

SKRIPSI

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN
PADA KAWASAN SEKOLAH MAN 2 KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh:

**KEVIN GIENCHRISTIE NARAHAWARIN SABANA
D131 20 1034**



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



Optimized using
trial version
www.balesio.com

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA KAWASAN SEKOLAH MAN 2 KOTA MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh

**Kevin Gienchristie Narahawarin S.
D131201034**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 9 Agustus 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing,



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

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



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



Optimized using
trial version
www.balesio.com

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Kevin Gienchristie Narahawarin Sabana
NIM : D131201034
Program Studi : Teknik Lingkungan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Analisis Tingkat Kebisingan Pada Kawasan Sekolah MAN 2 Kota Makassar}

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 16 Juli 2024

Yang Menyatakan



Kevin Gienchristie Narahawarin Sabana



ABSTRAK

KEVIN GIENCHRISTIE NARAHAWARIN SABANA. *Analisis Tingkat Kebisingan Pada Kawasan Sekolah MAN 2 Kota Makassar* (dibimbing oleh Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim. S.T., M.T., IPM., AER)

Di tengah dinamika perkembangan masyarakat modern, peran sekolah menjadi semakin penting sebagai landasan utama bagi pembangunan sumber daya manusia yang berkualitas. Saat ini banyak lokasi sekolah yang terletak di pinggir jalan raya karena sulitnya menemukan lahan yang tepat untuk mendirikan sekolah akibat pembangunan yang berkembang dengan cepat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Pertumbuhan penduduk juga memicu bertambahnya jumlah kendaraan sehingga sekolah yang terletak di pinggir jalan raya tersebut rentan terkena dampak dari peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang mana salah satunya adalah kebisingan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kebisingan pada kawasan sekolah MAN 2 Kota Makassar berdasarkan pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan alat *Sound Level Meter* (SLM), dan model prediksi tingkat kebisingan menggunakan *software soundplan*, serta memetakan sebaran tingkat kebisingan pada kawasan sekolah MAN 2 Kota Makassar.

Pengambilan data penelitian dilakukan selama 3 hari kerja (*weekday*) yaitu pada tanggal 20 Mei 2024 – 22 Mei 2024 dan 1 hari libur (*weekend*) yaitu pada tanggal 25 Mei 2024 dengan titik pengukuran ditentukan sebanyak 4 titik lokasi, yaitu 2 titik berada di ruas jalan dekat sekolah, 1 titik berada di halaman sekolah, dan 1 titik berada di ruang kelas yang paling dekat dengan ruas jalan raya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kebisingan berdasarkan pengukuran langsung dan prediksi tingkat kebisingan telah melebihi baku mutu tingkat kebisingan yang berlaku. Berdasarkan peta kebisingan (*noise mapping*) skala tingkat kebisingan pada kawasan sekolah MAN 2 Kota Makassar berkisar $\leq 41 - \geq 81$ dB, semakin dekat jarak dengan jalan raya maka semakin besar suara kebisingan yang ditimbulkan.

Kata Kunci : Kebisingan, Sekolah, *Sound Level Meter* (SLM), *Soundplan*



ABSTRACT

KEVIN GIENCHRISTIE NARAHAWARIN SABANA. *Analysis of Noise Level at MAN 2 Kota Makassar Area (supervised by Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim. S.T., M.T., IPM., AER)*

In the midst of the dynamic development of modern society, the role of schools has become increasingly important as the main foundation for the development of quality human resources. Currently, many school locations are located on the side of the highway because it is difficult to find the right land to build a school due to the rapid development along with population growth. Population growth also triggers an increase in the number of vehicles so that schools located on the edge of the highway are vulnerable to the impact of an increase in the number of motorized vehicles, one of which is noise.

This study aims to analyze the noise level in the MAN 2 Kota Makassar school area based on direct measurements in the field using a Sound Level Meter (SLM) tool, and a noise level prediction model using soundplan software, and map the distribution of noise levels in the MAN 2 Makassar City school area.

The research data were collected during 3 weekdays, namely on May 20, 2024 - May 22, 2024 and 1 day off (weekend) on May 25, 2024 with measurement points determined as many as 4 locations, namely 2 points on the road near the school, 1 point in the school yard, and 1 point in the classroom closest to the highway.

The results show that the noise level based on direct measurement and noise level prediction has exceeded the applicable noise level quality standard. Based on the noise mapping, the scale of the noise level in the MAN 2 Kota Makassar school area ranges from ≤ 41 - ≥ 81 dB, the closer the distance to the highway, the greater the noise generated.

Keywords: Noise, School, Sound Level Meter (SLM), Soundplan



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
KATA PENGANTAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan.....	3
1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sekolah.....	5
2.2 Bunyi.....	5
2.3 Kebisingan	7
2.4 Pengukuran Tingkat Kebisingan.....	14
2.5 Perhitungan Tingkat Kebisingan.....	16
2.6 <i>Software SoundPLAN</i>	21
2.7 <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	22
2.8 Pemetaan Tingkat Kebisingan.....	22
BAB 3 METODE PENELITIAN/PERANCANGAN	24
3.1 Rancangan Penelitian	24
a. Waktu dan Lokasi Penelitian	26
b. Metode Pengukuran.....	30
c. Cara Pengumpulan Data	32



3.5 Metode Analisis Data.....	41
BAB IV HASIL DAN PembAHASAN	44
4.1 Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran Langsung.....	44
4.2 Uji Beda Tingkat Kebisingan Hari Normal (<i>Weekday</i>) dan Hari Libur (<i>Weekend</i>).....	82
4.3 Tingkat Kebisingan Hasil Prediksi Menggunakan <i>Soundplan</i>	101
4.4 Perbandingan Tingkat Kebisingan Pengukuran Langsung dan Hasil Prediksi Kebisingan	139
4.5 Uji <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....	145
4.6 Pemetaan Tingkat Kebisingan Dengan <i>Soundplan</i>	147
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	157
5.1 Kesimpulan	157
5.2 Saran.....	158
DAFTAR PUSTAKA	159



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Bagan Alir Penelitian	25
Gambar 2 Peta Lokasi Penelitian	27
Gambar 3 Peta Situasi Titik Pengukuran	29
Gambar 4 Perangkat Pengambilan Data	30
Gambar 5 Tampilan <i>software Google Earth Pro</i>	31
Gambar 6 Tampilan <i>software Sound Level Meter TM-103</i>	31
Gambar 7 Tampilan <i>software SoundPLAN</i>	32
Gambar 8 Titik Pengukuran 1 (Jalan A.P. Pettarani) dan titik pengukuran 2 (Jalan Sultan Alauddin)	33
Gambar 9 Titik Pengukuran 3 (Halaman Sekolah)	34
Gambar 10 Titik Pengukuran 4 (Ruang Kelas)	34
Gambar 11 <i>Flowchart</i> Pengukuran Tingkat Kebisingan	37
Gambar 12 <i>Flowchart</i> Pengukuran Volume Lalu Lintas	38
Gambar 13 <i>Flowchart</i> Pengukuran Kecepatan Kendaraan	39
Gambar 14 <i>Flowchart</i> Pengukuran Bunyi Klakson Kendaraan	40
Gambar 15 <i>Flowchart</i> Analisis Hasil Pengukuran Kebisingan	41
Gambar 16 <i>Flowchart</i> Analisis Model Prediksi Kebisingan Menggunakan <i>Software Soundplan</i>	43
Gambar 17 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 1 (Jalan A.P. Pettarani) Hari 1 (<i>Weekday</i>)	45
Gambar 18 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 1 (Jalan A.P. Pettarani) Hari 1 (<i>Weekday</i>)	46
Gambar 19 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 2 (Jalan Sultan Alauddin) Hari 1 (<i>Weekday</i>)	47
Gambar 20 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 2 (Jalan Sultan Alauddin) Hari 1 (<i>Weekday</i>)	48
Gambar 21 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 3 (Halaman Sekolah) Hari 1 (<i>Weekday</i>)	49
Gambar 22 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 3 (Halaman Sekolah) Hari 1 (<i>Weekday</i>)	50
Gambar 23 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 4 (Ruang Kelas) Hari 1 (<i>Weekday</i>)	51
Gambar 24 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 4 (Ruang Kelas) Hari 1 (<i>Weekday</i>)	52
Gambar 25 Rekapitulasi Tingkat Kebisingan Leq Day Hari 1 (<i>Weekday</i>)	53
Gambar 26 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 1 (Jalan A.P. Pettarani) Hari 2 (<i>Weekday</i>)	54
Gambar 27 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 1 (Jalan A.P. Pettarani) Hari 2 (<i>Weekday</i>)	55
Gambar 28 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 2 (Jalan Sultan Alauddin) Hari 2 (<i>Weekday</i>)	56
29 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 2 (Jalan Sultan Alauddin) Hari 2 (<i>Weekday</i>)	57
30 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 3 (Halaman Sekolah) Hari 2 (<i>Weekday</i>)	58



Gambar 31 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 3 (Halaman Sekolah) Hari 2 (<i>Weekday</i>).....	59
Gambar 32 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 4 (Ruang Kelas) Hari 2 (<i>Weekday</i>)	60
Gambar 33 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 4 (Ruang Kelas) Hari 2 (<i>Weekday</i>)	61
Gambar 34 Rekapitulasi Tingkat Kebisingan Leq Day Hari 2 (<i>Weekday</i>)	62
Gambar 35 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 1 (Jalan A.P. Pettarani) Hari 3 (<i>Weekday</i>)	63
Gambar 36 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 1 (Jalan A.P. Pettarani) Hari 3 (<i>Weekday</i>)	64
Gambar 37 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 2 (Jalan Sultan Alauddin) Hari 3 (<i>Weekday</i>)	65
Gambar 38 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 2 (Jalan Sultan Alauddin) Hari 3 (<i>Weekday</i>).....	66
Gambar 39 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 3 (Halaman Sekolah) Hari 3 (<i>Weekday</i>).....	67
Gambar 40 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 3 (Halaman Sekolah) Hari 3 (<i>Weekday</i>).....	68
Gambar 41 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 4 (Ruang Kelas) Hari 3 (<i>Weekday</i>)	69
Gambar 42 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 4 (Ruang Kelas) Hari 3 (<i>Weekday</i>)	70
Gambar 43 Rekapitulasi Tingkat Kebisingan Leq Day Hari 3 (<i>Weekday</i>)	71
Gambar 44 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 1 (Jalan A.P. Pettarani) Hari 4 (<i>Weekend</i>)	72
Gambar 45 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 1 (Jalan A.P. Pettarani) Hari 4 (<i>Weekend</i>)	73
Gambar 46 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 2 (Jalan Sultan Alauddin) Hari 4 (<i>Weekend</i>)	74
Gambar 47 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 2 (Jalan Sultan Alauddin) Hari 4 (<i>Weekend</i>).....	75
Gambar 48 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 3 (Halaman Sekolah) Hari 4 (<i>Weekend</i>).....	76
Gambar 49 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 3 (Halaman Sekolah) Hari 4 (<i>Weekend</i>).....	77
Gambar 50 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) di Titik Pengukuran 4 (Ruang Kelas) Hari 4 (<i>Weekend</i>)	78
Gambar 51 Tingkat Kebisingan LAeq dan Leq Day di Titik Pengukuran 4 (Ruang Kelas) Hari 4 (<i>Weekend</i>)	79
Gambar 52 Rekapitulasi Tingkat Kebisingan Leq Day Hari 4 (<i>Weekday</i>)	80
Gambar 53 Rekapitulasi Tingkat Kebisingan (Leq Day) Pengukuran Langsung Hari Normal (<i>Weekday</i>) dan Hari Libur (<i>Weekend</i>)	81
Gambar 54 Rekapitulasi Tingkat Kebisingan (Leq Day) Hasil Prediksi Antara Hari Normal (<i>Weekday</i>) dan Hari Libur (<i>Weekend</i>).....	138
Gambar 55 Perbandingan Tingkat Kebisingan Pengukuran Langsung dan Prediksi Kebisingan Hari 1 (<i>Weekday</i>)	140



Gambar 56 Perbandingan Tingkat Kebisingan Pengukuran Langsung dan Prediksi Kebisingan Hari 2 (<i>Weekday</i>)	141
Gambar 57 Perbandingan Tingkat Kebisingan Pengukuran Langsung dan Prediksi Kebisingan Hari 3 (<i>Weekday</i>)	143
Gambar 58 Perbandingan Tingkat Kebisingan Pengukuran Langsung dan Prediksi Kebisingan Hari 4 (<i>Weekend</i>)	144
Gambar 59 Peta Kontur Tingkat Kebisingan Hari 1 (<i>Weekday</i>) Pada Kawasan Sekolah MAN 2 Kota Makassar.....	149
Gambar 60 Peta Kontur Tingkat Kebisingan Hari 2 (<i>Weekday</i>) Pada Kawasan Sekolah MAN 2 Kota Makassar.....	151
Gambar 61 Peta Kontur Tingkat Kebisingan Hari 3 (<i>Weekday</i>) Pada Kawasan Sekolah MAN 2 Kota Makassar.....	153
Gambar 62 Peta Kontur Tingkat Kebisingan Hari 4 (<i>Weekend</i>) Pada Kawasan Sekolah MAN 2 Kota Makassar.....	155



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Baku Mutu Kebisingan	12
Tabel 2. Koordinat Lokasi Pengukuran	28
Tabel 3. Uji Normalitas Data Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengukuran 1 (Jalan A.P. Pettarani).....	82
Tabel 4. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengukuran 1 (Jalan A.P. Pettarani).....	83
Tabel 5. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengukuran 1 (Jalan A.P. Pettarani).....	83
Tabel 6. Uji Normalitas Data Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengukuran 2 (Jalan Sultan Alauddin).....	87
Tabel 7. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengukuran 2 (Jalan Sultan Alauddin).....	87
Tabel 8. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengukuran 2 (Jalan Sultan Alauddin).....	88
Tabel 9. Uji Normalitas Data Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengukuran 3 (Halaman Sekolah).....	92
Tabel 10. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengukuran 3 (Halaman Sekolah).....	92
Tabel 11. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengukuran 3 (Halaman Sekolah).....	93
Tabel 12. Uji Normalitas Data Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengukuran 4 (Ruang Kelas).....	96
Tabel 13. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengukuran 4 (Ruang Kelas).....	97
Tabel 14. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengukuran 4 (Ruang Kelas).....	97
Tabel 15. Tinggi Bangunan.....	101
Tabel 16. Dimensi Jalan.....	102
Tabel 17. Volume Lalu Lintas Hari 1 (<i>Weekday</i>) Jalan A.P. Pettarani.....	103
Tabel 18. Volume Kendaraan Hari 1 (<i>Weekday</i>) Jalan Sultan Alauddin.....	103
Tabel 19. Volume Lalu Lintas Masing-Masing Ruas Jalan Hari 1 (<i>Weekday</i>)...	105
Tabel 20. Kecepatan Kendaraan Hari 1 (<i>Weekday</i>) Jalan A.P. Pettarani.....	106
Tabel 21. Kecepatan Kendaraan Hari 1 (<i>Weekday</i>) Jalan Sultan Alauddin.....	106
Tabel 22. Kecepatan Kendaraan Masing-Masing Ruas Jalan Hari 1 (<i>Weekday</i>)	107
Tabel 23. Tingkat Kebisingan Penerima Hari 1 (<i>Weekday</i>).....	108
Tabel 24. Kontribusi Tingkat Kebisingan Hari 1 (<i>Weekday</i>).....	110
Tabel 25. Volume Lalu Lintas Hari 2 (<i>Weekday</i>) Jalan A.P. Pettarani.....	112
Tabel 26. Volume Kendaraan Hari 2 (<i>Weekday</i>) Jalan Sultan Alauddin.....	112
Tabel 27. Volume Lalu Lintas Masing-Masing Ruas Jalan Hari 2 (<i>Weekday</i>)...	114
Tabel 28. Kecepatan Kendaraan Hari 2 (<i>Weekday</i>) Jalan A.P. Pettarani.....	115
Tabel 29. Kecepatan Kendaraan Hari 2 (<i>Weekday</i>) Jalan Sultan Alauddin.....	115
Kecepatan Kendaraan Masing-Masing Ruas Jalan Hari 2 (<i>Weekday</i>)	116
Tingkat Kebisingan Penerima Hari 2 (<i>Weekday</i>).....	117
Tingkat Kontribusi Kebisingan Hari 2 (<i>Weekday</i>).....	119
Volume Lalu Lintas Hari 3 (<i>Weekday</i>) Jalan A.P. Pettarani.....	121



Tabel 34. Volume Kendaraan Hari 3 (<i>Weekday</i>) Jalan Sultan Alauddin.....	121
Tabel 35. Volume Lalu Lintas Masing-Masing Ruas Jalan Hari 3 (<i>Weekday</i>)...	123
Tabel 36. Kecepatan Kendaraan Hari 3 (<i>Weekday</i>) Jalan A.P. Pettarani.....	124
Tabel 37. Kecepatan Kendaraan Hari 3 (<i>Weekday</i>) Jalan Sultan Alauddin.....	124
Tabel 38. Kecepatan Kendaraan Masing-Masing Ruas Jalan Hari 3 (<i>Weekday</i>)	125
Tabel 39. Tingkat Kebisingan Penerima Hari 3 (<i>Weekday</i>).....	126
Tabel 40. Kontribusi Tingkat Kebisingan Hari 3 (<i>Weekday</i>).....	128
Tabel 41. Volume Lalu Lintas Hari 4 (<i>Weekend</i>) Jalan A.P. Pettarani.....	130
Tabel 42. Volume Kendaraan Hari 4 (<i>Weekend</i>) Jalan Sultan Alauddin.....	130
Tabel 43. Volume Lalu Lintas Masing-Masing Ruas Jalan Hari 4 (<i>Weekend</i>)...	132
Tabel 44. Kecepatan Kendaraan Hari 4 (<i>Weekend</i>) Jalan A.P. Pettarani.....	132
Tabel 45. Kecepatan Kendaraan Hari 4 (<i>Weekend</i>) Jalan Sultan Alauddin.....	133
Tabel 46. Kecepatan Kendaraan Masing-Masing Ruas Jalan Hari 4 (<i>Weekend</i>)	134
Tabel 47. Tingkat Kebisingan Penerima Hari 4 (<i>Weekend</i>).....	135
Tabel 48. Kontribusi Tingkat Kebisingan Hari 4 (<i>Weekend</i>).....	137
Tabel 49. Uji <i>Root Mean Squared Error</i> (RMSE).....	146



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Distribusi Tingkat Kebisingan.....	162
Lampiran 2. Pemodelan Kebisingan Menggunakan <i>Software Soundplan</i>	192
Lampiran 3. Prediksi Kebisingan Metode ASJ-RTN 2018 Keadaan <i>Unsteady</i> ..	199
Lampiran 4. Dokumentasi Pengambilan Data	207



KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, karunia, dan nikmat yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini yang berjudul “**Analisis Tingkat Kebisingan Pada Kawasan Sekolah MAN 2 Kota Makassar**” sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dengan baik dan maksimal.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mengalami banyak hambatan, namun berkat bantuan, bimbingan, dan kerjasama yang ikhlas dari berbagai pihak, akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang tidak terhingga kepada para pihak yang tanpa henti memberikan doa, dukungan, dan semangat, serta bantuan baik secara moral maupun material kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.

Teristimewa penulis ucapkan terima kasih dan ucapan rasa syukur penulis kepada kedua orang tua terhebat yang selalu ada untuk penulis hingga penulis bisa sampai dititik ini, kepada ayahanda **Johanis Indra Nurchja Narahawarin, S.H., M.H.** dan ibunda **Debora Itta, S.T., M.Kes.** selaku orang tua kandung penulis yang selama penulis menyelesaikan skripsi ini selalu memenuhi segala kebutuhan dengan ikhlas, memberikan tempat ternyaman, dukungan, kasih sayang, materil, dan doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dan mendapatkan gelar sebagai seorang Sarjana Teknik. Tidak ada kata atau kalimat yang dapat membalas ketulusan hati kedua orang tua, doa penulis yang tiada henti yang bisa penulis berikan kepada kedua orang tua yang sangat penulis hormati, sayangi dan banggakan. Terima kasih juga kepada saudara penulis yaitu **Johanis Deo Putra Sabana Narahawarin** dan **Romaldus Rafka Sabana Narahawarin** yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan memotivasi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

Lain dari pada itu, Dalam proses penyusunan tugas akhir ini hingga terselesaikannya tugas akhir ini, penulis mendapat banyak bantuan dari berbagai

laka dari itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih sebesar-kepada :



1. Bapak Prof. Dr. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim. S.T., M.T., IPM., AER., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim. S.T., M.T., IPM., AER., selaku Dosen Pembimbing penulis, terima kasih atas bimbingan, ilmu, arahan, masukan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir, dan meluangkan waktu di tengah kesibukannya selama penulis melaksanakan penyusunan tugas akhir. Semoga segala urusan ibu dimudahkan.
5. Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik atas didikan, bimbingan, arahan, dan motivasi yang telah diberikan selama penulis menempuh Pendidikan di Universitas Hasanuddin.
6. Segenap Staf Akademik dan Karyawan Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu penulis selama berada diperkuliahan.
7. Segenap guru dan staf MAN 2 Kota Makassar yang telah mempersilahkan penulis untuk melakukan penelitian pada kawasan sekolah.
8. Ibu Ir. Zarah Arwieny Hanami, S.T., M.T., yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukannya, memberikan masukan, saran, wawasan, arahan, dan selalu menjawab pertanyaan penulis selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir. Semoga segala urusan ibu dimudahkan.
9. Kepada Mifta, Niko, Syahrul, Bintang, dan Heri, terima kasih atas kerja sama dan semangatnya yang telah membantu penulis dalam pengambilan data.
10. Teman-teman mahasiswa angkatan 2020 Teknik Lingkungan yang telah berjuang bersama-sama di kelas perkuliahan.
11. Teman-teman Lab Riset Kualitas Udara dan Bising yang memberikan dukungan dan hiburan kepada penulis.
12. Teman-teman Asisten Laboratorium Kualitas Udara dan Bising yang



berikan dukungan dan masukkan kepada penulis.

uh Keluarga, teman, senior, junior dan berbagai pihak yang tidak dapat is sebutkan satu persatu, penulis ucapkan banyak terima kasih atas setiap an dan doa yang diberikan.

14. Terakhir, kepada diri saya sendiri, Kevin Gienchristie Narahawarin Sabana. Terima kasih telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri dari keadaan dan tak pernah memutuskan menyerah sesulit apapun proses penyusunan tugas akhir ini dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin. Terima kasih telah menemukan kekuatan atas ketidakpastian dari perjalanan yang panjang ini. Terima kasih sudah melibatkan Tuhan Yesus dalam setiap perjalanan dan mengizinkan Tuhan Yesus menjadi batu sandaran.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat menerima kritik dan saran yang sifatnya membangun. Semoga tugas akhir ini bermanfaat untuk dijadikan sebagai referensi dan sumbangan yang berharga dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan wawasan bagi semua pihak.

Makassar, 16 Juli 2024



Optimized using
trial version
www.balesio.com

Penulis

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di tengah dinamika perkembangan masyarakat modern, peran sekolah menjadi semakin penting sebagai landasan utama bagi pembangunan sumber daya manusia yang berkualitas. Sekolah adalah tempat di mana kegiatan belajar mengajar dilakukan, dan lingkungan fisik sekolah memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Dalam perencanaannya, faktor keselamatan, kesehatan, dan kenyamanan perlu dipertimbangkan agar dapat dirasakan oleh peserta didik (Chang, 2019). Pemahaman akan pentingnya lingkungan sekolah yang nyaman dan kondusif semakin meningkat. Lingkungan yang baik tidak hanya mencakup fasilitas fisik yang memadai, tetapi juga mengenai aspek-aspek non-fisik, seperti tingkat kebisingan. Namun, seringkali sekolah menghadapi masalah, seperti ketidaknyamanan akibat kebisingan selama jam pelajaran, yang dapat mengganggu proses belajar mengajar (Widodo et al., 2021).

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Kebisingan yang ditimbulkan akan mengganggu banyak sektor antara lain sektor pendidikan, perkantoran, maupun masyarakat sekitar. Bagi sektor pendidikan tingkat kebisingan yang tinggi dapat mengganggu konsentrasi siswa, mengurangi produktivitas belajar, serta berdampak negatif pada kesehatan fisik dan mental siswa dan tenaga pendidik (Kheirbek, 2020). Di dalam KEP48/MENLH/11/1996, telah ditentukan bahwa ambang batas tingkat kebisingan untuk kawasan pemerintahan dan fasilitas umum seperti sekolah adalah sebesar 55 dB(A).

Kebisingan di lingkungan sekolah dapat berasal dari berbagai sumber, mulai dari kegiatan ekstrakurikuler seperti olahraga atau latihan musik, aktivitas konstruksi, alat-alat belajar yang digunakan di dalam kelas, suara siswa yang csi di koridor hingga lalu lintas kendaraan di sekitar sekolah (Garcia,



terdahulu menunjukkan tingkat kebisingan pada SMK Darussalam berada pada rentang 62 dB – 88 dB. Semakin kedalam titik pengukuran,

maka semakin rendah tingkat kebisingan. Hubungan antara jumlah kendaraan dengan tingkat kebisingan cukup signifikan, sehingga tingkat kebisingan meningkat seiring dengan peningkatan jumlah kendaraan yang lewat (Hamsi et al., 2021).

Saat ini banyak lokasi sekolah yang terletak di pinggir jalan raya karena sulitnya menemukan lahan yang tepat untuk mendirikan sekolah akibat pembangunan yang berkembang dengan cepat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Pertumbuhan penduduk juga memicu bertambahnya jumlah kendaraan sehingga sekolah yang terletak di pinggir jalan raya tersebut rentan terkena dampak dari peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang mana salah satunya adalah kebisingan (Kusumawati & Maruti, 2019).

Berdasarkan data Korlantas POLRI, jumlah kendaraan di Kota Makassar pada tahun 2024 tercatat 1.997.704 unit dimana pertumbuhan kendaraan di Makassar rata-rata berkisar 5 – 10% setiap tahunnya. Menurut (Widaryanti, 2018), Rata-rata tingkat kebisingan lalu lintas di jalan A.P. Pettarani sebesar 80.25 dB hal ini telah melampaui nilai batasan teknis kapasitas lingkungan jalan sehingga dapat menimbulkan masalah berupa suara bising dari aktivitas kendaraan yang beroperasi di jalan raya.

Suara bising dari lalu lintas atau kendaraan yang lewat dapat menjadi distraksi yang mengganggu dan menghambat kemampuan siswa untuk fokus pada pelajaran yang diajarkan. Gangguan konsentrasi akibat kebisingan dapat mengakibatkan penurunan produktivitas belajar. Siswa mungkin mengalami kesulitan dalam memahami materi pelajaran dan menyelesaikan tugas dengan efisien. Paparan terus-menerus terhadap kebisingan yang tinggi dapat berdampak negatif pada kesehatan fisik dan mental siswa serta tenaga pendidik. Hal ini dapat menyebabkan kelelahan, stres, dan kecemasan (Lercher, 2021). Kondisi lingkungan yang bising dapat membuat siswa kehilangan minat dan motivasi untuk belajar sehingga siswa merasa frustrasi atau tidak tertarik untuk mengikuti pelajaran dengan baik (Stansfeld, 2023).

Jika dilihat dari kondisi lingkungan sekolah MAN 2 Kota Makassar yang iantara 2 jalan arteri, maka perlu dilakukan pengukuran tingkat kebisingan an sekolah MAN 2 Kota Makassar. Analisis tingkat kebisingan di sekolah langkah awal yang penting dalam mengidentifikasi sumber-sumber n utama dan merancang strategi mitigasi yang efektif.



1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pada penelitian ini pokok permasalahan yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat kebisingan berdasarkan pengukuran langsung pada kawasan sekolah MAN 2 Kota Makassar?
2. Bagaimana tingkat kebisingan berdasarkan model prediksi kebisingan pada kawasan sekolah MAN 2 Kota Makassar menggunakan *software soundplan*?
3. Bagaimana pemetaan sebaran tingkat kebisingan pada kawasan sekolah MAN 2 Kota Makassar?

1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan

Untuk menjawab rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis tingkat kebisingan berdasarkan pengukuran langsung pada kawasan sekolah MAN 2 Kota Makassar.
2. Menganalisis tingkat kebisingan berdasarkan model prediksi kebisingan pada kawasan sekolah MAN 2 Kota Makassar menggunakan *software soundplan*.
3. Memetakan sebaran tingkat kebisingan pada kawasan sekolah MAN 2 Kota Makassar.

1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat memberikan informasi terkait tingkat kebisingan pada kawasan sekolah MAN 2 Kota Makassar.
2. Mengetahui pengembangan *software soundplan* untuk memprediksi tingkat kebisingan pada kawasan sekolah MAN 2 Kota Makassar.
3. Sebagai informasi kepada pemerintah dan pihak sekolah tentang tingkat kebisingan yang ada pada kawasan sekolah MAN 2 Kota Makassar sehingga pemerintah dan pihak sekolah dapat bekerjasama dalam melakukan pengendalian kebisingan.



1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan

Agar penelitian dapat berjalan efektif dan mencapai sasaran, maka ruang lingkup penelitian ini mencakup sebagai berikut:

1. Sumber kebisingan yang di analisis adalah sumber kebisingan yang berasal dari kawasan sekolah MAN 2 Kota Makassar.
2. Penelitian tingkat kebisingan dilaksanakan di lingkungan sekolah MAN 2 Kota Makassar pada titik-titik pengambilan data yang berpotensi mengalami dampak kebisingan, 4 titik pengambilan data yakni ruas jalan dekat sekolah, halaman sekolah, dan ruang kelas.
3. Pengambilan data penelitian kebisingan dilingkungan sekolah MAN 2 Kota Makassar dilakukan selama 3 hari kerja (*weekday*) yaitu pada tanggal 20 Mei 2024 – 22 Mei 2024 dan 1 hari libur (*weekend*) yaitu pada tanggal 25 Mei 2024 dengan waktu pengukuran di ruas jalan selama 10 menit per-jam selama 14 jam, pengukuran di halaman sekolah selama 10 menit per-jam selama 8 jam, dan pengukuran di ruang kelas selama 10 menit per-jam selama 8 jam.
4. Pengambilan data penelitian kebisingan dilakukan bersamaan dengan pengambilan data volume kendaraan, kecepatan kendaraan dan klakson kendaraan yang terdiri dari sepeda motor (*motorcycle*), kendaraan ringan (*light vehicle*) dan kendaraan berat (*heavy vehicle*) di ruas jalan sekitar kawasan sekolah MAN 2 Kota Makassar.
5. Prediksi tingkat kebisingan akibat aktivitas lalu lintas pada titik lokasi pengukuran di sekitar ruas jalan dekat sekolah menggunakan *software soundplan*.
6. Model prediksi yang digunakan untuk memprediksi tingkat kebisingan akibat aktivitas lalu lintas pada titik lokasi pengukuran di sekitar ruas jalan dekat sekolah MAN 2 Kota Makassar menggunakan model ASJ-RTN 2018.
7. Faktor yang mempengaruhi perambatan kebisingan ekstrior yang di pertimbangkan oleh *software soundplan* berupa jarak antara sumber dan penerima, adanya penghalang bising antara sumber dan penerima (bangunan), dan jenis tanah yang akan mempengaruhi penyerapan suara.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sekolah

Sekolah adalah lembaga pendidikan secara resmi yang menyelenggarakan kegiatan pembelajaran secara sistematis, terencana, sengaja dan terarah yang dilakukan oleh pendidik yang profesional dengan program yang dituangkan ke dalam kurikulum tertentu dan diikuti oleh peserta didik pada setiap jenjang tertentu, mulai dari tingkat anak-anak sampai perguruan tinggi (Nurfirdaus & Sutisna, 2021).

Pendidikan merupakan suatu hal yang sangat penting bagi peningkatan kualitas sumber daya manusia, untuk mendapatkan sumber daya yang berkualitas maka diperlukan proses pembelajaran yang baik. Aktivitas yang dilakukan pada saat proses pembelajaran pada umumnya adalah penyaluran informasi dan ilmu pengetahuan dari pengajar ke pelajar. Dalam proses penyaluran informasi dan ilmu pengetahuan maka diperlukan konsentrasi agar informasi tersampaikan dengan baik bagi para pelajar, semakin tinggi konsentrasi pelajar maupun pengajar maka semakin efektif kegiatan pembelajaran tersebut. Konsentrasi dalam proses belajar mengajar dapat menurun jika ada gangguan dan gangguan yang paling sering terjadi adalah gangguan karena kebisingan (Warusanti et al., 2024).

2.2 Bunyi

2.2.1 Definisi Bunyi

Bunyi adalah getaran mekanis yang merambat melalui *medium* seperti udara, air, atau benda padat. Getaran ini dapat dihasilkan oleh berbagai sumber, seperti suara manusia, alat musik, atau mesin. Ketika getaran ini merambat melalui *medium*, akan menyebabkan partikel-partikel di dalam *medium* bergerak bolak-balik, menciptakan gelombang bunyi. Gelombang bunyi ini kemudian dideteksi oleh telinga kita dan diubah menjadi sinyal listrik yang diinterpretasikan oleh otak sebagai suara (Ariyadi et al., 2024).



Bunyi merupakan gelombang mekanik jenis *longitudinal* yang merambat dan *nya* berupa benda yang bergetar. Bunyi bisa didengar sebab getaran benda sumber bunyi menggetarkan udara di sekitar dan melalui *medium* udara merambat sampai ke gendang telinga, hal ini merupakan variasi tekanan udara periodik di sepanjang lintasan perambatannya. Tekanan udara periodik

inilah yang menggetarkan selaput gendang telinga. Bunyi yang dapat didengar manusia berada pada kawasan frekuensi pendengaran, yaitu antara 20 Hz sampai dengan 20 kHz (Yasid et al., 2020).

Ada dua besaran yang biasanya diperoleh dalam bunyi yaitu frekuensi dan amplitude. Frekuensi adalah jumlah variasi tekanan per-detik yang dinyatakan dalam satuan *Hertz* (Hz), sedangkan amplitude adalah besaran yang menunjukkan kuat lemahnya bunyi. Kuat dan lemah suatu bunyi dapat ditunjukkan dengan beberapa parameter yaitu intensitas bunyi (*sound intensity*), tekanan bunyi (*sound pressure*), arus tekanan bunyi (*sound pressure level / SPL*) dan kekerasan bunyi (*loudness*) (Ahmad et al., 2019).

Bunyi hanya dapat didengar pada frekuensi antara 20 sampai dengan 20.000 Hz yang disebut frekuensi audio atau frekuensi pendengaran manusia. Di bawah frekuensi 20 Hz disebut frekuensi *infrasonik*. Di atas 20.000 Hz disebut *ultrasonik*. Berdasarkan frekuensinya, bunyi dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Bunyi *Infrasonik* adalah bunyi yang mempunyai frekuensi sangat rendah, yaitu kurang dari 20 Hz. Bunyi *infrasonik* ini dapat didengar oleh kelelawar, anjing, jangkrik, dan kuda.
2. Bunyi *Audiosonik* adalah bunyi yang mempunyai frekuensi di antara 20 -20.000 Hz. Bunyi *audiosonik* ini dapat didengar oleh manusia.
3. Bunyi *Ultrasonik* adalah bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi, yaitu lebih dari 20.000 Hz. Bunyi *ultrasonik* ini dapat didengar oleh lumba-lumba.

2.2.2 Sifat-Sifat Bunyi

Sifat-sifat bunyi dibagi menjadi 2 macam diantaranya :

1. Bunyi dapat di serap

Bunyi yang dapat diserap adalah jika suatu benda mempunyai dua permukaan yang lunak maka akan timbul benda yang disebut peredam suara. Ada beberapa benda yang permukaannya lunak dapat meredam suara bunyi diantaranya: kertas, busa, spons, karpet, kart, dan woll.

2. Bunyi dapat dipantulkan

! macam jenis bunyi pantul yaitu gema dan gaung



a. Gema

Suara bunyi pantul terdengar setelah bunyi asli. Gema terjadi jika ada sumber bunyi dan dinding pantul jaraknya lumayan jauh. Dan biasanya gema akan terjadi di dalam gua, permukaan kasar.

b. Gaung

Suara pantulan antara kita dan waktunya hampir bersamaan dengan bunyi asli. Dikarenakan gaung bisa menyebabkan suara asli yang kurang jelas sehingga terganggu atau tertabrak oleh suara pantulan (Utami et al., 2024).

Menurut (Suswanti, 2023) Bunyi dapat merambat melalu benda padat, cair, dan gas.

1. Perambatan bunyi melalui benda padat

Bunyi dapat merambat melalui benda padat. Perambatan bunyi melalui benda padat dapat kamu gunakan untuk membuat mainan. Misalnya membuat mainan telepon-teleponan.

2. Perambatan bunyi melalui benda cair

Selain merambat melalui benda padat, bunyi juga dapat merambat melalui benda cair. Ketika dua batu diadu di dalam air, bunyi yang ditimbulkan dapat kita dengar. Hal itu menunjukkan bahwa bunyi dapat merambat melalui zat cair. Sifat bunyi yang dapat merambat melalui zat cair dimanfaatkan oleh tim SAR untuk mencari dan menolong kecelakaan yang terjadi di tengah lautan. Adanya sifat itu, komunikasi antara orang yang ada di atas kapal dan penyelam dapat dilakukan sehingga pencarian korban dapat berjalan lancar.

3. Perambatan bunyi melalui gas

Udara merupakan benda gas. Kita dapat mendengar suara orang berbicara dan burung berkicau karena getaran suara itu masuk ke telinga kita. Hal itu menunjukkan bahwa suara dapat merambat melalui udara. Demikian juga halnya pada guntur. Pada saat hari mendung, kita sering mendengar guntur. Guntur dapat kita dengar karena getaran suaranya masuk ke telinga kita setelah merambat melalui udara.



isingan

inisi Kebisingan

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 tentang Baku Kebisingan, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau

kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.

Kebisingan sebagai suara yang tidak diinginkan dan pengukurannya menimbulkan kesulitan besar karena bervariasi diantara perorangan dalam situasi yang berbeda (Hardiani et al., 2022).

Kebisingan ini merupakan pengaruh yang ditimbulkan dari sebuah sumber bunyi, misalnya aktivitas lalu lintas kendaraan, mesin pabrik, pesawat terbang dan sebagainya. Sekolah sebagai salah satu elemen dalam pembangunan dikota besar juga tidak luput dari ancaman kebisingan yang terus terjadi akibat aktivitas lalu lintas kendaraan yang padat setiap harinya (Widodo et al, 2021).

2.3.2 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*,

bising yang berlangsung secara tidak terus-menerus, melainkan ada
le yang relatif tenang, misalnya lalu lintas kendaraan, kapal terbang,
tapi



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 & Dzulkiflih, 2023) Terdapat 5 jenis bising berdasarkan sifat dan spektrum, yaitu:

1. Bising menerus.

a. Dengan spektrum frekuensi luas.

Relatif tetap dalam batas ± 5 dBA dengan periode 0,5 detik berturut-turut, misalnya mesin, kipas angin, dapur pijar.

b. Dengan spektrum frekuensi sempit.

elatif tetap dengan frekuensi tertentu (frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, dan 3000 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 implusif, tetapi tidak terjadi secara berulang, misalnya mesin tempa.

2.3.3 Sumber Kebisingan

Sumber kebisingan ialah sumber bunyi yang kehadirannya dianggap mengganggu pendengaran baik dari sumber bergerak maupun tidak bergerak. Umumnya sumber kebisingan dapat berasal dari kegiatan industri, perdagangan, pembangunan, alat pembangkit tenaga listrik, alat pengangkut dan kegiatan rumah tangga (Nasution, 2019).

Sumber-sumber bising sangat banyak, namun dikelompokkan menjadi kebisingan industri, kebisingan kegiatan konstruksi, kebisingan kegiatan olahraga dan seni, dan kebisingan lalu lintas. Sumber bising secara umum ada 2, yaitu :

1. *Indoor* : manusia, alat-alat rumah tangga dan mesin.
2. *Outdoor* : lalu lintas, industri dan kegiatan lain (sarita dkk, 2023).

Sumber bising utama dalam pengendalian bising lingkungan diklasifikasikan menjadi bising *interior* (berasal dari manusia, alat-alat rumah tangga, mesin dan aktifitas di dalam ruangan atau gedung) dan bising luar (bising yang dikategorikan dari aktifitas luar ruangan seperti transportasi udara, bus, mobil sepeda motor, transportasi air, kereta api dan bising yang berasal dari industri (Atina & Indah, 2020).

2.3.4 Zona Kebisingan

Daerah zona kebisingan diklasifikasikan dalam beberapa kelompok sesuai dengan bising yang diizinkan oleh Permenkes Nomor 70 Tahun 2016 Tentang an Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri (Aliyah & Cahyadi,



- Zona A : Intensitas 35 – 45 dBA
Zona yang diperuntukkan bagi tempat penelitian, RS, tempat perawatan kesehatan/sosial & sejenisnya.
- Zona B : Intensitas 45 – 55 dBA
Zona yang diperuntukkan bagi perumahan, tempat pendidikan dan rekreasi.
- Zona C : Intensitas 50 – 60 dBA
Zona yang diperuntukkan perkantoran, perdagangan dan pasar.
- 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*)

- Zona A : Intensitas > 150 dB → daerah berbahaya dan harus dihindari.
- Zona B : Intensitas 135-150 dB → individu yang terpapar perlu memakai pelindung telinga (*earmuff dan earplug*).
- Zona C : Intensitas 115-135 dB → *perlu memakai earmuff*.
- Zona D : Intensitas 100-115 dB → *perlu memakai earplug*

2.3.5 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 (Salirante, 2020).



Tabel 1. Baku Mutu Kebisingan

Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan Db(A)
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

2.3.6 Dampak Kebisingan

Pengaruh paparan kebisingan secara umum tergantung tinggi rendahnya intensitas kebisingan dan lamanya waktu paparan (Utami, Nirmala & Meilasari, 2020).

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 (± 10 mmHg), peningkatan nadi, konstriksi 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 akibat oleh rangsangan bising terhadap sistem saraf, keseimbangan organ, jar endokrin, tekanan darah, sistem pencernaan dan keseimbangan olit.



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



e secara berurutan antara lain 31% pria lanjut usia, sekitar 27% wanita a, diikuti oleh 14 % anak-anak (Kemenkes RI, 2020). Pembatasan paparan n sangat penting bagi pasien untuk beristirahat secara fisik dan psikologis proses penyembuhan (Kusuma & Fadhila, 2022).

2.4 Pengukuran Tingkat Kebisingan

Kebisingan di lingkungan dapat menimbulkan gangguan pendengaran dan gangguan sistemik yang dalam jangka waktu panjang dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan penurunan produktivitas pendengarnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemantauan dan deteksi dini tingkat kebisingan untuk pencegahan karena kerugian yang harus dibayarkan akibat kebisingan ini cukup besar (Gunara, 2019).

2.4.1 Alat *Sound Level Meter* (SLM)

Menurut (Leonardo, Suraidi, & Tanudjaya 2021) *Sound Level Meter* merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan, suara yang tak dikehendaki, atau yang dapat menyebabkan rasa sakit ditelinga. *Sound Level Meter* biasanya digunakan di lingkungan kerja seperti, industri penerbangan, lingkungan pabrik dan sebagainya. Selain itu *Sound Level Meter* juga dapat digunakan untuk memverifikasi persis berapa banyak tingkat suara yang telah berubah. Terdapat dua hal yang menentukan kualitas bunyi, yaitu :

1. Frekuensi Bunyi

Frekuensi adalah jumlah satuan getaran yang dihasilkan dalam satuan waktu (detik). Rentang frekuensi suara yang dapat di dengar telinga manusia berkisar 20 Hz–20.000 Hz. Suara percakapan manusia mempunyai frekuensi : 250 Hz–3000 Hz. Frekuensi suara < 20 Hz disebut *Infra Sound*. Sedangkan frekuensi suara > 20.000 Hz disebut *Ultra Sound*

2. Intensitas Bunyi

Intensitas bunyi adalah energi gelombang bunyi yang menembus permukaan bidang tiap satu satuan luas per-detiknya. Daya pendengaran telinga manusia terhadap gelombang bunyi bersifat logaritmis, sehingga para ilmuwan menyatakan mengukur intensitas bunyi tidak dalam watt/m² melainkan dalam satuan dB yang menyatakan Taraf Intensitas bunyi (TI).

Semua *Sound Level Meter* memiliki fitur pengukuran yang berbeda, terdapat metode pengukuran dengan pembobotan frekuensi A (dBA), C (dBC). Pembobotan

A (dBA) untuk merespon frekuensi yang biasa didengar oleh manusia (20 kHz), Pembobotan frekuensi C (dBC) untuk merespon frekuensi yang n oleh mesin pabrik (lingkungan industri). Pembobotan frekuensi Z (dBZ) pengukuran yang tidak melibatkan *filter* sama sekali atau bersifat linear.



Selain itu, terdapat juga pengaturan respon *detektor Fast* dan *Slow*, serta terdapat pengaturan jangkauan intensitas suara (dB) yang berbeda di setiap *Sound Level Meter*.

Alat ukur *Sound Level Meter* memiliki prinsip kerja sebagai berikut; Gelombang bunyi yang dikeluarkan oleh *buzzer* ditangkap oleh *sound microphone* sensor. Dalam *microphone*, gelombang tersebut akan menabrak diafragma dan diafragma akan bergetar sesuai dengan gelombang yang diterimanya. Sebuah kumparan kawat yang terdapat di bagian belakang diafragma akan ikut bergetar sesuai dengan getaran diafragma. Sebuah Magnet yang dikelilingi oleh kumparan tersebut akan menciptakan medan magnet seiring dengan gerakan kumparan. Pergerakan kumparan di medan magnet ini akan menimbulkan arus listrik bolak balik. Arus listrik yang dihasilkan kemudian diolah oleh *mikrokontroler* dan menghasilkan nilai taraf intensitas bunyi. Dalam pengukuran jarak dari sensor ke sumber bunyi digunakan prinsip pemantulan gelombang *ultasonik* untuk menemukan jarak yang sesuai (Nugroho & Haj, 2019).

2.4.2 Metode Pengukuran Tingkat Kebisingan

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996, Pengukuran tingkat kebisingan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. Cara Sederhana

Dengan sebuah *sound level meter* biasa diukur tingkat tekanan bunyi dB (A) selama 10 (sepuluh) menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 (lima) detik.

2. Cara Langsung

Dengan sebuah *integrating sound level meter* yang mempunyai fasilitas pengukuran LTM5, yaitu Leq dengan waktu ukur setiap 5 detik, dilakukan pengukuran selama 10 (sepuluh) menit.

Waktu pengukuran dilakukan selama aktifitas 24 jam (LSM) dengan cara pada siang hari tingkat aktifitas yang paling tinggi selama 16 jam (LS) pada selang waktu 06.00 – 22.00 dan aktifitas malam hari selama 8 jam (LM) pada selang 22.00 –

tiap pengukuran harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan jumlah paling sedikit 4 waktu pengukuran pada siang hari dan pada malam hari paling sedikit 3 waktu pengukuran.



Adapun prosedur pengukuran tingkat kebisingan lingkungan menurut SNI 8427:2017 sebagai berikut :

1. Pasang *integrating sound level meter* atau mikrofon pada *tripod*, arahkan mikrofon secara vertikal, atur ketinggian mikrofon 1,2 meter sampai dengan 1,5 meter dari lantai.
2. Sambungkan mikrofon ke *integrating sound level meter* dengan menggunakan kabel ekstensi jika diperlukan.
3. Pengukuran dilakukan pada *filter* pembobotan frekuensi A (*A-weighting*)
4. Set respon pembobotan waktu pada *fast* (*fast* = 125 ms)
5. Lakukan pengukuran selama 24 jam dengan 24 data dengan interval waktu 1 jam, pengukuran dilakukan selama 10 menit (LAeq)

2.5 Perhitungan Tingkat Kebisingan

Perhitungan tingkat kebisingan dapat dianalisis dengan cara membuat distribusi Frekuensi/tabel frekuensi dan menganalisis tingkat kebisingan dalam angka penunjuk seperti dibawah ini.

2.5.1 Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi atau tabel frekuensi adalah pengelompokan data ke dalam beberapa kelas dan kemudian dihitung banyaknya pengamatan yang masuk ke dalam tiap kelas. Dalam membuat distribusi frekuensi dihitung banyaknya interval kelas, nilai interval, tanda kelas/nilai tengah, dan frekuensi.

1. Range

Range (r) adalah jangkauan data yang diperoleh untuk membatasi data-data yang akan diolah. Adapun rumus *range* adalah sebagai berikut:

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

Dimana :

K = Banyaknya data

N = Jumlah data

2. Banyaknya Kelas

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

na :

= Banyaknya data

= Jumlah data



3. Interval Kelas

Interval kelas adalah interval yang diberikan untuk menetapkan kelas-kelas dalam distribusi. Banyaknya interval kelas dapat di analisis dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I = \frac{r}{k} \quad (3)$$

Dimana :

I = Interval

k = Banyaknya interval kelas

r = *Range* data

4. Nilai Tengah

Nilai tengah kelas adalah nilai yang terdapat di tengah interval kelas. Nilai tengah dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Titik Tengah} = \frac{BB-BA}{2} \quad (4)$$

Dimana :

BB = Batas bawah suatu interval kelas

BA = Batas atas suatu interval kelas

5. Frekuensi

Pada statistik “frekuensi” mengandung pengertian : Angka (bilangan) yang menunjukkan seberapa kali suatu variabel (yang dilambangkan dengan angka-angka itu) berulang dalam deretan angka tersebut; atau berapa kalikah suatu variabel (yang dilambangkan dengan angka itu) muncul dalam deretan angka tersebut.

2.5.2 Tingkat Kebisingan Dalam Angka Penunjuk

Pengukuran dengan sistem angka penunjuk yang paling banyak digunakan adalah angka penunjuk ekuivalen (*equivalent index* (Leq)). Angka penunjuk ekuivalen pada pengukuran tingkat kebisingan adalah tingkat kebisingan yang berubah-ubah (fluktuatif) yang diukur selama waktu tertentu, yang besarnya setara dengan tingkat

stabil (*steady*) yang diukur pada selang waktu yang sama.

Angka penunjuk yang banyak dipakai adalah angka penunjuk persentase.

Pengukuran ini menghasilkan angka tunggal yang menunjukkan persentase

yang mewakili tingkat kebisingan minoritas adalah kebisingan yang



muncul 10% dari keseluruhan data (Leq90).

Pengukuran dengan sistem angka penunjuk dapat dengan mudah dilakukan menggunakan SLM yang dilengkapi dengan sistem angka penunjuk. Namun demikian, saat ini masih dijumpai pula SLM yang sangat sederhana yang tidak memiliki sistem angka penunjuk, sehingga data yang dihasilkan terpaksa harus dicatat satu persatu untuk selanjutnya dilakukan pengukuran pada suatu lokasi selama satu jam. Direncanakan kebisingan yang muncul akan dicatat setiap detik secara manual. Maka selama masa pengukuran tersebut akan diperoleh 3600 angka tingkat kebisingan. Selanjutnya jumlah angka yang muncul diurutkan menurut kecil besarnya nilai. Pengukuran tingkat kebisingan dengan menggunakan metode statistik biasa, dapat dihitung tingkat kebisingan yang muncul sebanyak 1%, 10%, 50%, 90%, atau 99%.

1. Untuk Leq 90

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 10% dari data pengukuran (Leq₉₀) dengan persamaan :

$$\text{Nilai A} = 10\% \times N \quad (5)$$

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

Dimana :

10% = Hasil 90% pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai Leq}_{90} \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,1 \times I \times 100 \quad (6)$$

Dimana :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ = Jumlah % sebelum 90

B₁ = % setelah 90

$$\text{Leq}_{90} = I_0 + X \quad (7)$$

Dimana :

I₀ = Interval akhir

X = Jumlah data yang tidak diketahui

Leq 50 :

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 50% dari data pengukuran

50) dengan persamaan :

$$\text{Nilai A} = 50\% \times N \quad (8)$$



Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

Dimana:

50% = Hasil 50% pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai Leq}_{50} \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,5 \times I \times 100 \quad (9)$$

Dimana :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ = Jumlah % sebelum 50

B₁ = % setelah 50

$$\text{Leq}_{50} = I_0 + X \quad (10)$$

Dimana :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

3. Untuk Leq 1

$$\text{Nilai A} = 99\% \times N \quad (11)$$

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari dimana:

1% = Hasil 99% pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai Leq}_1 \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,99 \times I \times X \quad (12)$$

Dimana :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ = Jumlah % sebelum 1

B₁ = % setelah 1

$$\text{Leq}_1 = I_0 + X \quad (13)$$

Dimana :

I₀ = Interval akhir

4. Untuk Leq 10

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 90% dari data pengukuran

o) dengan persamaan :

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

A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari



Dimana :

10% = Hasil 90% pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai Leq}_{10} \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,9 \times I \times 100 \quad (15)$$

Dimana :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ = Jumlah % sebelum 10

B₁ = % setelah 10

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

Dimana :

I₀ = Interval akhir

5. Untuk Leq 99

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 1% dari data pengukuran (Leq₉₉) dengan persamaan :

$$\text{Nilai A} = 1\% \times N \quad (17)$$

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

Dimana :

1% = Hasil pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai Leq}_{99} \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,1 \times I \times 100 \quad (18)$$

Dimana :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ = Jumlah % sebelum 99

B₁ = % setelah 99

$$\text{Leq}_{99} = I_0 + X \quad (19)$$

Dimana :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

κ LAeq

$$\text{Aeq} = \text{Leq}_{50} + 0,43 (\text{Leq}_1 - \text{Leq}_{50}) \quad (20)$$

angan :

= Tingkat kebisingan ekivalen



Leq_{50} = Angka penunjuk kebisingan 50%

Leq_1 = Angka penunjuk kebisingan 1%

7. Untuk Leq_{day}

$$Leq_{day} = 10 \log(10) \times \frac{1}{jam \text{ perhari}} \times 10^{(L_{aeq}_{10}^1)} + 10^{(L_{aeq}_{10}^2)} \quad (21)$$

2.6 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).

2.7 Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2018

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



Jepang. Bentuk dari model ASJ-RTN juga digunakan untuk desain dan pemeliharaan lingkungan (pengukuran pengurangan kebisingan) dan irakan lokasi kebisingan yang tepat selama pengawasan lingkungan (i 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).

2.8 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.

$$\text{RMSE} = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{(\hat{Y}_i - Y_i)^2}}{n} \quad (22)$$

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)

2.9 Pemetaan Tingkat Kebisingan

Pemetaan kebisingan adalah suatu sketsa peta wilayah yang berwarna sesuai dengan tingkat kebisingan di daerah yang diukur tingkat kebisingannya. Tingkat kebisingan dapat ditunjukkan oleh garis kontur yang menunjukkan batas-batas antara tingkat kebisingan yang berbeda di suatu wilayah. Tingkat kebisingan di



lokasi *sampling* akan berbeda. Hal ini dikarenakan karena adanya n banyaknya transportasi yang lalu lalang di sekitar lokasi. Tingginya ebisingan berada pada jam-jam puncak karena banyaknya aktivitas lalu nsportasi (Prihatiningsih & Rahmawati, 2019).

Noise mapping atau peta kontur kebisingan dibuat untuk menggambarkan letak relatif dari seluruh titik pengukuran kebisingan, *noise mapping* kemudian akan dipetakan tingkat dan persebarannya menurut 8 arah mata angin kedalam bentuk gambar (Anggraini et al., 2021).

Pemetaan tingkat kebisingan berdasarkan metode *noise mapping* merupakan pemetaan kebisingan yang menggambarkan pola tingkat kebisingan pada suatu lingkup wilayah. Dalam bidang industri biasanya *noise mapping* digunakan untuk memprediksi pola distribusi kebisingan di sekitar pabrik, yang bertujuan untuk merancang langkah-langkah untuk mengontrol dan mengurangi penyebaran kebisingan dan dengan demikian memenuhi undang-undang kebisingan yang berlaku (Sasmita et all, 2021).

