

**TESIS**

**MODEL PREDIKSI TINGKAT KEBISINGAN LALU LINTAS  
HETEROGEN PADA JALUR PUTAR BALIK ARAH DI KOTA  
MAKASSAR**

**HETEROGENEOUS TRAFFIC NOISE PREDICTION MODEL AT U-  
TURNS IN MAKASSAR CITY**

**NURUL AZIZAH SYAFRUDDIN**

**D092202008**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2023**

**TESIS**

**MODEL PREDIKSI TINGKAT KEBISINGAN LALU LINTAS  
HETEROGEN PADA JALUR PUTAR BALIK ARAH DI KOTA  
MAKASSAR**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelas Magisterr  
Program Studi Teknik Lingkungan

Disusun dan diajukan oleh

**NURUL AZIZAH SYAFRUDDIN  
D092202008**

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Nurul Azizah Syafruddin  
Nomor Mahasiswa : D092202008  
Program Studi : Teknik Lingkungan

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis berjudul “Model Prediksi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Heterogen Pada Jalur Putar Balik Arah Di Kota Makassar” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi Pembimbing Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T. dan Prof .Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., IPM., ASEAN Eng. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. 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 tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Prosiding The 6<sup>th</sup> EPI International Conference on Science and Engineering (EICSE) 2022 sebagai artikel dengan judul “Road Traffic Noise Prediction Model at the U-Turns on A.P. Pettarani”

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 21 Agustus 2023

Yang menyatakan



Nurul Azizah Syafruddin

# TESIS

## MODEL PREDIKSI TINGKAT KEBISINGAN LALU LINTAS HETEROGEN PADA JALUR PUTAR BALIK ARAH DI KOTA MAKASSAR

**NURUL AZIZAH SYAFRUDDIN**  
**D092202008**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 18 Juli 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., IPM., ASEAN.Eng  
NIP. 197309262000121002

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., IPM., ASEAN.Eng  
NIP. 197309262000121002

Ketua Program Studi  
S2 Teknik Lingkungan



Dr. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T  
NIP. 197506232015042001

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil‘alamin. Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahuwata’ala atas nikmat, kesempatan, kekuatan, dan izin-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“MODEL PREDIKSI TINGKAT KEBISINGAN LALU LINTAS HETEROGEN PADA JALUR PUTAR BALIK ARAH DI KOTA MAKASSAR”**. Shalawat beriring salam kepada Rasulullah Shallallahu;alaihiwasallam beserta keluarga dan para sahabat yang telah yang telah mengantarkan umat manusia dari peradaban hidup yang jahiliyah menuju pada peradaban hidup yang modern.

Tugas akhir ini penulis susun guna memenuhi salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan studi program Studi Magister Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa bimbingan, dukungan, semangat, dan doa dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih yang tak pernah hentinya penulis ucapkan kepada kedua orang tua yakni Ayah Syafruddin, S.Pd., M.M, Ibu Andriana, S.Pd., M.M, dan suami yakni Fahrul Islam, ST. atas cinta, kasih sayang, nasehat, dukungan, dan doanya yang tak pernah putus.

Penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Roslinda Ibrahim, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Lingkungan
2. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T, selaku Pembimbing I, yang selalu meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan masukan selama penyelesaian tesis ini.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng., selaku Pembimbing II yang selalu meluangkan waktu membimbing dan memberikan masukan selama penyelesaian tesis ini.
4. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Departemen Teknik Lingkungan atas ilmu yang telah dibagikan kepada penulis selama kurang lebih dua tahun.
5. Seluruh staff dan karyawan Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu dalam proses admininstrasi.

Dalam penulisan tesis ini penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir

ini masih jauh dari kesempurnaan dengan adanya kekurangan-kekurangan mengingat keterbatasan kemampuan yang penulis miliki. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai masukan demi penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat.

Gowa, Juli 2023

Penulis,

**Nurul Azizah Syafruddin**

**D092202008**

## ABSTRAK

**NURUL AZIZAH SYAFRUDDIN.** *Model Prediksi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Heterogen Pada Jalur Putar Balik Arah Di Kota Makassar* (dibimbing oleh **Muralia Hustim, Muhammad Isran Ramli**)

Semakin meningkat intensitas arus kendaraan maka timbul beberapa permasalahan transportasi yaitu terjadinya kemacetan di beberapa ruas jalan yang disebabkan oleh beberapa faktor antara lain antrian kendaraan pada jalur putar balik arah (*u-turn*). PBA dapat menimbulkan padatnya kendaraan oleh antrian yang panjang sehingga menimbulkan kemacetan. Semakin padatnya kendaraan, semakin tinggi tingkat kebisingan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengembangkan model ASJ-RTN 2008 pada prediksi tingkat kebisingan lalu lintas pada jalur putar balik arah. Penelitian dilaksanakan pada 18 titik pengukuran putar balik arah. Pengukuran dilakukan selama 10 menit tiap jamnya selama 12 jam.

Dari hasil penelitian rata-rata tingkat kebisingan lalu lintas pada seluruh titik pengamatan Jalan AP. Pettarani yaitu 87,49 dB, rata-rata tingkat kebisingan pada titik pengamatan Jalan Letjen Hertasning yaitu 79,83 dB, rata-rata tingkat kebisingan pada titik pengamatan Jalan Sultan Alauddin yaitu 80,63 dB, rata-rata tingkat kebisingan pada titik pengamatan Jalan Veteran yaitu 79,41 dB. Berdasarkan Pedoman Kementrian PU no. 13 tahun 2003, nilai tersebut melampaui batasan teknis kapasitas lingkungan. Pada model ASJ-RTN 2008 prediksi tingkat kebisingan tidak memperhitungkan suara klakson. Maka setelah ditambahkan persamaan model dengan penambahan bunyi klakson didapatkan nilai RMSE pada Jalan AP. Pettarani yaitu 5,4, Jalan Letjen Hertasning yaitu 0,6, Jalan Sultan Alauddin yaitu 0,1, dan Jalan Veteran yaitu 0,5. Prediksi tingkat kebisingan dengan penambahan bunyi klakson pada Jalan AP. Pettarani penambahannya hanya 0,3 disebabkan karena jumlah lajur yang lebih banyak dan lebar jalur yang lebih luas dibandingkan jalan lain sehingga klakson dapat direduksi oleh kondisi tersebut.

**Kata Kunci:** Kebisingan lalu lintas, PBA, ASJ-RTN 2008

## ABSTRACT

**NURUL AZIZAH SYAFRUDDIN.** Heterogeneous Traffic Noise Prediction Model At U-Turns In Makassar City (supervised by **Muralia Hustim, Muhammad Isran Ramli**)

As the intensity of vehicle flow increases, several transportation problems arise namely congestion on several roads caused by several factors, including vehicle queues at u-turn lanes. U-turn can cause congestion of vehicles by long lines that cause congestion. The denser the vehicle, the higher the noise level.

This research aims to analyze and predict the noise level at u-turns. This research was conducted at 18 u-turns measurement points. Measurements were taken for 10 minutes every hour for 12 hours by using SLM.. Noise level prediction is calculated by using the ASJ-RTN 2008 model.

The research results show the average traffic noise level at all observation points of AP Pettarani is 87.49 dB, Letjen Hertasning is 79.83 dB, Sultan Alauddin is 80.63 dB, and Veteran is 79.41 dB. Based on the Ministry of Public Works Guideline No. 13 of 2003, this values exceed the technical limits of environmental capacity. On the ASJ-RTN 2008 model, noise level prediction did not calculate the horn of vehicle. After adding the model equation with added horn sound, the RMSE value on Jalan AP. Pettarani is 5.4, Jalan Letjen Hertasning is 0.6, Jalan Sultan Alauddin is 0.1, and Jalan Veteran is 0.5. Noise level prediction with added horn sound on Jalan AP. Pettarani the addition is only 0.3 due to the greater number of lanes and wider lane width compared to other roads so that the horn can be reduced by these conditions.

**Keywords:** Road traffic noise, u-turn, ASJ-RTN 20



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
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
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Kendaraan.....	5
2.2. Jalan.....	5
2.3. Bukaan Median.....	8
2.4. Kebisingan.....	9
2.4.1 Pengertian Kebisingan .....	9
2.4.2 Jenis-jenis Kebisingan .....	10
2.4.3 Kebisingan Akibat Lalu Lintas .....	11
2.4.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas	12
2.4.5 Zona Kebisingan .....	12
2.4.6 Baku Mutu Kebisingan .....	13
2.4.7 Dampak Kebisingan.....	15
2.5. Pengukuran Tingkat Kebisingan .....	16
2.5.1 Metode Pengukuran .....	16
2.5.2 Alat Pengukuran Tingkat Kebisingan.....	17
2.6. Perhitungan Tingkat Kebisingan .....	18
2.6.1 Distribusi Frekuensi .....	18

2.6.2	Tingkat Kebisingan Equivalent	19
2.7.	Fortran	22
2.8.	Model Prediksi Kebisingan ASJ RTN 2008	23
2.9.	Persamaan Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008	23
2.10.	Persamaan Model ASJ-RTN 2008 Dengan Penambahan Bunyi Klakson	25
2.11.	Pemetaan Tingkat Kebisingan	26
2.12.	Penelitian Terdahulu	28
BAB III METODE PENELITIAN		30
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.2.	Alat Penelitian	38
3.3.	Metode Penelitian	39
3.4.	Analisis Data	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1.	Gambaran Umum	47
4.2.	Hasil Pengukuran	47
4.2.1.	Volume Lalu Lintas	47
4.2.2.	Tingkat Kebisingan	53
4.2.3.	Prediksi Tingkat Kebisingan	68
4.2.4.	Pemetaan Pola Penyebaran Tingkat Kebisingan	89
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		94
5.1	Kesimpulan	94
5.2	Saran	95
DAFTAR PUSTAKA		96
LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Sketsa PBA Titik 1 Jl. AP. Pettarani .....	30
<b>Gambar 2.</b> Sketsa PBA Titik 2 Jl. AP. Pettarani .....	31
<b>Gambar 3.</b> Sketsa PBA Titik 3 Jl. AP. Pettarani .....	31
<b>Gambar 4.</b> Sketsa PBA Titik 4 Jl. AP. Pettarani .....	31
<b>Gambar 5.</b> Sketsa PBA Titik 5 Jl. AP. Pettarani .....	32
<b>Gambar 6.</b> Sketsa PBA Titik 6 Jl. AP. Pettarani .....	32
<b>Gambar 7.</b> Sketsa PBA Titik 1 Jl. Letjen Hertasning .....	33
<b>Gambar 8.</b> Sketsa PBA Titik 2 Jl. Letjen Hertasning .....	33
<b>Gambar 9.</b> Sketsa PBA Titik 3 Jl. Letjen Hertasning .....	33
<b>Gambar 10.</b> Sketsa PBA Titik 4 Jl. Letjen Hertasning .....	34
<b>Gambar 11.</b> Sketsa PBA Titik 1 Jl. Sultan Alauddin.....	34
<b>Gambar 12.</b> Sketsa PBA Titik 2 Jl. Sultan Alauddin.....	35
<b>Gambar 13.</b> Sketsa PBA Titik 3 Jl. Sultan Alauddin.....	35
<b>Gambar 14.</b> Sketsa PBA Titik 4 Jl. Sultan Alauddin.....	35
<b>Gambar 15.</b> Sketsa PBA Titik 1 Jl. Veteran .....	36
<b>Gambar 16.</b> Sketsa PBA Titik 2 Jl. Veteran .....	36
<b>Gambar 17.</b> Sketsa PBA Titik 3 Jl. Veteran .....	37
<b>Gambar 18.</b> Sketsa PBA Titik 4 Jl. Veteran .....	37
<b>Gambar 19.</b> Alat Penelitian .....	38
<b>Gambar 20.</b> Metode Pengukuran .....	40
<b>Gambar 21.</b> Diagram Alir Perhitungan Nilai Tingkat Kebisingan .....	43
<b>Gambar 22.</b> Metode Perhitungan Hasil Prediksi.....	45
<b>Gambar 23.</b> Grafik volume lalu lintas Jalan AP. Pettarani .....	48
<b>Gambar 24.</b> Grafik volume lalu lintas Jalan Letjen Hertasning .....	50
<b>Gambar 25.</b> Grafik volume lalu lintas Jalan Sultan Alauddin.....	51
<b>Gambar 26.</b> Grafik volume lalu lintas Jalan Veteran.....	53
<b>Gambar 27.</b> Grafik Tingkat Kebisingan Titik Pengamatan Pettarani 1 .....	55
<b>Gambar 28.</b> Grafik Tingkat Kebisingan Titik Pengamatan Pettarani 2.....	56
<b>Gambar 29.</b> Batasan Teknis L10 .....	57
<b>Gambar 30.</b> LAeq tiap titik pengamatan Jalan AP. Pettarani .....	57

<b>Gambar 31.</b> Grafik Tingkat Kebisingan Titik Pengamatan Hertasning 1 ..	59
<b>Gambar 32.</b> Batasan Teknis L10 .....	60
<b>Gambar 33.</b> LAeq tiap titik pengamatan Jalan Letjen Hertasning .....	60
<b>Gambar 34.</b> Grafik Tingkat Kebisingan Titik Pengamatan Sultan Alauddin 1.....	62
<b>Gambar 35.</b> Batasan Teknis L10 .....	63
<b>Gambar 36.</b> LAeq tiap titik pengamatan Jalan Sultan Alauddin .....	64
<b>Gambar 37.</b> Grafik Tingkat Kebisingan Titik Pengamatan Veteran 1 .....	65
<b>Gambar 38.</b> Batasan Teknis L10 .....	66
<b>Gambar 39.</b> LAeq tiap titik pengamatan Jalan Veteran.....	67
<b>Gambar 40.</b> Peta Sebaran Tingkat Kebisingan Pengukuran Jalan AP. Pettarani.....	90
<b>Gambar 41.</b> Peta Sebaran Tingkat Kebisingan Pengukuran Jalan Letjen Hertasning .....	91
<b>Gambar 42.</b> Peta Sebaran Tingkat Kebisingan Pengukuran Jalan Sultan Alauddin.....	92
<b>Gambar 43.</b> Peta Sebaran Tingkat Kebisingan Pengukuran Jalan Veteran	93

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Baku Tingkat Kebisingan Sesuai dengan Peruntukan Lahan.....	14
<b>Tabel 2.</b> Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan .....	15
<b>Tabel 3.</b> Koefisien Regresi a dan b untuk arus lalu lintas steady dan unsteady.....	23
<b>Tabel 4.</b> Penelitian Terdahulu.....	28
<b>Tabel 5.</b> Data input ruas prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan AP. Pettarani .....	69
<b>Tabel 6.</b> Data input u-turn prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan AP. Pettarani .....	69
<b>Tabel 7.</b> Data output ruas prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan AP. Pettarani .....	70
<b>Tabel 8.</b> Data output ruas prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan AP. Pettarani .....	70
<b>Tabel 9.</b> Perbandingan tingkat kebisingan hasil pengukuran dan tingkat kebisingan hasil prediksi ASJ-RTN 2008 Jalan AP. Pettarani .....	71
<b>Tabel 10.</b> Data input klakson prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan AP. Pettarani .....	73
<b>Tabel 11.</b> Perbandingan tingkat kebisingan hasil pengukuran dan tingkat kebisingan hasil prediksi ASJ-RTN 2008 menggunakan klakson Jalan AP. Pettarani.....	73
<b>Tabel 12.</b> Perbandingan tingkat kebisingan hasil prediksi tanpa bunyi klakson dan penambahan bunyi klakson Jalan AP. Pettarani .....	74
<b>Tabel 13.</b> Data input ruas prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Letjen Hertasning.....	75
<b>Tabel 14.</b> Data input u-turn prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Letjen Hertasning .....	75
<b>Tabel 15.</b> Data output ruas prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Letjen Hertasning .....	76
<b>Tabel 16.</b> Data output u-turn prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Letjen Hertasning .....	76

<b>Tabel 17.</b> Perbandingan tingkat kebisingan hasil pengukuran dan tingkat kebisingan hasil prediksi ASJ-RTN 2008 Jalan Letjen Hertasning .....	77
<b>Tabel 18.</b> Data input klakson prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Letjen Hertasning .....	78
<b>Tabel 19.</b> Perbandingan tingkat kebisingan hasil pengukuran dan tingkat kebisingan hasil prediksi ASJ-RTN 2008 menggunakan klakson Jalan Letjen Hertasning .....	78
<b>Tabel 20.</b> Perbandingan tingkat kebisingan hasil prediksi tanpa bunyi klakson dan penambahan bunyi klakson Jalan Letjen Hertasning .....	79
<b>Tabel 21.</b> Data input ruas prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Sultan Alauddin .....	79
<b>Tabel 22.</b> Data input u-turn prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Sultan Alauddin.....	80
<b>Tabel 23.</b> Data output ruas prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Sultan Alauddin .....	80
<b>Tabel 24.</b> Data output u-turn prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Sultan Alauddin.....	81
<b>Tabel 25.</b> Perbandingan tingkat kebisingan hasil pengukuran dan tingkat kebisingan hasil prediksi ASJ-RTN 2008 Jalan Sultan Alauddin.....	81
<b>Tabel 26.</b> Data input klakson prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Sultan Alauddin.....	82
<b>Tabel 27.</b> Perbandingan tingkat kebisingan hasil pengukuran dan tingkat kebisingan hasil prediksi ASJ-RTN 2008 menggunakan klakson Jalan Sultan Alauddin.....	83
<b>Tabel 28.</b> Perbandingan tingkat kebisingan hasil prediksi tanpa bunyi klakson dan penambahan bunyi klakson Jalan Sultan Alauddin .....	83
<b>Tabel 29.</b> Data input ruas prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Veteran.....	84
<b>Tabel 30.</b> Data input u-turn prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Veteran .....	84
<b>Tabel 31.</b> Data output ruas prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Veteran .....	85

<b>Tabel 32.</b> Data output u-turn prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Veteran .....	85
<b>Tabel 33.</b> Perbandingan tingkat kebisingan hasil pengukuran dan tingkat kebisingan hasil prediksi ASJ-RTN 2008 Jalan Veteran .....	86
<b>Tabel 34.</b> Data input klakson ruas prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Fortran 95 Jalan Veteran .....	87
<b>Tabel 35.</b> Perbandingan tingkat kebisingan hasil pengukuran dan tingkat kebisingan hasil prediksi ASJ-RTN 2008 menggunakan klakson Jalan Veteran .....	87
<b>Tabel 36.</b> Perbandingan tingkat kebisingan hasil prediksi tanpa bunyi klakson dan penambahan bunyi klakson Jalan Veteran .....	88
<b>Tabel 37.</b> Perbandingan tingkat kebisingan hasil prediksi tanpa bunyi klakson dan penambahan bunyi klakson seluruh titik pengukuran .....	88

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Transportasi di masyarakat adalah salah satu faktor penting yang mendukung mobilisasi atau pergerakan kehidupan manusia. Tanpa kendaraan aktifitas manusia akan menjadi terganggu. Transportasi terbagi menjadi tiga jenis, yaitu transportasi darat, air, dan udara. Transportasi darat tentunya tidak lepas dari adanya kendaraan bermotor.

Berkembangnya suatu negara di bidang transportasi ditandai dengan semakin meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, termasuk di Indonesia. Kota Makassar merupakan salah satu kota di Indonesia dengan jumlah penduduk yang telah mencapai 1.571.814 jiwa pada tahun 2022 dengan penambahan 16.726 jiwa dari tahun sebelumnya (BPS Provinsi Sulsel, 2022).

Pertumbuhan penduduk yang meningkat akan diikuti dengan pertumbuhan kepemilikan kendaraan demi kebutuhan transportasi. Berdasarkan data Samsat Makassar, jumlah kendaraan pada tahun 2020 tercatat 1.659.067 unit atau bertambah 42.656 unit dibandingkan tahun 2019. Adapun pada tahun 2018 jumlah kendaraan bermotor berkisar 1.553.546 unit (Samsat Kota Makassar), dalam dua tahun terakhir tercatat penambahan sebanyak 105.511 unit. Kepemilikan kendaraan pribadi baik sepeda motor maupun mobil di Sulawesi Selatan setiap tahun meningkat. Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa pertumbuhan bermotor menjadi salah satu pemicu kemacetan di Kota Makassar karena laju pertumbuhan kendaraan bermotor tidak sebanding dengan ketersediaan ruang jalan.

Meningkatnya arus kendaraan menimbulkan beberapa permasalahan transportasi, baik yang bersifat sementara (periodik) maupun rutin (permanen). Kondisi ini disebabkan oleh faktor hambatan seperti kendaraan parkir di bahu jalan, terjadinya panjang antrian di tempat tertentu seperti di persimpangan dan di bukaan median yang digunakan sebagai ruang putar balik arah. Jalan perkotaan selalu memiliki pembatas yang membagi setiap



arah, yang disebut median jalan. Pemasangan median jalan dapat diterapkan pada semua kondisi jalan baik jalan bebas hambatan, jalan arteri, jalan kolektor, dan jalan lokal (Muh. Arif, 2018).

Fungsi pokok dari median jalan yaitu sebagai pemisah arus lalu lintas yang bergerak pada arah berlawanan, pereduksi area konflik kendaraan, dan juga sebagai pengubah kecepatan kendaraan pada lajur perlambatan/percepatan untuk lalu lintas belok kanan dan putar balik arah. Sebagai bagian dari perencanaan median, bukaan median disediakan sebagai ruang bagi pengemudi merotasi arah pergerakan kendaraan atau disebut gerakan putar balik arah disingkat menjadi gerakan PBA (Rani, 2021). Gerakan PBA di bukaan median seringkali mengganggu pergerakan lalu lintas menerus di ruas jalan karena saat tiba di bukaan, kendaraan yang akan putar balik arah harus menunggu tersedianya radius perputaran yang cukup untuk melakukan gerakan manuver (Sano dalam Rani, 2021). Hal tersebut akan menimbulkan terjadinya kepadatan kendaraan akibat antrian yang panjang sehingga menimbulkan kemacetan. Permasalahan yang ditimbulkan pada pergerakan kendaraan PBA tidak hanya kemacetan tetapi juga masalah lingkungan seperti meningkatnya polusi udara dan polusi suara atau kebisingan.

Studi terdahulu menunjukkan tingkat kebisingan pada PBA di beberapa jalan Kota Makassar yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan, dimana tingkat kebisingan pada PBA Jalan Perintis Kemerdekaan sebesar 81,27 dB, PBA Jalan Sultan Alauddin 80,23 dB, PBA Jalan Urip Sumoharjo 80,79 dB, dan PBA Jalan Tun Abd. Razak sebesar 80,84 dB (Nurul, 2019). Nilai tingkat kebisingan pada putar balik arah lebih tinggi jika dibandingkan dengan tingkat kebisingan pada jalur ruas jalan, karena terjadinya gerakan kendaraan melambat yang mengakibatkan tumpukan kendaraan pada putar balik arah. Selain itu, volume kendaraan yang semakin meningkat dari tahun sebelumnya tentunya menyebabkan perubahan intensitas kebisingan yang mempengaruhi dan mengganggu lingkungan masyarakat sekitar. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan analisis

pada tingkat kebisingan Kota Makassar dan membuat suatu model prediksi kebisingan pada jalur PBA.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis akan melakukan penelitian dengan judul **“Model Prediksi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Heterogen pada Jalur Putar Balik Arah di Kota Makassar”**.

## **1.2. Rumusan Masalah**

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

- 1) Bagaimana karakteristik tingkat kebisingan lalu lintas pada jalur Putar Balik Arah (PBA) di Kota Makassar?
- 2) Bagaimana pengembangan model ASJ-RTN 2008 pada prediksi tingkat kebisingan lalu lintas pada jalur Putar Balik Arah (PBA) di Kota Makassar?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

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

- 1) Menganalisis karakteristik tingkat kebisingan lalu lintas pada jalur Putar Balik Arah (PBA) di Kota Makassar.
- 2) Mengembangkan model ASJ-RTN 2008 pada prediksi tingkat kebisingan lalu lintas pada jalur Putar Balik Arah (PBA) di Kota Makassar

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1) Mengetahui karakteristik tingkat kebisingan lalu lintas pada jalur Putar Balik Arah (PBA) di Kota Makassar.
- 2) Mengetahui pengembangan model ASJ-RTN 2008 pada prediksi tingkat kebisingan lalu lintas pada jalur Putar Balik Arah (PBA) di Kota Makassar

- 3) Sebagai informasi kepada pemerintah dan masyarakat tentang tingkat kebisingan yang ada sehingga pemerintah dan masyarakat dapat bekerjasama dalam melakukan pengendalian kebisingan.

### **1.5. Ruang Lingkup**

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

- 1) Kebisingan yang dianalisis berasal dari lalu lintas kendaraan pada jalur putar balik arah (u-turn) berdasarkan klasifikasi tipe jalan
- 2) Kendaraan yang disurvei adalah sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV)

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **3.1. Kendaraan**

Kendaraan yang menjadi objek penelitian adalah sepeda motor (*Motorcycle*), kendaraan ringan (*Light Vehicle*) dan kendaraan berat (*Heavy Vehicle*). Kendaraan Berat (*Heavy Vehicle*), dimana kendaraan berat adalah kendaraan bermotor dengan roda lebih dari empat meliputi bus, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi, kendaraan ringan adalah kendaraan bermotor yang ber as dua dengan empat roda dan dengan jarak as 2,0 - 3,0 meter. Kendaraan yang tergolong dalam kendaraan ringan meliputi mobil penumpang, *microbus*, *pick up*, dan truk kecil, dan Sepeda Motor (*Motorcycle*) Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda yang meliputi sepeda motor dan kendaraan roda tiga.

Menurut UU No. 22 Tahun 2009, kendaraan adalah suatu sarana angkut di jalan yang terdiri atas kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor. Setiap kendaraan yang digerakkan oleh mesin selain kendaraan yang berjalan di atas rel disebut kendaraan bermotor. Sedangkan kendaraan tidak bermotor adalah kendaraan yang tidak menggunakan mesin sebagai penggerak melainkan menggunakan tenaga manusia maupun hewan. Kendaraan digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari seperti mempermudah untuk menempuh jarak yang jauh dalam waktu yang singkat.

#### **3.2. Jalan**

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah no. 34 tahun 2006, fungsi jalan dibedakan menurut sifat dan pergerakan pada lalu lintas dan angkutan jalan. Berdasarkan fungsinya, jalan terdiri atas:

#### 1. Jalan Arteri

- a. Jalan arteri primer merupakan jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Di desain berdasarkan kecepatan paling rendah 60 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 meter. Kapasitas jalan harus lebih besar dibandingkan volume rata – rata lalu lintas. Lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal, dan kegiatan lokal. Jalan arteri primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.
- b. Jalan arteri sekunder menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Di desain berdasarkan kecepatan paling rendah 30 (tiga puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 (sebelas) meter. Kapasitas jalan harus lebih besar daripada volume lalu lintas rata – rata. Pada jalan arteri sekunder lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

#### 2. Jalan Kolektor

- a. Jalan kolektor primer menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Di desain berdasarkan kecepatan paling rendah 40 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 9 meter. Kapasitas jalan harus lebih besar dari volume lalu lintas rata – rata. Jalan kolektor primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.

- b. Jalan kolektor sekunder menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Di desain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 (dua puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 9 (sembilan) meter. Kapasitas jalan harus lebih besar daripada volume lalu lintas rata – rata. Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

### 3. Jalan Lokal

- a. Jalan lokal primer menghubungkan kegiatan nasional dengan kegiatan lingkungan. Kecepatan paling rendah adalah 20 kilometer per jalan dengan ukuran lebar badan jalan 7,5 meter. Jalan ini tak boleh terputus pada area pedesaan.
- b. Jalan lokal sekunder menghubungkan kawasan sekunder kesatu, kedua, dan ketiga dengan kawasan perumahan. Kecepatan paling rendah 10 kilometer per jam dengan ukuran lebar badan jalan 7,5 meter.

### 4. Jalan Lingkungan

- a. Jalan lingkungan primer menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan pedesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan pedesaan. Di desain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 15 (lima belas) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 6,5 (enam koma lima) meter. Jalan lingkungan primer yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan roda tiga atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 3,5 (tiga koma lima) meter.
- b. Jalan lingkungan sekunder menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan. Di desain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 (sepuluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 6,5 (enam koma lima) meter. Jalan lingkungan primer yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan roda tiga atau lebih harus

mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 3,5 (tiga koma lima) meter.

Menurut Undang – Undang no.22 tahun 2009, jalan dikelompokkan menjadi beberapa kelas berdasarkan fungsi jalan tersebut, intensitas Lalu Lintas, dan daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat beserta dimensi kendaraan bermotor. Pengelompokkan kelas jalan terdiri atas :

1. Jalan Kelas 1

Jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar < 2.500 mm, ukuran panjang < 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat 10 ton;

2. Jalan Kelas II

Jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar < 2.500 mm, ukuran panjang < 12.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton;

3. Jalan Kelas III

Jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar < 2.100 mm, ukuran panjang < 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton; dan

4. Jalan Kelas Khusus

Jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar > 2.500 mm, ukuran panjang > 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

### **3.3. Buka Median**

Median jalan adalah suatu pemisah fisik jalur lalu lintas yang berfungsi untuk menghilangkan konflik lalu lintas dari arah yang berlawanan, sehingga pada gilirannya akan meningkatkan keselamatan lalu lintas. Median jalan direncanakan dengan tujuan untuk meningkatkan

keselamatan, kelancaran dan kenyamanan bagi pemakai jalan maupun lingkungan. Median jalan berfungsi sebagai berikut :

1. Memisahkan dua arah lalu lintas yang berlawanan arah
2. Untuk menghalangi lalu lintas belok kanan
3. Lapak tunggu bagi penyeberang jalan

Median jalan dalam fungsinya dikembangkan lagi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan fasilitas lalu lintas. Salah satu pergerakan pengguna jalan yang membutuhkan fasilitas median adalah pergerakan memutar balik (U-turn). Putaran balik adalah gerak lalu lintas kendaraan untuk berputar kembali atau berbelok 180°. Seringkali kendaraan harus menunggu di lampu merah atau mengambil jalur yang lebih jauh untuk melakukan putaran balik. Untuk memfasilitasi kebutuhan tersebut maka dirancanglah bukaan pada median. Spesifikasi tentang Bukaan Pemisah Jalur mengatur bagaimana syarat sebuah pemisah jalur (median) dapat dibuat bukaan. (SNI 2444:2008 dalam Muh. Arif, 2018)

### **3.4. Kebisingan**

#### **2.4.1 Pengertian Kebisingan**

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup yang dimaksud dengan kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan atau semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat- alat proses produksi dan atau alat-alat kerja pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran (Kep.Men48/MEN.LH/11/1996 ).

Kebisingan dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi PER.13/MEN/X/2011 Tahun 2011 menyebutkan bahwa kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan/atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan 6 Nomor 718/Menkes/Per/XI/1987, kebisingan dapat



diartikan sebagai terjadinya bunyi yang tidak diinginkan sehingga mengganggu dan atau dapat membahayakan kesehatan.

Kebisingan atau polusi suara (Noise Pollution) sering disebut sebagai suara atau bunyi-bunyian yang tidak dikehendaki atau dapat diartikan pula sebagai suara yang salah pada tempat dan waktu yang salah. Kebisingan merupakan salah satu penyebab utama timbulnya gangguan kesehatan bagi para pekerja maupun masyarakat di sekitar tempat bekerja dan seringkali menimbulkan protes dan kemarahan warga yang bertempat tinggal di dekat sumber kebisingan. Sumber kebisingan dapat berasal dari kendaraan bermotor, kawasan industri atau pabrik, pesawat terbang, kereta api, tempat umum, dan niaga. (Chandra dalam Maitsa, 2018).

#### 2.4.2 Jenis-jenis Kebisingan

Jenis-jenis kebisingan menurut Buchari (2007) dalam Mahaputra (2018) terbagi berdasarkan sifat dan spectrum frekuensi bunyi, yaitu:

- 1) Kebisingan kontinu dengan spectrum frekuensi yang luas (steady state, wide band noise) dan relatif tetap dalam batas kurang lebih 5 dB dengan periode 0,5 detik secara berturut-turut. Misalnya mesin-mesin produksi, dapur pijar, dan lain-lain.
- 2) Kebisingan kontinu dengan spektrum frekuensi sempit (steady state, narrow band noise) dan berada pada frekuensi 500, 1000, dan 4000 Hz. Misalnya gergaji serkuler, katup gas, dan lain-lain.
- 3) Kebisingan terputus-putus (intermittent/interupted noise) adalah kebisingan dimana suara mengeras dan kemudian melemah secara perlahan-lahan dan memiliki fluktuasi intensitas tidak lebih dari 6 dB. Misalnya lalu lintas, suara kapal terbang, dan lain-lain.
- 4) Kebisingan Impulsif (impact or impulsive noise) adalah kebisingan yang datangnya tidak secara terus-menerus, akan tetapi sepotong-potong namun memiliki perubahan tekanan suara melebihi 40 dB. Misalnya pukulan meja, kontruksi, tembakan senapan ataupun suara ledakan.

- 5) Kebisingan Impulsif Berulang (impulse noise) adalah kebisingan yang dimana bisingnya terjadi secara berulang-ulang seperti bunyi yang ditimbulkan dari mesin tempa yang ada di pabrik-pabrik.

Berdasarkan pengaruhnya terhadap aktivitas dan kesehatan manusia, kebisingan dapat dibagi atas :

- 1) Kebisingan yang mengganggu. Kebisingan yang mengganggu adalah kebisingan yang intensitasnya tidak terlalu keras tetapi terasa cukup mengganggu kenyamanan manusia. Kebisingan ini biasa terjadi di dalam ruangan seperti mendengkur.
- 2) Kebisingan yang menutupi. Kebisingan yang menutupi merupakan bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas. Kebisingan ini biasanya terjadi di pabrik yang mana kebisingan berasal dari suara mesin yang ada di pabrik. Secara tidak langsung bunyi ini akan membahayakan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja, karena teriakan atau isyarat tanda bahaya tidak terdengar karena tenggelam dalam kebisingan dari sumber lain.
- 3) Kebisingan yang merusak. Kebisingan merusak merupakan bunyi yang intensitasnya telah melalui ambang batas normal dan menurunkan fungsi pendengaran serta merusak pendengaran.

#### 2.4.3 Kebisingan Akibat Lalu Lintas

Kebisingan lalu lintas berdasarkan sifat dan spectrum bunyinya termasuk dalam jenis kebisingan yang terputus-putus. Kebisingan yang ada di lalu lintas umumnya berasal dari kendaraan bermotor yang dihasilkan dari mesin kendaraan pada saat pembakaran, knalpot, klakson, pengereman dan interaksi roda dengan jalan yang berupa gesekan. Kebanyakan kendaraan bermotor pada gigi perseneling 2 atau 3 menghasilkan kebisingan sebesar 75 dbA dengan frekuensi 100-7000 Hz (Maita, 2018).

Kendaraan berat (truk dan bus) merupakan sumber bising utama di jalan raya (AASHTO dalam Arlan, 2011). Mobil pribadi cenderung tidak menimbulkan kebisingan yang terlalu keras. Tetapi karena jumlahnya yang banyak, maka kebisingan yang dihasilkan menjadi cukup besar. Pada saat

mesin dinyalakan dan akan melakukan percepatan maksimum, kebisingan dihasilkan oleh bunyi mesin, sedangkan apabila kendaraan melaju dengan kecepatan tinggi sumber utama kebisingan adalah bunyi gesekan roda dan perkerasan jalan (Maitsa, 2018).

#### 2.4.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas

Berdasarkan penelitian Setiawan (2014) dalam Soraya (2022), disebutkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kebisingan lalu lintas adalah sebagai berikut:

##### 1) Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang lewat pada suatu titik pengamatan atau pada suatu ruas jalan selama periode atau waktu tertentu. Hasil penelitian dari Departmen of Transport, UK London (1988) menunjukkan bahwa tingkat kebisingan dipengaruhi oleh volume lalu lintas. Semakin tinggi volume lalu lintas maka semakin tinggi pula tingkat kebisingan.

##### 2) Kecepatan Kendaraan

Kecepatan merupakan batas yang signifikan dalam menentukan tingkat kebisingan, dimana semakin tinggi kecepatan maka semakin tinggi tingkat kebisingan. Hal dikarenakan pada kecepatan tinggi dapat mempengaruhi putaran mesin yang akan tinggi, kemudian putaran tinggi tersebut menghasilkan suara yang keras. Kebisingan terjadi pada kecepatan tinggi biasanya di dominasi oleh suara yang berasal dari proses aerodinamika, gesekan ban dan suara mesin.

#### 2.4.5 Zona Kebisingan

Peraturan Menteri Kesehatan No. 718/Menkes/Per/1987 tentang kebisingan yang berhubungan dengan kesehatan membagi daerah menjadi empat zona wilayah yaitu :

- 1) Zona A : Intensitas 35 - 45 dB. Zona yang diperuntukkan bagi tempat-tempat penelitian, rumah sakit, tempat perawatan kesehatan, atau sosial dan sejenisnya.

- 2) Zona B : Intensitas 45 - 55 dB. Zona yang diperuntukkan bagi perumahan, tempat Pendidikan, rekreasi dan sejenisnya
- 3) Zona C : Intensitas 50 - 60 dB. Zona yang diperuntukkan bagi perkantoran, pertokoan, perdagangan, pasar dan sejenisnya.
- 4) Zona D : Intensitas 60 - 70 dB. Zona yang diperuntukkan bagi industri pabrik, stasiun kereta, terminal bus dan sejenisnya.

#### 2.4.6 Baku Mutu Kebisingan

Baku mutu kebisingan adalah batas maksimal tingkat Baku mutu 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 Decible disingkat dB. Decible adalah ukuran energi bunyi atau kuantitas yang dipergunakan sebagai unit-unit tingkat tekanan suara berbobot A. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP.48/MENLH/11/1996, tanggal 25 Nopember 1996 tentang baku tingkat kebisingan Peruntukan Kawasan atau Lingkungan Kegiatan dapat dilihat pada di bawah ini.

**Tabel 1.** Baku Tingkat Kebisingan Sesuai dengan Peruntukan Lahan

<b>Peruntukan Kawasan/Lingkungan Kegiatan</b>	<b>Tingkat Kebisingan (dB)</b>
1. Peruntukan Kawasan	
a. Perumahan dan Pemukiman	55
b. Perdagangan dan Jasa	70
c. Perkantoran dan Perdagangan	65
d. Ruang Terbuka Hijau (RTH)	50
e. Industri	70
f. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
g. Rekreasi	70
h. Khusus :	
Pelabuhan Laut	70
Cagar Budaya	60
2. Lingkungan Kegiatan	
a. Rumah Sakit atau Sejenisnya	55
b. Sekolah atau Sejenisnya	55
c. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Sumber: KEP.48/MENLH/11/1996

Selain berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP.48/MENLH/11/1996, terdapat juga Batasan teknis kapasitas lingkungan jalan yang diterapkan untuk 2 (dua) kategori fungsi jalan yaitu : jalan utama (arteri atau kolektor) dan jalan lokal, serta 2 (dua) kategori guna lahan yaitu komersial dan permukiman yang dapat diterapkan untuk daerah perkotaan. Kombinasi dari dua fungsi jalan dan dua guna lahan menghasilkan empat (4) pengelompokan sesuai dengan kategori fungsi jalan dan guna lahan yaitu:

- 1) Kategori Jalan Utama - Komersial (UK)
- 2) Kategori Jalan Utama - Permukiman (UP)
- 3) Kategori Jalan Lokal - Komersial (LK)
- 4) Kategori Jalan Lokal - Permukiman (LP)

Berdasarkan pedoman perhitungan kapasitas jalan PU no. 13 tahun 2003 mengenai batas maksimum dan minimum nilai L10 dan LAeq tercantum pada Tabel 2 dibawah ini.

**Tabel 2.** Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan

Parameter	Utama-Komersial		Utama-Permukiman		Lokal-Komersial		Lokal-Permukiman	
	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks	Min.
<b>L<sub>10-1 jam</sub>, dB(A)</b>	77,9	72,7	77,6	67,1	73,9	66,8	74,1	62,9
<b>L<sub>Aeq</sub> dB(A)</b>	76,0	70,1	74,5	64,8	72,1	63,2	71,2	58,4

Sumber: Pedoman Kementerian PU no.13 Tahun 2003

#### 2.4.7 Dampak Kebisingan

Tingkat kebisingan adalah ukuran energi bunyi yang dinyatakan dalam satuan decibel (dB). Dampak kebisingan tergantung pada tingginya tingkat kebisingan yang diterima. Secara umum, batas aman tingkat kebisingan yang mampu diterima oleh telinga manusia adalah tidak lebih dari 80 dB. Sehingga apabila menerima tingkat kebisingan di atas batas tersebut dalam jangka waktu yang lama, maka akan timbul berbagai dampak yang berbahaya bagi kesehatan. Dampak kebisingan terhadap kesehatan antara lain:

##### 1) Gangguan fisiologis

Merupakan gangguan yang langsung terjadi pada manusia. Gangguan fisiologis dapat menyebabkan kelelahan, dada berdebar, menaikkan denyut jantung, mempercepat pernafasan, pusing, sakit kepala, nafsu makan menjadi berkurang dan membuat peredaran darah menjadi terganggu.

##### 2) Gangguan Psikologis

Merupakan gangguan yang terjadi secara tidak langsung pada manusia dan sukar untuk diukur. Gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, rasa jengkel, rasa khawatir, cemas, susah tidur, mudah marah dan cepat tersinggung.

##### 3) Gangguan Komunikasi

Merupakan resiko yang terjadi apabila komunikasi pembicaraan harus dilakukan dengan cara berteriak. Gangguan ini menyebabkan terganggunya pekerjaan dan biasanya mengakibatkan salah pengertian yang secara tidak langsung dapat menurunkan kualitas dan kuantitas kerja.

#### 4) Gangguan Pendengaran

Kebisingan yang tinggi dapat menyebabkan gangguan pada pendengaran, antara lain:

##### a. Trauma Akustik

Merupakan gangguan pendengaran yang disebabkan oleh bising keras sesaat pada telinga yang disebabkan oleh letusan atau ledakan sehingga menyebabkan kerusakan organ pendengaran seperti pecahnya gendang telinga, rusaknya tulang-tulang pendengaran dan kerusakan sel-sel sensorik pendengaran.

##### b. *Temporary Threshold Shift*

Merupakan gangguan pendengaran bersifat sementara yang terjadi saat terpapar kebisingan tingkat tinggi. Faktor lain yang menyebabkan terjadinya gangguan pendengaran sementara adalah lama pemaparan jenis kebisingan dan kepekaan individu.

##### c. *Permanent Thershold Shift*

Merupakan gangguan pendengaran bersifat permanen yang terjadi saat terpapar kebisingan tingkat tinggi secara terus menerus.

### 3.5. Pengukuran Tingkat Kebisingan

#### 2.5.1 Metode Pengukuran

Dalam KEP-48/MENLH/11/1996 dijelaskan mengenai metode pengukuran tingkat kebisingan. Pengukuran tingkat kebisingan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

##### 1) Cara Sederhana

Dengan sebuah Sound Level Meter biasa, lalu diukur tingkat tekanan bunyi dB(A) selama 10 menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 detik.

##### 2) Cara Langsung

Dengan sebuah Integrating Sound Meter yang mempunyai fasilitas pengukuran Ltm5, yaitu Leq dengan waktu ukur setiap 5 detik, dilakukan pengukuran selama 10 menit

### 2.5.2 Alat Pengukuran Tingkat Kebisingan

Pada umumnya, alat yang digunakan dalam mengukur kebisingan adalah *Sound Level Meter* (SLM). *Sound Level Meter* (SLM) merupakan alat ukur kebisingan dengan basis sistem pengukuran elektronik. Keuntungan yang didapatkan apabila mengukur dengan menggunakan alat *Sound Level Meter* (SLM) adalah kecepatan sistem dalam mengambil, mengirim, mengolah serta menyimpan data. *Sound Level Meter* memiliki peran untuk dapat mengukur kebisingan dalam satuan dB antara 30 sampai dengan 130 dB dan dalam frekuensi antara 20 sampai dengan 20.000 Hz. Menurut Djalante (2010) dalam Ekawati (2018), SLM dapat mengukur tiga jenis karakter respon frekuensi yang ditunjukkan dalam skala A, B, dan C. Skala A ditemukan paling mewakili batasan pendengaran manusia dan respons telinga terhadap kebisingan, termasuk kebisingan akibat lalu lintas, serta kebisingan yang dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Skala A dinyatakan dalam satuan dBA. Skala B Untuk memperlihatkan kepekaan telinga untuk bunyi dengan intensitas sedang dan Skala C untuk skala kepekaan telinga untuk bunyi dengan intensitas tinggi (Leksono, 2009).

SLM biasanya digunakan untuk mengukur kebisingan pada saat-saat tertentu yaitu pada tempat-tempat yang tingkat kebisingannya lebih dari aturan batas maksimum yaitu 85 dBA. Pengukuran dengan menggunakan SLM dilakukan selama 10 menit untuk setiap jam. Adapun langkah-langkah dalam pengukuran menggunakan SLM yaitu:

- a. *Sound Level Meter* diletakkan pada lokasi yang tidak menghalangi pandangan pengguna dan tidak ada sumber suara asing yang akan mempengaruhi tingkat kebisingan.
- b. *Sound Level Meter* sebaiknya dipasang pada tripod agar posisinya stabil
- c. Pengguna *Sound Level Meter* sebaiknya berdiri pada jarak 0,5 m dari alat agar tidak terjadi efek pantulan yang mempengaruhi penerimaan bunyi.
- d. *Sound Level Meter* ditempatkan pada ketinggian 1,2 m dari atas permukaan tanah dan sejauh 4,0 - 15,0 m dari permukaan dinding serta



objek lain yang akan memantulkan bunyi untuk menghindari terjadinya pantulan dari benda-benda permukaan di sekitarnya.

- e. Hasil rekaman data menggunakan *Sound Level Meter* disimpan dalam laptop yang terhubung dengan *Sound Level Meter*.

### 3.6. Perhitungan Tingkat Kebisingan

#### 2.6.1 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) Jangkauan atau range adalah selisih nilai terbesar dengan nilai terkecil.

$$R = \text{Data Max} - \text{Data Min} \quad (1)$$

Dimana :

Data max = data nilai terbesar

Data min = data nilai terkecil

- 2) Banyaknya kelas

$$k = 1 + 3.3 \log(n) \quad (2)$$

- 3) Interval adalah data yang diperoleh dengan cara pengukuran, di mana jarak antara dua titik skala sudah diketahui. Interval dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan :

$$I = R / k \quad (3)$$

- 4) Tanda kelas adalah titik tengah interval kelas. Tanda kelas diperoleh dengan cara membagi dua jumlah dari batas bawah dan batas atas suatu interval kelas, seperti pada persamaan :

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

Dimana :

BB = Batas bawah suatu interval kelas

BA = Batas atas suatu interval kelas

(Hustim et al., dalam Azizah, 2019)

### 2.6.2 Tingkat Kebisingan Equivalent

Perhitungan angka penunjuk secara manual diawali dengan menghitung L90, L50, L10, L1. L90 adalah persentase kebisingan yang mewakili tingkat kebisingan mayoritas atau kebisingan yang muncul 90% dari keseluruhan data. L10 adalah persentase kebisingan yang mewakili tingkat kebisingan minoritas atau kebisingan yang muncul 10% dari keseluruhan data. Sedangkan L50 merupakan kebisingan rata-rata selama pengukuran. Tahap selanjutnya adalah perhitungan angka penunjuk ekivalen (LAeq) yang mana LAeq ini merupakan angka penunjuk tingkat kebisingan yang paling banyak digunakan. Pada pengukuran kebisingan lalu lintas di jalan raya, L90 menunjukkan kebisingan latar belakang yaitu kebisingan yang banyak terjadi sedangkan L10 merupakan perkiraan tingkat kebisingan maksimum seperti pada Persamaan 5 hingga 16 berikut ini (Tenri, 2016).

#### 1) Untuk L90

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 10% dari data pengukuran (L90) :

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

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

Dimana:

10% : Hasil pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai L90 awal} = I(B0) + (B1)X = 0.1 \times I \times 100 \quad (6)$$

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B0 : Jumlah % sebelum 90

B1 : % setelah 90

$$L90 = I0 + X \quad (7)$$

Dimana:

I0 : Interval akhir

2) Untuk L50

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 50% dari data pengukuran (L50) dengan Persamaan 8:

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

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

Dimana:

50% : Hasil pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai L50 awal} = I(B0) + (B1)X = 0.5 \times I \times 100 \quad (9)$$

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B0 : Jumlah % sebelum 50

B1 : % setelah 50

$$L50 = I0 + X \quad (10)$$

Dimana:

I0 : Interval akhir

3) Untuk L10

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 90% dari data pengukuran (L10) dengan Persamaan 11:

$$\text{Nilai A} = 90\% \times N \quad (11)$$

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

Dimana:

90% : Hasil 90 % pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai L10 awal} = I(B0) + (B1)X = 0.9 \times I \times 100 \quad (12)$$

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B0 : Jumlah % sebelum 10

B1 : % setelah 10

$$L10 = I0 + X \quad (13)$$

Dimana:

I0 : Interval akhir

#### 4) Untuk L1

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 99% dari data pengukuran (L1) dengan Persamaan 14:

$$\text{Nilai A} = 99\% \times N \quad (14)$$

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

Dimana:

99% : Hasil 99% pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai L10 awal} = I(B0) + (B1)X = 0.99 \times I \times 100 \quad (15)$$

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B0 : Jumlah % sebelum 1

B1 : % setelah 1

$$L1 = I0 + X \quad (16)$$

Dimana:

I0 : Interval akhir

Untuk nilai LAeq dapat dihitung seperti pada persamaan 17 di bawah ini

$$LAeq = L50 + 0,43 (L1 - L50) \quad (17)$$

Tahap selanjutnya setelah nilai L1, L10, L50, L90 dan LAeq diperoleh adalah menghitung LAeq,day adalah tingkat kebisingan selama 1 hari pengukuran yang dihitung menggunakan Persamaan 18.

$$LAeq,day = 10 \times \log (10) \times \left(\frac{1 \text{ jam}}{\text{hari}}\right) \times 10^{\frac{LAeq 1}{10}} + \dots + 10^{\frac{LAeq n}{10}} \quad (18)$$

### 3.7. Fortran

Fortran adalah sebuah bahasa pemrograman. Pertama kali dikembangkan pada tahun 1956 oleh John Backus di IBM. Digunakan dalam bidang sains selama 50 tahun kemudian. Ditujukan untuk mempermudah pembuatan aplikasi matematika, ilmu pengetahuan, dan tehnik. Pertama kali bernama FORTRAN yang merupakan singkatan dari Formula Translator/Translation, tetapi penggunaan huruf besar kemudian ditiadakan sejak versi Fortran 90. Fortran merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi pertama dan prosedural, akan tetapi versi- versi terbaru dari Fortran kemudian dikembangkan dengan memasukkan kemampuan object-oriented programming. Unggul pada dukungan dalam menangani bentuk perhitungan, termasuk bilangan kompleks. Kelemahannya pada operasi input/output yang lalu. Kode sumbernya juga sulit dipahami dibanding bahasa pemrograman tingkat tinggi lainnya. Untuk mengembangkan program menggunakan bahasa Fortran, dibutuhkan software Text Editor.

### 3.8. Model Prediksi Kebisingan ASJ RTN 2008

Metode yang digunakan dalam memprediksi kebisingan lalu lintas pada adalah model ASJ RTN 2008, yang 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 (Yamamoto, 2018).

### 3.9. Persamaan Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008

#### 1) Perhitungan Sound Power Level ( $L_{WA}$ )

Tingkat kekuatan suara ( $L_{WA}$ ) dihitung dengan menggunakan Persamaan 19.

$$L_{WA} = a + b \log V \quad (19)$$

Untuk nilai koefisien regresi dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 3.** Koefisien Regresi a dan b untuk arus lalu lintas steady dan unsteady

Klasifikasi	Steady		Unsteady	
	(40 km/jam $\leq V \leq 140$ )		(10 km/jam $\leq V \leq 60$ km/jam)	
	a	b	a	b
Kendaraan ringan	46,4	30	82,0	10
Kendaraan berat	51,5	30	87,1	10
Sepeda motor	52,4	30	85,2	10

Sumber: Yamanoto dalam Arfina, 2018

Dimana :

LwA : Tingkat kekuatan suara (dB)

V : Kecepatan kendaraan (km/jamm)

a,b : Koefisien regresi

2) Perhitungan Sound Pressure Level (LA)

Tingkat tekanan suara (LA) dalam satuan dB untuk perambatan suara dari sumber suara ke titik prediksi dihitung berdasarkan redaman yang terjadi oleh berbagai faktor. Persamaan tingkat tekanan suara dapat dilihat pada Persamaan 20

$$LA = LwA - 8 - 20 \log r \quad (20)$$

Dimana :

LA = Tingkat tekanan suara (dB)

LwA = Tingkat kekuatan suara (dB)

r = Jarak titik prediksi ke sumber suara (m)

3) Perhitungan Sound Exposure Level (LAE)

Perhitungan tingkat pemaparan suara dilakukan dengan menggunakan Persamaan 22 dan Persamaan 23.

$$LAE = 10 \log ( 1 T \Sigma 10LA/10 \Delta t ) \quad (22)$$

$$\Delta t = 3.6 \Delta l / V \quad (23)$$

Dimana:

LAE : Tingkat pemaparan suara (dB)

LA : Tingkat tekanan suara (dB)

T : Jumlah pengamatan dalam sehari

$\Delta l$  : Lebar jalan pada titik pengamatan (m)

V : Kecepatan kendaraan (km/jam)

4) Perhitungan Equivalent Continuous A-weighted Sound Pressure Level (LAeq)

Dengan memasukkan nilai volume kendaraan dan waktu pengamatan, maka tingkat tekanan suara ekivalen dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 24

$$LA_{eq} = LAE + 10 \log NT/T \quad (24)$$

Dimana :

$LA_{eq}$  : Tingkat tekanan suara ekivalen (dB)

$LAE$  : Tingkat paparan suara (dB)

$NT$  : Volume kendaraan (kend/jam)

$T$  : Jumlah pengamatan dalam sehari

### 3.10. Persamaan Model ASJ-RTN 2008 Dengan Penambahan Bunyi Klakson

Perhitungan jumlah bunyi klakson pada penelitian ini mengacu pada penelitian terdahulu yaitu perhitungan bunyi klakson yang dilakukan oleh Asakura dengan menggunakan data pengukuran di Dhaka Bangladesh. Pada penelitian tersebut, data yang diperlukan untuk perhitungan tingkat bising bunyi klakson kendaraan adalah jumlah bunyi klakson, durasi waktu kendaraan membunyikan klakson, dan jarak dari kendaraan yang membunyikan klakson ke sound level meter. Perhitungan tingkat bising bunyi klakson kendaraan yang mengacu pada penelitian Asakura dalam Arfina (2018) dihitung menggunakan Persamaan 25 dan Persamaan 26.

$$LA_h = 10 \log 10 (\sum 10 \log^{LA/10}) \Delta t (41 \times 3,6 \times (d/V)) \quad (25)$$

Dimana:

$LA_h$  : Tingkat tekanan suara klakson (dB)

$LA$  : Tingkat tekanan suara hasil prediksi ASJ-RTN 2008

$\Delta t$  : Durasi bunyi klakson (detik)

$d$  : Jarak klakson (m)

$V$  : Kecepatan kendaraan (km/jam)

$$LA_{total} = 10 \log 10 (10LA_{eq}/10 + 10LA_h/10) \quad (26)$$



Dimana :

LA<sub>total</sub> : Tingkat tekanan suara prediksi ASJ-RTN 2008 dengan penambahan bunyi klakson (dB)

LA<sub>eq</sub> : Tingkat tekanan suara hasil prediksi ASJ-RTN 2008 (dB)

LA<sub>h</sub> : Tingkat tekanan bunyi klakson (dB)

### **3.11. Pemetaan Tingkat Kebisingan**

Pemetaan kebisingan adalah suatu sketsa peta wilayah yang 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 beberapa lokasi sampling akan berbeda (Dhanty, 2019)

Pemetaan kebisingan adalah suatu sketsa peta wilayah yang 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 beberapa lokasi sampling akan berbeda. Manfaat dari pemetaan kebisingan ini tidak hanya sekedar untuk mengetahui pola penyebaran tingkat kebisingan di pemukiman sekitar rel kereta api tetapi untuk bisa melakukan upaya pengendalian kebisingan yang dapat dilakukan dengan menggunakan artificial barrier dan natural barrier.

Pemetaan tingkat kebisingan dilakukan menggunakan perangkat lunak (software) ArcGIS dengan titik survey pada aplikasi Google Earth. Koordinat titik survey dan nilai kebisingan yang diperoleh dibuatkan kontur untuk mengetahui sebaran tingkat kebisingan. (Zulfadli, 2022)

### **3.12. Pengendalian Kebisingan**

Teknik pengendalian kebisingan yang sesuai dengan hirarki pengendalian resiko adalah:

- a. Eliminasi yaitu suatu pengendalian yang bersifat permanen. Eliminasi dilakukan dengan memindahkan objek kerja atau system

kerja yang berhubungan dengan tempat kerja yang kadarnya melebihi NAB.

- b. Substitusi yaitu menggantikan bahan-bahan dan peralatan yang berbahaya dengan bahan-bahan dan peralatan yang kurang berbahaya sehingga pemaparannya selalu dalam batas yang masih dapat diterima
- c. Engineering control yaitu rekayasa teknik termasuk merubah struktur objek kerja untuk mencegah seseorang terpapar kepada potensi bahaya, seperti pemberian pengaman pada mesin.
- d. Isolasi yaitu memisahkan seseorang dari objek kerja. Pengendalian kebisingan pada media propagasi dengan tujuan menghalangi paparan kebisingan suatu sumber agar tidak mencapai penerima, contohnya pemasangan barrier.
- e. Pengendalian administratif yaitu menyediakan suatu sistem kerja yang dapat mengurangi kemungkinan seseorang terpapar potensi bahaya, misalnya pengaturan waktu kerja dan waktu istirahat.
- f. Alat Pelindung Diri yaitu sarana pengendalian yang digunakan untuk jangka pendek dan bersifat sementara, ketika suatu sistem pengendalian yang permanen belum dapat diimplementasikan. APD merupakan pilihan terakhir dari suatu sistem pengendalian risiko tempat kerja antara lain dapat dengan menggunakan alat proteksi pendengaran berupa ear plug dan ear muff.

### 3.13. Penelitian Terdahulu

**Tabel 4.** Penelitian Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Road traffic noise prediction model “ASJ-RTN Model 2008” : Report of the Research Committee on Road Traffic Noise, 2010	Yamanoto, dkk.	Uraian Pengembangan model ASJ-RTN 2003 menjadi ASJ-RTN 2008	Model ASJ-RTN 2008 memiliki kelebihan dibandingkan model lain seperti CoRTN dimana ASJ-RTN 2008 menghitung power level per jenis kendaraan sedangkan CoRTN tidak membagi power level per jenis kendaraan
2.	Road Traffic Noise under Heterogeneous Traffic Condition in Makassar City, Indonesia	Muralia Hustim	Pengukuran karakteristik lalu lintas dan pengukuran tingkat kebisingan lalu lintas	Hasil simulasi menunjukkan bahwa arus yang stabil dapat diaplikasikan ASJ-RTN Model 2008 walaupun kecepatan kendaraan rendah dan bersifat heterogen
3.	Road traffic noise prediction model “ASJ RTN-Model 2013” proposed by the Acoustical Society of Japan	Sakamoto, dkk.	Mengembangkan model ASJ-RTN 2008	Rumus dan koefisien tidak berubah dari model ASJ RTN 2008, namun terdapat efek pengurangan suara oleh perkerasan aspal, dan koreksi karena redaman suara
4.	Road Traffic Noise Prediction Model “ASJ RTN-Model 2018” Proposed by The Acoustical Society of	Sakamoto, dkk.	Mengembangkan model ASJ-RTN 2013	Model dikembangkan berdasarkan versi sebelumnya ASJ RTN-Model 2013: - kendaraan berubah dari klasifikasi empat kategori konvensional (kendaraan berukuran besar, menengah kendaraan, kendaraan

Japan – Part 1: Outline of the calculation model	<p>berukuran kecil dan mobil penumpang) ke klasifikasi tiga kategori (kendaraan besar, kendaraan sedang dan kendaraan ringan), ditambahkan perhitungan kendaraan listrik.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Koreksi redaman suara dari bangunan</li> <li>- Penambahan tipe perkerasan jalan</li> <li>- Metode perhitungan barrier diubah</li> <li>- Perubahan metode pada ruas jalan khusus dan pada bangunan</li> </ul>
5. Impact and Control of Reflected Noise from an Overpass Bottom	<p>Chi-Chwen Lin, dkk.</p> <p>Mengukur tingkat kebisingan di bawah jembatan layang dan mengukur pantulan kebisingan dari dasar jembatan layang ke dasar titik pengukuran</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kebisingan yang dipantulkan dari dasar jembatan layang mencapai 8 dB</li> <li>- Semakin tinggi elevasi jalan layang, maka tingkat kebisingan yang dipantulkan menurun</li> <li>- Apabila tinggi jembatan layang lebih dari 30 dB kemungkinan tidak terjadi pemantulan kebisingan</li> </ul>
6. Analisis Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Pada Jalur Putar Balik Arah (PBA)	<p>Nurul Azizah</p> <p>Mengukur tingkat kebisingan pada PBA di Kota Makassar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengukuran kebisingan pada ruas dan u-turn di jalan yang sama</li> <li>- Terjadi perbedaan tingkat kebisingan pada ruas dan u-turn, tingkat kebisingan pada u-turn lebih tinggi dibandingkan ruas</li> <li>- Hasil prediksi valid pada Model ASJ-RTN 2018</li> <li>- Tingkat kebisingan melebihi kapasitas lingkungan jalan yang telah ditetapkan</li> </ul>