

**TUGAS AKHIR**

**MODEL PREDIKSI TINGKAT KEBISINGAN LALU LINTAS**

**DI JALAN AP PETTARANI KOTA MAKASSAR**

*Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Meraih Gelar Sarjana Teknik*

*Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik*

*Universitas Hasanuddin*



**MUHAMMAD IMAM ABDILLAH YODDANG**

**D131 18 1312**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2022**



## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Judul : **Model Prediksi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Jalan A.P. Pettarani Kota Makassar**

Disusun Oleh :

Nama : **Muhammad Imam Abdillah Yoddang**      **D131181312**

Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 12 Januari 2023

Pembimbing I

Pembimbing

**Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T.**  
NIP. 197309262000121002

**Nurul Masyiah Rani, S.T., M.Eng.**  
NIP. 199501152021074001

Menyetujui,  
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



**Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.**  
NIP. 197204242000122001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Imam Abdillah Yoddang  
Nim : D131 18 1312  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Jenjang Studi : Strata 1 (S1)

Menyatakan bahwa karya tulis dengan judul:

*“Model Prediksi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Jalan AP Pettarani  
Kota Makassar”*

Adalah karya tulis saya sendiri dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun. Adapun semua informasi yang tertulis dalam karya tulis ini yang bersumber dari penulis lainnya telah dicantumkan sumber dan tahun penerbitannya. Jika terdapat pihak yang merasa terdapat kesamaan judul atau hasil yang diperoleh dengan karya tulis ini maka saya siap untuk dimintai pertanggungjawaban mengenai hal tersebut.

Makassar, 12 Desember 2022

Yang membuat pernyataan



**Muhammad Imam Abdillah Yoddang**

D131 18 1312

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, Segala puji dan syukur tiada hentinya penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT dengan keagungan-Nya telah melimpahkan segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya. serta Selawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, suri tauladan bagi seluruh umat dan pembawa kebenaran di muka bumi yang selalu kita nantikan syafa'atnya di akhirat nanti (*InsyaaAllah*).

Tugas akhir dengan judul, "**Model Prediksi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Jalan AP Pettarani Kota Makassar**" sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Dalam penyusunan tugas akhir ini, tidak lupa penulis menyampaikan terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dan dedikasi yang tiada tara, diantaranya:


1. Kepada orang tua tercinta Ir. H. Yoddang M.Si, dan Hj. Mulyani Hadriani atas doa, kasih sayang dan semangat yang tiada hentinya selalu mensupport semua keputusan dan kemauan saya dalam mengerjakan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I atas segala ilmu yang bermanfaat, serta arahan dan bimbingan selama proses penyusunan tugas akhir.

6. Ibu Nurul Masyiah Rani, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II atas segala waktu yang telah diluangkan, ilmu yang telah diberikan, motivasi serta kebaikan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T., selaku Dosen Penguji atas segala waktu yang telah diluangkan, ilmu yang telah diberikan selama perkuliahan.
8. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji atas segala waktu yang telah diluangkan, ilmu yang telah diberikan selama perkuliahan.
9. Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Lingkungan atas didikan, ilmu yang bermanfaat dan motivasi selama penulis menempuh pendidikan selama kurang lebih empat tahun.
10. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan terkhusus kepada Ibu Sumiati Kak Olan, dan Kak Tami sebagai staf S1 Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin.
11. Kepada Pak Muchtar selaku Laboran Laboratorium Kualitas Udara dan Kebisingan yang memberikan kepercayaan kepada penulis dalam peminjaman alat.
12. Ucapan terima kasih saya kepada Saudari Andi Adinda Yunita Sekar Putri yang telah menemani dan mensupport saya sampai sekarang baik dalam kuliah maupun diluar kuliah
13. Kepada sahabat saya Muhammad Djoury Saleh, Muhammad Naufal Nur Syaban yang selalu memberi saya banyak masukan serta menyemangati saya.
14. Kepada Saudaraku Aiman Muin parnert Kerja Praktek di PT. ALP Petro Industry Pasuruan yang telah menemani dan membantu saya dari pengerjaan tugas akhir ini.
15. Kepada Wulan, Firmal, Egber, Aiman, Dania, Arfian, Ikramul, Idrus, Rahma, Firman, Reynaldi, dan Ozop yang meluangkan waktunya untuk mememani saya di saat pengukuran di jalan.

16. Teman-teman Transisi 2019 yang telah memberikan banyak pengalaman dunia kampus yang begitu indah.
17. Teman-teman KKN Gelombang 106 Biringkanaya 8 yang telah memberikan banyak pengalaman baru serta kenangan yang tak terlupakan.
18. Seluruh sahabat, teman, kerabat yang terlibat dalam penelitian ini serta senantiasa menolong dan menyayangi penulis.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat untuk dijadikan sebagai referensi dan sumbangan yang berharga dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan wawasan bagi semua pihak. Penulis pun menyadari sebagai manusia, tidak pernah luput dari kesalahan. Oleh karena itu, penulis meminta maaf dan menerima berbagai kritik dan saran yang membangun terhadap tugas akhir ini.

Gowa, 12 Desember 2022



Penulis

## ABSTRAK

MUHAMMAD IMAM ABDILLAH YODDANG. *Model Prediksi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Jalan AP Pettarani Kota Makassar* (dibimbing oleh Muhammad Isran Ramli dan Nurul Masyiah Rani)

AP Pettarani merupakan salah satu jalan yang sering dilalui oleh hampir seluruh masyarakat kota Makassar setiap hari, hal ini dikarenakan jalan AP Pettarani menghubungkan banyak titik maupun jalan melalui persimpangan yang ada di sepanjang ruasnya. Akibatnya jalan AP Pettarani mengalami penumpukan kendaraan setiap hari sehingga berpotensi menimbulkan kebisingan dan menyebabkan ketidaknyamanan serta gangguan kesehatan masyarakat.

Penelitian dilakukan pada jalan AP Pettarani Kota Makassar berupa ruas dan simpang. Jumlah titik pengamatan penelitian ruas sebanyak 6 titik dan untuk simpang 10 titik. Pengambilan data dilakukan selama 10 menit untuk mewakili tiap jam selama 12 jam. Kemudian data tersebut diolah dengan perhitungan LAeq, Prediksi tingkat kebisingan dihitung menggunakan metode ASJ-RTN 2008 dan CoRTN.

Dari hasil prediksi ASJ-RTN 2008 dapat dilihat perbandingan hasil perhitungan tingkat kebisingan dengan hasil prediksi berkisar 80,7 dB sampai 82,0 dB dimana yang semua titik berada  $< 3$  dB sehingga data pengukuran dan model prediksi dapat diterima dengan baik. Sedangkan hasil prediksi CoRTN memiliki perbedaan dengan perhitungan dengan hasil prediksi berkisar 74,71 dB sampai 77,34 dB dimana hanya 2 titik yang berada pada selisih  $< 3$  dB hal ini disebabkan karena pada model CoRTN tidak memperhatikan kondisi suara lainnya seperti knalpot kendaraan berbeda-beda dan klakson pada kendaraan.

**Kata Kunci:** Kebisingan, *Sound Level Meter*, ASJ-RTN 2008, CoRTN

## ***ABSTRACT***

MUHAMMAD IMAM ABDILLAH YODDANG. *Traffic Noise Level Prediction Model on Jalan AP Pettarani Makassar City (guided by Muhammad Isran Ramli and Nurul Masyiah Rani)*

*AP Pettarani is one of the roads that is often traversed by almost all people of Makassar city every day, this is because the AP Pettarani road connects many points and roads through intersections along its segment. As a result, the AP Pettarani road experiences a buildup of vehicles every day so that it has the potential to cause noise and cause discomfort and public health problems.*

*The research was carried out on the AP Pettarani road in Makassar City in the form of sections and intersections. The number of observation points for segment research is 6 points and for intersections 10 points. Data collection was carried out for 10 minutes to represent each hour for 12 hours. Then the data is processed by LAeq calculation, noise level prediction is calculated using ASJ-RTN 2008 and CoRTN methods.*

*From the predicted results of the ASJ-RTN 2008, the comparison of the calculated noise levels with the predicted results ranges from 80.7 dB to 82.0 dB where all points are <3 dB so that the measurement data and prediction model can be well received. While the prediction results of CoRTN have a difference with the calculations with prediction results ranging from 74.71 dB to 77.34 dB where only 2 points are at a difference of < 3 dB this is because the CoRTN model does not pay attention to other sound conditions such as different vehicle exhausts and horns on vehicles.*

**Keywords:** *Noice, Sound Level Meter, ASJ-RTN 2008, CoRTN*



## DAFTAR ISI

<b>SAMPUL</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>vii</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup	4
F. Sistematika Penulisan	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
A. Jalan	6
1. Pengertian Jalan	6
2. Klasifikasi Jalan Raya	6
3. Komponen Jalan	9
B. Bunyi atau Suara	10

C. Kebisingan	11
1. Pengertian Kebisingan	11
2. Sumber Bising	11
3. Jenis Kebisingan	13
4. Intensitas Kebisingan	13
5. Faktor yang mempengaruhi terjadinya kebisingan	14
6. Efek Kebisingan	15
7. Zona Kebisingan	15
D. Kebisingan Lalu Lintas	16
1. Pengaruh Kebisingan	16
2. Dampak Kebisingan Kendaraan	17
E. Baku Mutu Kebisingan	18
F. Pengukuran Kebisingan	20
1. Cara Pemakaian Alat Sound Level Meter	21
2. Teknik Pengukuran	21
G. Perhitungan Kebisingan	22
1. Distribusi Frekuensi	22
2. Tingkat Kebisingan dalam Angka Penunjuk	23
I. Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008	27
J. Persamaan Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008	28
K. Model Prediksi Kebisingan CoRTN	30
L. Persamaan Model Kebisingan CoRTN	32
H. Korelasi <i>Pearson</i>	34
I. Root Mean Square Error (RMSE)	35
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	<b>36</b>

A. Kerangka Penelitian	36
B. Rancangan Penelitian	36
C. Waktu Penelitian	38
D. Gambaran Lokasi Penelitian	38
E. Alat Ukur Kebisingan	39
F. Metode Pengumpulan Data	41
1. Data Primer	41
2. Data Sekunder	46
G. Metode Analisis Data	47
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>50</b>
A. Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008	50
B. Validasi Prediksi ASJ- RTN 2008	53
1. Tanpa Klakson	53
2. Menggunakan Klakson	54
C. Visualisasi Hasil Prediksi Model ASJ-RTN 2008	55
D. Model Prediksi Kebisingan CoRTN	57
E. Validasi Prediksi CoRTN	98
F. Visualisasi Hasil Prediksi CoRTN	99
G. Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Jalan AP Pettarani	101
<b>BAB V PENUTUP</b>	<b>103</b>
A. Kesimpulan	103
B. Saran	103
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>105</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>107</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan	7
<b>Tabel 2.</b> Klasifikasi Menurut Medan Jalan	7
<b>Tabel 3.</b> Tingkat Kebisingan Berdasarkan Sumber Kebisingannya	14
<b>Tabel 4.</b> Baku Mutu Tingkat Kebisingan	19
<b>Tabel 5.</b> Batas Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan	20
<b>Tabel 6.</b> Koefisien Regresi a dan b untuk arus lalu lintas steady dan unsteady	28
<b>Tabel 7.</b> Koreksi Permukaan Perkerasan	31
<b>Tabel 8.</b> Koreksi Permukaan Tanah	31
<b>Tabel 9.</b> Faktor Koreksi Efek Pemantulan	31
<b>Tabel 10.</b> Data Ruas Jalan AP Pettarani	37
<b>Tabel 11.</b> Data Simpang Jalan AP Pettarani	37
<b>Tabel 12.</b> Tingkat Kebisingan Pada Simpang Jalan AP Pettarani	43
<b>Tabel 13.</b> Tingkat Kebisingan Pada Ruas Jalan AP Pettarani	43
<b>Tabel 14.</b> Volume Lalu Lintas Pada Simpang Jalan AP Pettarani	44
<b>Tabel 15.</b> Volume Lalu Lintas Pada Ruas Jalan AP Pettarani	44
<b>Tabel 16.</b> Kecepatan Kendaraan Pada Simpang Jalan	45
<b>Tabel 17.</b> Kecepatan Kendaraan Pada Ruas Jalan	45
<b>Tabel 18.</b> Jumlah Klakson Pada Simpang Jalan AP Pettarani	46
<b>Tabel 19.</b> Jumlah Klakson Pada Ruas Jalan AP Pettarani	46
<b>Tabel 20.</b> Data Input Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008 Pada Program Fortran 95	51
<b>Tabel 21.</b> Perbandingan Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran Data Tingkat Kebisingan Hasil Prediksi ASJ-RTN 2008	51
<b>Tabel 22.</b> Data Input Jumlah Klason ASJ-RTN 2008 Pada Program Fortran 95	52
<b>Tabel 23.</b> Perbandingan Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran dan Tingkat Kebisingan Hasil Prediksi ASJ-RTN 2008 dengan Suara Klakson	52
<b>Tabel 24.</b> Data Input Surfer 16 Hasil Prediksi ASJ-RTN 2008	55
<b>Tabel 25.</b> Rekapitulasi Jarak Antara Sumber dan Penerima	88
<b>Tabel 26.</b> Rekapitulasi Sudut Pandang	88

<b>Tabel 27.</b> Rekapitulasi Sudut Pantul	89
<b>Tabel 28.</b> Tahapan Metode Prediksi CoRTN	90
<b>Tabel 29.</b> Hasil Analisa Prediksi Tingkat Kebisingan Simpang 3 Sultan Alauddin	91
<b>Tabel 30.</b> Hasil Analisa Prediksi Tingkat Kebisingan Simpang 3 Andi Djemma	91
<b>Tabel 31.</b> Hasil Analisa Prediksi Tingkat Kebisingan Simpang 3 Raya Pendidikan	92
<b>Tabel 32.</b> Hasil Analisa Prediksi Tingkat Kebisingan Simpang 3 Dg Ngawing	92
<b>Tabel 33.</b> Hasil Analisa Prediksi Tingkat Kebisingan Simpang 3 Letjen Hertasning	93
<b>Tabel 34.</b> Hasil Analisa Prediksi Tingkat Kebisingan Simpang 3 Rappocini Raya	94
<b>Tabel 35.</b> Hasil Analisa Prediksi Tingkat Kebisingan Simpang 3 Pengayoman	94
<b>Tabel 36.</b> Hasil Analisa Prediksi Tingkat Kebisingan Simpang 3 Boulevard	95
<b>Tabel 37.</b> Hasil Analisa Prediksi Tingkat Kebisingan Simpang 3 Abdullah Dg Sirua	95
<b>Tabel 38.</b> Hasil Analisa Prediksi Tingkat Kebisingan Simpang 4 Urip Sumoharjo	96
<b>Tabel 39.</b> Perbandingan Hasil Analisa Pengukuran Tingkat Kebisingan dan Prediksi Prediksi Tingkat Kebisingan.	97
<b>Tabel 40.</b> Data Input Surfer 16 Hasil Prediksi CoRTN	99
<b>Tabel 41.</b> Rekapitulasi Data Tingkat Kebisingan AP Pettarani	102

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Kerangka Penelitian	36
<b>Gambar 2.</b> Peta Lokasi Penelitian Jl AP Pettarani	39
<b>Gambar 3.</b> Alat dan Bahan	40
<b>Gambar 4.</b> Sketsa Pengambilan Data Pada Ruas dan Simpang	42
<b>Gambar 5.</b> Diagram Alir Perhitungan Model Prediksi ASJ-RTN 2008	48
<b>Gambar 6.</b> Diagram Alir Perhitungan Model Prediksi CoRTN	49
<b>Gambar 7.</b> Perbandingan LAeq,day Pengukuran dan LAeq,day Prediksi ASJ-RTN 2008 (Tanpa Klakson)	53
<b>Gambar 8.</b> Perbandingan LAeq,day Pengukuran dan LAeq,day Prediksi ASJ-RTN 2008 (Tanpa Klakson)	54
<b>Gambar 9.</b> Visualisasi Hasil Model Prediksi ASJ-RTN 2008	56
<b>Gambar 10.</b> Sketsa Segman N Simpang 3 Sultan Alauddin	57
<b>Gambar 11.</b> Sketsa Segman W Simpang 3 Sultan Alauddin	58
<b>Gambar 12.</b> Sketsa Segman E Simpang 3 Sultan Alauddin	59
<b>Gambar 13.</b> Sketsa Segman N Simpang 3 Andi Djemma	60
<b>Gambar 14.</b> Sketsa Segman S Simpang 3 Andi Djemma	61
<b>Gambar 15.</b> Sketsa Segman W Simpang 3 Andi Djemma	62
<b>Gambar 16.</b> Sketsa Segman N Simpang 3 Raya Pendidikan	63
<b>Gambar 17.</b> Sketsa Segman S Simpang 3 Raya Pendidikan	64
<b>Gambar 18.</b> Sketsa Segman E Simpang 3 Raya Pendidikan	65
<b>Gambar 19.</b> Sketsa Segman N Simpang 3 Yusuf Dg. Ngawing	66
<b>Gambar 20.</b> Sketsa Segman S Simpang 3 Yusuf Dg. Ngawing	67
<b>Gambar 21.</b> Sketsa Segman E Simpang 3 Yusuf Dg. Ngawing	68
<b>Gambar 22.</b> Sketsa Segman N Simpang 3 Letjen Hertasning	69
<b>Gambar 23.</b> Sketsa Segman S Simpang 3 Letjen Hertasning	70
<b>Gambar 24.</b> Sketsa Segman E Simpang 3 Letjen Hertasning	71
<b>Gambar 25.</b> Sketsa Segman N Simpang 3 Rappocini Raya	72
<b>Gambar 26.</b> Sketsa Segman S Simpang 3 Rappocini Raya	73
<b>Gambar 27.</b> Sketsa Segman W Simpang 3 Rappocini Raya	74

<b>Gambar 28.</b> Sketsa Segman N Simpang 3 Pengayoman	74
<b>Gambar 29.</b> Sketsa Segman S Simpang 3 Pengayoman	75
<b>Gambar 30.</b> Sketsa Segman E Simpang 3 Pengayoman	76
<b>Gambar 31.</b> Sketsa Segman N Simpang 3 Boulevard	77
<b>Gambar 32.</b> Sketsa Segman S Simpang 3 Boulevard	78
<b>Gambar 33.</b> Sketsa Segman E Simpang 3 Boulevard	79
<b>Gambar 34.</b> Sketsa Segman N Simpang 3 Abdullah Dg. Sirua	80
<b>Gambar 35.</b> Sketsa Segman S Simpang 3 Abdullah Dg. Sirua	81
<b>Gambar 36.</b> Sketsa Segman E Simpang 3 Abdullah Dg. Sirua	82
<b>Gambar 37.</b> Sketsa Segman N Simpang 4 Urip Sumoharjo	83
<b>Gambar 38.</b> Sketsa Segman S Simpang 4 Urip Sumoharjo	84
<b>Gambar 39.</b> Sketsa Segman W Simpang 4 Urip Sumoharjo	85
<b>Gambar 40.</b> Sketsa Segman E Simpang 4 Urip Sumoharjo	86
<b>Gambar 41.</b> Perbandingan LAeq,day Pengukuran dan LAeq,day Prediksi CoRTN	98
<b>Gambar 42.</b> Visualisasi Hasil Model Prediksi CoRTN	100

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Data Input dan Outpur ASJ-RTN 2008	107
<b>Lampiran 2.</b> Dokumentasi Penelitian	110



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Pesatnya pertumbuhan suatu negara dipengaruhi oleh berbagai hal, salah satunya di bidang transportasi dimana transportasi berpengaruh signifikan terhadap kemajuan ekonomi suatu negara. Sebagai contoh Indonesia dalam hal transportasi merupakan salah satu faktor yang sangat penting sebagai penunjang mobilisasi/pergerakan kehidupan manusia. Tanpa kendaraan atau alat transportasi, aktivitas manusia akan lebih lambat dan sulit berkembang. Alat transportasi yang paling dominan di Indonesia adalah kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor menghemat waktu dan tenaga karena diciptakan untuk menunjang aktivitas manusia.

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Makassar pada tahun jumlah kendaraan bermotor 2020 sebanyak 1.690.457 Unit. Dalam beberapa tahun terakhir pertumbuhan kendaraan bermotor mengalami peningkatan yang cukup pesat sebesar 5 – 10% pertahun. Dengan peningkatan jumlah kendaraan menyebabkan bertambahnya tingkat kebisingan di jalan raya. Dampak kebisingan ini menimbulkan ketidaknyamanan baik oleh para pengguna jalan maupun masyarakat sekitar.

Kota Makassar adalah salah satu kota metropolitan di Indonesia dan sekaligus sebagai ibu kota provinsi Sulawesi Selatan. Kota Makassar merupakan kota terbesar keempat di Indonesia dan terbesar di Kawasan Timur Indonesia. Sebagai pusat pelayanan di Kawasan Timur Indonesia (KTI), Kota Makassar berperan sebagai pusat perdagangan dan jasa, pusat kegiatan industri, pusat kegiatan pemerintahan, simpul jasa angkutan barang dan penumpang baik darat, laut maupun udara dan pusat pelayanan pendidikan dan kesehatan. Secara administrasi kota ini terdiri dari 14 kecamatan dan 143 kelurahan. Kota ini berada pada ketinggian antara 0-25 m dari permukaan laut. Penduduk Kota Makassar pada

tahun 2000 adalah 1.484.912 jiwa yang terdiri dari lakilaki 740.960 jiwa dan perempuan 743.952 jiwa dengan pertumbuhan rata-rata 1,65%. Sementara itu komposisi penduduk menurut jenis kelamin dapat ditunjukkan dengan rasio jenis kelamin penduduk kota Makassar, yaitu sekitar 99,59% yang berarti setiap 100 penduduk wanita terdapat 99 penduduk laki-laki (BPS, 2021).

Sebagaimana yang dialami kebanyakan kota besar di Indonesia, Kota Makassar juga mengalami masa pertumbuhan dan perkembangan secara dinamis menyesuaikan kebutuhan masyarakatnya tumbuh dan berkembangnya kota ini biasanya ditandai dengan tumbuhnya beragam pusat kegiatan disepanjang jalan-jalan utama.

Dalam beberapa kasus, kemacetan hampir melumpuhkan seluruh pergerakan dan perjalanan penduduk. Kondisi tersebut disebabkan oleh beberapa hal antara lain kurangnya jalur alternatif yang menghubungkan pusat-pusat kota, minimnya prasarana dan sarana transportasi dan kurangnya keberpihakan penduduk kota pada angkutan umum.

Kemacetan lalu lintas yang terjadi di kota Makassar menyebabkan timbulnya kebisingan lalu lintas. Kebisingan yang terjadi berasal dari berbagai macam aktivitas lalu lintas di jalan, baik yang bersumber dari kendaraan umum maupun kendaraan pribadi. Permasalahan kebisingan lalu lintas merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keselamatan lingkungan baik di negara maju maupun negara 3 berkembang. Indonesia sebagai negara berkembang juga tak lepas dari masalah kebisingan lalu lintas. Kendaraan yang bergerak di jalan akan mengeluarkan suara baik itu mesin maupun klakson kendaraan. Hal ini dapat terjadi disepanjang ruas jalan dan persimpangan jalan.

Penelitian terdahulu menjelaskan di Kota Makassar bahwa hasil yang didapat adalah tingkat kebisingan ekivalen atau LAeq telah melewati batasan yang diizinkan, dengan tingkat kebisingan LAeq,day sebesar 79,7 dB. Nilai tingkat kebisingan prediksi rata-rata adalah sebesar 78,0 dB(A) dan nilai prediksi lebih rendah dibandingkan dengan nilai tingkat kebisingan hasil pengukuran (Ariyanti dkk, 2017). Tingkat kebisingan rata-rata simpang empat bersinyal di Kota Makassar

telah melewati baku mutu yang ditetapkan, diperoleh rata-rata Laeq day sebesar 79,1 dB (Zulfiani, 2017).

Jalan A.P. Pettarani merupakan salah satu ruas jalan yang sering dilalui oleh hampir seluruh masyarakat di kota Makassar setiap harinya, dan jalan ini merupakan salah satu pusat pergerakan kegiatan ekonomi yang ada di kota Makassar, hal ini terjadi karena adanya proses pemenuhan kebutuhan yang harus dilakukan setiap hari. Tipe jalan AP Pettarani adalah 6 jalur 2 arah dengan pembatas (6/2D) Akibatnya ruas jalan A.P. Pettarani mengalami kemacetan setiap hari pada jam tertentu, adanya kemacetan ini dapat berpotensi menimbulkan penumpukan kendaraan yang diyakini dapat menyebabkan kebisingan yang apabila tidak dilakukan suatu pengendalian kebisingan yang efektif maka dapat menimbulkan kenyamanan dan gangguan kesehatan terhadap masyarakat. Kondisi lingkungan di sekitar jalan ini sebagian besar tidak menyerap bunyi meskipun terdapat dinding batu bata dan beberapa pohon yang dapat meredam kebisingan yang ditimbulkan oleh lalu lintas kendaraan. Namun lebih banyak yang terpapar secara langsung tanpa adanya penghalang berupa tanaman maupun bangunan yang dapat menyerap bunyi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi kebisingan lalu lintas pada pembangunan jalan tol layang di jalan A.P. Pettarani, dan memberikan penanganan dengan menggunakan bangunan peredam bising yaitu barrier. Oleh karena hal tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian sebagai Tugas Akhir dengan judul **“Model Prediksi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Jalan AP Pettarani Kota Makassar”**.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka pada penelitian ini pokok permasalahan yang akan dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas di jalan AP Pettarani Kota Makassar menggunakan Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008?
2. Bagaimana memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas di jalan AP Pettarani Kota Makassar menggunakan Model Prediksi Kebisingan CoRTN?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka pada penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas di jalan AP Pettarani Kota Makassar menggunakan Model ASJ-RTN 2008.
2. Memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas di jalan AP Pettarani Kota Makassar menggunakan Model CoRTN.

### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini antara lain:

1. Sebagai bahan untuk mengetahui penanganan tingkat kebisingan lalu lintas dengan menggunakan Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008 dan CoRTN.
2. Sebagai bahan pertimbangan bagi pemerintah kota Makassar agar dapat menangani faktor-faktor penyebab kebisingan di jalan AP Pettarani Kota Makassar sehingga pada masa mendatang, masalah tersebut dapat ditangani lebih baik.

### **E. Ruang Lingkup**

Untuk menghindari pembahasan yang lebih luas dari ruang lingkup bahasan penulisan, maka perlu diberi ruang lingkup batasan masalah sebagai berikut:

1. Lokasi pengambilan data untuk survei kebisingan dilakukan di 6 titik ruas jalan dan 10 titik simpang jalan yang berada di jalan AP Pettarani Kota Makassar
2. Pengambilan data survei kebisingan dilakukan bersamaan dengan pengambilan data volume kendaraan, kecepatan kendaraan dan klakson kendaraan yang terdiri dari sepeda motor (*Motorcycle*), kendaraan ringan (*Light Vehicle*) yang terbagi menjadi kendaraan pribadi dan angkutan umum (*pete-pete*), kendaraan berat (*Heavy Vehicle*) yang terbagi menjadi truk dan bus.
3. Pengukuran tidak mempertimbangkan faktor meteorologi berupa kecepatan angin dan arah angin

4. Pengukuran tidak mempertimbangkan faktor kebisingan dari jalan tol yang berada di diatas jalan AP Pettarani Kota Makassar

## **F. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup dan sistematika penulisan tugas akhir.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tinjauan terhadap literatur atau topik yang terkait dengan penelitian tugas akhir, seperti pengertian kebisingan, sumber kebisingan, jenis-jenis kebisingan, zona tingkat kebisingan, dampak kebisingan, pengukuran tingkat kebisingan, perhitungan tingkat kebisingan dan baku mutu tingkat kebisingan.

### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi prosedur pengambilan data dan alur kerja dalam pelaksanaan penelitian.

### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi penjelasan mengenai hasil penelitian yang didapatkan beserta dengan pembahasannya.

### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari tugas akhir dan saran untuk kemungkinan adanya penelitian lebih lanjut.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Jalan**

##### **1. Pengertian Jalan**

Jalan secara umum adalah suatu lintasan yang menghubungkan lalu lintas antar suatu daerah dengan daerah lainnya, baik itu barang maupun manusia. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, serta kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan, maka jalan sedikit demi sedikit meningkat lebih baik, dengan menggunakan konstruksi perkerasan jalan sebagai penguat.

Menurut UU No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan, definisi jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap, dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api dan jalan kabel. Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, jalan khusus adalah jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri.

##### **2. Klasifikasi Jalan Raya**

Jalan raya pada umumnya dapat digolongkan dalam 4 klasifikasi yaitu: klasifikasi menurut fungsi jalan, klasifikasi menurut kelas jalan, klasifikasi menurut medan jalan dan klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan (Bina Marga, 1997).

###### **a. Klasifikasi menurut fungsi jalan**

Klasifikasi menurut fungsi jalan terdiri atas 3 golongan yaitu:

- Jalan arteri yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

- Jalan kolektor yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- Jalan lokal yaitu Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

b. Klasifikasi menurut kelas jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton berbentuk Tabel 1 dibawah ini.

**Tabel 1.** Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan

<b>Fungsi</b>	<b>Kelas</b>	<b>Muatan Sumbu Terberat / MST (ton)</b>
Arteri	I	>10
	II	10
	IIIA	8
Kolektor	IIIA	8
	IIIB	8

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Jeometric Jalan Antara Kota, Ditjen Bina Marga, 1999*

c. Klasifikasi menurut medan jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut. Klasifikasi menurut medan jalan dapat dilihat Tabel 2.

**Tabel 2.** Klasifikasi Menurut Medan Jalan

<b>No</b>	<b>Jenis Medan</b>	<b>Notasi</b>	<b>Kemiringan Medan</b>
1	Datar	D	<3
2	Berbukit	B	3 – 25

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan
3	Pegunungan	G	>25

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Jeometric Jalan Antara Kota, Ditjen Bina Marga, 1997*

#### d. Klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan

Sesuai peruntukannya, jalan dibagi menjadi dua, yaitu jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Berdasarkan Pasal 9 Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, pengelompokan jalan umum menurut statusnya adalah:

##### 1) Jalan Nasional

Merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibu kota provinsi dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

##### 2) Jalan Provinsi

Merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibu kota provinsi dengan ibu kota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi

##### 3) Jalan Kabupaten

Merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten

##### 4) Jalan Kota

Merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.



#### 5) Jalan Desa

Merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/ atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

### 3. Komponen Jalan

Menurut Saodang (2010), komponen jalan terdiri dari:

#### a. Jalur lalu lintas

Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang digunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan.

#### b. Median

Median jalan adalah bagian jalan yang secara fisik memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah, guna memungkinkan kendaraan bergerak cepat dan aman. Fungsi median adalah memisahkan dua aliran lalu lintas yang berlawanan, ruang lapak tunggu penyeberang jalan, penempatan fasilitas jalan, tempat prasarana pekerjaan sementara, penghijauan, pemberhentian darurat, cadangan lajur dan mengurangi silau dari lampu kendaraan pada malam hari dari arah berlawanan.

#### c. Bahu jalan

Bahu jalan adalah bagian jalan yang berdampingan ditepi jalur lalu lintas, dan harus diperkeras, berfungsi untuk lajur lalu lintas darurat, ruang bebas samping dan penyangga perkerasan terhadap beban lalu lintas.

#### d. Saluran Tepi/Samping

Saluran tepi/samping adalah selokan yang berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air hujan, limpasan dari permukaan jalan dan daerah sekitarnya.

#### e. Lajur lalu lintas

Lajur lalu lintas adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana.

f. Trotoar

Trotoar adalah jalur pejalan kaki yang terletak pada Damija, diberi lapisan permukaan, diberi elevasi yang lebih tinggi dari permukaan perkerasan, dan umumnya sejajar dengan jalur lalu lintas kendaraan.

## **B. Bunyi atau Suara**

Bunyi adalah perubahan tekanan yang dapat dideteksi oleh telinga atau kompresi mekanikal atau gelombang longitudinal yang merambat melalui medium, medium atau zat perantara ini dapat berupa zat cair, padat, gas. Kebanyakan suara adalah merupakan gabungan berbagai sinyal atau gesekan yang timbul dari berbagai kegiatan mekanik, tetapi suara murni secara teoritis dapat dijelaskan dengan kecepatan osilasi atau frekuensi yang diukur dalam Hertz (Hz) dan amplitude atau kenyaringan bunyi dengan pengukuran dalam desible. Manusia mendengar bunyi saat gelombang bunyi, yaitu getaran udara atau medium lain, sampai kegendang telinga manusia (Syidiq, 2013). Berikut ini adalah syarat yang harus dipenuhi terjadi dan terdengarnya bunyi, yaitu:

1. Terdapat benda yang bergetar (sumber bunyi)
2. Terdapat medium yang merambatkan bunyi
3. Terdapat penerima yang berada di dalam jangkauan sumber bunyi

Bunyi dikelompokkan pada beberapa macam jenis, ialah sebagai berikut:

1. Bunyi infrasonik : suatu bunyi yang frekuensinya kurang dari 20 Hz, yang dapat didengar oleh anjing, jangkrik, angsa, dan juga kuda.
2. Bunyi audiosonik : bunyi yang frekuensinya berada pada antara 20 Hz sampai dengan 20.000 Hz dan dapat didengar oleh manusia.
3. Bunyi untrasonik : suatu bunyi yang frekuensinya itu lebih dari 20.000 Hz, dan bisa didengar oleh kelelawar serta juga lumba-lumba.

## C. Kebisingan

### 1. Pengertian Kebisingan

Menurut Kepmen LH KEP-48/MENLH/11/1996, kebisingan merupakan bunyi yang tidak diinginkan. 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 adalah salah satu faktor fisik berupa bunyi yang dapat menimbulkan akibat buruk bagi kesehatan dan keselamatan kerja. Sedangkan dalam keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia “Bising adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran”.

### 2. Sumber Bising

Menurut Suroto (2010), sumber-sumber kebisingan pada dasarnya dibagi menjadi tiga macam yaitu sumber titik, sumber bidang, dan sumber garis. Untuk kebisingan lalu lintas termasuk dalam kriteria sumber garis. Sumber-sumber kebisingan menurut Prasetio dapat bersumber dari:

a. Bising *Interior* (dalam)

Bising *Interior* atau bising dalam yaitu sumber bising yang bersumber dari manusia, alat-alat rumah tangga, atau mesin-mesin gedung.

b. Bising *Outdoor* (luar)

Bising *Outdoor* atau bising luar yaitu sumber bising yang berasal dari aktivitas lalu lintas, transportasi, industri, alat-alat mekanis yang terlihat dalam gedung, tempat-tempat pembangunan gedung, perbaikan jalan, kegiatan olahraga dan lain-lain diluar ruangan atau gedung.

Menurut *World Health Organization* (1980), sumber kebisingan dapat diklasifikasikan menjadi :

a. Lalu lintas jalan

Salah satu sumber kebisingan adalah suara lalu lintas jalan raya. Kebisingan lalu lintas di jalan raya ditimbulkan oleh suara dari kendaraan bermotor dimana suara tersebut bersumber dari mesin kendaraan, bunyi pembuangan

kendaraan, serta bunyi dari interaksi antara roda dengan jalan. Dari beberapa sumber kebisingan yang berasal dari aktivitas lalu lintas alat transportasi, kebisingan yang bersumber dari lalu lintas jalan raya ini memberikan proposi frekuensi kebisingan yang paling mengganggu.

b. Industri

Kebisingan industri bersumber dari suara mesin yang digunakan dalam proses produksi. Intensitas kebisingan ini akan meningkat sejalan dengan kekuatan mesin dan jumlah produksi dari industri.

c. Pesawat Terbang

Kebisingan yang bersumber dari pesawat terbang terjadi saat pesawat akan lepas landas ataupun mendarat di bandara. Kebisingan akibat pesawat pada umumnya berpengaruh pada awak pesawat, penumpang, petugas lapangan, dan masyarakat yang bekerja atau tinggal di sekitar bandara.

d. Kereta Api

Pada umumnya sumber kebisingan pada kereta api berasal dari aktivitas pengoperasian kereta api, lokomotif, bunyi sinyal di pelintasan kereta api, stasiun, dan penjagaan serta pemeliharaan konstruksi rel. Namun, sumber utama kebisingan kereta api sebenarnya berasal dari gesekan antara roda dan rel serta proses pembakaran pada kereta api tersebut. Kebisingan yang ditimbulkan oleh kereta api ini berdampak pada masinis, awak kereta api, penumpang, dan juga masyarakat yang tinggal di sekitar pinggiran rel kereta api.

e. Kebisingan konstruksi bangunan

Berbagai suara timbul dari kegiatan konstruksi bangunan mulai dari peralatan dan pengoperasian alat, seperti memalu, penggilingan semen, dan sebagainya.

f. Kebisingan dalam ruangan

Kebisingan dalam ruangan bersumber dari berbagai sumber seperti *Air Condition* (AC), tungku, unit pembuangan limbah, dan sebagainya. Suara bising yang beraasal dari luar ruangan juga dapat menembus ke dalam ruangan sehingga menjadi sumber kebisingan di dalam ruangan

### 3. Jenis Kebisingan

Menurut Suma'mur dalam Ramdan (2013), jenis-jenis kebisingan yang sering ditemukan adalah sebagai berikut :

- Kebisingan kontinu dengan spektrum frekuensi yang luas (*steady state, wide band noise*). Jenis kebisingan seperti ini dapat dijumpai misalnya pada mesin-mesin produksi, kipas angin, dapur pijar dan lain-lain.
- Kebisingan kontinu dengan spektrum frekuensi sempit (*steady state, narrow band noise*). Jenis kebisingan seperti ini dapat dijumpai pada gergaji sirkuler, katup gas dan lain-lain.
- Kebisingan terputus-putus (*intermitent*). Kebisingan jenis ini dapat ditemukan misalnya pada lalu-lintas darat, suara kapal terbang dan lain-lain.
- Kebisingan impulsif (*impact or impulsive noise*). Jenis kebisingan seperti ini dapat ditemukan misalnya pada pukulan mesin kontruksi, tembakan senapan, atau suara ledakan.
- Kebisingan impulsif berulang. Jenis kebisingan ini dapat dijumpai misalnya pada bagian penempaan besi di perusahaan besi.

Berdasarkan asal sumber, kebisingan dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam kebisingan, yaitu (Wardhana, 1999) :

- Kebisingan influensif, yaitu kebisingan yang datangnya tidak secara terus menerus, akan tetapi sepotong-sepotong.
- Kebisingan kontinyu, yaitu kebisingan yang datang secara terus menerus dalam waktu yang cukup lama.
- Kebisingan semi kontinyu (*intermittent*), yaitu kebisingan kontinyu yang hanya sekejap, kemudian hilang dan mungkin akan datang lagi.

### 4. Intensitas Kebisingan

Intensitas bunyi yang dapat didengar telinga manusia berbanding langsung dengan logaritma kuadrat tekanan akustik yang dihasilkan getaran dalam rentang yang dapat di dengar. Jadi, tingkat tekanan bunyi di ukur dengan logaritma dalam *desibel* (dB). Adapun tingkat kebisingan berdasarkan sumber kebisingannya dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Tingkat Kebisingan Berdasarkan Sumber Kebisingannya

<b>Tingkat Kebisingan</b>	<b>Intensitas Decibel (dB)</b>	<b>Sumber Kebisingan</b>
Kerusakan alat pendengaran	120	(Batas dengar tertinggi)
Menyebabkan Tuli	100	Halilintar, Meriam Mesin Uap
Sangat Hiruk	90	Jalan Hiruk Pikuk, Perusakan sangat gaduh, Peluit polisi
Kuat	70	Kantor Bising, Jalan Umum, Radio Perusahaan
Sedang	50	Rumah Gaduh, Kantor Pada Umumnya, Percakapan Kuat,
Tenang	30	Rumah Tenang, Kantor Perorangan, Auditorium,
Sangat Tenang	10	Suara Daun, Berbisik,

*Sumber : Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES).*

### **5. Faktor yang mempengaruhi terjadinya kebisingan**

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kebisingan antara lain (Rachmawati, 2015) :

a. Intensitas

Intensitas bunyi yang dapat didengar telinga manusia berbanding langsung dengan logaritma kuadrat tekanan akustik yang dihasilkan getaran dalam rentang yang dapat di dengar. Jadi, tingkat tekanan bunyi di ukur dengan logaritma dalam desibel (dB).

b. Frekuensi

Frekuensi yang dapat didengar oleh telinga manusia terletak antara 16 - 20000 Hertz. Frekuensi bicara terdapat antara 250- 4000 Hertz.

c. Durasi

Efek bising yang merugikan sebanding dengan lamanya paparan dan berhubungan dengan jumlah total energi yang mencapai telinga dalam.

d. Sifat

Mengacu pada distribusi energi bunyi terhadap waktu (stabil, berfluktuasi, dan intermiten). Bising impulsif (satu/lebih lonjakan energi bunyi dengan durasi kurang dari 1 detik) sangat berbahaya (Rachmawati, 2015).

## 6. Efek Kebisingan

Efek dari kebisingan menurut Kep.Men 48/MENLH/11/1996 dibagi menjadi dua yaitu :

- a. Akibat – akibat badaniah (kehilangan pendengaran dan akibat – akibat fisiologis)
  - 1) Kehilangan Pendengaran : Perubahan ambang batas sementara akibat kebisingan.
  - 2) Akibat Fisiologis : Perubahan ambang batas permanen akibat kebisingan dan rasa tidak nyaman atau stres meningkat, tekanan darah meningkat, sakit kepala, bunyi dering.
- b. Akibat – akibat Psikologis (gangguan emosional, gangguan gaya hidup, gangguan pendengaran)
  - 1) Gangguan Emosional seperti perasaan jengkel dan Kebingungan
  - 2) Gangguan Gaya Hidup : Gangguan tidur atau istirahat, hilang konsentrasi waktu bekerja, membaca, dsb,
  - 3) Gangguan Pendengaran : Merintang kemampuan mendengarkan TV, radio, percakapan, telepon, dan sebagainya.

## 7. Zona Kebisingan

Zone kebisingan dibagi sesuai dengan titik kebisingan yang diizinkan yaitu (Yuliando, 2012):

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

- Zona D : Intensitas 60 – 70 dB. Zona yang diperuntukkan bagi industri, pabrik, stasiun KA, terminal bis dan sejenisnya.

#### **D. Kebisingan Lalu Lintas**

Kebisingan lalu lintas berasal dari suara yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, terutama dari mesin kendaraan, knalpot, serta akibat interaksi antara roda dengan jalan. Kendaraan berat (truk, bus) dan mobil penumpang merupakan sumber kebisingan utama di jalan raya. Secara garis besar strategi pengendalian bising dibagi menjadi tiga elemen yaitu pengendalian terhadap sumber bising, pengendalian terhadap jalur bising dan pengendalian terhadap penerima bising (Wardika et al., 2012).

##### **1. Pengaruh Kebisingan**

Bising luar yang paling mengganggu dihasilkan oleh kendaraan, transportasi rel, transportasi air, dan transportasi udara termasuk truk, bus, mobil-mobil balap, sepeda motor (Doelle, 1990). Kebisingan akibat lalu lintas adalah salah satu bunyi yang tidak dapat dihindari dari kehidupan modern dan juga salah satu bunyi yang tidak dikehendaki, antara lain (Wardika et al., 2012) :

###### **a. Pengaruh Volume Lalu Lintas**

Volume lalu lintas terhadap kebisingan sangat berpengaruh, hal ini bisa dipahami karena tingkat kebisingan lalu lintas merupakan harga total dari beberapa tingkat kebisingan dimana masing-masing jenis kendaraan mempunyai tingkat kebisingan yang berbeda-beda.

###### **b. Pengaruh Kecepatan Rata-Rata**

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa kecepatan rata-rata kendaraan bermotor berpengaruh terhadap tingkat kebisingan.

###### **c. Pengaruh Kelandaian Memanjang**

Jalan Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk kelandaian memanjang yang lebih besar dari 2% akan menghasilkan koreksi terhadap tingkat kebisingan.



d. Pengaruh Jarak Pengamat

Dari hasil penelitian menunjukkan bila sumber bising berupa suatu titik (*point source*), maka dengan adanya penggandaan jarak pengamat, nilai tingkat kebisingan akan berkurang sebesar kurang lebih 6 dB dan akan berkurang kira-kira 3 dB jika sumber bising suatu garis (*line source*)

e. Pengaruh Jenis Permukaan Jalan

Gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan yang dilalui akan menyebabkan koreksi terhadap kebisingan dari kendaraan tersebut, besarnya koreksi tergantung dari jenis permukaan jalan yang dilalui.

f. Pengaruh Komposisi Jalan

Arus lalu lintas di jalan umumnya terdiri dari berbagai tipe kendaraan antara lain adalah sepeda motor, mobil penumpang, taksi, minibus, pick up, bus, truk ringan dan kendaraan berat yang mempunyai tingkat kebisingan masing-masing, sehingga kebisingan lalu lintas dipengaruhi oleh jenis kendaraan yang melintasi jalan tersebut. Tingkat kebisingan lalu lintas merupakan harga total dari tingkat kebisingan masing-masing kendaraan.

g. Pengaruh Lingkungan Sekitar

Keadaan lingkungan di sekitar jalan juga dapat mempengaruhi tingkat kebisingan lalu lintas yang terjadi, seperti adanya pohon ditepi jalan. Berdasarkan penelitian didapat bahwa pepohonan dan semak-semak dapat mengurangi kebisingan yang terjadi disekitar lingkungan tersebut sebesar 2 dB.

## **2. Dampak Kebisingan Kendaraan**

Kebisingan yang dihasilkan dari kendaraan pada jalan raya akan terkumulasi antara satu kendaraan lain dan akan menyebabkan terjadinya kebisingan lalu lintas. Kebisingan merupakan salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang dapat mengganggu dan merusak pendengaran manusia. Berdasarkan Kep Men No. 48/MENLH/11/1996 tentang baku mutu kebisingan, bahwa kebisingan adalah suara yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan

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

Lalu lintas di jalan raya merupakan sumber utama kebisingan yang mengganggu sebagian besar masyarakat perkotaan. Bukti yang ada menunjukkan bahwa kebisingan lalu lintas adalah sumber utama ketrgangguan lingkungan. Bunyi yang ditimbulkan oleh lalu lintas adalah bunyi dengan tingkat suara yang tidak konstan. Tingkat gangguan kebisingan yang berasal dari bunyi lalu lintas dipengaruhi oleh tingkat kekuatan suara, seberapa sering terjadi dalam suatu satuan waktu, serta frekuensi bunyi yang dihasilkannya.

Kebisingan akan mengganggu manusia baik berupa gangguan audiometrik maupun berupa gangguan *nonaudiometrik*. Pengaruh utama dari kebisingan adalah gangguan *audiometric* yaitu kerusakan pada sistem indra pendengaran manusia, terlebih lagi jika tingkat kebisingan sudah melampaui ambang batas tertentu.

Kerusakan pendengaran tidak hanya tergantung pada tingkat kebisingan saja, tetapi juga tergantung dari lamanya paparan kebisingan tersebut. Jika tingkat kebisingan mencapai 140 dB atau lebih maka akan memecahkan gendang telinga. Bebrapa tingkat gangguan pendengaran akibat bising yaitu :

- a. Hilang pendengaran sementara, dan pulih kembali setelah waktu tertentu.
- b. Imun atau kebal terhadap bising, biasanya hal ini karena selalu mendengar suara bising tertentu
- c. Pendengaran mendengung
- d. Kehilangan pendengaran permanen atau tetap dan tidak akan pulih kembali

### **E. Baku Mutu Kebisingan**

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-8/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan, yang dimaksud dengan kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Adapun nilai dari baku tingkat kebisingan yang diperbolehkan dalam suatu kawasan atau kegiatan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Baku Mutu Tingkat Kebisingan

No	Peruntukan Kawasan / Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan
1	Perumahan dan Pemukiman	55
2	Perdagangan dan Jasa	70
3	Perkotaan dan Perdagangan	65
4	Ruang Terbuka Hijau	50
5	Industri	70
6	Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7	Rekreasi	70
8	Pelabuhan Laut	70
9	Cagar Budaya	60
10	Rumah Sakit dan Sejenisnya	55
11	Sekolah dan Sejenisnya	55
12	Tempat Ibadah dan 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 teknis lingkungan jalan berdasarkan perhitungan kapasitas jalan PU no. 13 tahun 2003 mengenai batas maksimum dan minimum nilai L10 dan LAeq, tercantum pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Batas Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan

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

Sumber : Pedoman Kementerian PU no. 13 tahun 2003

### F. Pengukuran Kebisingan

Alat utama dalam pengukuran kebisingan adalah *Sound Level Meter*. *Sound Level Meter* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur seberapa besar suara bising mempengaruhi pekerja dalam melaksanakan tugasnya ditempat kerja. Alat ini mengukur kebisingan di antara 30 – 130 dB dan dari frekuensi 20 – 20.000 Hz. Alat ini terdiri dari mikropon, alat penunjuk elektronik, amplifier, dan terdapat tiga skala pengukuran, yaitu (Feidihal, 2007) dalam (Nurul Muhlisah, 2020):

1) Skala A

Untuk memperlihatkan kepekaan yang terbesar pada frekuensi rendah dan tinggi yang menyerupai reaksi untuk intensitas rendah.

2) Skala B

Untuk memperlihatkan kepekaan telinga terhadap bunyi dengan intensitas sedang

3) Skala C

Untuk bunyi dengan intensitas tinggi. Alat ini dilengkapi dengan Oktave Band Analyzer.

Alat ukur ini agar akurat data yang dihasilkan maka harus dilakukan terlebih dahulu kalibrasi sesuai dengan konfigurasi yang dimuat dalam buku petunjuk alat yang tersedia dan alat ukur juga harus memiliki sertifikat kalibrasi yang masih berlaku (SNI 7231:2009). Bila ada suatu objek atau benda yang bergetar, maka akan menimbulkan terjadinya perubahan pada tekanan udara yang akan ditangkap oleh

sistem perlatan. Selanjutnya alat ini akan menunjukkan jumlah angka dari tingkat kebisingan yang dinyatakan dalam satuan dB pada layar (Nurul Muhlisah, 2020).

Menurut Arifin (2017) dalam Nadiyah Widaryanti (2018), hal-hal yang harus diperhatikan untuk mengukur tingkat kebisingan adalah sebagai berikut :

### **1. Cara Pemakaian Alat Sound Level Meter**

Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan menggunakan alat sound level meter yaitu untuk mengukur tingkat tekanan bunyi selama 10 menit untuk tiap jamnya. Adapun langkah-langkah pengukuran tingkat kebisingan adalah sebagai berikut :

- 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 pemantulan 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*.

### **2. Teknik Pengukuran**

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan pengukuran, tahapan tersebut diawali dari tahap persiapan hingga tahap pelaksanaan pengukuran, yaitu :

- a. Menetapkan titik pengukuran pada ruas jalan berdasarkan peta jaringan jalan dan hasil survei pendahuluan.
- b. Mempersiapkan peralatan-peralatan yang nantinya akan digunakan untuk pengukuran serta menempatkan operator yang akan mengoperasikan peralatan yang digunakan.

- c. Mencatat kondisi lingkungan dari titik pengukuran pada ruas jalan dan mengidentifikasi jenis perkerasan jalan melalui pengamatan langsung serta mencatat karakteristik jalan.
- d. Mengukur tingkat kebisingan menggunakan alat *sound level meter*, menghitung volume lalu lintas menggunakan alat *counter*, dan mengukur kecepatan rata-rata kendaraan menggunakan speed gun.
- e. Lama pengukuran disesuaikan dengan tingkat kebisingan prediksi yang diinginkan.
- f. Pengukuran tingkat kebisingan, volume lalu lintas, dan kecepatan dilakukan secara bersamaan.

### G. Perhitungan Kebisingan

#### 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 seperti pada persamaan 1 sampai 4 berikut ini :

a. Range

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

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

Dimana :

$\text{Data}_{\max}$  = Data nilai terbesar

$\text{Data}_{\min}$  = Data nilai terkecil

b. Banyaknya Kelas

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

Dimana :

K = Banyaknya data

N = Jumlah data

c. 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 :

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

Dimana :

I = Interval

k = Banyaknya interval kelas

r = Range data

d. Nilai Tengah Kelas

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

$$\text{Titik tengah} : \frac{(BB-BA)}{2} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

BB = Batas bawah suatu interval kelas

BA = Batas atas suatu interval kelas

e. 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. Tingkat Kebisingan dalam Angka Penunjuk**

Pengukuran dengan system angka penunjuk yang paling banyak digunakan adalah angka penunjuk ekuivalen (equivalent index (Leq)). Angka penunjuk ekuivalen adalah tingkat kebisingan yang berubah-ubah (fluktuatif) yang diukur selama waktu tertentu, yang besarnya setara dengan tingkat kebisingan tunak (steady) yang diukur pada selang waktu yang sama (Nurul, 2015).

Sistem angka penunjuk yang banyak dipakai adalah angka penunjuk persentase. Sistem pengukuran ini menghasilkan angka tunggal yang menunjukkan

persentase tertentu dari tingkat kebisingan yang muncul selama waktu tersebut. 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 perhitungan angka penunjuk persentasenya secara manual. Sebagai contoh akan 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 muncul diurutkan menurut kecil besarnya nilai. Dengan menggunakan metode statistik biasa, dapat dihitung tingkat kebisingan yang muncul sebanyak 1%, 10%, 50%, 90%, atau 99%.

**Untuk Leq90:**

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

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

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

10% = hasil pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

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

Dimana :

I = Interval data

X = jumlah data yang tidak diketahui

B<sub>0</sub> = Jumlah % Sebelum 90

B<sub>1</sub> = % setelah 90

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

Dimana :

I<sub>0</sub> = Interval akhir



**Untuk Leq<sub>50</sub> :**

Tingkat kebisingan yang muncul adalah 50% dari data pengukuran (Leq<sub>50</sub>) dengan persamaan :

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

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

50% = hasil 50% pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

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

Dimana :

I = Interval data

X = jumlah data yang tidak diketahui

B<sub>0</sub> = Jumlah % Sebelum 50

B<sub>1</sub> = % setelah 50

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

Dimana

I<sub>0</sub> = Interval akhir

**Untuk Leq<sub>1</sub> :**

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

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

1% = hasil 99% pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

$$\boxed{\text{Nilai Leq}_1 \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,99 \times I \times 100} \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

I = Interval data

X = jumlah data yang tidak diketahui

B<sub>0</sub> = Jumlah % Sebelum 1

B<sub>1</sub> = % setelah 1

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

Dimana : I<sub>0</sub> = Interval akhir

**Untuk Leq<sub>10</sub>:**

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 90% dari data pengukuran (Leq<sub>10</sub>) dengan persamaan :

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

Dimana :

10% = hasil 90% pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data Frekuensi yang dicari

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

Dimana :

I = Interval data

X = jumlah data yang tidak diketahui

B<sub>0</sub> = Jumlah % Sebelum 10

B<sub>1</sub> = % setelah 10

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

Dimana :

I<sub>0</sub> = Interval akhir

**Untuk Leq<sub>99</sub> :**

Tingkat kebisingan yang muncul adalah 1% dari data pengukuran (Leq<sub>99</sub>) dengan persamaan :

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

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data Frekuensi yang dicari

Dimana :

1% = hasil pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

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

Dimana :

I = Interval data

X = jumlah data yang tidak diketahui

B<sub>0</sub> = Jumlah % Sebelum 99

B<sub>1</sub> = % setelah 99

$$\boxed{Leq_{99} = I_0 + X} \dots\dots\dots (19)$$

Dimana :

$I_0$  = Interval akhir

**Rumus Laeq**

$$\boxed{LAeq = Leq_{50} + 0,43 (Leq_1 - Leq_{50})} \dots\dots\dots (20)$$

Keterangan :

$Leq$  = tingkat kebisingan equivalen

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

$Leq_1$  = angka penunjuk kebisingan 1%

**Rumus Leq day**

$$\boxed{Leq \text{ day} = 10 \times \log(10) \times \frac{1}{\text{jam per hari}} \times 10^{(laeq_{10}^1)} + 10^{(laeq_{10}^2)} ..} (21)$$

**H. Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008**

ASJ RTN 2008 (*Acoustical Society of Japan - Road Traffic Noise*) 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, 2010).

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

### 1. Perhitungan *Sound Power Level* (LwA)

Tingkat kekuatan suara (LwA) dihitung dengan menggunakan Persamaan 22. Untuk nilai koefisien regresi dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

$$LwA = a + b \log V \dots\dots\dots (22)$$

dimana :

- LwA = Tingkat kekuatan suara (dB)
- V = Kecepatan kendaraan (km/jam)
- a, b = Koefisien regresi

**Tabel 6.** Koefisien Regresi a dan b untuk arus lalu lintas *steady* dan *unsteady*

Klasifikasi	Steady		Unsteady	
	(40km/jam ≤ V ≤ 140km/jam)		(10km/jam ≤ V ≤ 60km/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: Yamamoto, 2010

### 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

$$LA = LwA - 8 - 20 \log r \dots\dots\dots (23)$$

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 paparan suara dilakukan dengan menggunakan persamaan 24 dan persamaan 25.

$$L_{AE} = 10 \log \left( \frac{1}{T} \sum 10^{L_A / 10} \Delta t \right) \dots\dots\dots (24)$$

$$\Delta t = \frac{3,6 \Delta l}{V} \dots\dots\dots (25)$$

dimana :

- LAE = Tingkat paparan 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* (L<sub>Aeq</sub>)

Dengan memasukkan nilai volume kendaraan dan waktu pengamatan, maka tingkat tekanan suara ekivalen dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 26.

$$L_{Aeq} = L_{AE} + 10 \log \frac{NT}{T} \dots\dots\dots (26)$$

dimana :

- L<sub>Aeq</sub> = Tingkat tekanan suara ekivalen (dB)
- L<sub>AE</sub> = Tingkat paparan suara (dB)
- NT = Volume kendaraan (kend/jam)
- T = Jumlah pengamatan dalam sehari

### 5. Persamaan model ASJ-RTN 2008 dengan penambahan suara klakson

Perhitungan suara klakson pada penelitian ini mengacu pada penelitian terdahulu yaitu perhitungan klakson yang dilakukan oleh Asakura dengan menggunakan data pengukuran di Dhaka Bangladesh. Pada penelitian tersebut, data yang diperlukan untuk perhitungan tingkat bising suara 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 suara klakson kendaraan yang mengacu pada penelitian Asakura (2010) dihitung menggunakan Persamaan 27 dan persamaan 28.

$$L_{Ah} = 10 \log 10 \left( \sum 10 \log^{LA/10} \Delta t \left( 41 \times 3,6 \times \left( \frac{d}{V} \right) \right) \right) \dots\dots\dots (27)$$

dimana :

$L_{Ah}$  = Tingkat tekanan suara klakson (dB)

$LA$  = Tingkat tekanan suara hasil prediksi ASJ-RTN 2008 (dB)

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

$d$  = Jarak klakson (m)

$V$  = Kecepatan kendaraan (km/jam)

$$L_{A_{total}} = 10 \log 10 \left( 10^{L_{Aeq}/10} + 10^{L_{Ah}/10} \right) \dots\dots\dots (28)$$

dimana :

$L_{A_{total}}$  = Tingkat tekanan suara prediksi ASJ-RTN 2008 dengan penambahan suara klakson (dB)

$L_{Aeq}$  = Tingkat tekanan suara hasil prediksi ASJ-RTN 2008 (dB)

$L_{Ah}$  = Tingkat tekanan suara klakson (dB)

### J. Model Prediksi Kebisingan CoRTN

Model CoRTN (*Calculation of Road Traffic Noise*) merupakan metode prediksi dan evaluasi tingkat kebisingan akibat lalu lintas yang dinyatakan dalam  $L_{10}$  atau  $L_{eq}$ . Model CoRTN dapat digunakan di jalan perkotaan dan antara kota. Dalam perhitungan, model ini telah mempertimbangkan beberapa faktor berpengaruh seperti volume dan komposisi kendaraan, kecepatan, gradient, jenis pekerasan, jenis permukaan tanah, jarak horizontal dan vertikal, kondisi lingkungan jalan dan kehadiran bangunan atau dinding penghalang kebisingan. Prosedur perhitungan dibagi kedalam bentuk persamaan matematis dan grafik dan perhitungan dapat dipakai selama jarak dari sisi jalan tidak lebih dari 300 meter dan kecepatan angin dibawah 2 m/s.

Adapun kriteria-kriteria variable berpengaruh dalam menggunakan CoRTN adalah :

- Rentang kecepatan rata-rata kendaraan yang dapat digunakan sebagai faktor koreksi adalah 20 km/jam sampai 300 km/jam.

- Volume lalu lintas diukur dalam waktu 1 jam atau 18 jam.
- Presentase kendaraan berat berkisar antara 0% sampai 100%
- Geometrik jalan, dengan memperhatikan lebar jalan, panjang segmen, dan superlevansi jalan.
- Gradien jalan yang digunakan sebagai faktor koreksi berkisar antara 0% sampai 15%
- Jenis permukaan jalan dikelompokkan kedalam chip seal beton semen portllan, beton aspal gradasi padat, beton aspal gradasi terbuka.

**Tabel 7.** Koreksi Permukaan Perkerasan

No	Uraian	Koreksi dB (A)
1	Chip Seal	+3,0
2	Beton Semen Portlan	+1,0
3	Beton Aspal Gradasi Padat	-1.0
4	Beton Aspal Gradasi Terbuka	-5,0

*Sumber : Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd T-10-2004-B*

- Koreksi permukaan tanah merupakan koreksi untuk penyerapan (absorpsi) tanah

**Tabel 8.** Koreksi Permukaan Tanah

No	Uraian	Koreksi dB (A)
1	$0,75 < H < (d + 5) / 6$	$5,2 \times \text{Log} (6H - 1,5 / (d + 3,5))$
2	$H < 0,75$	$5,2 \times \text{Log} (3 / (d + 3,5))$
3	$H > (d + 6) / 6$	0

*Sumber : Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd T-10-2004-B*

- Efek pemantulan dikelompokkan dalam lapangan terbuka, 1 meter didepan Gedung, dan dikiri kanan sepanjang jalan terhadap dinding menerus.

**Tabel 9.** Faktor Koreksi Efek Pemantulan

No	Uraian	Koreksi dB (A)
1	Lapangan Terbuka	0
2	1 Meter di Depan Gedung	+2,5

No	Uraian	Koreksi dB (A)
3	Terdapat Dinding Menerus di Samping Kiri Kanan Jalan	+1,0

Sumber : Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd T-10-2004-B

- Bangunan peredam bising, dengan memperhatikan tinggi bangunan peredam bising, jarak bangunan peredam dari tepi jalan terdekat, dan bahan bangunan peredam terbuat dari bahan yang solid/kedap suara.
- Sudut pandang dengan memperhatikan homogenitas lingkungan sekitar.

### K. Persamaan Model Kebisingan CoRTN

#### 1. Tahap 1

Tahap perhitungan tingkat bising dasar/tingkat bising di sumber diasumsikan bahwa pada segmen atau ruas jalan tersebut volume kendaraan, kecepatan rata-rata kendaraan ( $v$ ) = 75 km/jam, presentase kendaraan berat ( $p$ ) = 0%, jarak titik penerima 10 meter dan gradient jalan ( $G$ ) = 0%. Data yang diperlukan dalam tahap ini adalah data volume lalu lintas 1 jam atau 18 jam sesuai dengan tingkat bising prediksi yang dikehendaki L10 1 jam atau 18 jam. Berikut persamaan yang digunakan untuk tahap perhitungan bising dasar.

- Volume Lalu Lintas selama jam/hari ( $Q$ )

$$L_{10} (18 \text{ jam}) = 29,1 + \log Q \text{ dB(A)} \dots\dots\dots (29)$$

dimana :

$Q$  = Volume lalu lintas

- Kecepatan Lalu Lintas (km/jam)

$$\text{Koreksi} = 33 \log_{10} \left( \frac{v+40+50}{v} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{1,5 \times p}{v} \right) - 68,8 \text{ dB} \dots\dots\dots (30)$$

dimana :

$V$  = Kecepatan kendaraan gabungan

$P$  = Presentase kendaraan berat

- Kendaraan Berat ( $p\%$ )

$$p\% = \left( \frac{\text{jumlah kendaraan berat per segmen}}{\text{total kendaraan berat}} \right) \times 100 \dots\dots\dots (31)$$



- Kecepatan Kendaraan Gabungan

$$V = \left( \frac{(V_{rmc} \times nmc) + (V_{rlv} \times nlv) + (V_{rhv} \times nhv)}{(nmc + nlv + nhv)} \right) \dots\dots\dots (32)$$

dimana :

$V_{rmc}$  = Kecepatan rata-rata sepeda motor

$V_{rlv}$  = Kecepatan rata-rata light vehicle

$V_{rhv}$  = Kecepatan rata-rata heavy vehicle

$nmc$  = Jumlah sepeda motor

$nlv$  = Jumlah light vehicle

$nhv$  = Jumlah heavy vehicle

## 2. Tahap 2

Tahap koreksi dimana hasil perhitungan pada tahap 2 dikoreksi dengan beberapa faktor seperti koreksi jarak horizontal, gradien jalan, jenis permukaan jalan, propagasi akibat jarak, adanya dinding/ bangunan peredam/ penghalang, efek pemantulan, dan sudut pandang. Data yang dibutuhkan untuk tahap ini disesuaikan dengan faktor koreksinya. Berikut persamaan yang digunakan untuk tahap koreksi perambatan.

- Koreksi Jarak Horizontal

$$\text{Koreksi} = -10 \log_{10} \left( \frac{d'}{13,5} \right) \dots\dots\dots (33)$$

Dimana  $d'$  dapat kita ketahui menggunakan persamaan

$$d' = ((d + 3,5)^2 + h^2)^{0,5} \dots\dots\dots (34)$$

dimana :

$d'$  = Jarak signifikan terdekat

$d$  = Jarak sumber ke penerima

$h$  = Tinggi relative ke sumber

- Koreksi Akibat Pantulan dari Gedung Depan

$$\text{Koreksi} = 1,5 \left( \frac{\theta'}{\theta} \right) \text{ dB(A)} \dots\dots\dots (35)$$

dimana :

$\theta'$  = Sudut Pantul

$\Theta$  = Sudut Pandang

- Koreksi Akibat Sudut Pandang :

$$\boxed{\text{Koreksi} = 10 \log 10 \left( \frac{\Theta}{180} \right)} \dots\dots\dots (36)$$

dimana :

$\Theta$  = Sudut Pandang

### 3. Tahap 3

Tahap penggabungan tingkat bising prediksi merupakan tahap akhir perhitungan, dimana tingkat bising yang diperoleh dari masing-masing segmen digabung menjadi satu untuk menghasilkan tingkat bising prediksi akhir. Tingkat kebisingan gabungan dapat dihitung dengan persamaan.

$$\boxed{L_{gab} = 10 \log 10 \left( \sum \text{antilog } 10 \left( \frac{L_n}{10} \right) \text{ dB(A)} \right)} \dots\dots\dots (37)$$

dimana:

$L_n$  = Kebisingan yang terjadi pada setiap segmen

Evaluasi hasil prediksi diperlukan guna mengetahui kesesuaian antara hasil prediksi dengan hasil pengukuran dengan cara mengetahui selisih angka dari tingkat kebisingan hasil pengukuran dan hasil prediksi. Semakin sedikit selisih tingkat kebisingan hasil pengukuran dan hasil prediksi, maka prediksi tingkat kebisingan dapat dikatakan baik (Murlina, 2013).

### L. Korelasi Pearson

Analisis korelasi merupakan metode statistika yang digunakan dalam menentukan suatu besaran yang menyatakan adanya hubungan kuat pada suatu variabel dengan variabel yang lain. Apabila semakin tinggi nilai korelasi, semakin tinggi pula keeratan hubungan antara kedua variabel. Apabila terdapat angka korelasi mendekati nilai satu, maka korelasi dari kedua variabel terdapat akan semakin kuat. Sebaliknya, jika angka korelasi mendekati nol maka korelasi kedua variabel semakin lemah. Adapun persamaan untuk menghitung korelasi *pearson* adalah sebagai berikut.

$$V = \frac{\sum (x_{1i}-x_1)(x_{2i}-x_2)}{\sqrt{(\sum (x_{1i}-x_1)^2)(\sum (x_{2i}-x_2)^2)}} \dots\dots\dots (38)$$

dimana :

- V = Nilai Korelasi
- x = Variabel ke-1
- y = Variabel ke-2

**M. Root Mean Square Error (RMSE)**

Menurut Arun Goel (2011), Root Mean Square Error (RMSE) merupakan besarnay tingkat kesalahan hasil prediksi, dimana semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSE maka hasil prediksi akan semakin akurat. Nilai RMSE dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (X-Y)^2}{n}} \dots\dots\dots (39)$$

dimana :

- x = Variabel ke-1
- y = Variabel ke-2