pengukuran tingkat kebisingan kereta api di sekitar pemukiman serta pengetahuan terkait penggunaan *software* pemodelan untuk prediksi tingkat kebisingan.

2. Bagi Universitas

Penelitian yang dilakukan dapat dijadikan sebagai referensi untuk lebih mengembangkan penelitian selanjutnya di Departemen Teknik Lingkungan terkait tingkat kebisingan kereta api dan mengembangkan penggunaan *software* pemodelan lainnya untuk tingkat kebisingan.

3. Bagi Masyarakat

Penelitian yang dilakukan dapat memberikan informasi kepada masyarakat terkait tingkat kebisingan yang dihasilkan kereta api di sekitar pemukiman dan pola penyebaran tingkat kebisingan kereta api.

#### 1.5 Ruang Lingkup

Untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas, maka diperlukan ruang lingkup dari batasan masalah penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Lokasi observasi dan pengambilan data tingkat kebisingan saat kereta api tidak melintas dan tingkat kebisingan saat kereta api melintas yang dilakukan pada 6 titik di Kelurahan Minasatene Kabupaten Pangkep.
2. Pengukuran dilakukan pada tanggal 21-23 Juli 2024 selama 3 hari mulai pukul 08.00-18.00 WITA.
3. Pengukuran yang dilakukan meliputi pengambilan data kebisingan, kecepatan kereta api dan kecepatan kendaraan serta volume kendaraan.
4. Melakukan analisis tingkat kebisingan menggunakan SPSS, prediksi tingkat kebisingan, dan pola sebaran tingkat kebisingan menggunakan *software SoundPLAN*.

#### 1.6 Teori

##### 1.6.1 Definisi Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi yang tidak dikehendaki karena tidak sesuai konteks ruang dan waktu sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan manusia. Bunyi yang menimbulkan kebisingan disebabkan oleh sumber suara yang bergetar. Getaran sumber suara ini mengganggu keseimbangan molekul-molekul udara disekitarnya sehingga molekul-molekul udara ikut bergetar. Fekkuensi dinyatakan dalam jumlah

getaran per detik atau disebut Hertz (Hz), yaitu jumlah dari golongan-golongan yang sampai ditelinga setiap detiknya. Intensitas atau arus energi per satuan luas biasanya dinyatakan dalam satuan logaritmis yang disebut desibel (dB) dengan memperbandingkannya dengan kekuatan dasar 0,0002 dyne/cm<sup>2</sup>, yaitu kekuatan dari bunyi dengan frekuensi 1000 Hz yang tepat dapat didengar oleh telinga normal. Frekuensi bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia terletak antara 16 hingga 20.000 Hz. Frekuensi bicara terdapat pada rentang 250-4000 Hz. Bunyi frekuensi tinggi adalah yang paling berbahaya (Kalengkongan, 2018).

Bising diartikan sebagai bunyi yang tidak dikehendaki yang bersumber dari aktivitas alam seperti bicara dan aktivitas buatan manusia seperti penggunaan mesin. Kebisingan mempengaruhi kita baik secara fisiologis maupun psikologis. Terkadang kebisingan yang ada di sekitar kita merupakan gangguan yang bisaa, akan tetapi kebisingan yang keras dan berlangsung secara terus menerus dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Pengaruh utama kebisingan terhadap kesehatan adalah kerusakan pada indera pendengar yang dapat menyebabkan ketulian progresif. Pengaruh tersebut tentunya sangat berpengaruh bagi perusahaan dan kesehatan kerja (Marisdayana et.al, 2016).

Ada tiga cara berbeda yang sering digunakan untuk mendefinisikan tingkat kebisingan yaitu (1) Sound intensity level (SIL) sebagai perhitungan nilai logaritma dari perbandingan antara intensitas suara, (2) Sound power level (PWL) sebagai nilai logaritma perbandingan daya suara, dan (3) Sound pressure level (SPL) sebagai nilai logaritma perbandingan tekanan suara (Tambunan, 2005). Level kebisingan merupakan fungsi dari amplitudo gelombang suara dan dinyatakan dalam satuan decibel (dB), dimana skala dBA untuk menilai tanggapan manusia terhadap level bising lingkungan luar dan dalam bangunan, seperti bising lalu lintas, bising ruangan kantor yang direkomendasikan oleh ISO (International Organization of Standardization) dan dianggap paling sesuai dengan tanggapan manusia terhadap suara (bising) (Subhan, 2018).

### 1.6.2 Jenis-jenis Kebisingan

Menurut (Oktorina et al., 2021) Jenis kebisingan berdasarkan *spektrum* frekuensi dan sifat sumber bunyi terbagi atas :

#### 1. Bising yang terus-menerus (*Continuous / Steady Noise*)

Bising terus menerus dihasilkan oleh mesin yang beroperasi tanpa henti, misalnya *blower*, pompa, kipas angin, gergaji sirkuler, dapur pijar dan peralatan pemrosesan. Bising terus-menerus adalah bising dimana fluktuasi dari intensitasnya tidak lebih dari 6 dB dan tidak putus-putus. Bising *kontinyu* dibagi menjadi 2 (dua) yaitu:

- a. *Wide Spectrum*, adalah bising dengan *spektrum* frekuensi yang luas. Bising ini relatif tetap dalam batas kurang dari 5 dB untuk periode 0.5 detik berturut-turut, seperti suara kipas angin, suara mesin tenun.
  - b. *Narrow Spectrum* adalah bising yang relatif tetap, akan tetapi hanya mempunyai frekuensi tertentu saja (frekuensi 500, 1000, 4000) misalnya gergaji sirkuler, katup gas.
2. Bising yang terputus-putus (*Intermittent Noise*)  
Bising terputus-putus merupakan jenis kebisingan yang terjadi saat tingkat kebisingan naik dan turun dengan cepat, seperti lalu lintas dan suara kapal terbang di lapangan udara. Bising jenis ini sering disebut juga *intermittent noise*, yaitu bising yang berlangsung secara tidak terus-menerus, melainkan ada periode yang relatif tenang, misalnya lalu lintas kendaraan, kapal terbang, kereta api
  3. Bising yang menghentak (*Impulsif Noise*)  
Merupakan kebisingan dengan kejadian yang singkat dan tiba-tiba. Efek awalnya menyebabkan gangguan yang lebih besar, seperti akibat ledakan, misalnya dari mesin pemancang, pukulan, tembakan bedil atau meriam, ledakan dan dari suara tembakan senjata api.
  4. Bising frekuensi rendah (*low frequency noise*)  
Bising ini memiliki energi akustik yang penting dalam *range* frekuensi 8-100 Hz. Bising jenis ini biasanya dihasilkan oleh mesin *diesel* besar di kereta api, kapal dan pabrik, bising jenis ini sukar ditutupi dan menyebar dengan mudah ke segala arah dan dapat didengar sejauh bermil-mil.
  5. Bising impulsif berulang  
Berdasarkan pengaruhnya pada manusia, bising dapat dibagi atas :
    - a. Bising yang mengganggu (*Irritating noise*). Merupakan bising yang mempunyai intensitas tidak terlalu keras, misalnya mendengkur.
    - b. Bising yang menutupi (*Masking noise*) Merupakan bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas, secara tidak langsung bunyi ini akan membahayakan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja, karena teriakan atau isyarat tanda bahaya tenggelam dalam bising dari sumber lain.
    - c. Bising yang merusak (*Damaging/Injurious noise*) Merupakan bunyi yang intensitasnya melampaui nilai ambang batas. Bunyi jenis ini akan merusak atau menurunkan fungsi pendengaran.

Menurut (Khayat & Dzulkifli, 2023) Terdapat 5 jenis bising berdasarkan sifat dan spektrum, yaitu:

1. Bising menerus.
  - a. Dengan spektrum frekuensi luas. Relatif tetap dalam batas  $\pm 5$  dBA dengan periode 0,5 detik berturut-turut, misalnya mesin, kipas angin, dapur pijar.
  - b. Dengan spektrum frekuensi sempit. Relatif tetap dengan frekuensi tertentu (frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, dan 4000 Hz) misalnya gergaji sekuler, katup gas.

2. Bising *intermitten*.  
Tidak terjadi secara terus menerus, ada periode relatif tenang (suara lalu lintas, kebisingan di lapangan terbang).
3. Bising *Impulsif*.  
Memiliki perubahan tekanan suara di atas 40 dBA dalam waktu sangat cepat. Biasanya mengejutkan (suara tembakan, suara ledakan, meriam).
4. Bising *Impulsif Berulang*.  
Sama dengan bising impulsif, tetapi tidak terjadi secara berulang, misalnya mesin tempa.

### 1.6.3 Definisi Kereta Api

Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian mendefinisikan kereta api sebagai kendaraan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api. Menurut Pasal 120 Undang-Undang Perkeretaapian, kereta api dapat beroperasi dengan lalu lintas satu arah pada jalur tunggal dan jalur ganda. Setiap jalur atau trayek yang ada hanya bisa dilalui oleh satu kereta api. Kereta api yang ada saat ini beroperasi dengan cara bersilang, bersusulan, berangkat dan berhenti di stasiun yang sudah ditentukan jadwal grafik perjalanan setiap kereta api tersebut (Njatrijani, Margaret dan Sembiring, 2024).

Menurut UU RI No. 13 Tahun 1992 tentang Pengeretaapian menyebutkan bahwa kereta api adalah salah satu transportasi yang banyak diminati dengan keunggulannya murah, cepat, tepat waktu, tidak macet, nyaman, aman, dan terjangkau daya beli masyarakat dengan kapasitas yang mampu menampung barang dan penumpang secara massal. Kereta api juga tergolong ramah polusi akan tetapi juga menghasilkan polusi udara setiap kali mengeluarkan asap dan suara bising dari mesin lokomotif, klakson, gesekan roda maupun gerbong kereta api. Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan. Dampak dari kebisingan adalah gangguan auditori misalnya gangguan pendengaran sedangkan non auditori misalnya gangguan komunikasi, ancaman bahaya, keselamatan, kecemasan, kelelahan dan stress (Mahroini, 2021). Di beberapa negara maju seperti Jepang, Jerman, dan Perancis, kereta api menjadi transportasi andalan dalam menunjang aktifitas kehidupan penduduknya dan aksesibilitas antara daerah-daerah di negaranya (Biomantara dan Herdiansyah, 2019).

Kereta api merupakan kendaraan berupa kendaraan yang mempunyai tenaga penggerak dan berjalan baik sendiri maupun bersama dengan kendaraan lain yang bergerak atau bergerak di atas rel. Kereta api adalah angkutan massal, biasanya terdiri dari lokomotif (kendaraan self-propelled) dan rangkaian kereta api atau gerbong (terhubung dengan kendaraan lain). Kereta atau gerbong tersebut berdimensi relatif lebar untuk menampung penumpang dan barang dalam skala besar (Dharmakusuma, 2017)..

#### 1.6.4 Fungsi dan jenis Kereta Api

Dengan tugas pokok dan fungsi memobilisasi arus penumpang dan barang di atas jalan rel, maka kereta api ikut berperan dalam menunjang pertumbuhan ekonomi nasional (Hikmatullah, Yulinawati dan Wijayanti, 2020). Berdasarkan tenaga penggerakannya, kereta api terbagi atas 3 jenis, yaitu (Achmad, 2020):

1. Kereta Api Rel Listrik, disingkat KRL, merupakan kereta rel yang bergerak dengan sistem propulsi motor listrik. Di Indonesia, kereta rel listrik lebih banyak ditemukan di kawasan Jabotabek dan merupakan kereta yang melayani para komuter.
2. Kereta Api Uap adalah kereta api yang digerakkan dengan uap air yang dihasilkan dari ketel uap yang dipanaskan dengan kayu bakar, batu bara ataupun minyak bakar, oleh karena itu kendaraan ini dikatakan sebagai kereta api.
3. Kereta Api *Diesel* adalah jenis kereta api yang digerakkan dengan mesin *diesel* dan umumnya menggunakan bahan bakar mesin dari solar. Ada dua jenis utama kereta api *diesel* ini yaitu kereta api *diesel* hidrolik dan kereta api *diesel* elektrik.

Jenis kereta api menurut relnya terbagi atas 3, yaitu (Ismeiga, 2017):

1. Kereta Api Rel Konvensional, merupakan kereta api yang menggunakan rel dua batang besi yang diletakkan di bantalan. Di daerah tertentu dengan tingkat ketinggian curam, digunakan rel bergigi yang diletakkan di tengah-tengah rel tersebut serta menggunakan lokomotif khusus yang memiliki roda gigi
2. Kereta Api Monorel, merupakan kereta api yang menggunakan satu batang besi (rel) serta letak kereta api didesain menggantung pada rel atau di atas rel. biasanya digunakan sebagai alat transportasi kota khususnya di kota-kota metropolitan dan dirancang mirip seperti jalan layang karena lebih efisien.

Kereta Api apabila diklasifikasikan menurut letak permukaannya terbagi atas 3 jenis, yaitu (Ismeiga, 2017):

1. Kereta Api Permukaan (*surface*), merupakan kereta api yang berada di atas tanah serta memiliki dua rel dan berjalan di atas bantalan rel tersebut
2. Kereta Api Layang (*elevated*), kereta api yang berjalan di atas permukaan tanah sehingga tampak melayang dengan di bantu tiang-tiang, hal ini dimaksudkan untuk menghindari persilangan sebidang, agar tidak memerlukan perlintasan kereta api
3. Kereta Api Bawah Tanah (*subway*), kereta api yang berjalan di bawah permukaan tanah, kereta ini dibangun dengan membuat terowongan-terowongan bawah tanah sebagai jalur kereta api.

Menurut Fitriana dan Yuninata, Tahun 2023 terdapat dua jenis angkutan kereta api yaitu angkutan penumpang/orang dan angkutan barang, yaitu:

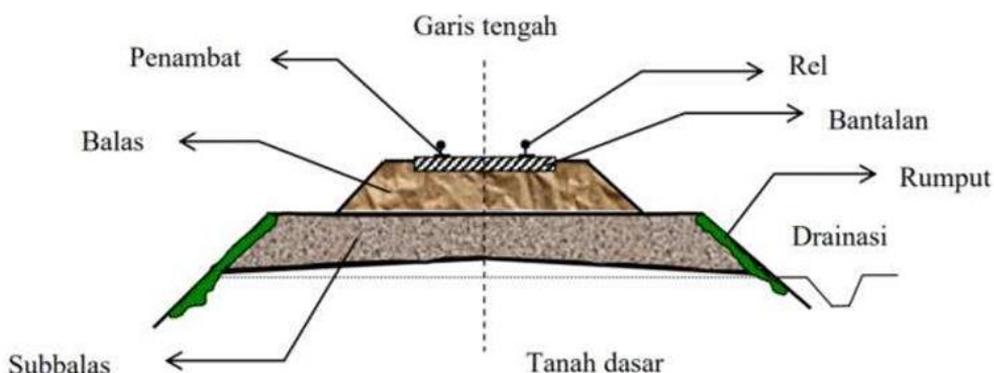
1. Angkutan penumpang (orang), selaras dengan pasal 130 ayat 1, bahwa pengangkutan orang dilakukan dengan menggunakan kereta api. Terdapat beberapa kelas layanan dalam angkutan penumpang KAI (Persero), yakni kereta kelas eksekutif dengan kode kereta K1, Kereta Kelas Bisnis dengan Kode Kereta K2, Kereta Kelas Ekonomi dengan kode kereta K3. Pada tahun 2017 dan 2018 kereta kelas ekonomi memiliki ekonomi baru, yaitu kelas premium dan ekonomi *new image* keduanya memakai kode kereta K3. Dalam kondisi tertentu

penyelenggara sarana Perkeretaapian dapat mengangkut penumpang menggunakan kereta api dengan persetujuan pemerintah atau pemerintah daerah, serta wajib memperhatikan fasilitas minimal atau Standar Pelayanan Minimum (SPM) dan keselamatan. Penyediaan fasilitas dan fasilitas khusus bersifat wajib dan tidak dipungut biaya bagi penyandang disabilitas, ibu yang sedang mengandung, anak di bawah umur lima tahun, orang yang sedang sakit, serta lansia dari operator kereta api.

2. Angkutan barang, pengangkutan barang dalam hal ini adalah barang, benda, dan hewan yang diangkut menggunakan gerbong kereta api. Berdasarkan Pasal 139 ayat 2 UU Perkeretaapian, Angkutan barang terdiri dari: Barang Umum, Barang Khusus, Barang Berbahaya dan Beracun serta limbah bahan berbahaya dan beracun.

### 1.6.5 Struktur Jalan Kereta Api

Jalur atau jalan rel adalah fasilitas penunjang kereta api. Struktur jalan rel dibangun untuk mendukung perjalanan kereta api dan terdiri dari berbagai superstruktur dan substruktur yang saling berhubungan. Struktur jalan rel berfungsi untuk mendukung dan menerima pergerakan kereta api secara aman (Rosyidi, 2015 dalam Zuherman, 2023). Berikut komponen konstruksi rel kereta api yang dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.



**Gambar 1.** Konstruksi rel kereta api

Sumber: Rosyidi, 2015 dalam Zuherman, 2023

Zuherman, (2023) menyebutkan bahwa, bagian struktur rel kereta api terdiri dari dua bagian, termasuk yang berikut:

1. Struktur bagian atas, atau superstruktur, terdiri dari komponen rel (*rail*), penambat (*fastening*), dan bantalan (*sleeper*, *tie*, dan *crosstie*). Lokomotif dan gerbong menerima beban langsung dari struktur bagian atas, yang kemudian mendistribusikan beban tersebut secara merata ke struktur bagian bawah.

2. Struktur bagian bawah, yang terdiri dari komponen balas (*ballast*), subbalas (*subballast*), tanah dasar (tingkat bawah yang ditingkatkan), dan tanah asli (tanah alami).

Dalam (Peraturan Menteri Perhubungan No 60, 2012) tentang persyaratan teknis jalur kereta api menyebutkan bahwa guna kepentingan operasi jalur kereta api, pengaturan ruang seperti berikut harus dilakukan:

1. Ruang bebas adalah area di atas jalan rel yang selalu bebas dari rintangan dan benda penghalang. Ruang ini digunakan untuk lalu lintas kereta api di luar rangkaian.
2. Ruang bangun adalah area di sisi jalan rel yang tidak boleh dihuni oleh bangunan tetap. Batasnya berkisar dari sumbu jalan rel hingga tinggi 1 meter sampai 3,55 meter, dan jarak antara keduanya ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Jarak ruang bangun

Segmen Jalur	Lebar Jalur Rel (1067 mm dan 1435 mm)	
	Jalur Lurus	Jalur Lengkung R <800
<b>Lintas bebas</b>	Minimal 2,35 m di kiri dan kanan jalur rel	R ≤ 300, minimal 2,55 m R > 300, minimal 2,45 m di kiri dan kanan jalur rel
<b>Emplasemen</b>	Minimal 1,95 m di kiri dan kanan jalur rel	Minimal 2,45 m di kiri dan kanan jalur rel
<b>Jembatan, terowongan</b>	2,15 m di kiri dan kanan jalur rel	2,15 m di kiri dan kanan jalur rel

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 (2012)

### 1.6.6 Sumber Kebisingan Kereta Api

Pada umumnya sumber kebisingan kereta api berasal dari aktivitas pengoperasian kereta api, lokomotif, bunyi sinyal di perlintasan kereta api, stasiun, dan penjagaan serta pemeliharaan konstruksi rel. Namun sumber utama kebisingan kereta api berasal dari gesekan antara roda dan rel serta proses pembakaran pada kereta api tersebut. Kebisingan yang ditimbulkan oleh kereta api akan berdampak pada masinis, awak kereta api, penumpang, dan juga masyarakat yang tinggal disekitar pinggiran rel kereta api. Ketika dua kereta api melintas akan terjadi peningkatan kebisingan sebesar 3 dBA dan kebisingan tersebut berlangsung selama 0,5-1 menit (Rahma, 2020).

Menurut (Ahmad Fahrudin & Margiantono Agus, 2020), sumber kebisingan kereta api dihasilkan oleh gerakan kereta api yang melintas. Sumber kebisingan tersebut berasal dari:

1. Bunyi deru dari sistem penggerak kereta api atau lokomotif.
2. Kebisingan dari peralatan (misalnya kipas angin, mesin kereta api, sistem pendingin atau kompresor).
3. Kebisingan aerodinamis dapat dinyatakan sebagai fungsi kecepatan kereta api dan kekuatan permukaan eksternal gerbong.

4. Kebisingan roda akibat interaksi antara roda dengan permukaan rel. Interaksi roda dengan rel menghasilkan tiga tipe kebisingan, antara lain sebagai berikut:

1. *Rolling noise* karena kontak yang sifatnya kontinyu.
2. Dampak karena roda menemui rel yang diskontinyu (terputus-putus) seperti pada sambungan rel dan persilangan.
3. Dencitan yang dihasilkan oleh gesekan pada tikungan yang tajam atau akibat pengereman.

### 1.6.7 Faktor Kebisingan Kereta Api

Menurut (Evanista, 2019), terdapat beberapa faktor yang diasumsikan sebagai penyebab terjadinya kebisingan dalam memodelkan tingkat kebisingan kereta api sebagai berikut:

1. Jenis lokomotif kereta api  
Lokomotif kereta api digunakan untuk menggerakkan kereta api dengan tenaga berkisar antara ratusan kilowatt sampai dengan megawatt. Tenaga penggerak mesin listrik tingkat kebisingan yang dihasilkan biasanya berasal dari suara kipas pendingin yang digunakan. Selain itu kebisingan juga diakibatkan oleh pembakaran dan mekanik karena adanya gesekan dari piston dengan dinding silinder.
2. Kecepatan kereta api  
Kecepatan kereta api merupakan suatu parameter yang sangat penting dalam menentukan tingkat kebisingan karena semakin tinggi kecepatan kereta api maka tingkat kebisingan yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena pada kecepatan tinggi, putaran mesin akan tinggi, dan pada putaran mesin yang tinggi akan menghasilkan suara yang keras.
3. Frekuensi atau pengoperasian kereta api  
Frekuensi kereta api sangat berpengaruh pada kebisingan kereta api karena semakin banyak frekuensi kereta api yang lewat pastinya akan semakin tinggi tingkat kebisingan dihasilkan dari daerah yang dilalui.

### 1.6.8 Baku Mutu Kebisingan

Baku mutu kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Kep.Men LH No.48 Tahun 1996).

Tingkat kebisingan adalah ukuran energi bunyi yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB). Baku mutu kebisingan telah diatur oleh hukum yang akan disesuaikan dengan peruntukan tempatnya. Kriteria kebisingan di Indonesia dituangkan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP.48/MENLH/11/1996, tentang baku tingkat kebisingan.

Peruntukan Kawasan atau Lingkungan Kegiatan dapat dilihat pada tabel 1 berikut (Balirante, 2020).

**Tabel 2.** Baku Mutu Kebisingan

<b>Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan</b>	<b>Tingkat Kebisingan Db(A)</b>
Perumahan dan Pemukiman	55
Perdagangan dan Jasa	70
Perkantoran dan Perdagangan	65
Ruang Terbuka Hijau	50
Industri	70
Bandar Udara	75
Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
Rekreasi	70
Rumah Sakit atau Sejenisnya	55
Sekolah atau Sejenisnya	55
Tempat Ibadah atau Sejenisnya	55

Sumber: Kep.Men LH No.48 Tahun 1996

### **1.6.9 Zona Kebisingan Railway**

Daerah zona kebisingan diklasifikasikan dalam beberapa kelompok sesuai dengan titik kebisingan yang diizinkan oleh Permenkes Nomor 70 Tahun 2016 Tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri (Aliyah & Cahyadi, 2022) :

- a. Zona A: Intensitas 35 – 45 dBA. Zona yang diperuntukkan bagi tempat penelitian, RS, tempat perawatan kesehatan/sosial & sejenisnya.
- b. Zona B : Intensitas 45 – 55 dBA. Zona yang diperuntukkan bagi perumahan, tempat pendidikan dan rekreasi.
- c. Zona C : Intensitas 50 – 60 dBA. Zona yang diperuntukkan perkantoran, perdagangan dan pasar.
- d. Zona D : Intensitas 60 – 70 dBA. Zona yang diperuntukkan bagi industri, pabrik, stasiun kereta api, terminal bus dan sejenisnya.

Zona Kebisingan menurut IATA (*International Air Transportation Association*)

- a. Zona A : Intensitas > 150 dB → daerah berbahaya dan harus dihindari.

- b. Zona B : Intensitas 135-150 dB → individu yang terpapar perlu memakai pelindung telinga ( *earmuff dan earplug*).
- c. Zona C : Intensitas 115-135 dB → *perlu memakai earmuff*.
- d. Zona D : Intensitas 100-115 dB → *perlu memakai earplug*

### 1.6.10 Dampak Kebisingan

Menurut (Nasution, 2019) Bising dapat menyebabkan berbagai gangguan seperti gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi dan ketulian. Ada yang menggolongkan gangguannya berupa gangguan *Auditory*, misalnya gangguan terhadap pendengaran dan gangguan *non Auditory*, seperti gangguan komunikasi, ancaman bahaya keselamatan, menurunnya performan kerja, stres dan kelelahan. Lebih rinci dampak kebisingan terhadap kesehatan pekerja dijelaskan sebagai berikut :

1. Gangguan Fisiologis
 

Pada umumnya, bising bernada tinggi sangat mengganggu, apalagi bila terputus-putus atau yang datangnya tiba-tiba. Gangguan dapat berupa peningkatan tekanan darah ( $\pm 10$  mmHg), peningkatan nadi, konstiksi pembuluh darah perifer terutama pada tangan dan kaki, serta dapat menyebabkan pucat dan gangguan sensoris. Bising dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan pusing/sakit kepala. Hal ini disebabkan bising dapat merangsang situasi reseptor vestibular dalam telinga dalam yang akan menimbulkan evek pusing/vertigo. Perasaan mual, susah tidur dan sesak nafas disebabkan oleh rangsangan bising terhadap sistem saraf, keseimbangan organ, kelenjar endokrin, tekanan darah, sistem pencernaan dan keseimbangan elektrolit.
2. Gangguan Psikologis
 

Gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, susah tidur, dan cepat marah. Bila kebisingan diterima dalam waktu lama dapat menyebabkan penyakit psikosomatik berupa gastritis, jantung, stres, kelelahan dan lain-lain.
3. Gangguan Komunikasi
 

Gangguan komunikasi biasanya disebabkan *masking effect* (bunyi yang menutupi pendengaran yang kurang jelas) atau gangguan kejelasan suara. Komunikasi pembicaraan harus dilakukan dengan cara berteriak. Gangguan ini menyebabkan terganggunya pekerjaan, sampai pada kemungkinan terjadinya kesalahan karena tidak mendengar isyarat atau tanda bahaya. Gangguan komunikasi ini secara tidak langsung membahayakan keselamatan seseorang.
4. Gangguan Keseimbangan
 

Bising yang sangat tinggi dapat menyebabkan kesan berjalan di ruang angkasa atau melayang, yang dapat menimbulkan gangguan fisiologis berupa kepala pusing (*vertigo*) atau mual-mual.
5. Efek pada pendengaran
 

Pengaruh utama dari bising pada kesehatan adalah kerusakan pada indera pendengaran, yang menyebabkan tuli progresif dan efek ini telah diketahui dan diterima secara umum dari zaman dulu. Mula-mula efek bising pada

pendengaran adalah sementara dan pemulihan terjadi secara cepat sesudah pekerjaan di area bising dihentikan. Akan tetapi apabila bekerja terus-menerus di area bising maka akan terjadi tuli menetap dan tidak dapat normal kembali, biasanya dimulai pada frekuensi 4000 Hz dan kemudian makin meluas kefrekuensi sekitarnya dan akhirnya mengenai frekuensi yang biasanya digunakan untuk percakapan.

Dampak kebisingan intensitas tinggi berdampak pada pendengaran berupa tuli saraf, yang selain mempengaruhi pendengaran juga dapat menimbulkan efek non-pendengaran dan efek ini dapat terjadi walaupun tingkat kebisingan tidak terlalu tinggi. Kategori pasien paling terpengaruh oleh tingkat suara tinggi berdasarkan persentase secara berurutan antara lain 31% pria lanjut usia, sekitar 27% wanita lanjut usia, diikuti oleh 14 % anak-anak (Kemenkes RI, 2020). Pembatasan paparan kebisingan sangat penting bagi pasien untuk beristirahat secara fisik dan psikologis selama proses penyembuhan (Kusuma & Fadhila, 2022).

### 1.6.11 Perhitungan Tingkat Kebisingan

Terdapat dua langkah yang dapat dilakukan untuk menghitung tingkat kebisingan, yakni perhitungan tingkat kebisingan ekuivalen dan distribusi frekuensi. Berikut merupakan penjelasan mengenai penghitungan tingkat kebisingan ekuivalen dan penghitungan distribusi frekuensi:

#### 1. Tingkat kebisingan *equivalen*

Dengan menggunakan metode statistik biasa, tingkat kebisingan dapat dihitung sesuai dengan kebisingan yang muncul sebanyak 99%, 90% , 50%, dan 1%. Berikut uraian untuk  $Leq_{99}$ ,  $Leq_{90}$ ,  $Leq_{50}$ ,  $Leq_{10}$ , dan  $Leq_1$  sebagai berikut.

##### a. Untuk $Leq_{99}$

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 1% dari data pengukuran ( $Leq_{99}$ ) yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 5 sebagai berikut.

$$\text{Nilai A} = 1\% \times N \quad (5)$$

Dimana:

1% = Hasil 99% pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari menggunakan persamaan 6 sebagai berikut.

$$\text{Nilai } Leq_{99} \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,01 \times I \times 100 \quad (6)$$

Dimana:

I = Interval

$B_0$  = Jumlah % sebelum 99

$B_1$  = % setelah 99

X = Jumlah data yang tidak diketahui

Nilai  $Leq_{99}$  dapat dihitung menggunakan persamaan 7 sebagai berikut.

$$Leq_{99} = I_0 + X \quad (7)$$

Dimana:

$I_0$  = Interval akhir sebelum 99%  
 $X$  = Jumlah data yang tidak diketahui

b. Untuk  $Leq_{90}$

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 10% dari data pengukuran ( $Leq_{90}$ ) yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 8 sebagai berikut.

$$\text{Nilai } A = 10\% \times N \quad (8)$$

Dimana:

10% = Hasil 90% pengurangan dari 100%

$N$  = Jumlah data keseluruhan

Nilai  $A$  digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari menggunakan persamaan 9 sebagai berikut.

$$\text{Nilai } Leq_{90} \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,10 \times I \times 100 \quad (9)$$

Dimana:

$I$  = Interval

$B_0$  = Jumlah % sebelum 90

$B_1$  = % setelah 90

$X$  = Jumlah data yang tidak diketahui

Nilai  $Leq_{99}$  dapat dihitung menggunakan persamaan 10 sebagai berikut.

$$Leq_{90} = I_0 + X$$

(10)

Dimana:

$I_0$  = Interval akhir sebelum 90%

$X$  = Jumlah data yang tidak diketahui

c. Untuk  $Leq_{50}$

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 50% dari data pengukuran ( $Leq_{50}$ ) yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 11 sebagai berikut.

$$\text{Nilai } A = 50\% \times N \quad (11)$$

Dimana:

50% = Hasil 50% pengurangan dari 100%

$N$  = Jumlah data keseluruhan

Nilai  $A$  digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari menggunakan persamaan 12 sebagai berikut.

$$\text{Nilai } Leq_{50} \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,50 \times I \times 100 \quad (12)$$

Dimana:

$I$  = Interval

$B_0$  = Jumlah % sebelum 50

$B_1$  = % setelah 50

$X$  = Jumlah data yang tidak diketahui

Nilai  $Leq_{50}$  dapat dihitung menggunakan persamaan 13 sebagai berikut.

$$Leq_{50} = I_0 + X \quad (13)$$

Dimana:

$I_0$  = Interval akhir sebelum 50%  
 $X$  = Jumlah data yang tidak diketahui

d. Untuk  $Leq_{10}$

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 90% dari data pengukuran ( $Leq_{10}$ ) yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 14 sebagai berikut.

$$\text{Nilai } A = 90\% \times N \quad (14)$$

Dimana:

90% = Hasil 90% pengurangan dari 100%  
 $N$  = Jumlah data keseluruhan

Nilai  $A$  digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari menggunakan persamaan 15 sebagai berikut.

$$\text{Nilai } Leq_{10} \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,90 \times I \times 100 \quad (15)$$

Dimana:

$I$  = Interval  
 $B_0$  = Jumlah % sebelum 10  
 $B_1$  = % setelah 10  
 $X$  = Jumlah data yang tidak diketahui

Nilai  $Leq_{99}$  dapat dihitung menggunakan persamaan 16 sebagai berikut.

$$Leq_{10} = I_0 + X \quad (16)$$

Dimana:

$I_0$  = Interval akhir sebelum 10%  
 $X$  = Jumlah data yang tidak diketahui

e. Untuk  $Leq_1$

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 99% dari data pengukuran ( $Leq_1$ ) yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 17 sebagai berikut.

$$\text{Nilai } A = 99\% \times N \quad (17)$$

Dimana:

99% = Hasil 99% pengurangan dari 100%  
 $N$  = Jumlah data keseluruhan

Nilai  $A$  digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari menggunakan persamaan 18 sebagai berikut.

$$\text{Nilai } Leq_1 \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,99 \times I \times 100 \quad (18)$$

Dimana:

$I$  = Interval  
 $B_0$  = Jumlah % sebelum 1

$B_1$  = % setelah 1

$X$  = Jumlah data yang tidak diketahui

Nilai  $Leq_{99}$  dapat dihitung menggunakan persamaan 19 sebagai berikut.

$$Leq_1 = I_0 + X \quad (19)$$

Dimana:

$I_0$  = Interval akhir sebelum 1%

$X$  = Jumlah data yang tidak diketahui

f. Untuk  $LAeq$

Untuk nilai  $LAeq$  yang dapat digunakan dapat dilihat pada persamaan 20 sebagai berikut:

$$\text{Nilai } LAeq = L_{50} + 0,43 (L_1 - L_{50}) \quad (20)$$

Dimana:

$Leq_{50}$  = angka penunjuk kebisingan 50%

$Leq_1$  = angka penunjuk kebisingan 1%

g. Untuk  $LAeq \text{ day}$

Setelah menghitung nilai  $L_{99}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{10}$ ,  $L_1$ , dan  $LAeq$  diperoleh. Kemudian menghitung nilai  $LAeq \text{ day}$  merupakan tingkat kebisingan selama 1 hari yang dapat dihitung menggunakan persamaan 21 sebagai berikut.

$$\text{Nilai } LAeq \text{ day} = 10 \times \log(10) \times \left( \frac{1}{\text{jam/hari}} \times 10^{\frac{LAeq_1}{10}} \dots + 10^{\frac{LAeq_n}{10}} \right) \quad (21)$$

2. Distribusi frekuensi

Distribusi frekuensi dilakukan untuk pengelompokan data ke dalam beberapa kelas. Dalam membuat distribusi frekuensi akan dihitung jangkauan/*range*, banyaknya kelas, nilai interval, dan tanda kelas/nilai tengah menggunakan persamaan 1 sebagai berikut.

a. Jangkauan/*range*

Merupakan selisih nilai terbesar dengan nilai terkecil.

Jangkauan/*range* dapat dihitung menggunakan persamaan 2 sebagai berikut.

$$R = \text{Data max} - \text{Data min} \quad (22)$$

Dimana:

$R$  = Jangkauan

Data max = Data nilai terbesar

Data min = Data nilai terkecil

b. Banyaknya kelas

Banyaknya kelas dalam suatu pengukuran dapat dilihat menggunakan persamaan 3 sebagai berikut.

$$K = 1 + 3,3 \log (n) \quad (23)$$

Dimana:

$k$  = banyaknya kelas yang dibuat

$n$  = banyaknya data

c. Nilai interval

Merupakan data yang diperoleh dengan cara pengukuran, dimana jarak antara dua titik skala sudah diketahui. Nilai interval dapat dihitung menggunakan persamaan 3 sebagai berikut.

$$I = \frac{(\max - \min)}{k} = \frac{r}{k} \quad (24)$$

Dimana:

I = Nilai interval

Max = Nilai maksimum data

Min = Nilai minimum data

k = banyaknya interval kelas

d. Tanda kelas

Merupakan titik tengah yang didapatkan dengan cara membagi dua jumlah dari batas bawah dan batas atas suatu interval kelas. Tanda kelas dapat dihitung menggunakan persamaan 4 sebagai berikut.

$$\text{Titik tengah} = \frac{(BB + BA)}{2} \quad (25)$$

Dimana:

BB = Batas bawah suatu interval kelas

BA = Batas atas suatu interval kelas

### 1.6.12 Software SoundPLAN

*SoundPLAN* merupakan perangkat lunak pemodelan kebisingan yang digunakan sejak tahun 1986. Aplikasi utama perangkat lunak ini adalah prediksi, penilaian, dan pemetaan kebisingan lingkungan. Perangkat lunak ini berguna dalam proyek konstruksi dan perencanaan jalan baru karena menyajikan karakteristik mengenai optimalisasi hambatan kebisingan dengan alat yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara biaya dan manfaat. Di area yang memerlukan penghalang kebisingan, instrumen perangkat lunak ini menunjukkan area yang dapat diminimalisir, sehingga secara signifikan mengurangi biaya konstruksi (Sonaviya & Tandel, 2016).

Data akan dimasukkan ke dalam *soundPLAN* yang meliputi sumber kebisingan, data lalu lintas, arus lalu lintas, persentase kendaraan, perkerasan jalan untuk menghitung kebisingan dari jalan, area topografi, koordinat tata letak bangunan, pembatas dan elemen desain lainnya yang dapat mempengaruhi perambatan kebisingan *eksterior*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik fisik kawasan perkotaan seperti kepadatan bangunan, keberadaan ruang bebas serta bentuk dan posisi bangunan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kebisingan lingkungan (Sonaviya & Tandel, 2016).

### 1.6.13 Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN

Metode yang digunakan dalam memprediksi kebisingan lalu lintas pada jalan adalah model ASJ-RTN 2018. Model prediksi setelah ASJ-RTN 1998 diadopsi secara komprehensif dalam "*Technical Method for Environmental Impact Assessment of*

*Road*" dan secara luas digunakan untuk prediksi kebisingan lalu lintas di Jepang. Bentuk dari model ASJ-RTN juga digunakan untuk desain pengukuran pemeliharaan lingkungan (pengukuran pengurangan kebisingan) dan memperkirakan lokasi kebisingan yang tepat selama pengawasan lingkungan (observasi regular). Berdasarkan fakta bahwa model prediksi tidak hanya digunakan untuk memprediksi tingkat kebisingan lingkungan di masa depan tetapi juga untuk memperkirakan kebisingan lingkungan saat ini dan merancang langkah-langkah mitigasi kebisingan, komite penelitian telah berupaya menemukan solusi terhadap permasalahan yang masih ada dan belum terpecahkan dalam ASJ RTN-Model 2013, maka setelah lima tahun penelitian dan analisis, maka terbitlah model baru ASJ RTN-Model 2018 (Sakamoto, 2020).

Pada ASJ RTN-Model 2018 ditentukan metode perhitungan tingkat kekuatan suara berdasarkan setiap jenis kendaraan di jalan raya. Tingkat kekuatan suara kendaraan jalan raya bergantung pada jenis perkerasan dan kemiringan jalan, serta jenis kendaraan dan kecepatan kendaraan (Sakamoto, 2020).

#### 1.6.14 Uji Normalitas

Menurut Ghozali (2013) dalam ahmad (2023), uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi, variabel pengganggu atau residual memiliki distribusi normal, atau uji normalitas digunakan untuk menguji apakah distribusi variabel terikat untuk setiap nilai variabel bebas tertentu berdistribusi normal atau tidak. Model regresi yang baik adalah model regresi yang memiliki distribusi normal atau mendekati normal, sehingga layak dilakukan pengujian secara statistik. Pengujian normalitas data menggunakan *Test of Normality Shapiro Wilk Test* atau *Kolmogorov-Smirnov* dalam program SPSS. Adapun dasar pengambilan keputusan bisa dilakukan berdasarkan probabilitas, yaitu:

- Jika probabilitas  $> 0,05$  maka distribusi dari model regresi adalah normal.
- Jika probabilitas  $< 0,05$  maka distribusi dari model regresi adalah tidak normal.

Ada beragam cara menguji normalitas diantaranya menggunakan rasio *kurtosis* dan *rasio skewness*, menggunakan pendekatan grafik (histogram), menggunakan *Shapiro Wilk Test*, atau *Kolmogorov-Smirnov Test*. Menurut W. Albequist (2001) menjelaskan bahwa Uji Normalitas *Shapiro Wilk* memiliki tingkat sensitifitas tinggi untuk mendeteksi sebaran data yang tidak normal untuk jumlah data kurang dari 50. Nilai signifikansi alpha sebesar 5 %, dimana hipotesis yang diambil adalah: Jika nilai *P-value*  $< 0,05$ , maka sebaran tidak normal. Jika nilai *P-value*  $> 0,05$  maka sebaran normal. Maka dilakukan uji normalitas menggunakan Minitab, dimana uji normalitas yang digunakan adalah uji normalitas Shapiro Wilk (Ahmad, 2023).

#### 1.6.15 Uji Paired Samples Test

Uji statistik dapat dilakukan berbagai macam uji salah satunya adalah *Paired Sample T-Test*. Menurut Sufren dan Yonathan Natanael (2014) dalam ahmad (2023),

*Paired Sample T-Test* adalah uji perbedaan dua kali pengukuran yang tergolong statistik parametrik atau untuk data yang terdistribusi normal. Adapun pedoman pengambilan keputusan dalam Uji *Paired Sample T-Test* berdasarkan nilai signifikan yaitu :

1. Jika nilai Signifikansi (Sig.) < 0,05 maka kesimpulannya adalah adanya perbedaan yang signifikan.
2. Jika nilai Signifikansi (Sig.) > 0,05 maka kesimpulannya adalah tidak adanya perbedaan.

Kemudian pedoman pengambilan keputusan dalam Uji *Paired Sample T-Test* untuk uji korelasi yaitu:

1. Jika nilai Korelasi positif maka kesimpulannya adalah hubungan kedua data berbanding lurus atau saling berpengaruh.
2. Jika nilai Korelasi negatif maka kesimpulannya adalah hubungan kedua data berbanding terbalik atau tidak saling berpengaruh.

Untuk mengetahui hubungan antara dua variabel berdasarkan nilai korelasi berdasarkan pedoman pengambilan keputusan Uji statistik SPSS dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 3. Range Angka Paired Sample T-Test**

Nilai Korelasi	Keterangan
0	Tidak ada korelasi antara dua variabel
>0-0,25	Korelasi sangat lemah
>0,25-0,5	Korelasi cukup
>0,5-0,75	Korelasi kuat
>0,75-0,99	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi sempurna

#### 1.6.16 Uji Root Mean Square Error (RMSE)

*Root Mean Square Error* (RMSE) merupakan akar kuadrat dari kuadrat kesalahan rata-rata yang dihasilkan dari perhitungan (Prasetyo et al., 2021). Jika hasil RMSE semakin rendah maka akan semakin baik hasil prediksinya.

$$\text{RMSE} = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{(\hat{Y}_i - Y_i)^2}}{n} \quad (26)$$

Dimana :

- $\hat{Y}_i$  = Nilai prediksi  
 $Y_i$  = Nilai observasi  
 $N$  = Jumlah data

Nilai RMSE yang rendah menunjukkan bahwa nilai yang dihasilkan suatu model perkiraan mendekati nilai aslinya. Sedangkan nilai RMSE semakin besar, maka keakuratan nilai yang dihasilkan semakin tidak akurat (Herwanto et al., 2019)

### 1.6.16 Penelitian terdahulu

Berikut adalah beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait tingkat kebisingan kereta api pada kawasan pemukiman yang telah dirangkum oleh penulis dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 3.** Penelitian terdahulu

No	Nama penulis	Judul penelitian	Hasil penelitian
1.	Dewi Handayani, Ubaidillah, Almajida Maharani Nanda Sabtya, (2023)	Karakteristik Tingkat Kebisingan Akibat Aktivitas Kereta Api di Wilayah Pemukiman (Studi Kasus: Jl. Cimanuk II – Jebres – Surakarta)	Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian yaitu tingkat kebisingan ekivalen siang dan malam (LSM) tertinggi sebesar 97,12 dB yang diukur pada jarak 3 m dari jalur kereta api terluar. Hasil tersebut melampaui ambang batas yang ditetapkan oleh Kep-48/MENLH/11/1996 untuk daerah pemukiman sebesar 55 dB. Tingginya tingkat kebisingan kereta api berdampak buruk bagi masyarakat di sekitar bantaran rel kereta api, seperti kerusakan pada indera pendengaran dan gangguan tidur.
2.	Sukma Laksita Rahma (2020)	Analisis Kebisingan Akibat Perlintasan Kereta Api di Area Pemukiman	Kebisingan yang ditimbulkan kereta penumpang lebih besar dibandingkan kereta pengangkut minyak dan kereta barang dikarenakan kecepatan kereta. Tingkat kebisingan yang ditimbulkan kereta api pada masing-masing lokasi penelitian berdasarkan analisis regresi yaitu: Lokasi dengan barrier tembok memiliki kebisingan sebesar 119,27 dBA. Lokasi dengan rambu palang memiliki kebisingan sebesar 128,63 dBA. Lokasi tanpa penghalang di Surabaya memiliki kebisingan sebesar 107,67 dBA. Lokasi tanpa penghalang di Nganjuk memiliki kebisingan sebesar 129,21 dBA. Pola kontur kebisingan berdasarkan analisis dengan software Surfer 18 menunjukkan semakin jauh jarak dari rel maka semakin besar interval kontur seiring dengan semakin besar persebaran kebisingannya. Pada jarak 30 m kebisingan akibat perlintasan kereta api sudah memenuhi baku mutu.

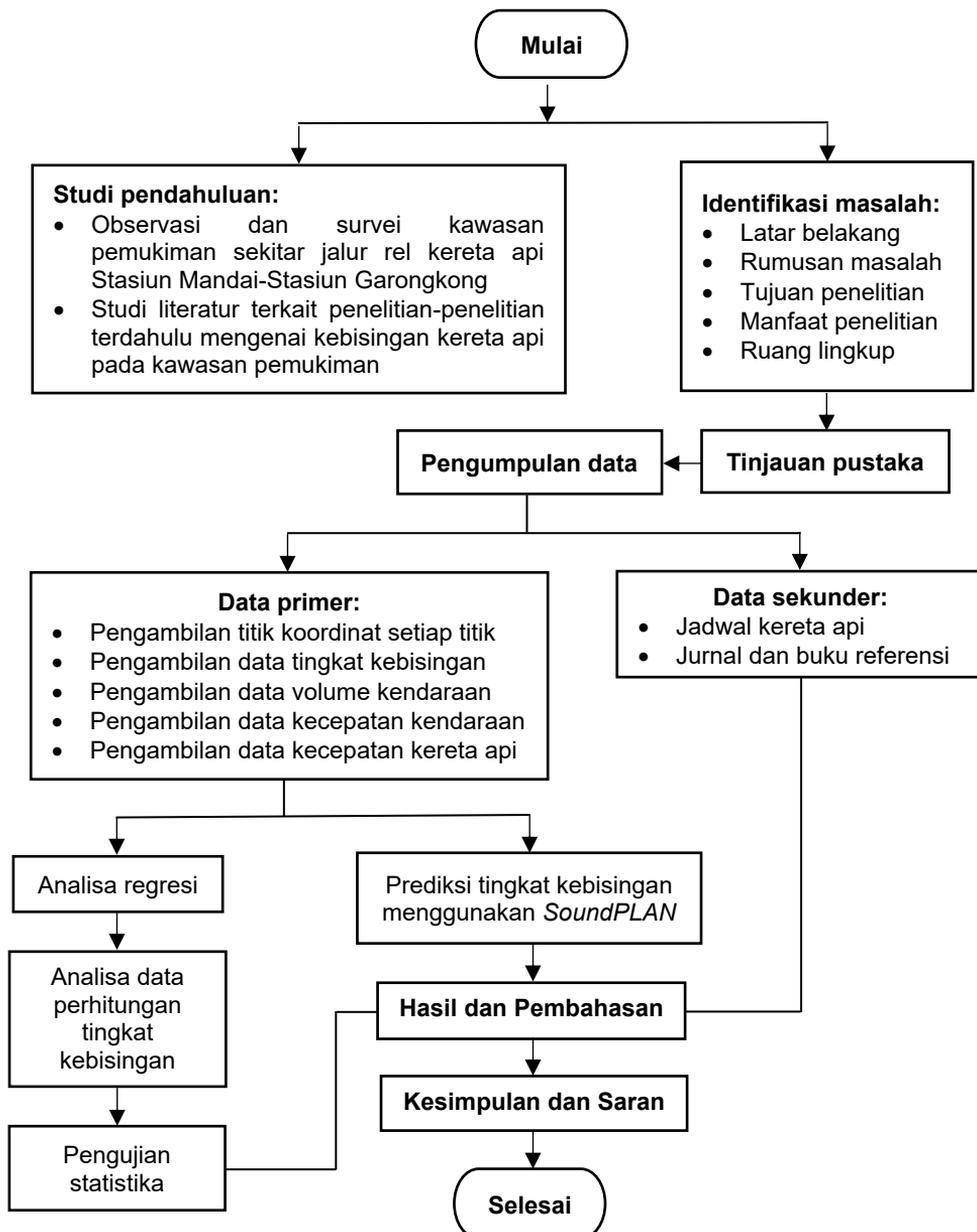
No	Nama penulis	Judul penelitian	Hasil penelitian
3.	Herdika Baruna A (2015)	Analisis Tingkat Kebisingan Operasional Kereta Api (Studi Kasus Jalur Yogyakarta - Wates)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kebisingan maksimum yang terjadi rata - rata sebesar 98,76 dB(A) sudah melewati ambang batas dari baku tingkat kebisingan yang telah ditetapkan melalui Kep. Gub. Daerah Istimewa Yogyakarta nomor 176 Tahun 2003. Dari analisis hasil penelitian dihasilkan model persamaan dimana jumlah kereta atau gerbong dalam satu rangkaian kereta api, kecepatan kereta api, dan jarak sumber bunyi hingga penerima berpengaruh terhadap tingkat kebisingan.

Sumber: Kajian Pustaka (2024)

## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Kerangka Penelitian

Berikut kerangka penelitian analisis tingkat kebisingan pada pemukiman sekitar jalur kereta api Stasiun Pangkep yang akan digunakan dapat dilihat Gambar 2. sebagai berikut.



Gambar 2. Kerangka Penelitian

## 2.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada kawasan permukiman yang terletak pada Kelurahan Minasatene, Kabupaten Pangkep. Penelitian ini dimulai dari studi literatur terkait kebisingan kereta api, studi literatur terkait penggunaan software SoundPLAN, persiapan peralatan pengukuran, dan persiapan lokasi titik pengukuran yang terdiri dari 6 titik. Kemudian pengumpulan data dalam hal ini pengukuran langsung di lapangan untuk mendapatkan data primer meliputi pengukuran tingkat kebisingan saat kereta api tidak melintas dan tingkat kebisingan kereta api saat melintas pada lokasi pengukuran. Selain pengukuran tingkat kebisingan di lapangan, data primer lainnya berupa pengukuran kecepatan kendaraan, kecepatan kereta api, jumlah klakson kendaraan, jumlah klakson kereta, dan volume kendaraan. Pengukuran tingkat kebisingan menggunakan handphone dengan aplikasi Decibel X Pro, pengukuran kecepatan kendaraan dan kereta api menggunakan speed gun, dan perhitungan volume kendaraan menggunakan traffic counter. Metode pengukuran tingkat kebisingan mengacu pada SNI 8427:2017 tentang pengukuran tingkat kebisingan dilakukan secara bersamaan dengan pengambilan data volume kendaraan, kecepatan kendaraan, dan klakson kendaraan yang terdiri dari sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat.

Data yang didapatkan untuk kebisingan saat kereta api tidak melintas adalah data kebisingan per 10 menit setiap titik dan setiap dengan pembacaan 1 detik sehingga didapatkan 600 data setiap titik, sedangkan data kebisingan saat kereta api melintas didapatkan data kebisingan kereta api 1 menit setiap titik dan setiap kereta api melintas sehingga didapatkan 60 data setiap titik. Pengukuran tingkat kebisingan saat kereta api melintas berada pada posisi 50 m antara patok pertama dan patok kedua yang berjarak 100 m dan pengukuran dimulai ketika gerbong pertama kereta api sudah memasuki patok pertama dan menghentikan pengukuran setelah gerbong terakhir melewati patok kedua. Dan data kebisingan tersebut dianalisis menggunakan perhitungan  $Leq$  dan  $Leq_{day}$  serta melakukan prediksi kebisingan menggunakan software SoundPLAN. Peneliti juga melakukan kuisisioner di sekitar titik pengukuran terkait persepsi masyarakat terhadap kebisingan kereta api yang melintas setiap hari.

## 2.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi dan waktu penelitian yang akan dilakukan diuraikan sebagai berikut.

### 2.3.1 Lokasi penelitian

Lokasi penelitian ini ditentukan setelah survei pendahuluan dilakukan bahwa jalur kereta api Stasiun Mandai – Stasiun Garungkong melewati beberapa kawasan permukiman di beberapa Kelurahan/Desa. Berdasarkan survei pendahuluan tersebut ditetapkan bahwa lokasi penelitian dilakukan pada kawasan permukiman sekitar jalur kereta api Stasiun Pangkep tepatnya pada Kelurahan Minasatene, Kabupaten Pangkep. Pemilihan lokasi penelitian tersebut dengan alasan bahwa salah satu kawasan permukiman di Kabupaten Pangkep yang dilintasi oleh jalur kereta api dengan jumlah penduduk terbanyak yaitu 5887 jiwa berada di Kelurahan Minasatene. Dimana posisi jalur kereta pada Kelurahan Minasatene memiliki tinggi

5,6 m dari permukaan tanah atau disebut sebagai jalur kereta dengan posisi underpass.

Untuk jumlah keseluruhan titik pengukuran sebanyak 6 titik pengukuran yang terbagi antara 3 titik sebelah kanan jalur kereta api dan 3 titik sebelah kiri jalur kereta api serta setiap titik berjarak 15 m, 50m, dan 70 m. Pemilihan titik tersebut berdasarkan posisi dari rumah warga yang paling dekat dengan jalur kereta api berada ada jarak 15 m dari jalur kereta api kemudian untuk pemilihan jarak 50 m dan 70 m dari jalur kereta api karena posisi rumah warga sudah padat dan persepsi masyarakat suara kebisingan kereta masih terdengar namun sudah kurang jelas. Maka didasarkan dari tujuan penelitian ini untuk melihat seberapa besar tingkat kebisingan kereta api yang dihasilkan dari berbagai jarak yang berbeda. Berikut lokasi titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.



**Gambar 3.** Peta lokasi pengkuran

Berikut jarak titik pengukuran kebisingan yang akan diukur menggunakan aplikasi *Decibel X Pro* dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut.

**Tabel 4.** Jarak Titik Pengukuran

Lokasi Pengukuran	Jarak Setiap Titik (m)					
	Sebelah Kanan Rel KA			Sebelah Kiri Rel KA		
	Titik 1	Titik 3	Titik 5	Titik 2	Titik 4	Titik 6
<b>Jalan Sukowati</b>	15	50	70	15	50	70

Sumber: Data Penulis (2024)

Adapun titik koordinat dari titik pengukuran dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut.

**Tabel 5.** Kordinat titik pengukuran

Titik Pengukuran	Koordinat Titik Pengukuran		Keterangan
	Longitude	Latitude	
1	119°34'11.00"E	4°49'37.11"S	Jalan perumahan berjarak 15 meter dari sisi kiri rel kereta api
2	119°34'12.22"E	4°49'37.13"S	Jalan dusun berjarak 15 meter dari sisi kanan rel kereta api
3	119°34'9.86"E	4°49'37.11"S	Jalan perumahan berjarak 50 meter dari sisi kiri rel kereta ap
4	119°34'13.20"E	4°49'37.17"S	Jalan dusun berjarak 50 meter dari sisi kanan rel kereta api
5	119°34'9.21"E	4°49'37.12"S	Jalan perumahan berjarak 70 meter dari sisi kiri rel kereta api
6	119°34'13.83"E	4°49'37.75"S	Jalan dusun berjarak 70 meter dari sisi kanan rel kereta api

Sumber: GPS Coordinate (2024)

### 2.3.2 Waktu penelitian

Waktu penelitian dalam hal ini pengambilan data dilakukan selama 3 hari pada 21-23 Juli 2024 yang terdiri dari 2 hari kerja (weekdays) dan 1 hari libur (weekend) mulai pukul 08.00-18.00 WITA. Pengambilan data dilakukan 3 hari di karenakan adanya perbedaan aktivitas dari kereta api yang membunyikan klakson di hari libur atau di hari kerja maupun perbedaan aktivitas pada pengukuran kebisingan saat kereta api tidak melintass. Untuk pengukuran kebisingan saat kereta api tidak melintas dilakukan setiap 10 menit untuk 4 interval waktu yaitu L1 pada jam 08.30 WITA mewakili 06.00-09.00 WITA, L2 pada jam 10.00 WITA mewakili 09.00-11.00 WITA, L3 pada jam 15.00 WITA mewakili 14.00-17.00 WITA, dan L4 pada jam 17.00 WITA mewakili 17.00-22.00 WITA. Sedangkan pengukuran kebisingan saat kereta api melintas dilakukan selama 1 menit sebanyak 4 kali sesuai dengan jadwal kereta api melintasi lokasi pengukuran yaitu 09.02-09.03 WITA, 11.59-12.00 WITA, 14.33-14.34 WITA, dan 17.29-17.30 WITA.

### 2.4 Alat Pengukuran

Alat pengukuran yang digunakan pada saat pengumpulan data terdiri dari beberapa peralatan antara lain sebagai berikut.



1



2



3



4



5



6



Keterangan:

1. *Handphone* yang dilengkapi dengan aplikasi *Decibel X Pro* berfungsi sebagai alat untuk mengukur tingkat kebisingan dalam bobot A dengan satuan dB.
2. *Speed gun* berfungsi untuk mengukur kecepatan kereta api yang melintas.
3. *Sound Level Meter (SLM) TM-103* berfungsi untuk mengkalibrasi *handphone* yang digunakan mengukur tingkat kebisingan.
4. *Stopwatch* berfungsi untuk menghitung lamanya waktu pengukuran serta waktu kereta melintasi lokasi pengukuran.
5. Laptop yang dilengkapi dengan *software Sound Level Meter Rev-01* berfungsi untuk menampilkan data kebisingan kalibrasi HP dari SLM TM-103.
6. *Roll meter* berfungsi untuk mengukur jarak antar titik pengukuran dengan sumber kebisingan.
7. *Tripod* berfungsi sebagai penyangga *handphone* untuk mengukur tingkat kebisingan agar tetap stabil.
8. *Traffic counter* berfungsi untuk menghitung volume kendaraan dan bunyi klakson saat pengukuran.
9. *Global Positioning System (GPS) Coordinates* berfungsi untuk mengetahui koordinat lokasi dan titik pengukuran.
10. Rompi berfungsi sebagai atribut untuk peneliti agar dikenali oleh pengendara.
11. Payung berfungsi melindungi *handphone* yang dilengkapi dengan aplikasi *Decibel X Pro* agar terhindar dari paparan sinar matahari.
12. *Software soundPLAN* berfungsi untuk memprediksikan tingkat kebisingan dan pola penyebaran tingkat kebisingan setiap titik.

## 2.5 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara langsung dan secara tidak langsung. Data secara langsung disebut sebagai data primer sedangkan data secara tidak langsung disebut sebagai data secara tidak langsung. Berikut uraian terkait metode pengumpulan data meliputi data primer dan data sekunder antara lain sebagai berikut.

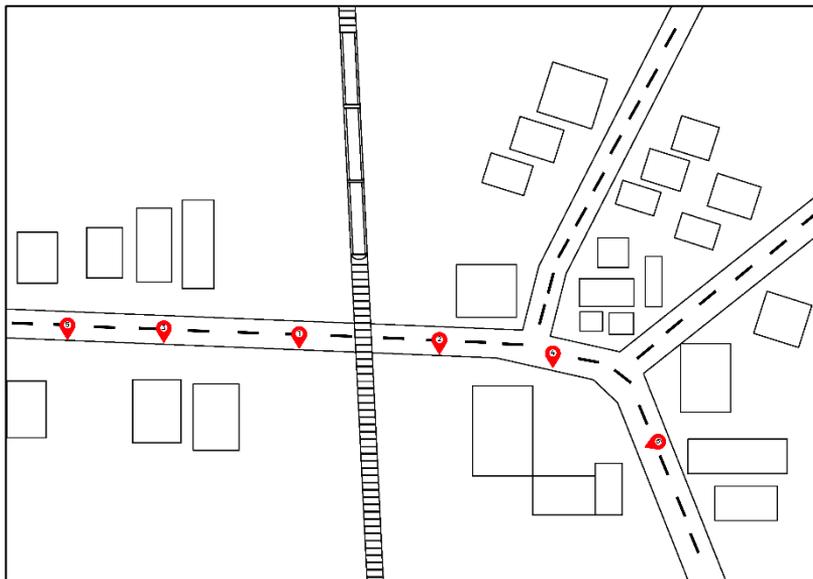
### 2.5.1 Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan dan bukan merupakan data yang telah ada. Sebelum melakukan pengukuran langsung, terlebih dahulu peneliti melakukan survei pendahuluan untuk

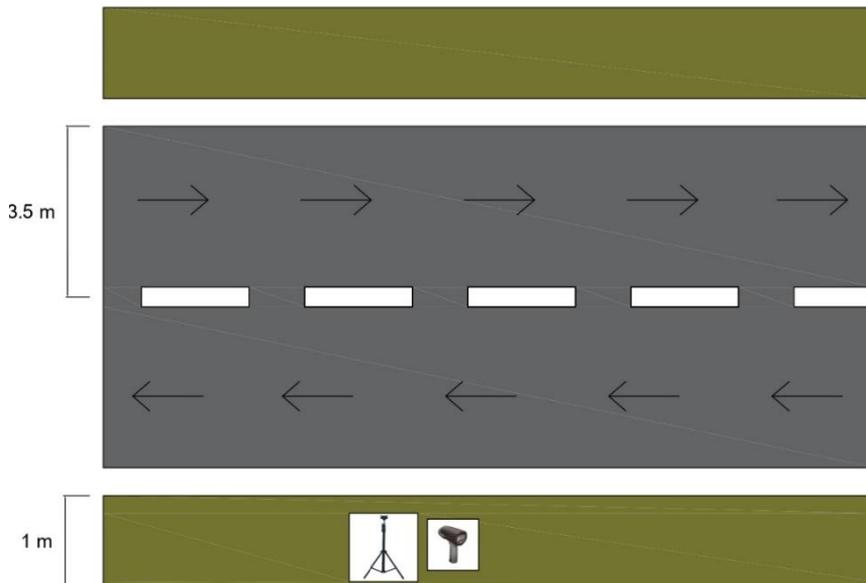
mengetahui kondisi eksisting lokasi pengukuran dan titik pengukuran. Selanjutnya tahapan pengambilan data secara langsung dilapangan antara lain sebagai berikut.

1. Pengambilan data tingkat kebisingan

Pengambilan data tingkat kebisingan dilakukan pada 6 titik dengan jarak berturut-turut 15 m, 50 m, dan 70 m menggunakan *handphone* yang dilengkapi dengan *Decibel X Pro*. Pengambilan data tingkat kebisingan terdiri dari pengambilan data tingkat kebisingan saat kereta api tidak melintas dan saat kereta api melintas. Adapun visualisasi cara pengukuran tingkat kebisingan di lapangan dan sketsa lokasi pengukuran dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 4.** Pengukuran tingkat kebisingan saat kereta api melintas



**Gambar 5.** Sketsa Lokasi Pengukuran

Adapun prosedur pengukuran tingkat kebisingan menggunakan *Decibel X Pro* sebagai berikut.

- a. Mengatur *Decibel X Pro* pada *handphone* dengan pembobotan frekuensi A atau dBA kemudian set respon pembobotan waktu dengan *fast*.
- b. Meletakkan *handphone* yang dilengkapi *Decibel X Pro* diatas tripod dan mengatur *handphone* pada titik pengukuran dengan ketinggian 1,2-1,5 m dari permukaan tanah sesuai dengan SNI 8427:2017.
- c. Melakukan pengukuran tingkat kebisingan dengan menekan tombol "*play*" kemudian menekan kembali tombol "*play*" untuk menghentikan pengukuran.
- d. Untuk pengukuran tingkat kebisingan saat kereta api melintas peneliti berada pada posisi 50 m antara patok pertama dan patok kedua yang berjarak 100 m dan pengukuran dimulai ketika gerbong pertama kereta api sudah memasuki patok pertama dan menghentikan pengukuran setelah gerbong terakhir melewati patok kedua.
- e. Mengunduh dan simpan data yang telah direkam dengan tipe file CSV.
- f. Dan hasil rekaman dengan tipe file CSV di kirim ke email pengguna untuk melihat data dalam bentuk angka yang disajikan dalam bentuk *Microsoft Office Excel*.

Adapun prosedur pengukuran tingkat kebisingan menggunakan *Sound Level Meter TM-103* sebagai berikut.

- a. Memasang *windscreen* pada mikrofon *Sound Level Meter TM-103*.

- b. Menekan tombol *power* untuk menyalakan *Sound Level Meter* TM-103 dan memilih pengaturan *fast* dan pembobotan A.
  - c. Meletakkan *Sound Level Meter* TM-103 pada tripod dengan ketinggian tertentu.
  - d. Menekan tombol *rec* untuk memulai perekam sesuai waktu yang diinginkan.
  - e. Menekan kembali tombol *rec* untuk menghentikan perekaman sesuai dengan waktu yang diinginkan dan data otomatis tersimpan.
  - f. Menyambungkan alat *Sound Level Meter* TM-103 dengan laptop yang terdapat *software Sound Level Meter Rev-01* menggunakan kabel USB.
  - g. Menekan tombol *connect* dan *download* pada aplikasi *Sound Level Meter Rev-01* untuk menampilkan data kebisingan yang telah direkam.
  - h. Menyimpan data dengan mengklik *icon save to file* maka data akan tersimpan dalam bentuk txt.
  - i. Menekan kembali tombol *power* untuk mematikan alat *Sound Level Meter* TM-103.
2. Pengambilan data tingkat kebisingan
- Pengambilan data kecepatan kendaraan menggunakan *speed gun*. Pengambilan data kecepatan dilakukan bersamaan dengan pengukuran tingkat kebisingan. Adapun prosedur pengukuran kecepatan kendaraan dan kecepatan kereta api menggunakan *speed gun* sebagai berikut.
- a. Menyiapkan alat yang akan digunakan seperti *speed gun*, alat tulis, dan formulir survei.
  - b. Menyalakan *speed gun* kemudian mengatur satuan yang akan digunakan yaitu km/jam.
  - c. Mengarahkan *speed gun* ke roda kereta api dan kendaraan yang melintas pada lokasi pengukuran.
  - d. Dilakukan selama 10 menit setiap pengukuran.
  - e. Dan mencatat hasil kecepatan yang tertera pada *display speed gun*.
3. Pengambilan data volume kendaraan dan bunyi klakson
- Pengambilan data volume kendaraan dilakukan secara bersamaan dengan pengukuran tingkat kebisingan pada setiap titik pengukurannya. Pengambilan data volume kendaraan dibedakan berdasarkan klasifikasi kendaraan seperti sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat. Alat yang digunakan dalam menghitung volume kendaraan adalah *traffic counter*. Adapun prosedur perhitungan volume kendaraan menggunakan *traffic counter* sebagai berikut.
- a. Menyiapkan alat yang akan digunakan seperti aplikasi *traffic counter*, alat tulis, dan formulir survei.
  - b. Menyalakan aplikasi *traffic counter*
  - c. Melakukan pengisian jumlah kendaraan berdasarkan klasifikasinya pada aplikasi *traffic counter* dan mencatat jumlah bunyi klakson kendaraan dan klakson kereta setiap pengukuran.

- d. Dilakukan selama 10 menit setiap pengukuran.
- e. Dan mencatat jumlah kendaraan yang tertera pada *display* aplikasi *traffic counter*.

### 2.5.2 Data sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari data yang telah ada atau sebelumnya untuk memenuhi data dalam melakukan pengukuran. Adapun data sekunder yang diperlukan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut.

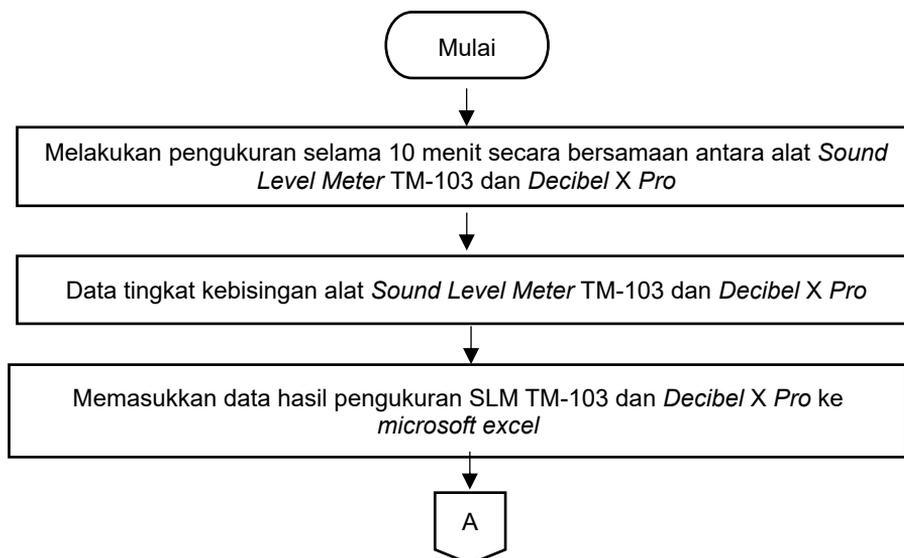
- a. Data jumlah penduduk
- b. Jadwal beroperasi kereta api.
- c. Jurnal dan buku sebagai referensi.

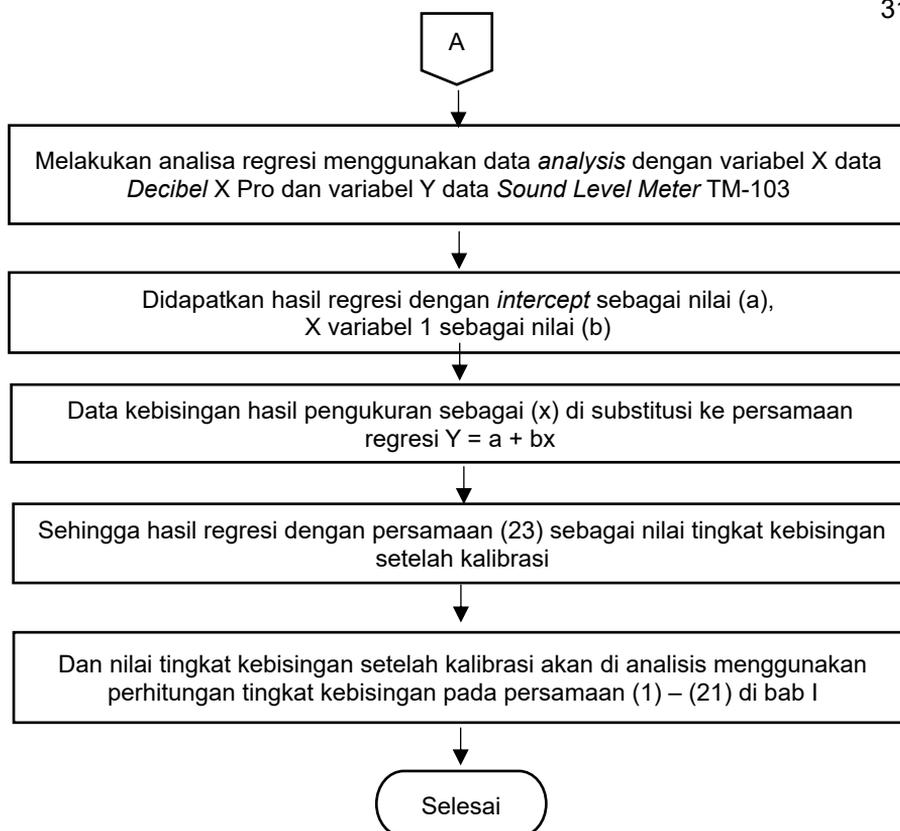
## 2.6 Metode Analisa Data

Pada tahapan ini terdiri dari beberapa analisis data yang digunakan dan dapat diuraikan dibawah ini sebagai berikut.

### 2.6.1 Analisis kalibrasi *Decibel X Pro*

Proses kalibrasi *Decibel X Pro* dilakukan terlebih dahulu pada *handphone* yang akan digunakan untuk pengukuran kebisingan secara bersamaan pada 6 titik pengukuran. Adapun tahapan untuk melakukan kalibrasi aplikasi *Decibel X Pro* dapat dilihat pada Gambar 7. sebagai berikut.





**Gambar 6.** Flowchart analisis kalibrasi *Decibel X Pro*

### 2.6.2 Hasil regresi kalibrasi *Decibel X Pro* dengan *SLM TM-103*

Setelah dilakukan kalibrasi antara *Decibel X Pro* dengan *Level Meter TM-103* didapatkan nilai  $Y = a + bx$  sebagai nilai tingkat kebisingan yang akan di analisis pada persamaan yang akan dijelaskan. Persamaan regresi yang di dapatkan berbeda-beda di karenakan menggunakan *handphone* yang berbeda juga. Berikut persamaan model regresi antara *Sound Level Meter TM-103* dan *Decibel X Pro* yang di hasilkan setiap *device* dapat dilihat pada Tabel berikut.

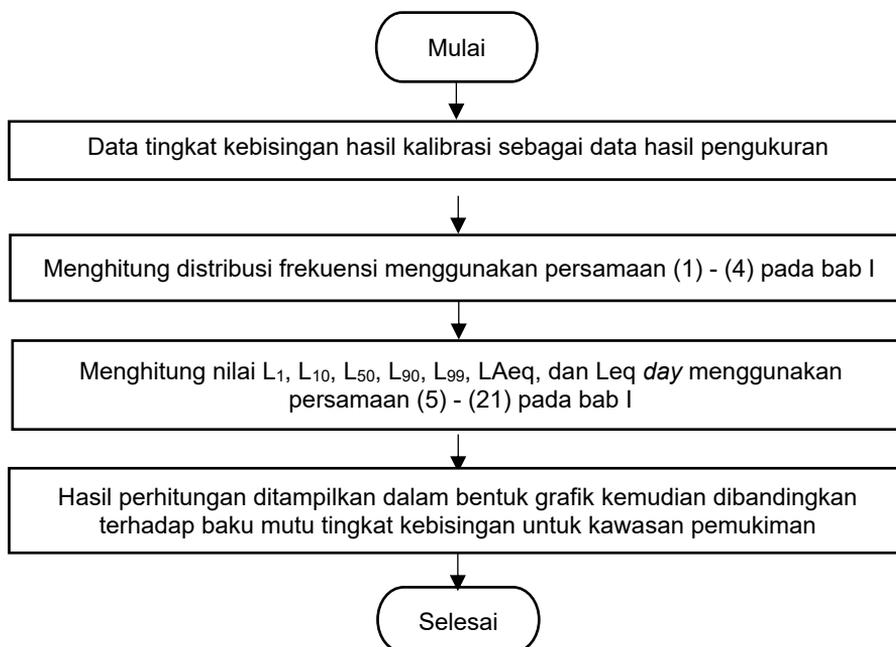
**Tabel 6.** Hasil Regresi *Decibel X Pro*

<b>Handphone</b>	<b>Persamaan Regresi</b>
1	$y = 56,561 + 0,170 x$
2	$y = 43,828 + 0,272 x$
3	$y = 39,351 + 0,161 x$
4	$y = 37,954 + 0,265 x$
5	$y = 33,830 + 0,271 x$
6	$y = 38,370 + 0,170 x$

Sumber: Hasil Analisis (2024)

### 2.6.3 Analisis tingkat kebisingan

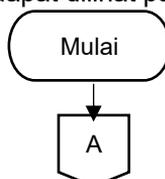
Analisis tingkat kebisingan dilakukan setelah pengambilan data tingkat kebisingan menggunakan *Decibel X Pro* dan data kebisingan tersebut di rekap pada *microsoft excel*. Kemudian data di analisis untuk mengetahui tingkat kebisingan dengan menghitung nilai  $L_1$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{99}$ ,  $L_{Aeq}$ , dan  $L_{eq\ day}$ . Adapun tahapan analisis tingkat kebisingan dapat dilihat pada gambar berikut.

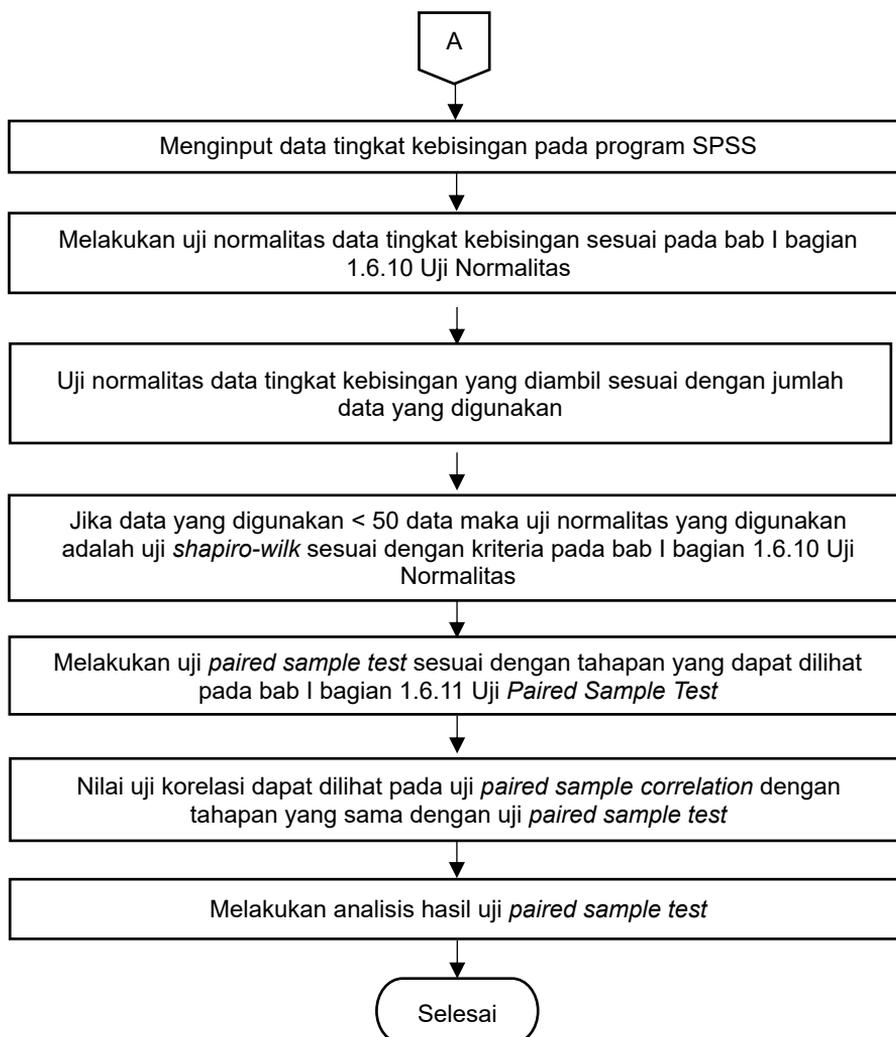


**Gambar 7.** Flowchart analisis tingkat kebisingan

### 2.6.4 Analisis tingkat kebisingan menggunakan SPSS

Analisis tingkat kebisingan dilakukan menggunakan uji normalitas uji *paired sample test*, dan uji korelasi dengan program SPSS. Penggunaan uji tersebut untuk melihat data tingkat kebisingan terdistribusi normal atau tidak terdistribusi normal, adanya perbedaan signifikan atau tidak terdapat perbedaan signifikan antara tingkat kebisingan yang terjadi setiap titik pengukuran ataupun perbedaan tingkat kebisingan yang terjadi pada hari libur atau hari kerja, serta korelasi antara tingkat kebisingan yang dihasilkan dengan volume kendaraan. Adapun tahapan analisis karakteristik tingkat kebisingan menggunakan uji normalitas, uji *paired sample test*, dan uji korelasi menggunakan program SPSS dapat dilihat pada Gambar berikut.

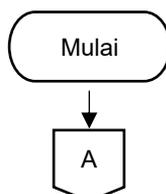




Gambar 8. Flowchart analisis tingkat kebisingan

### 2.6.5 Analisis prediksi dan pemetaan tingkat kebisingan

Prediksi dan pemetaan tingkat kebisingan menggunakan *software soundPLAN* dapat dilakukan dengan menggunakan data volume kendaraan, kecepatan kendaraan, kecepatan kereta yang di ukur pada saat pengukuran tingkat kebisingan, jumlah gerbong kereta, dan panjang kereta. Adapun tahapan analisis prediksi dan pemetaan tingkat kebisingan menggunakan *software soundPLAN* dapat dilihat pada Gambar berikut





**Gambar 9.** Flowchart analisis prediksi dan pemetaan tingkat kebisingan menggunakan software soundPLAN