

ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA PEMUKIMAN SEKITAR JALUR KERETA API STASIUN BARRU



ARSHERINA
D131201025



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024

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

**ARSHERINA
D131201025**



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

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

ARSHERINA

D131201025

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 BARRU

ARSHERINA
D131201025

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada 22 Oktober 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing tugas akhir,



Dr.Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM., AER.
NIP. 197204242000122001

Mengetahui:

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



Dr.Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM., AER.
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 Barru**" 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, 22 Oktober 2024


Arsherina
Arsherina
NIM D131201025

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala rasa puji dan syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Dan tidak lupa pula, sholawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi besar Muhammad SAW. Untuk mendapatkan gelar pada akhir nama penulis, penulis menggunakan seluruh kemampuannya, kemauan yang kuat, upaya yang luar biasa, dan juga kesabaran yang tidak ada habisnya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis banyak mendapatkan dukungan dan arahan dari berbagai pihak.

Penelitian yang penulis lakukan dapat terlaksana dengan sukses serta dapat terampungkan dalam bentuk tugas akhir atas bimbingan, diskusi, dan arahan dari Ibu Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM. AER. selaku dosen pembimbing. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak/Ibu dosen serta karyawan dan staf Departemen Teknik Lingkungan yang telah mengajarkan dan memberikan banyak pengetahuan kepada penulis selama perkuliahan.

Kepada teman-teman terdekat penulis, teman-teman ADIBRATA 22/23, teman-teman Lingkungan 2020, dan teman-teman ENTITAS 2021. Terimakasih telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan perkuliahan ini dan terimakasih atas kebersamaannya selama perkuliahan. Terkhusus *someone special*. Terimakasih telah menemani dan mengusahakan seluruh kemauan penulis, *thankyou for being me rainbow after rain. Still a long journey*. Dan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, semoga Allah SWT melimpahkan karunianya dalam setiap amal kebaikan kita dan diberikan balasan.

Terakhir, kepada mama dan papa selaku orang tua penulis, nenek, kakek, adik-adik, serta seluruh keluarga penulis. Terimakasih atas segala doa dan dukungan baik secara moral maupun materi yang tidak berujung. Semoga Allah SWT. senantiasa menjaga kalian sampai melihat perjalanan dan keberhasilan penulis selanjutnya. Dan penghargaan sebesar-besarnya kepada diri sendiri, terimakasih telah berjuang dan bertahan sampai saat ini atas banyaknya harapan dan impian yang harus terwujudkan. *You made it to finish line. Congratulations on your bachelor's degree, Arsherina, S.T!!*

Penulis,
Arsherina

ABSTRAK

ARSHERINA. **Analisis tingkat kebisingan pada pemukiman sekitar jalur kereta api stasiun baru** (dibimbing oleh Muralia Hustim).

Latar Belakang. Salah satu transportasi umum yang dijadikan sebagai mobilitas untuk menunjang berbagai kegiatan perekonomian, yang paling diminati, bersifat murah, dan bebas macet adalah transportasi kereta api. Kereta api memiliki banyak keunggulan akan tetapi kereta api juga menjadi penyumbang terbesar terhadap tingkat kebisingan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memodelkan penyebaran tingkat kebisingan di kawasan pemukiman sekitar jalur kereta api Stasiun Barru. **Metode.** Pengambilan data tingkat kebisingan, volume kendaraan, kecepatan kendaraan, dan kecepatan kereta api yang dilakukan pada 6 titik selama 3 hari. Analisis data tingkat kebisingan menggunakan perhitungan *Leq day*, prediksi tingkat kebisingan, uji RMSE, dan uji statistik. **Hasil.** Analisis tingkat kebisingan diperoleh *Leq day* saat kereta api tidak melintas berkisar antara 43,24 dB – 56,04 dB sedangkan *Leq day* saat kereta api melintas berkisar antara 45,31 dB – 59,57. Nilai prediksi tingkat kebisingan lebih rendah dibanding hasil pengukuran. Serta nilai RMSE didapatkan mendekati 0 (nol) yang dapat dikatakan cukup akurat dan uji statistik tingkat kebisingan saat kereta api tidak melintas dan saat kereta melintas terdapat perbedaan. **Kesimpulan.** Tingkat kebisingan saat kereta api tidak melintas dan saat kereta api melintas terdapat perbedaan. Tingkat kebisingan kebisingan saat kereta api melintas khususnya titik 1 dan titik 2 dengan jarak 15 m dari jalur kereta api melebihi baku mutu. Berdasarkan Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun, 1996 tentang baku tingkat kebisingan untuk kawasan pemukiman sebesar 55 dB. Serta pemetaan tingkat kebisingan divisualisasikan dengan peta kontur.

Kata Kunci: kebisingan; kereta api; pemukiman; pemetaan; baku mutu

ABSTRACT

ARSHERINA. **Analysis of noise levels in settlements around the barru station railway line** (supervised by Muralia Hustim).

Background. One of the public transportation that is used as mobility to support various economic activities, which is most popular, cheap and free from traffic jams, is train transportation. Trains have many advantages, but trains are also the biggest contributor to noise levels. **Aim.** This research aims to analyze and model the distribution of noise levels in residential areas around the Barru Station railway line. **Method.** Data collection on noise levels, vehicle volume, vehicle speed and train speed was carried out at 6 points for 3 days. Noise level data analysis uses Leq day calculations, noise level prediction, RMSE test, and statistical tests. **Results.** Analysis of noise levels obtained by Leq day when the train is not passing is between 43.24 dB - 56.04 dB, while Leq day when the train is passing is between 45.31 dB - 59.57. The predicted value of the noise level is lower than the measurement results. And the RMSE value obtained is close to 0 (zero) which can be said to be quite accurate and the statistical test of noise levels when the train is not passing and when the train is passing there is a difference. **Conclusion.** There are differences in the level of disturbance when the train is not passing and when the train is passing. The level of disturbance when the train passes, especially point 1 and point 2 at a distance of 15 m from the train track, exceeds the quality standard. Based on Ministry of the Environment Regulation Number 48 of 1996 concerning standard interference levels for residential areas of 55 dB. And mapping the level of disturbance is visualized with a contour map.

Keywords: noise; train; residentias; mapping; quality standards

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Teori	4
BAB II METODE PENELITIAN	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
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	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	56
3.4 Rekapitulasi Tingkat Kebisingan (<i>Leq day</i>)	77
3.5 Hasil Prediksi dan Pemetaan Tingkat Kebisingan	83
3.6 Hasil Uji Pengukuran Langsung dan Prediksi Tingkat Kebisingan	88
3.7 Hasil Pengujian Statistik	91
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	113
4.1 Kesimpulan	113
4.2 Saran	113
DAFTAR PUSTAKA	114
LAMPIRAN	117

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Baku mutu tingkat kebisingan	10
2. Zona Kebisingan	11
3. Hubungan tingkat korelasi	16
4. Koefisien a dan b	19
5. Penelitian terdahulu	20
6. Jarak Titik Pengukuran.....	24
7. Koordinat Titik Pengukuran.....	25
8. Hasil Regresi Decibel X Pro.....	31
9. Perbedaan tingkat kebisingan (Leq day)	82
10. Rekapitulasi volume dan kecepatan kendaraan hari minggu (hari libur).....	83
11. Hasil prediksi tingkat kebisingan hari minggu (hari libur).....	84
12. Rekapitulasi volume dan kecepatan kendaraan hari senin (hari kerja)	85
13. Hasil prediksi tingkat kebisingan hari senin (hari kerja).....	86
14. Rekapitulasi volume dan kecepatan kendaraan hari selasa (hari kerja)	87
15. Hasil prediksi tingkat kebisingan hari selasa (hari kerja).....	87
16. Nilai selisih dan nilai RMSE antara pengukuran langsung dengan prediksi kebisingan	89
17. Uji normalitas tingkat kebisingan antara hari libur dan hari kerja saat kereta api tidak melintas	92
18. Uji paired samples test tingkat kebisingan antara hari libur dan hari kerja saat kereta api tidak melintas	93
19. Uji normalitas tingkat kebisingan antara hari libur dan hari kerja saat kereta api tidak melintas	94
20. Uji paired samples test tingkat kebisingan antar titik saat kereta api tidak melintas	95
21. Uji korelasi tingkat kebisingan dengan volume kendaraan hari minggu (hari libur)	96
22. Uji korelasi tingkat kebisingan dengan volume kendaraan hari senin (hari kerja)	97
23. Uji korelasi tingkat kebisingan dengan volume kendaraan hari selasa (hari kerja)	98
24. Uji beda sama tingkat kebisingan antar interval	100
25. Uji normalitas tingkat kebisingan antara hari libur dan hari kerja saat kereta api melintas	101
26. Uji paired samples test tingkat kebisingan antara hari libur dan hari kerja saat kereta api melintas	102
27. Uji normalitas tingkat kebisingan antar titik saat kereta api melintas	103
28. Uji paired samples test tingkat kebisingan antar titik saat kereta api melintas	103
29. Volume kendaraan saat kereta api melintas pada hari minggu (hari libur).....	104
30. Uji korelasi tingkat kebisingan dengan volume kendaraan hari minggu (hari libur)	105

31. Volume kendaraan saat kereta api melintas pada hari senin (hari kerja).....	106
32. Uji korelasi tingkat kebisingan dengan volume kendaraan pada hari senin (hari kerja)	107
33. Volume kendaraan saat kereta api melintas pada hari senin (hari kerja).....	108
34. Uji korelasi tingkat kebisingan dengan volume kendaraan pada hari senin (hari kerja)	108
35. Uji paired samples test volume kendaraan saat kereta tidak melintas dan saat kereta melintas	110
36. Uji paired samples test tingkat kebisingan saat kereta tidak melintas dan saat kereta melintas	111

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Kerangka penelitian	22
2. Peta lokasi pengukuran	24
3. Sketsa lokasi pengukuran tingkat kebisingan	27
4. Sketsa pengukuran tingkat kebisingan saat kereta api tidak melintas	27
5. Sketsa pengukuran tingkat kebisingan saat kereta api melintas	28
6. Flowchart analisis kalibrasi Decibel X Pro	31
7. Flowchart analisis tingkat kebisingan	32
8. Flowchart analisis tingkat kebisingan	33
9. Flowchart analisis prediksi dan pemetaan tingkat kebisingan menggunakan software soundPLAN	34
10. Tingkat kebisingan pada titik 1 hari minggu (hari libur) saat kereta api tidak melintas	36
11. Tingkat kebisingan pada titik 2 hari minggu (hari libur) saat kereta api tidak melintas	37
12. Tingkat kebisingan pada titik 3 hari minggu (hari libur) saat kereta api tidak melintas	38
13. Tingkat kebisingan pada titik 4 hari minggu (hari libur) saat kereta api tidak melintas	39
14. Tingkat kebisingan pada titik 5 hari minggu (hari libur) saat kereta api tidak melintas	40
15. Tingkat kebisingan pada titik 6 hari minggu (hari libur) saat kereta api tidak melintas	41
16. Tingkat kebisingan (LAeq) hari minggu (hari libur) saat kereta api tidak melintas	42
17. Tingkat kebisingan pada titik 1 hari senin (hari kerja) saat kereta api tidak melintas	43
18. Tingkat kebisingan pada titik 2 hari senin (hari kerja) saat kereta api tidak melintas	44
19. Tingkat kebisingan pada titik 3 hari senin (hari kerja) saat kereta api tidak melintas	45
20. Tingkat kebisingan pada titik 4 hari senin (hari kerja) saat kereta api tidak melintas	46
21. Tingkat kebisingan pada titik 5 hari senin (hari kerja) saat kereta api tidak melintas	47
22. Tingkat kebisingan pada titik 6 hari senin (hari kerja) saat kereta api tidak melintas	48
23. Tingkat kebisingan (LAeq) hari senin (hari kerja) saat kereta api tidak melintas	49
24. Tingkat kebisingan pada titik 1 hari selasa (hari kerja) saat kereta api tidak melintas	50
25. Tingkat kebisingan pada titik 2 hari selasa (hari kerja) saat kereta api tidak melintas	51
26. Tingkat kebisingan pada titik 3 hari selasa (hari kerja) saat kereta api tidak melintas	52

27. Tingkat kebisingan pada titik 4 hari selasa (hari kerja) saat kereta api tidak melintas.....	53
28. Tingkat kebisingan pada titik 5 hari selasa (hari kerja) saat kereta api tidak melintas.....	54
29. Tingkat kebisingan pada titik 6 hari selasa (hari kerja) saat kereta api tidak melintas.....	55
30. Tingkat kebisingan (LAeq) hari selasa (hari kerja) saat kereta api tidak melintas.....	56
31. Tingkat kebisingan pada titik 1 hari minggu (hari libur) saat kereta api melintas.....	57
32. Tingkat kebisingan pada titik 2 hari minggu (hari libur) saat kereta api melintas.....	58
33. Tingkat kebisingan pada titik 3 hari minggu (hari libur) saat kereta api melintas.....	59
34. Tingkat kebisingan pada titik 4 hari minggu (hari libur) saat kereta api melintas.....	60
35. Tingkat kebisingan pada titik 5 hari minggu (hari libur) saat kereta api melintas.....	61
36. Tingkat kebisingan pada titik 6 hari minggu (hari libur) saat kereta api melintas.....	62
37. Tingkat kebisingan (LAeq) hari minggu (hari libur) saat kereta api melintas.....	63
38. Tingkat kebisingan pada titik 1 hari senin (hari kerja) saat kereta api melintas.....	64
39. Tingkat kebisingan pada titik 2 hari senin (hari kerja) saat kereta api melintas.....	65
40. Tingkat kebisingan pada titik 3 hari senin (hari kerja) saat kereta api melintas.....	66
41. Tingkat kebisingan pada titik 4 hari senin (hari kerja) saat kereta api melintas.....	67
42. Tingkat kebisingan pada titik 5 hari senin (hari kerja) saat kereta api melintas.....	68
43. Tingkat kebisingan pada titik 6 hari senin (hari kerja) saat kereta api melintas.....	69
44. Tingkat kebisingan (LAeq) hari senin (hari kerja) saat kereta api melintas.....	70
45. Tingkat kebisingan pada titik 1 hari selasa (hari kerja) saat kereta api melintas.....	71
46. Tingkat kebisingan pada titik 2 hari selasa (hari kerja) saat kereta api melintas.....	72
47. Tingkat kebisingan pada titik 3 hari selasa (hari kerja) saat kereta api melintas.....	73
48. Tingkat kebisingan pada titik 4 hari selasa (hari kerja) saat kereta api melintas.....	74
49. Tingkat kebisingan pada titik 5 hari selasa (hari kerja) saat kereta api melintas.....	75
50. Tingkat kebisingan pada titik 6 hari selasa (hari kerja) saat kereta api melintas.....	76
51. Tingkat kebisingan (LAeq) hari selasa (hari kerja) saat kereta api melintas.....	77
52. Tingkat kebisingan (Leq day) hari minggu (hari libur).....	78
53. Tingkat kebisingan (Leq day) hari senin (hari kerja).....	79
54. Tingkat kebisingan (Leq day) hari selasa (hari kerja).....	81

55. Grafik RMSE saat kereta api tidak melintas	90
56. Grafik RMSE saat kereta api melintas	91

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Tingkat kebisingan (Leq) saat kereta api tidak melintas	117
2. Tingkat kebisingan (Leq) saat kereta api melintas.....	122
3. Tingkat kebisingan (LAeq) saat kereta api tidak melintas.....	127
4. Tingkat kebisingan (LAeq) saat kereta api melintas	128
5. Tingkat kebisingan (Leq <i>day</i>)	129
6. Tahapan prediksi dan pemetaan tingkat kebisingan	130
7. Noise mapping	133
8. Prediksi tingkat kebisingan	136
9. Peta dan sketsa lokasi pengukuran	139
10. Sketsa pengukuran	140
11. Dokumentasi	141

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

Pada saat ini pertumbuhan penduduk berbanding lurus dengan pemenuhan kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat. Salah satu kegiatan yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat dengan cara melakukan peningkatan terhadap transportasi sehingga dapat menunjang segala aspek kehidupan khususnya kehidupan masyarakat perdesaan. Dimana transportasi dijadikan sebagai mobilitas untuk menunjang berbagai kegiatan perekonomian (Octadiva & Hayat, 2018). Terdapat jenis transportasi umum yang paling diminati, bersifat murah, dan bebas macet adalah transportasi kereta api. Dalam Rancangan Induk Perkeretaapian Nasional tahun 2023, Pemerintah Indonesia akan menjadikan kereta api sebagai *Leading Transportation Mode* atau ingin menjadikan kereta api sebagai transportasi unggulan yang menjadi pilihan masyarakat. Kereta api menjadi salah satu transportasi umum yang memiliki banyak keunggulan khususnya waktu tempuh yang cepat untuk perjalanan jarak jauh, harga tiket yang relatif murah serta mudah didapatkan. Selain itu, kereta api juga merupakan transportasi yang ramah lingkungan jika dibandingkan dengan transportasi lain, namun pergerakan dan pengoperasiannya dapat menyebabkan tingkat kebisingan yang signifikan terhadap lingkungan (Rahma, 2020).

Berdasarkan (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 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. Sumber kebisingan kereta api diantaranya berasal dari mesin kereta api, interaksi antar roda kereta dengan rel, klakson kereta, dan bunyi sinyal perlintasan kereta api (Hustim et al., 2020). Kebisingan yang berasal dari kereta api juga mempunyai bentuk ganda yaitu uap, suara, dan getaran yang diakibatkan gesekan antara roda dan rel yang terbuat dari material keras. Kebisingan yang dihasilkan oleh kereta api tersebut pastinya dirasakan oleh masyarakat yang bermukim dan beraktivitas di sekitar rel kereta api (Handayani et al., 2023). Menurut laporan dari pusat pengendalian dampak lingkungan bidang pembinaan sarana teknis dan peningkatan kapasitas oleh Kementerian Lingkungan Hidup RI menyatakan bahwa tingkat kebisingan akibat aktivitas kereta api 100% telah melewati baku mutu tingkat kebisingan bagi Kawasan Perumahan dan Pemukiman (Achmad, 2020).

Tingkat kebisingan bagi kawasan perumahan dan pemukiman yang berada disekitar rel kereta api didapatkan hasil kebisingan dari beberapa penelitian sebelumnya antara lain penelitian oleh (Susilo et al., 2023) bahwa pengukuran tingkat kebisingan dilakukan di kawasan pemukiman pada siang dan malam hari. dengan jarak 15 meter didapatkan tingkat kebisingan sebesar 69,53 dBA, untuk jarak 30 meter didapatkan tingkat kebisingan sebesar 66,03 dBA, untuk jarak 60 meter didapatkan tingkat kebisingan sebesar 62,73 dBA, dan untuk jarak 90 meter

didapatkan tingkat kebisingan sebesar 60,74 dBA. Penelitian lainnya juga oleh (Handayani et al., 2023) bahwa dilakukan pengukuran tingkat kebisingan pada siang dan malam hari di kawasan pemukiman sekitar bantara rel kereta api didapatkan tingkat kebisingan pada malam hari pada jarak pengukuran 3 meter yaitu 97,21 dB sedangkan tingkat kebisingan terendah pada jarak pengukuran 6 meter yaitu 91,27 dB. Selain pengukuran tingkat kebisingan diatas yang termasuk penelitian yang dilakukan pada jalur kereta api *single track* juga terdapat penelitian sebelumnya untuk jalur kereta api *double track* oleh (Aprilia Krismayanti et al., 2022) bahwa pengukuran tingkat kebisingan dilakukan pada dua titik di kawasan perumahan dengan jarak 7,5 meter dengan hasil tingkat kebisingan sebesar 80 dBA dan 21 meter dengan hasil tingkat kebisingan 75 dBA. Dari beberapa penelitian sebelumnya nilai tingkat kebisingan pastinya akan berbeda-beda karena lokasi dan waktu pengukuran juga yang berbeda. Akan tetapi, tingkat kebisingan kereta api yang dihasilkan di perkirakan memiliki tingkat resiko 3,47 kali lebih besar untuk terjadinya gangguan kesehatan (Suryani, 2018 dalam Rahma, 2020).

Dengan tingginya hasil intensitas tingkat kebisingan kereta api pada kawasan pemukiman akan mengakibatkan masyarakat yang bermukim di sekitar jalur kereta api mengalami penurunan pendengaran karena paparan kebisingan kereta api yang melintas. Disaat kereta api melintas beberapa masyarakat akan mengalami gagal fokus dan sudah terbiasa ketika kereta api melintas. Selain gangguan pendengaran dan gagal fokus yang dialami oleh masyarakat ketika kereta api melintas, juga terdapat gangguan fisiologis yang akan terjadi berupa peningkatan tekanan darah, peningkatan nadi, terjadi konstruksi pembuluh darah perifer pada tangan dan kaki, serta menyebabkan pucat (Sunaryo, 2021). Menurut (Mahroinin, 2019 dalam Aprilia Krismayanti et al., 2022) menyatakan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan masyarakat yang bermukim disekitar rel kereta api bahwa 51% masyarakat akan berhenti berbicara ketika kereta api sedang melintas, 39% masyarakat sudah terbiasa dengan kereta api ketika melintas, 6% masyarakat akan menahan napas untuk merilekskan diri ketika kereta api melintas, dan 4% masyarakat akan menggunakan *headset* dengan tujuan mengurangi tingkat kebisingan yang terdengar ketika kereta api sedang melintas. Beberapa dampak tersebut yang memungkinkan terjadi akan berakibat fatal ketika sepanjang jalur kereta api yang melintas pada kawasan pemukiman tidak terdapat *barrier* berupa tembok penghalang sebagai pereduksi tingkat kebisingan (Kurniawan & Israyani, 2023).

Saat ini Sulawesi Selatan telah melakukan pengoperasian kereta api Trans Sulawesi sejak tahun 2022 untuk segmen Stasiun Mandai-Stasiun Garongkong namun belum beroperasi untuk umum dan pada tanggal 29 maret 2023 dilakukan peresmian jalur kereta api Makassar Pareparae antara Maros-Barru oleh Presiden RI sehingga dapat beroperasi untuk umum. Jalur kereta api Trans Sulawesi yang telah beroperasi merupakan jalur kereta api yang dibangun untuk menjangkau daerah-daerah penting di Pulau Sulawesi. Jalur kereta api Trans Sulawesi pastinya melintasi kawasan yang memiliki potensi tinggi untuk terpapar kebisingan. Kawasan tersebut adalah kawasan pemukiman yang berada pada Kelurahan Tuwung, Kabupaten Barru. Kelurahan Tuwung memiliki jumlah penduduk sebanyak 834 jiwa

dan setiap harinya Kelurahan Tuwung akan dilintasi kereta api yang berasal dari Stasiun Mandai menuju Stasiun Garongkong ataupun sebaliknya sehingga masyarakat yang bermukim sekitar jalur kereta api akan terdampak dari tingkat kebisingan yang dihasilkan dari kereta api tersebut.

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

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 Barru 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 Barru?

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

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 mengembangkan penelitian selanjutnya terkait tingkat kebisingan kereta api dan mengembangkan penggunaan *software* pemodelan lainnya untuk tingkat kebisingan. Menambah referensi ilmu pengetahuan khususnya pada bidang riset kualitas air, terutama terkait pengolahan air limbah industri tekstil dengan elektroflotasi. Diharapkan nantinya penelitian ini dapat menjadi acuan sehingga dapat dikembangkan oleh peneliti selanjutnya.

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 Tuwung Kabupaten Barru.
2. Pengukuran dilakukan pada tanggal 14-16 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 Kereta api

Kereta Api adalah sarana perkeretaapian dengan 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 (Peraturan Pemerintah RI No.33, 2021). Kereta api umumnya terdiri dari lokomotif yang dikemudikan oleh tenaga manusia yang disebut masinis dengan bantuan mesin dan rangkaian kereta atau gerbong sebagai tempat pengangkutan barang dan atau penumpang (Achmad, 2020).

Kereta api hanya dapat bergerak atau berjalan pada lintasan atau jaringan rel yang sesuai dengan peruntukannya. Rel kereta api biasanya terdiri dari dua, tiga, atau empat rel. Gaya gerak disediakan oleh lokomotif yang terpisah atau motor individu dalam beberapa unit. Rangkaian kereta api atau gerbong tersebut berukuran relatif luas sehingga mampu memuat penumpang maupun barang dalam skala besar. Kereta api biasanya digunakan untuk angkutan penumpang jarak menengah sampai jarak jauh sekitar 3-4 jam ataupun untuk angkutan barang dalam jumlah yang besar (Muliani, 2019). Kereta api memiliki jalur tersendiri yang dibuat jalur kereta api. Jalur kereta api adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api, termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukkan bagi lalu lintas kereta api (Peraturan Pemerintah RI No.33, 2021).

Nasution (1996) dalam Fitriana & Yuninata (2023) menyimpulkan, kontribusi perkeretaapian terhadap perkembangan perekonomian dan masyarakat sangat besar. Perkeretaapian yang memprakarsai pengangkutan barang dalam jumlah

besar dengan tarif seminimum mungkin akibatnya dapat mendorong kemajuan industri, kemajuan perdagangan, pertambangan, dan aktivitas lain di masyarakat. Ditjen Perkeretaapian (2022) menyimpulkan, kelebihan menggunakan transportasi kereta api antara lain sebagai berikut.

1. Dalam jumlah yang besar bisa mengangkut muatan dan barang.
2. Dapat menempuh jarak jauh.
3. Jadwal perjalanan yang padat dapat dilaksanakan.
4. Kelancaran perjalanannya terjamin.
5. Memberikan tingkat layanan yang memadai dibandingkan dengan bus.

1.6.2 Fungsi dan jenis kereta api

Mengingat pentingnya peran kereta api dalam suatu wilayah, maka dibutuhkan pembangunan dan perbaikan sarana dan prasarana kunci penentu keberhasilan sistem transportasi kereta api (Siregar et al., 2020).

Achmad (2020) menyimpulkan, berdasarkan tenaga penggeraknya kereta api terbagi beberapa jenis antara lain sebagai berikut.

1. Kereta api *diesel*

Kereta api *diesel* adalah jenis kereta api yang digerakkan dengan mesin *diesel* dan umumnya menggunakan bahan bakar mesin dari solar. Terdapat dua jenis utama kereta api *diesel* yaitu kereta api *diesel* hidrolik dan kereta api *diesel* elektronik. Dan juga terdapat kereta rel diesel yaitu kereta yang dilengkapi dengan mesin diesel yang dipasang dibawah kabin, seperti halnya lokomotif diesel dapat dijalankan dengan kopling hidraulik ataupun dengan cara yang sama dengan diesel elektrik.

2. Kereta api listrik

Kereta api listrik atau Kereta Rel Listrik yang disingkat sebagai KRL, merupakan kereta rel yang bergerak dengan sistem propulsi motor listrik. Di Indonesia, kereta rel listrik terutama ditemukan di kawasan Jabotabek, dan merupakan kereta yang melayani para komuter.

3. Kereta api uap

Kereta api uap merupakan kereta api yang digerakkan dengan uap air yang dihasilkan dari ketel uap yang dipanaskan dengan kayu bakar, batu bakar, ataupun minyak bakar. Untuk menggerakkan roda kereta api uap, air dari ketel uap dialirkan ke ruang dimana piston diletakkan, uap air masuk akan menekan piston untuk bergerak dan di sisi lain diruang piston uap air yang berada diruang tersebut didorong keluar demikian seterusnya. Uap air diatur masuk kedalam ruang piston oleh suatu mekanime langsung seperti ditunjukkan dalam gambar. Selanjutnya piston akan menggerakkan roda mealui mekanisme gerakan maju mundur menjadi gerak putar.

4. Kereta api daya magnet

Kereta api daya magnet atau biasa disebut sebagai kereta api *magnetic levitation* (maglev) merupakan kereta yang beroperasi dengan cara diangkat dengan menggunakan medan magnet dan didorong dengan medan magnet

juga. Karena kereta terangkat dan bergerak berdasarkan medan magnet sehingga tidak ada gesekan sama sekali dengan infrastuktur. Kereta magnet dapat berjalan pada kecepatan yang sangat tinggi.

Achmad (2020) menyimpulkan, berdasarkan segi relnya kereta api terbagi beberapa jenis antara lain sebagai berikut:

1. Kereta api konvensional

Kereta api rel konvensional adalah kereta api yang sering dijumpai. Kereta jenis ini menggunakan rel yang terdiri dari dua batang baja yang diletakkan di bantalan. Di daerah tertentu yang memiliki tingkat ketinggian curam, digunakan rel bergerigi yang diletakkan di tengah tengah rel tersebut serta menggunakan lokomotif khusus yang memiliki roda gigi.

2. Kereta api monorel

Kereta api rel monorel (kereta api rel tunggal) adalah kereta api yang jalurnya tidak seperti jalur kereta yang sering dijumpai. Rel kereta ini hanya terdiri dari satu batang besi. Letak kereta api didesain menggantung pada rel atau di atas rel. Karena efisien, biasanya digunakan sebagai alat transportasi kota khususnya di kota-kota metropolitan dunia dan dirancang mirip seperti jalan layang.

Utami (2020) menyimpulkan, berdasarkan penempatan relnya kereta api terbagi beberapa jenis antara lain sebagai berikut:

1. Kereta api bawah tanah

Kereta api bawah tanah adalah kereta api yang berjalan dalam terowongan dibawah permukaan tanah. Biasanya dikembangkan di kawasan perkotaan yang padat, seperti yang sekarang sedang direncanakan di Jakarta, dan sudah berkembang lebih dari seabad di kota London, Paris, NewYork, Tokyo dan berbagai kota-kota besar dunia.

2. Kereta api layang

Kereta api layang merupakan kereta api yang berjalan diatas permukaan tanah sehingga tidak menimbulkan gangguan pada kelancaran lalu lintas kendaraan bermotor. Di Jakarta ada satu lintasan dari Manggarai ke Kota lewat stasiun Gambir. Pada lintas tengah ini, Manggarai - Kota, tidak ada pintu perlintasan kereta api. Solusi ini diambil juga untuk menghindari persilangan sebidang, namun dengan biaya yang jauh lebih rendah dari dari kereta api bawah tanah.

3. Kereta api permukaan

Kereta api permukaan merupakan pilihan yang paling murah, namun karena banyak persilangan sebidang dengan jalan raya kereta api ini hanya dilakukan untuk lintas-lintas yang tingkat penggunaannya rendah. Permasalahan yang selalu timbul adalah tingginya angka kecelakaan dengan kendaraan yang berjalan dijalan serta menimbulkan hambatan bagi lalu lintas kendaraan di persilangan sebidang.

Fitriana & Yuninata (2023) menyimpulkan, berdasarkan jenis angkutannya kereta api terbagi beberapa jenis antara lain sebagai berikut.

1. Kereta api angkutan penumpang (orang)

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. Kereta api angkutan barang

Kereta api jenis pengangkutan barang dalam hal ini adalah barang, benda dan hewan yang diangkut menggunakan gerbong kereta api. Angkutan barang terdiri dari barang umum, barang khusus, barang berbahaya dan beracun serta limbah bahan berbahaya dan beracun.

1.6.3 Jenis lokomotif kereta api

Lokomotif merupakan bagian dari rangkaian kereta api yang terdapat mesin untuk menggerakkan kereta api. Biasanya lokomotif kereta api terletak paling depan rangkaian kereta api. Lokomotif kereta api di operasikan oleh masinis berdasarkan perintah dari pusat pengendali perjalanan kereta api melalui sinyal yang terletak di pinggir jalur rel (Febrianto, 2023). Berdasarkan jenis mesinnya lokomotif terbagi menjadi empat diantaranya sebagai berikut.

1. Lokomotif uap

Uap yang dihasilkan dari pemanasan air yang terletak di ketel uap dan digunakan untuk menggerakkan torak atau turbin kemudian disalurkan ke roda. Bahan bakar dari lokomotif uap biasanya menggunakan kayu bakar atau batu bara.

2. Lokomotif *diesel* mekanis

Lokomotif *diesel* mekanis menggunakan mesin *diesel* sebagai sumber tenaga yang kemudian ditransferkan ke roda melalui transmisi mekanis. Lokomotif *diesel* mekanis biasanya bertenaga kecil dan sangat jarang karena keterbatasan kemampuan dari transmisi mekanis untuk dapat mentransfer daya.

3. Lokomotif *diesel* elektrik

Lokomotif *diesel* elektrik merupakan lokomotif yang paling banyak populasinya dan mesin *diesel* elektrik ini digunakan untuk memutar generator agar mendapatkan energi listrik. Listrik tersebut digunakan untuk menggerakkan motor listrik besar yang langsung menggerakkan roda kereta api.

4. Lokomotif *diesel* hidrolis

Lokomotif *diesel* hidrolis menggunakan tenaga mesin *diesel* untuk memompa oli dan selanjutnya disalurkan ke perangkat hidrolis untuk

menggerakkan roda. Lokomotif *diesel* hidrolik tidak banyak digunakan dibandingkan dengan lokomotif *diesel* elektrik karena perawatan dan kemungkinan terjadi masalah yang besar.

5. Lokomotif listrik

Lokomotif listrik merupakan lokomotif yang populer kedua setelah lokomotif *diesel* elektrik dengan prinsip kerja lokomotif listrik hampir sama dengan lokomotif *diesel* elektrik, namun tidak menghasilkan listrik sendiri. Listriknnya berasal dari kabel transmisi diatas jalur kereta api. Jangkauan lokomotif listrik terbatas hanya pada jalur yang tersedia jaringan transmisi listrik penyuplai tenaga.

1.6.4 Karakteristik kendaraan bermotor

Direktoral Jenderal Bina Marga dalam Mudiyono (2017) menyimpulkan, arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melalui titik tertentu per satuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan per jam, arus lalu lintas perkotaan tersebut terbagi menjadi empat jenis sebagai berikut.

1. Sepeda Motor (*Motor Cycle*), Meliputi kendaraan bermotor roda dua atau tiga (termasuk sepeda motor dan kendaraan roda tiga).
2. Kendaraan Ringan (*Light Vehicle*), meliputi kendaraan bermotor roda empat dengan (termasuk mobil penumpang, mikrobis, pick-up, truk kecil).
3. Kendaraan Berat (*Heavy Vehicle*), meliputi kendaraan bermotor biasanya beroda lebih dari empat (termasuk bis dan truk).
4. Kendaraan Tidak Bermotor (*Un Motorized*), meliputi kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia, hewan, dan lain-lain (termasuk becak, sepeda, kereta kuda, kereta dorong dan lain-lain).

1.6.5 Kebisingan

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (1996) menyimpulkan, kebisingan merupakan suara yang tidak dikehendaki atau bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Sedangkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja (1999) menyimpulkan, kebisingan merupakan semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran.

Kebisingan termasuk salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya stres pada lingkungan masyarakat. Telinga manusia hanya mampu mendengar suara dengan intensitas antara 20-20.000 Hz. Sedangkan berdasarkan tingkat kekerasan suara, manusia hanya mampu mendengar suara mulai dari 0-140 dB. Seseorang yang terpapar kebisingan dan melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) dalam jangka waktu yang berkepanjangan akan menyebabkan gangguan pendengaran ringan bahkan sampai ketulian permanen (Zuherman, 2023).

Tingkat kebisingan adalah ukuran energi bunyi yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB). dBA adalah satuan tingkat kebisingan dalam kelas A yaitu kelas yang

sesuai dengan respon telinga manusia normal. Kebisingan mempengaruhi orang baik secara fisiologis maupun psikologis. Tingkat kebisingan di atas 40 dBA dapat mempengaruhi kesejahteraan, dengan kebanyakan orang mengalami gangguan pada 50 dBA dan sangat terganggu pada 55 dBA. Tingkat kebisingan di atas 65 dBA merugikan kesehatan (Khan, 2011 dalam Aji, 2017).

1.6.6 Jenis-jenis kebisingan

Arlan (2011) dalam Achmad (2020) menyimpulkan, jenis-jenis kebisingan berdasarkan sifat dan spektrum bunyi terbagi menjadi empat antara lain sebagai berikut:

1. Kebisingan kontinyu (berkelanjutan)

Kebisingan kontinyu berarti kebisingan tidak terputus-putus dengan fluktuasi tidak melebihi 6 dBA. Bising kontinyu dibagi menjadi 2 yaitu *wide spectrum* dan *narrow spectrum*. Contoh *wide spectrum* seperti suara kipas angin, dan suara mesin tenun sedangkan *narrow spectrum* contohnya pada gergaji sirkuler dan katub gas.

2. Kebisingan terputus-putus

Kebisingan terputus-putus berarti kebisingan yang tidak terjadi secara terus menerus melainkan kebisingan yang terjadi pada periode tenangnya. Contohnya kebisingan akibat aktivitas pesawat dan kereta api.

3. Kebisingan impulsif

Kebisingan impulsif berarti kebisingan yang memiliki perubahan intensitas kebisingan melebihi 40 dBA dalam waktu yang sangat cepat dan cenderung tidak tertebak dan mengakibatkan efek kejut bagi pendengarnya.

4. Kebisingan impulsif berulang

Kebisingan impulsif berulang hampir sama dengan kebisingan impulsif tetapi kejadiannya terjadi secara berulang kali. Contohnya kebisingan yang diakibatkan oleh mesin tempat.

1.6.7 Sumber dan faktor 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).

Evanista (2019) menyimpulkan, 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 tingkat kebisingan

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (1996) menyimpulkan, baku mutu tingkat kebisingan merupakan batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Tingkat kebisingan kebisingan adalah ukuran energi bunyi yang dinyatakan dalam satuan Desibel disingkat dB. Desibel merupakan ukuran energi bunyi atau kuantitas yang dipergunakan sebagai unit-unit tingkat tekanan suara berbobot A.

Baku tingkat kebisingan terbagi dua bagian besar yaitu peruntukan kawasan dan lingkungan kegiatan artinya lingkungan kegiatan mungkin saja berbeda dengan peruntukan kawasan. Baku tingkat kebisingan yang berkaitan dengan peruntukan kawasan dapat dilihat pada Tabel 1. Sebagai berikut.

Tabel 1. Baku mutu tingkat kebisingan

Peruntukan Kawasan/Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan dB(A)
A. Peruntukan kawasan	
1. Perumahan dan pemukiman	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	
a. Bandar udara *)	

Peruntukan Kawasan/Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan dB(A)
b. Kereta api *)	
c. Pelabuhan laut	70
d. 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
 Sumber: Lampiran 1 Kep-48/MENLH/11/1996

Di Indonesia penilaian tingkat kebisingan selain didasarkan pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup KEP-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Mutu Tingkat Kebisingan juga didasarkan pada Peraturan Menteri Kesehatan No. 718/MENKES/XI/1987 tentang zona kebisingan sesuai dengan jenis peruntukannya. Berdasarkan (Peraturan Menteri Kesehatan RI, 1987), bahwa sesuai dengan jenis peruntukannya maka zona kebisingan dibedakan beberapa zona. Tingkat kebisingan zona A-D harus memenuhi syarat-syarat kebisingan yang dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut

Tabel 2. Zona Kebisingan

Zona	Jenis Daerah	Tingkat Kebisingan dB(A)	
		Maksimum yang dianjurkan	Maksimum yang diperbolehkan
A	Rumah Sakit, Tempat Perawatan Kesehatan, atau Sosial dan sejenisnya	35	45
B	Perumahan, Tempat Pendidikan, Rekreasi dan sejenisnya	45	55
C	Perkantoran, Pertokoan, Perdagangan, Pasar dan sejenisnya	50	60
D	Industri, Pabrik, Stasiun Kereta Api, Terminal Bus dan sejenisnya	60	70

Sumber: PerMenKes No.718/Menkes/XI/1987/718

1.6.9 Perhitungan tingkat kebisingan

Perhitungan tingkat kebisingan hasil pengukuran dapat dilakukan dalam dua tahapan yaitu perhitungan distribusi frekuensi dan perhitungan tingkat kebisingan *ekuivalen*. Adapun uraian perhitungan distribusi frekuensi dan perhitungan tingkat kebisingan *ekuivalen* antara lain sebagai berikut.

1. 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 sebagai berikut.

- a. Jangkauan/*range* merupakan selisih nilai terbesar dengan nilai terkecil. Jangkauan/*range* dapat dihitung menggunakan persamaan 1 sebagai berikut.

$$R = \text{Data max} - \text{Data min} \quad (1)$$

Dimana:

R = Jangkauan
 Data max = Data nilai terbesar
 Data min = Data nilai terkecil

- b. Banyaknya kelas dalam suatu pengukuran dapat dilihat menggunakan persamaan 2 sebagai berikut.

$$k = 1 + 3,3 \log (n) \quad (2)$$

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.

$$I = \frac{(\text{max} - \text{min})}{k} = \frac{r}{k} \quad (3)$$

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.

$$\text{Titik tengah} = \frac{(\text{BB} + \text{BA})}{2} \quad (4)$$

Dimana:

BB = Batas bawah suatu interval kelas
 BA = Batas atas suatu interval kelas

2. Tingkat kebisingan *ekuivalen*

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

B₀ = Jumlah % sebelum 99

B₁ = % setelah 99

X = Jumlah data yang tidak diketahui

Nilai Leq₉₉ dapat dihitung menggunakan persamaan 7 sebagai berikut.

$$\text{Leq}_{99} = I_0 + X \quad (7)$$

Dimana:

I₀ = Interval akhir sebelum 99%

X = Jumlah data yang tidak diketahui

- b. Untuk Leq₉₀, tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 10% dari data pengukuran (Leq₉₀) 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

B₀ = Jumlah % sebelum 90

B₁ = % setelah 90

X = Jumlah data yang tidak diketahui

Nilai Leq₉₉ dapat dihitung menggunakan persamaan 10 sebagai berikut.

$$\text{Leq}_{90} = I_0 + X \quad (10)$$

Dimana:

I₀ = Interval akhir sebelum 90%

X = Jumlah data yang tidak diketahui

- c. Untuk Leq₅₀, tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 50% dari data pengukuran (Leq₅₀) 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
- B₀ = Jumlah % sebelum 50
- B₁ = % setelah 50
- X = Jumlah data yang tidak diketahui

Nilai Leq₅₀ dapat dihitung menggunakan persamaan 13 sebagai berikut.

$$\text{Leq}_{50} = I_0 + X \quad (13)$$

Dimana:

- I₀ = Interval akhir sebelum 50%
- X = Jumlah data yang tidak diketahui

- d. Untuk Leq₁₀, tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 90% dari data pengukuran (Leq₁₀) 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
- B₀ = Jumlah % sebelum 10
- B₁ = % setelah 10
- X = Jumlah data yang tidak diketahui

Nilai Leq₉₉ dapat dihitung menggunakan persamaan 16 sebagai berikut.

$$\text{Leq}_{10} = I_0 + X \quad (16)$$

Dimana:

- I₀ = Interval akhir sebelum 10%
- X = Jumlah data yang tidak diketahui

- e. Untuk Leq₁, tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 99% dari data pengukuran (Leq₁) 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
- Bo = Jumlah % sebelum 1
- B₁ = % setelah 1
- X = Jumlah data yang tidak diketahui

Nilai Leq₉₉ dapat dihitung menggunakan persamaan 19 sebagai berikut.

$$\text{Leq}_1 = I_0 + X \quad (19)$$

Dimana:

- I₀ = Interval akhir sebelum 1%
- X = Jumlah data yang tidak diketahui

- f. Untuk LAeq, dapat digunakan dapat dilihat pada persamaan 20 sebagai berikut:

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

Dimana:

- Leq₅₀ = angka penunjuk kebisingan 50%
- Leq₁ = angka penunjuk kebisingan 1%

- g. Untuk Leq *day*, setelah menghitung nilai L₉₉, L₉₀, L₅₀, L₁₀, L₁, dan LAeq diperoleh. Kemudian menghitung nilai LAeq *day* merupakan tingkat kebisingan selama 1 hari yang dapat dihitung menggunakan persamaan 21 sebagai berikut.

$$\text{Nilai Leq day} = 10 \times \log(10) \times \left(\frac{1}{\text{jam/hari}} \times 10^{\frac{\text{LAeq}_1}{10}} \dots + 10^{\frac{\text{LAeq}_n}{10}} \right) \quad (21)$$

1.6.10 Uji normalitas

Uji normalitas adalah uji untuk mengukur apakah data yang didapatkan memiliki distribusi normal atau tidak normal, sehingga pemilihan statistik dapat dilakukan dengan tepat. Hatmanwan & Riyanto (2020) menyimpulkan, pengujian normalitas pada program *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) dapat dilakukan menggunakan uji kolmogrov-smirnov dan uji shapiro-wilk. Secara analitis normalitas data dapat dilakukan melalui perhitungan sebagai berikut.

1. Uji Kolmogorov-Smirnov

Kriteria normal: Nilai kemaknaan (p) > 0,05 (sampel besar >50)

Kriteria tidak normal: Nilai kemaknaan (p) < 0,05 (sampel besar >50)

2. Uji Shapiro-wilk

Kriteria normal: Nilai kemaknaan (p) > 0,05 (sampel besar ≤ 50)

Kriteria tidak normal: Nilai kemaknaan (p) < 0,05 (sampel besar ≥ 50)

Uji normalitas *shapiro-silk* memiliki tingkat sensitifitas tinggi untuk mendeteksi sebaran data yang tidak normal untuk jumlah data kurang dari 50. Nilai signifikansi alpha sebesar 5%, diman hipotesis yang diambil adalah jika nilai P *value* < 0,05 maka sebaran tidak normal. Jika nilai P *value* > 0,05 maka sebaran normal. Uji normalitas yang digunakan pada penelitian ini adalah uji normalitas *Shapiro-Wilk*. Tata cara uji normalitas dengan metode *Shapiro-Wilk* adalah sebagai berikut.

1. Masukkan data penelitian yang akan di uji ke SPSS
2. Pilih *analyze*

3. Pilih *descriptive statistic* klik > *explore*
4. Import data ke *dependent list*
5. Klik *plots* dan centang *normality plots tests* > *continue*
6. Pilih *tabel test of normality* untuk melihat hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk*

1.6.11 Uji *paired samples test*

Uji *paired sample test* atau sering disebut uji t sample berpasangan. Uji *paired sample test* untuk data berpasangan membandingkan dua variable untuk suatu grup sampel tuggal. Kriteria data uji *paired sample test* ialah data untuk tiap pasang yang diuji dalam skala interval atau rasio dan yang terdistribusi normal. Adapun pedoman pengambilan keputusan dalam uji *paired sample test* berdasarkan nilai signifikansi sebagai berikut.

1. Jika nilai signifikansi (*Sig.*) < 0,05 maka terdapat perbedaan yang signifikan dalam suatu data yang berarti terdapat pengaruh.
2. Jika nilai signifikansi (*Sig.*) > 0,05 maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam suatu data yang berarti tidak ada pengaruh.

Adapun tata cara untuk melakukan uji *paired sample test* dalam program SPSS adalah sebagai berikut.

1. Masukkan data penelitian yang akan di uji ke SPSS
2. Pilih *analyze*
3. Pilih *compare means* klik > *paired sample test*
4. Pindahkan data yang akan di uji ke *paired variabels*
5. Kemudian klik OK dan akan muncul hasil pada output program SPSS

Kemudian dalam uji *paired sample test* terdapat pedoman pengambilan keputusan untuk uji korelasi adalah sebagai berikut.

1. Jika nilai korelasi bernilai positif maka dapat disimpulkan hubungan antara kedua data berbanding lurus atau berpengaruh.
2. Jika nilai korelasi bernilai negatif maka dapat disimpulkan hubungan antara kedua data berbanding terbalik atau tidak berpengaruh.

Adapun hubungan antara dua variabel berdasarkan interval koefisien atau nilai uji korelasi dalam program SPSS dapat dilihat pada Tabel 3. sebagai berikut.

Tabel 3. Hubungan tingkat korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 - 0,20	Sangat lemah
0,21 - 0,40	Lemah
0,41 - 0,70	Sedang
0,71 - 0,90	Kuat
0,91 - 0,99	Sangat kuat
1	Korelasi sempurna

Sumber: SPSS Indonesia (2021)

1.6.12 Uji *Root Mean Square Error (RMSE)*

Root Mean Square Error (RMSE) merupakan metode pengukuran dengan mengukur perbedaan nilai dari prediksi sebuah model sebagai estimasi atas nilai yang di

observasi. *Root Mean Square Error* (RMSE) juga merupakan hasil dari akar kuadrat *Mean Square Error* (MSE). Keakuratan prediksi atau estimasi kesalahan pengukuran di tandai dengan adanya nilai RMSE yang kecil. Prediksi atau estimasi yang mempunyai *Root Mean Square Error* (RMSE) lebih kecil (mendekati 0) di katakan lebih akurat daripada prediksi atau estimasi yang mempunyai *Root Mean Square Error* (RMSE) lebih besar (Suprihadi, 2022). RMSE dapat di hitung dengan cara berikut.

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_2 - x_1)^2} \quad (22)$$

Dimana:

RMSE = *Root Mean Square Error* (RMSE)

n = Jumlah data

x_2 = Nilai sebenarnya

x_1 = Nilai prediksi

1.6.13 Analisa regresi

Istilah regresi diperkenalkan pertama kali oleh seorang yang bernama Francis Galton, dalam makalahnya yang berjudul "*Family Likeness in Stature*" *Proceedings of Royal Society*, London Vol. 40, 1886, halaman 42-72. Dalam kesimpulan buku tersebut bahwa pada mulanya istilah regresi digunakan untuk mengetahui kecenderungan kestabilan dalam distribusi suatu variabel terhadap variabel yang lain (Firdaus, 2021). Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan maka interpretasi dari regresi berubah menjadi analisis regresi berkaitan dengan studi ketergantungan dari suatu variabel yaitu variabel tak bebas (*dependent variable*), sedangkan pada satu atau lebih variabel yang lain yaitu variabel bebas (*independent variable*) dengan maksud menduga dan atau meramalkan nilai rata-rata hitung (*mean*) atau rata-rata (populasi) dari variabel tak bebas berdasarkan nilai-nilai yang diketahui atau tetap (dalam pengambilan sampel berulang) dari variabel bebas (Firdaus, 2021).

Analisis regresi linear sederhana adalah sebuah metode pendekatan untuk pemodelan hubungan antara satu variabel dependen dan satu variabel independen. Dalam regresi, variabel independen menerangkan variabel dependennya. Dalam analisis regresi sederhana, hubungan antar variabel bersifat linear, dimana perubahan pada variabel X akan diikuti oleh perubahan Variabel Y secara tetap. Sementara pada hubungan non linear, perubahan variabel X tidak diikuti variabel Y secara proposional (Afifah Muhartini et al., 2021). Adapun model analisis regresi linear sederhana sebagai berikut:

$$Y = a + bx \quad (23)$$

Dimana:

Y = Variabel dependen

a = Konstanta

b = Koefisien regresi

1.6.14 *Software soundPLAN*

SoundPLAN merupakan software pemodelan kebisingan yang digunakan sejak tahun 1986. Aplikasi utama software ini adalah prediksi, penilaian, dan pemetaan kebisingan lingkungan. Perangkat lunak ini berguna dalam proyek konstruksi dan perencanaan baru jalan karena menyajikan karakteristik yang memprihatinkan optimalisasi hambatan kebisingan dengan alat yang digunakan menganalisis hubungan antara biaya dan manfaat. Di area yang terdapat penghalang kebisingan diperlukan, instrumen perangkat lunak menunjukkan area meminimalkan ukuran penghalang pelindung, dengan demikian, secara substansial mengurangi biaya konstruksi. Data masukan pada *soundPLAN* antara lain sumber kebisingan, data lalu lintas, arus lalu lintas, persentase kendaraan berat, trotoar jalan untuk menghitung kebisingan mulai dari jalan raya, topografi wilayah, koordinat bangunan tata letak, pembatas dan elemen desain lainnya yang bisa mempengaruhi penyebaran kebisingan luar. Itu Hasil penelitian menunjukkan bahwa ciri fisik perkotaan seperti kepadatan bangunan, keberadaan ruang bebas dan bentuk serta posisi bangunan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kebisingan lingkungan (Sonaviya, 2016).

Untuk memastikan suatu wilayah bebas dari batas kebisingan, tingkat kebisingan perlu direncanakan dan di desain secara tepat dengan menggunakan perangkat lunak pemodelan kebisingan seperti *soundPLAN*. *SoundPLAN* merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk memprediksi, menilai, serta memetakan sebaran suara khususnya kebisingan sejak tahun 1986 (Prianto, 2022 dalam Zuherman, 2023).

Hasil dari prediksi dapat dipresentasikan sebagai *Grid Noise Map* (GNM), dan juga perhitungan detail per titik penerima. Jumlah sumber serta besarnya proyek tidak menjadi batasan pada perangkat lunak ini. *SoundPLAN* juga dapat mengidentifikasi sumber kebisingan, bentuk gedung, objek penghalang, nilai kebisingan, jarak antar bangunan dan penyebaran kebisingan. Selain itu *soundPLAN* memiliki keunggulan yaitu dapat terhubung dengan *openstreetmap* dan *google maps* yang digunakan untuk menginput gambaran peta dan data geometri sehingga dapat digunakan untuk memodelkan peredam kebisingan yang lebih akurat (Zuherman, 2023).

1.6.15 Model prediksi kebisingan

Salah satu tujuan model prediksi kebisingan ialah untuk memprediksi keadaan lingkungan di masa yang akan datang dan mengestimasi lingkungan saat ini, dimana dapat digunakan pada jaringan jalan yang sudah ada. Adapun metode yang digunakan dalam memprediksi kebisingan lalu lintas dan kereta api adalah sebagai berikut.

1. Model ASJ RTN 2018

Merupakan bentuk yang telah direvisi dari bentuk sebelumnya. 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). Kemudian, pada dasarnya model prediksi digunakan bukan hanya untuk memprediksi masa depan lingkungan, namun juga untuk mengestimasi kondisi lingkungan saat ini dan desain dari pengukuran pengurangan kebisingan. Para ahli bekerja menemukan solusi pada masalah yang belum terselesaikan dalam model ASJ RTN 2003. Setelah lima tahun penelitian dan pemeriksaan, akhirnya diterbitkan model baru ASJ RTN 2008 (Ramli, 2017).

Kemudian atas dasar fakta bahwa model prediksi digunakan tidak hanya untuk prediksi lingkungan masa depan tetapi juga estimasi lingkungan saat ini dan desain langkah-langkah mitigasi kebisingan, komite penelitian telah berupaya menemukan solusi untuk masalah-masalah yang masih belum terpecahkan dalam Model ASJ RTN 2013. Setelah lima tahun penelitian dan penyelidikan, terbitlah Model ASJ RTN 2018. Model ASJ RTN 2018 yang akan digunakan untuk perhitungan *sound power level* dengan nilai koefisien a dan b berdasarkan jenis kendaraan dan kecepatan kendaraan (Sakamoto, 2020). Adapun perhitungan *sound power level* (L_{WA}) dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$L_{WA} = a + b \log V \quad (24)$$

Dimana:

L_{WA} = Tingkat kekuatan suara (dB)

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

a,b = Koefisien regresi

Adapun koefisien *power level* yang digunakan untuk setiap jenis kendaraan dapat dilihat pada Tabel 4. sebagai berikut.

Tabel 4. Koefisien a dan b

Klasifikasi Kendaraan	Kecepatan ($10 \leq V \leq 60$ km/jam)	
	a	b
Motorcycles (MC)	85,2	
Light Vehicles (LV)	82,3	10
Heavy Vehicles (HV)	88,8	

Sumber: Model ASJ-RTN, 2018

2. Model FTA/FRA 2018

Model FTA/FRA 2018 merupakan salah satu pemodelan yang dikembangkan oleh Departemen Transportasi Pemerintahan Amerika Serikat. *Federal Transit Administration* (FTA) dapat digunakan untuk pemodelan jalur sistem angkutan cepat salah satunya kereta api. Pemodelan FTA bermaksud untuk mengatasi sejumlah masalah angkutan dan memeriksa tingkat peningkatan kecepatan kereta.

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 5. sebagai berikut.

Tabel 5. Penelitian terdahulu

No	Nama penulis	Judul penelitian	Hasil penelitian
1	Fresi Yulianan Putri Tias Aji (2017)	Analisa Kebisingan Lingkungan Akibat Kereta Api pada Pemukiman yang di Lewati Jalur <i>Double Track</i>	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kebisingan siang malam (Lsm) pada pemukiman yang berjarak 15 m dari jalur rel adalah sebesar 69 dBA. Sedangkan pada pemukiman yang berada pada jarak 11 meter dari rel adalah sebesar 70-72 dBA. Nilai ini melampaui baku tingkat kebisingan, yaitu 55 dBA dengan toleransi 3 dBA. Dari hasil simulasi, Lsm di pemukiman akan turun menjadi 58 dBA pada jarak 180 m tanpa diberi penghalang (<i>barrier</i>). Pemasangan penghalang (<i>barrier</i>) pada jarak 1,5 m dari rel, setinggi 4 m dengan material " <i>cinder concrete</i> " dapat mereduksi tingkat kebisingan menjadi 58 dBA.
2	Dewi Handayani, Ubaidillah, Almajida Maharani (2024)	Karakteristik Tingkat Kebisingan Akibat Aktivitas Kereta Api Di Wilayah Pemukiman (Studi Kasus: Jl. Cimanuk II – Jebres – Surakarta)	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk tingkat kebisingan ekivalen siang dan malam (Lsm) tertinggi sebesar 97,12 dB yang diukur pada jarak 3 m dari jalur kereta api terluar. Pengukuran tingkat kebisingan kereta api dilakukan pada empat titik pengukuran, masing-masing berjarak 3, 4, 5, dan 6 m yang diukur. Tingginya tingkat kebisingan kereta api berdampak buruk bagi masyarakat di sekitar bantaran rel kereta api, seperti kerusakan pada indera pendengaran dan gangguan tidur
3	Hasto Wondo Susilo dan Aditya Mahatidanar Hidayat (2023)	Analisis Tingkat Kebisingan Kereta Api Babarajang Dan Presepsi Masyarakat Di Area Pemukiman Kota Bandar Lampung	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kebisingan siang malam hari (Lsm) pada pemukiman yang berjarak 15 m, 30 m, 60 m dan 90 m dari jalur rel berturut-turut sebesar 69,53 dBA, 66,03 dBA, 62,73 dBA, dan 60,74 dBA. Titik teraman tingkat kebisingan kereta api berada pada jarak 270 m dengan nilai siang hari (Ls) sebesar 53,73 dBA dan malam hari (Lm) sebesar 53,29 dBA dan siang malam hari (Lsm) sebesar 55.82 dBA

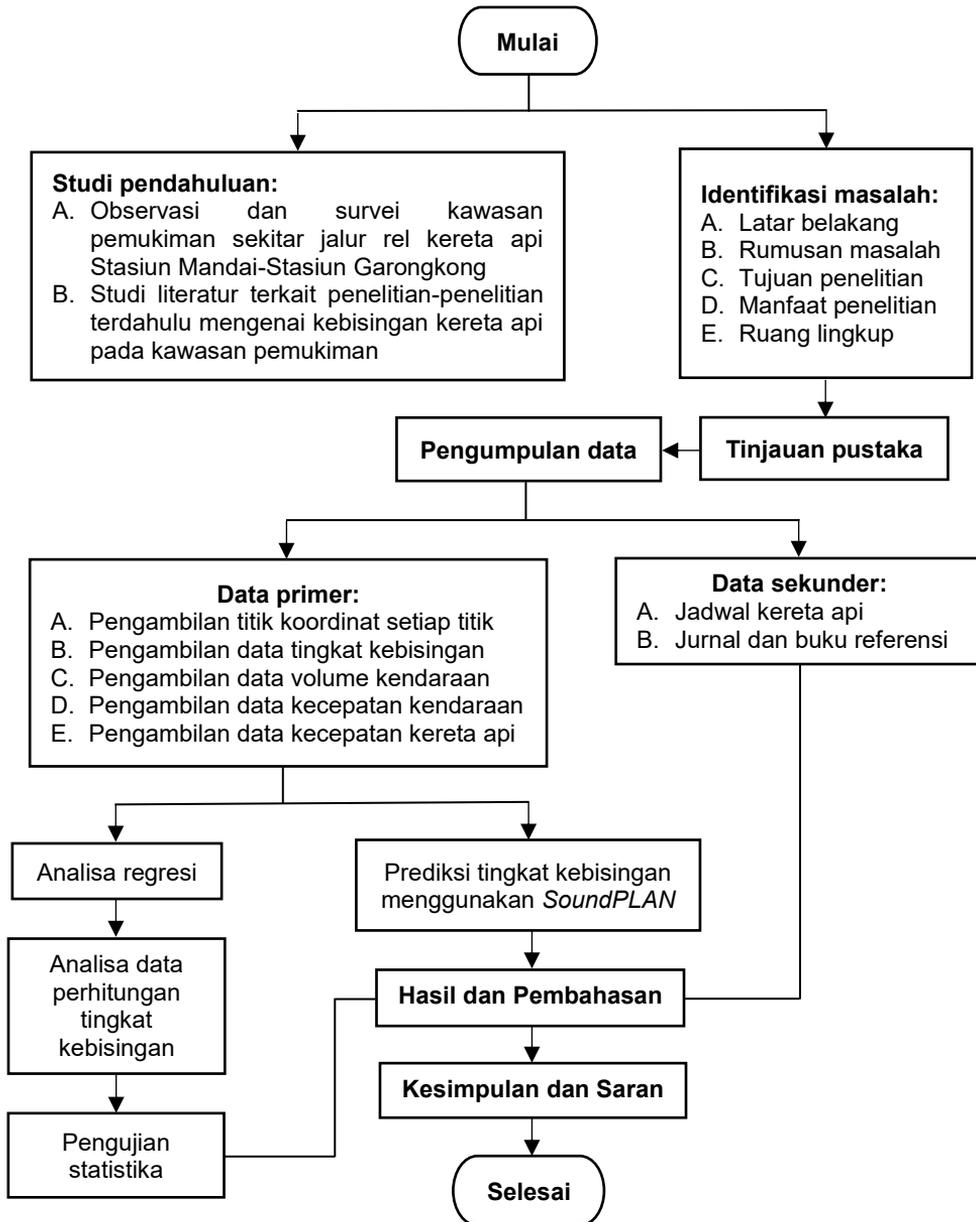
No	Nama penulis	Judul penelitian	Hasil penelitian
4	Sukma Laksita Rahma (2020)	Analisis Kebisingan Akibat Perlintasan Kereta Api di Area Pemukiman	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kebisingan sumber/kereta yang melintas pada lokasi dengan barrier tembok, lokasi dengan rambu palang, lokasi tanpa penghalang di Surabaya, dan lokasi tanpa penghalang di Nganjuk masing-masing sebesar 119,27 dBA, 128,63 dBA, 107,67 dBA, dan 129,21 dBA. Pola kontur kebisingan berdasarkan analisis dengan <i>software</i> 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. Acuan mitigasi dilakukan dengan pemasangan <i>barrier</i> buatan berupa penghalang yang mampu mereduksi kebisingan antara 15 – 30 dBA atau dengan pemasangan jendela kaca ganda atau triple pada masing-masing rumah penduduk yang mampu mereduksi 15 dBA
5	Nur Insyani Zuherman (2023)	Pengaruh Kebisingan Terhadap Kenyamanan Masyarakat Sekitar Rel Kereta Api (Studi Kasus: Rel Kereta Api Mall Boemi Kedaton dan Hos Cokroaminoto)	Hasil penelitian ini menunjukkan tingkat kebisingan maksimum kereta api tertinggi di lokasi 1 sebesar 89,56 dBA dan lokasi 2 sebesar 87,01 dBA. Tingkat kebisingan siang dan malam hari (Lsm) lokasi 1 sebesar 67,18 dBA dan lokasi 2 sebesar 64,5 dBA. Nilai kebisingan yang didapat melebihi baku tingkat kebisingan pada KMNLH nomor 48 tahun 1996, yaitu sebesar 55 dB. Hal ini menyebabkan gangguan kesehatan masyarakat yang cukup serius, seperti gangguan tidur, stress, hipertensi bahkan ketulian. Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk mengurangi kebisingan dengan membuat peredam atau <i>Noise Barrier</i> secara alami dan buatan. Pemetaan kebisingan dengan menggunakan <i>software soundPLAN</i> pada kondisi pemukiman lokasi 1 dan 2 titik 1 sampai 4 menunjukkan skala warna pekat yang berarti tingkat kebisingan tinggi dan akan membahayakan masyarakat sekitar rel kereta api

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 Baru yang akan digunakan dapat dilihat Gambar 1. sebagai berikut.



Gambar 1. Kerangka penelitian

2.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada kawasan pemukiman yang terletak pada Kelurahan Tuwung, Kabupaten Barru. Penelitian ini dimulai dari studi literatur terkait kebisingan kereta api, survei pendahuluan, studi literatur terkait penggunaan *software soundPLAN*, dan persiapan peralatan pengukuran. 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 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 pada 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 di analisis menggunakan perhitungan *Leq day*, uji statistik, uji RMSE, serta melakukan prediksi tingkat kebisingan menggunakan *software soundPLAN*.

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, didapatkan bahwa jalur kereta api Stasiun Mandai – Stasiun Garongkong melewati beberapa kawasan pemukiman di beberapa Kelurahan/Desa. Berdasarkan survei pendahuluan tersebut ditetapkan bahwa lokasi penelitian dilakukan pada kawasan pemukiman sekitar jalur kereta api Stasiun Barru tepatnya pada Kelurahan Tuwung, Kabupaten Barru. Pemilihan lokasi penelitian tersebut dengan alasan bahwa salah satu kawasan pemukiman di Kabupaten Barru yang dilintasi oleh jalur kereta api dengan jumlah penduduk terbanyak yaitu 834 jiwa berada di Kelurahan Tuwung. Dimana posisi jalur kereta pada Kelurahan Tuwung memiliki tinggi 5,34 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, 50 m, 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. Dengan kelipatan jarak yang berbeda antara 35 m dan 20 m antar titik untuk melihat distribusi tingkat kebisingan dan efek dari pantulan suara dari sumber kebisingan. 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 2. sebagai berikut.



Gambar 2. Peta lokasi pengukuran
Sumber: *Google earth* (2024)

Berikut jarak titik pengukuran tingkat kebisingan dapat dilihat pada Tabel 6. sebagai berikut.

Tabel 6. 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
Jalan Pramuka	15	50	70	15	50	70

Sumber: Data Penulis (2024)

Adapun titik koordinat dari titik pengukuran dapat dilihat pada Tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7. Koordinat Titik Pengukuran

Titik Pengukuran	Koordinat Titik Pengukuran	
	X	Y
1	119.6293393	-4.4058127
2	119.6294515	-4.4060598
3	119.6294686	-4.4058962
4	119.6291248	-4.4055296
5	119.6288165	-4.4052936
6	119.6286352	-4.4052757

Sumber: GPS Coordinate (2024)

2.3.2 Waktu penelitian

Waktu penelitian dalam hal ini pengambilan data dilakukan selama 3 hari pada 14-16 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 apabila terdapat adanya perbedaan aktivitas masyarakat dan apabila terjadi perbedaan aktivitas kereta api seperti membunyikan klakson di hari libur atau di hari kerja. Untuk pengukuran kebisingan saat kereta api tidak melintas dilakukan selama 10 menit yang terdiri dari 4 interval waktu yaitu L1 pada jam 08.10 WITA mewakili 06.00-09.00 WITA, L2 pada jam 09.30 WITA mewakili 09.00-11.00 WITA, L3 pada jam 15.00 WITA mewakili 14.00-17.00 WITA, dan L4 pada jam 17.20 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 kereta 1 pada jam 10.04-10.05 WITA, kereta 2 pada jam 10.51-10.52 WITA, kereta 3 pada jam 15.33-15.34 WITA, dan kereta 4 pada jam 16.21-16.22 WITA.

2.4 Alat Pengukuran

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



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.

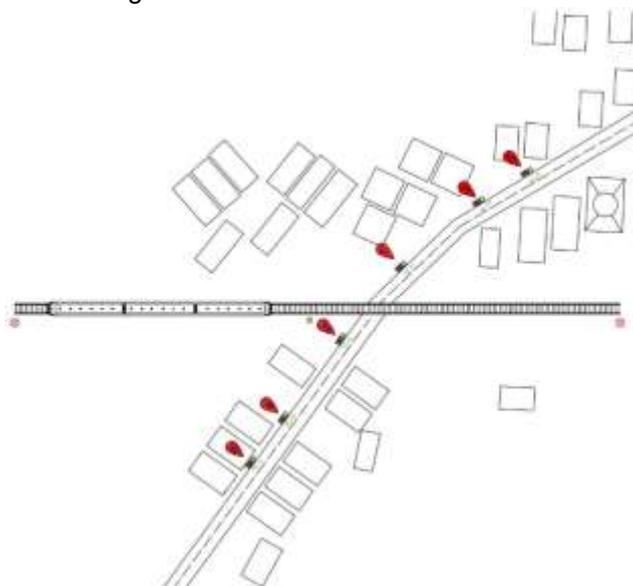
2.5.1 Data primer

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 di lapangan 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

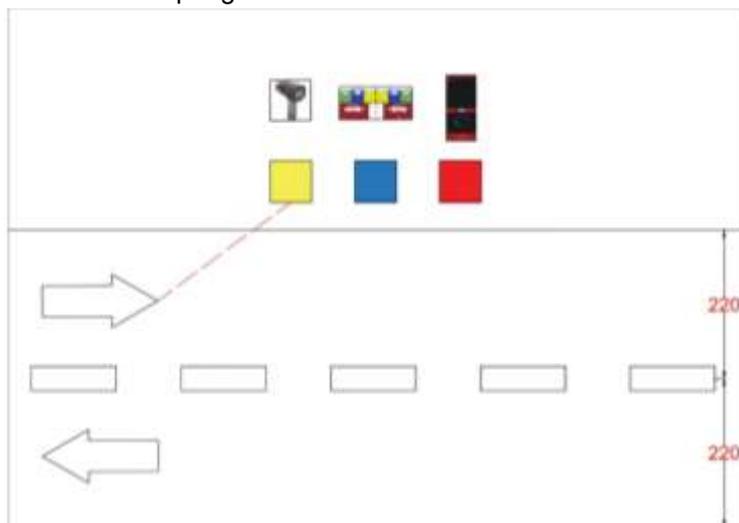
kereta api melintas. Adapun visualisasi cara pengukuran tingkat kebisingan di lapangan dan sketsa lokasi pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 3. Sketsa lokasi pengukuran tingkat kebisingan

Keterangan:

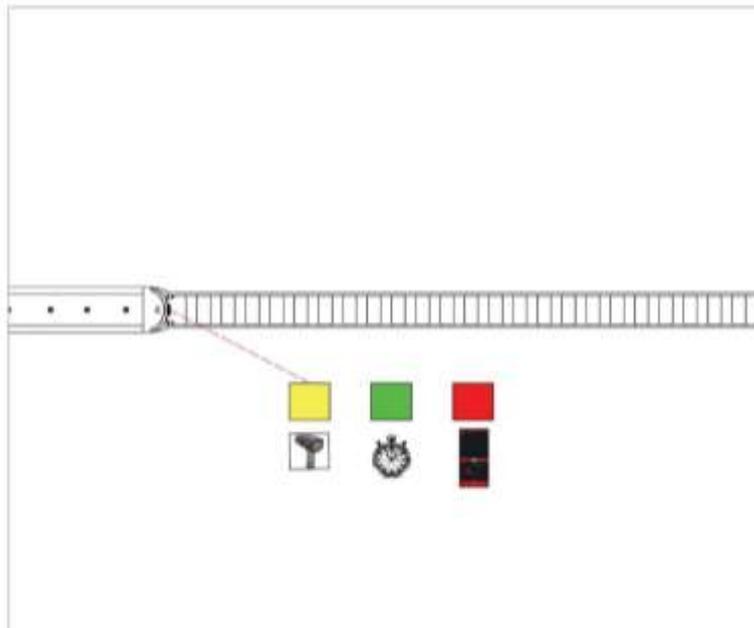
- = *Decibel X Pro*
- = *Traffic counter*
- = *Speedgun*
- ⊗ = Patok
- ♥ = Titik pengukuran



Gambar 4. Sketsa pengukuran tingkat kebisingan saat kereta api tidak melintas

Keterangan:

- = *Decibel X Pro*
- = *Traffic counter*
- = *Speedgun*



Gambar 5. Sketsa pengukuran tingkat kebisingan saat kereta api melintas

Keterangan:

- = *Decibel X Pro*
- = *Stopwatch*
- = *Speedgun*

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 di inginkan.
- e. Menekan kembali tombol *rec* untuk menghentikan perekaman sesuai dengan waktu yang di inginkan 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 *connct* 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 dalm 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 suvei.
- 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 bersaamn dengan pengukuran tingkat kebisingan pada setiap titik pengukurann. 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 keddara menggunakan *traffic counter* sebagai berikut.

- a. Menyiapkan alat yang akan digunakan seperti aplikasi *traffic counter*, alat tulis, dan formulir suvei.
- 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.

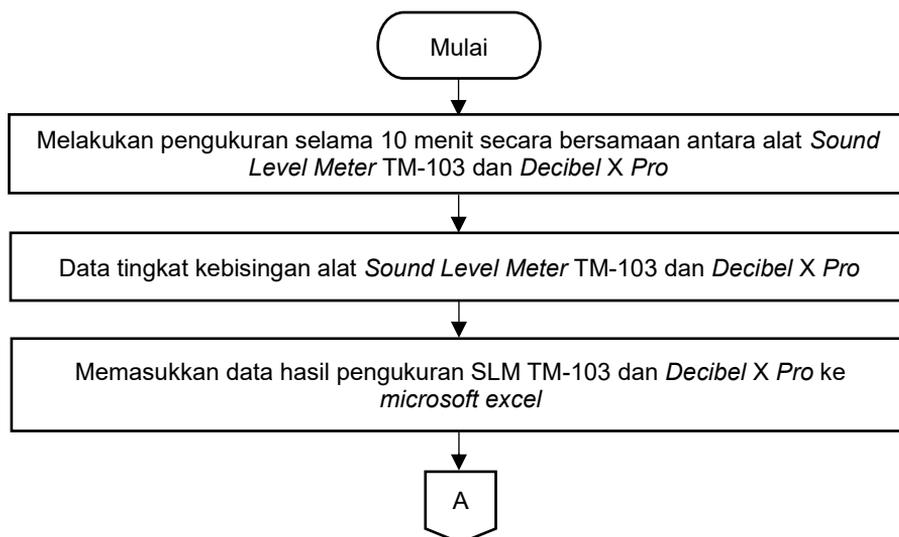
- a. Jadwal beroperasi kereta api.
- b. Jurnal dan buku sebagai referensi.

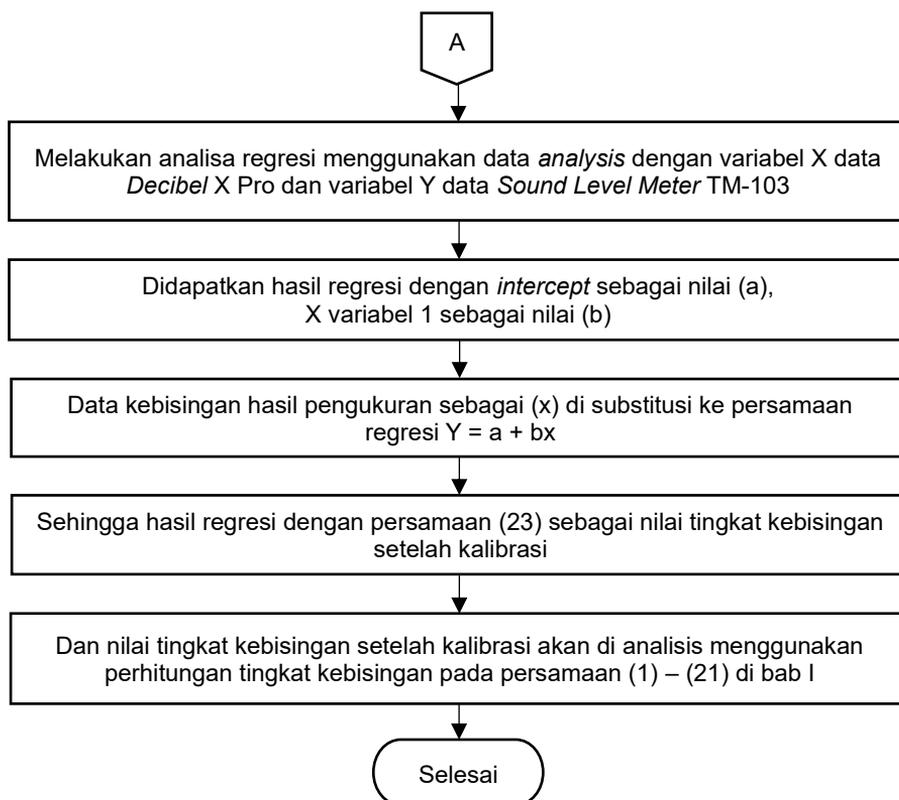
2.6 Metode Analisa Data

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 1-21 di bab II. 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 8. sebagai berikut.

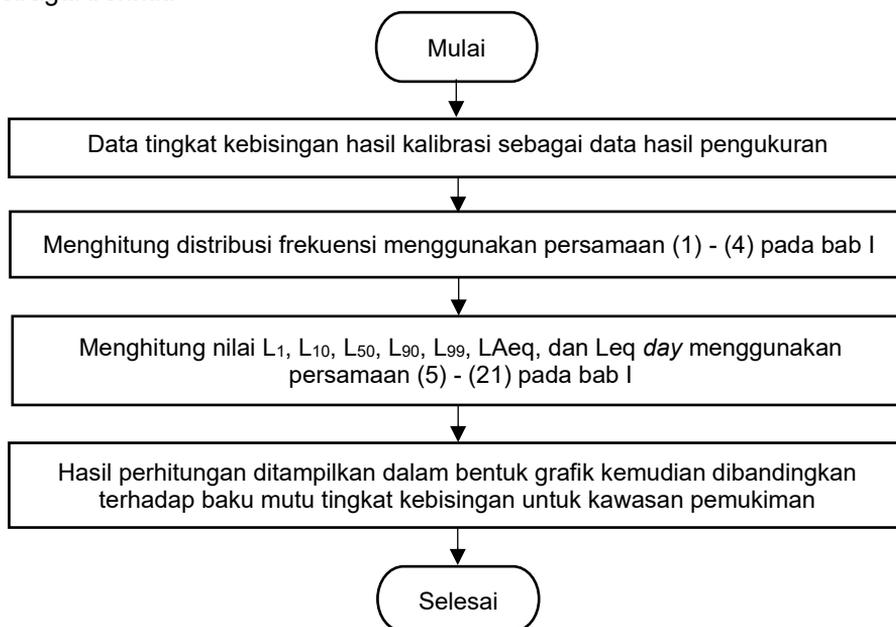
Tabel 8. Hasil Regresi Decibel X Pro

Handphone	Persamaan Regresi
1	$Y = 32,19 + 0,43 x$
2	$Y = 33,83 + 0,27 x$
3	$Y = 38,37 + 0,17 x$
4	$Y = 39,35 + 0,16 x$
5	$Y = 36,56 + 0,17 x$
6	$Y = 33,00 + 0,43 x$

Sumber: Hasil Analisis (2024)

2.6.3 Analisis tingkat kebisingan

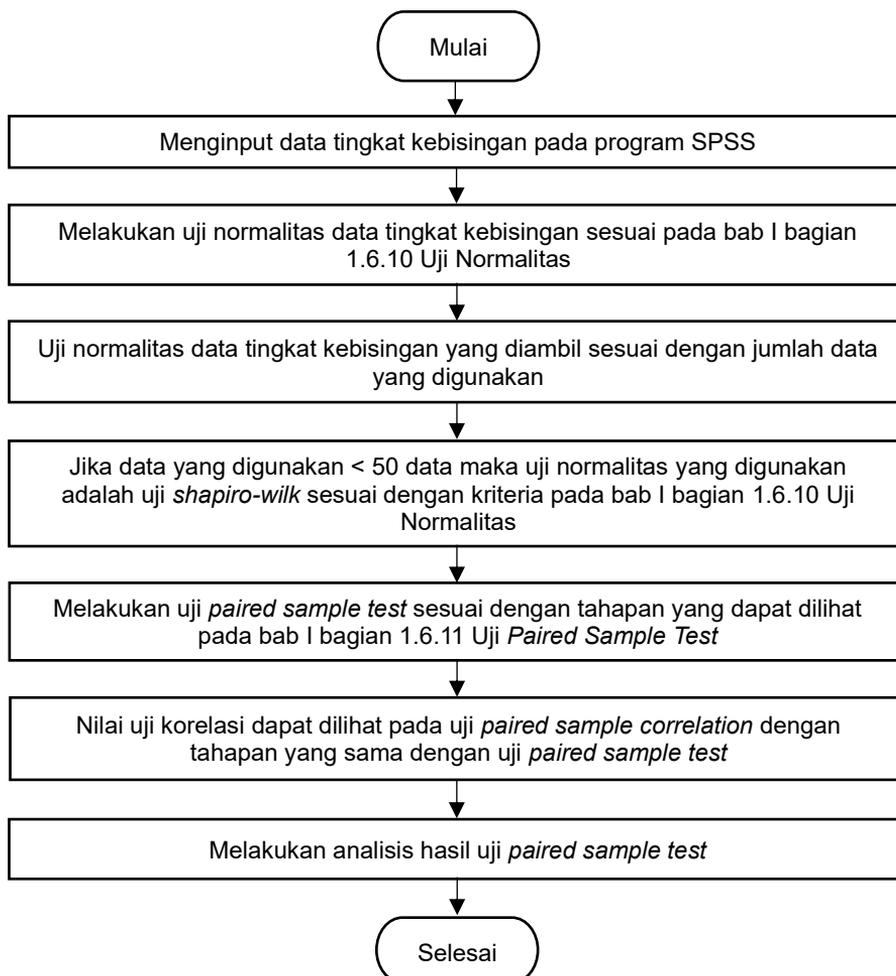
Analisis tingkat kebisingan dilakukan setelah pengambilan data tingkat kebisingan menggunakan *Decibel X Pro* dan data kebisingan tersebut di rekap pada *microsoft excel*. Kemudian data di analisis untuk mengetahui tingkat kebisingan dengan menghitung nilai L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{99} , L_{Aeq} , dan $L_{eq\ day}$. Adapun tahapan analisis tingkat kebisingan dapat dilihat pada Gambar 7. sebagai 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 8. sebagai 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 9. sebagai berikut



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