

TUGAS AKHIR

MODEL PREDIKSI TINGKAT KEBISINGAN LALU LINTAS

DI JALAN SULTAN ALAUDDIN KOTA MAKASSAR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Meraih Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin



NURFAIZAH RAUF

D131 18 1329

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022

TUGAS AKHIR

MODEL PREDIKSI TINGKAT KEBISINGAN LALU LINTAS

DI JALAN SULTAN ALAUDDIN KOTA MAKASSAR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Meraih Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin



NURFAIZAH RAUF

D131 18 1329

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

JL. POROS MALINO. KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

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 Sultan Alauddin Kota Makassar**

Disusun Oleh :

Nama : Nurfaizah Rauf

D131181329

Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 20 September 2022


Pembimbing I


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

Pembimbing II


Zarah Arwieny Hanami, S.T., M.T.
NIP. 199710272022044001

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan


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



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : NURFAIZAH RAUF
NIM : D131 18 1329
Program Studi : Teknik Lingkungan
Jenjang : S1

Menyatakan Dengan Ini Bahwa Karya Tulisan Saya Berjudul:

“MODEL PREDIKSI TINGKAT KEBISINGAN LALU LINTAS DI JALAN SULTAN ALAUDDIN KOTA MAKASSAR”

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

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

Gowa, 20 September 2022

Yang Menyatakan



NURFAIZAH RAUF
D131 18 1329

ABSTRAK

NURFAIZAH RAUF. *Model Prediksi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Di Jalan Sultan Alauddin Kota Makassar* (dibimbing oleh **Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.** dan **Zarah Arwienny Hanami, S.T., M.T.**)

Salah satu sumber bising yang sering kali kita dengar adalah bising dari kendaraan bermotor di jalan raya pada kondisi lalu lintas yang heterogen khususnya di Kota Makassar. Bising yang ditimbulkan bukan hanya karena bunyi knalpot kendaraan bermotor yang melintas tetapi juga dapat disebabkan oleh gesekan antara jalan dan ban kendaraan serta bunyi klakson kendaraan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memprediksikan tingkat kebisingan lalu lintas pada ruas dan simpang Jalan Sultan Alauddin Kota Makassar dengan menggunakan model prediksi ASJ-RTN 2008 dan CoRTN. Dalam penelitian ini, terdapat 10 titik lokasi pengambilan sampel yaitu 6 titik ruas, 3 titik simpang tiga tak bersinyal dan 1 titik simpang empat bersinyal. Pengambilan data dilapangan dilakukan selama 12 jam dari pukul 07.00 sampai pukul 18.00 untuk setiap titik pengambilan sampel.

Adapun hasil yang didapatkan yaitu 1. ruas yang memiliki tingkat kebisingan LAeq day paling tinggi yaitu R5 sebesar 80,8 dB dan paling rendah yaitu R1 sebesar 78,6 dB. Sedangkan simpang yang memiliki tingkat kebisingan LAeq day paling tinggi yaitu Simpang Jalan Syech Yusuf – Sultan Alauddin sebesar 80,64 dB dan paling rendah yaitu Simpang Jalan Mon Emmy Saelan – Sultan Alauddin dan Simpang Jalan AP Pettarani – Sultan Alauddin sebesar 79,75 dB. Dari 10 titik lokasi pengukuran menunjukkan bahwa semua lokasi ruas dan simpang melebihi standar baku mutu Kepmen LH No. 48 Tahun 1996 untuk tingkat kebisingan pada kawasan perdagangan dan jasa yaitu 70 dB. 2. Hasil prediksi tingkat kebisingan metode ASJ-RTN 2008 tanpa klakson menunjukkan bahwa tingkat kebisingan tertinggi yaitu R6 sebesar 78,5 dB. Sedangkan hasil prediksi metode ASJ-RTN 2008 dengan klakson menunjukkan tingkat kebisingan tertinggi yaitu R6 sebesar 78,9 dB. Semua selisih antara hasil prediksi dan pengukuran langsung berada di bawah ≤ 3 dB yang artinya bahwa prediksi menggunakan metode ASJ-RTN 2008 dapat digunakan. 3. Hasil prediksi tingkat kebisingan metode CoRTN menunjukkan bahwa tingkat kebisingan tertinggi yaitu Simpang Jalan Syech Yusuf – Sultan Alauddin sebesar 79,64 dB. Sedangkan yang paling rendah yaitu Simpang Jalan Talasalapang – Sultan Alauddin sebesar 76,00 dB. Hasil uji *t-test* pengukuran tingkat kebisingan dengan hasil prediksi metode CoRTN memiliki perbedaan hasil yang tidak begitu signifikan sehingga dapat disimpulkan bahwa prediksi menggunakan metode CoRTN dapat digunakan.

Kata Kunci: Tingkat Kebisingan, LAeq day, ASJ-RTN 2008, CoRTN

ABSTRACT

NURFAIZAH RAUF. *Traffic Noise Level Prediction Model on Sultan Alauddin Road Makassar City (supervised by Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T. and Zarah Arwienny Hanami, S.T., M.T.)*

One source of noise that we often hear is noise from motorized vehicles on the highway in heterogeneous traffic conditions, especially in Makassar City. The noise generated is not only due to the exhaust sound of passing motorized vehicles but can also be caused by friction between the road and vehicle tires and the sound of vehicle horns.

This study aims to analyze and predict the level of traffic noise in the sections and intersections of Jalan Sultan Alauddin Makassar City using the ASJ-RTN 2008 and CoRTN prediction models. In this study, there were 10 sampling locations, namely 6 segment points, 3 unsignalized triangular points and 1 signaled quadruple point. Field data collection was carried out for 12 hours from 07.00 to 18.00 for each sampling point.

The results obtained are 1. The segment that has the highest LAeq day noise level is R5 of 80.8 dB and the lowest is R1 of 78.6 dB. Meanwhile, the intersection with the highest LAeq day noise level is the Syech Yusuf – Sultan Alauddin Road Interchange of 80.64 dB and the lowest is the Mon Emmy Saelan – Sultan Alauddin Road Interchange and the AP Pettarani – Sultan Alauddin Intersection of 79.75 dB. Of the 10 points of measurement locations, it is shown that all the sections and intersections exceed the quality standards of the Minister of Environment Decree No. 48 of 1996 for the noise level in trade and service areas, which is 70 dB. 2. The result of the prediction of noise level using the ASJ-RTN 2008 method without horn shows that the highest noise level is R6 at 78.5 dB. While the prediction results of the 2008 ASJ-RTN method with the horn showed the highest noise level, namely R6 of 78.9 dB. All differences between the predicted results and direct measurements are below 3 dB, which means that predictions using the 2008 ASJ-RTN method can be used. 3. The results of the prediction of the noise level of the CoRTN method show that the highest noise level is the Syech Yusuf - Sultan Alauddin intersection at 79.64 dB. While the lowest is the intersection of Jalan Talasalapang – Sultan Alauddin at 76.00 dB. The results of the t-test of noise level measurements with the prediction results of the CoRTN method have a not-so-significant difference in results so that it can be concluded that predictions using the CoRTN method can be used.

Keyword: *Noise Level, LAeq day, ASJ-RTN 2008, CoRTN*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah dan nikmat-Nya yakni berupa nikmat kesehatan rohani dan jasmani yang diberikan kepada penulis, sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini sesuai dengan yang diharapkan. Shalawat dan salam senantiasa kita panjatkan kepada Baginda Rasulullah SAW, sahabat, keluarga serta orang-orang yang senantiasa istiqomah di jalan-Nya. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Dalam proses penyusunan sampai dengan terselesaikannya skripsi yang berjudul “**Model Prediksi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Jalan Sultan Alauddin Kota Makassar**”. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis sampai terselesaikannya skripsi ini.

Teristimewa penulis ucapkan terima kasih dan banyak ucapan rasa bangga serta rasa syukur penulis kepada kedua orang tua terhebat yang selalu ada untuk penulis hingga penulis bisa sampai dititik ini, kepada kedua orang tua terhebat yang sangat penulis sayangi dan cintai, kepada ayahanda **Drs. Abdul Rauf, M.M** dan ibunda **Dra. Pahirah** selaku orang tua kandung penulis yang selama penulis menyelesaikan skripsi ini selalu memberikan dukungan, kasih sayang, materil, kebutuhan yang diberikan dengan ikhlas dan doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dan mendapatkan gelar sebagai seorang Sarjana Teknik. Tidak ada kata atau kalimat yang dapat membalas ketulusan hati kedua orang tua doa penulis yang tiada henti yang bisa penulis berikan kepada kedua orang tua yang sangat penulis hormati dan sayangi semoga selalu dalam lindungan Allah SWT.

Dengan rasa rendah hati dari penulis dimana dalam proses penyelesaian skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, arahan, masukan dan bantuan dari beberapa pihak, oleh karena itu tidak lupa penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.** selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Ibu **Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.** dan Ibu **Zarah Arwienny Hanami, S.T., M.T.** selaku pembimbing I dan pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini dan selama masa perkuliahan.
3. Ibu **Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.** selaku ketua Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Dr. Eng. Ibrahim Djamaluddin, S.T., M.Eng.** selaku dosen pembimbing akademik penulis yang senantiasa membantu dan membimbing penulis selama penulis berkuliah.
5. **Bapak/Ibu Dosen** Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi selama kurang lebih empat tahun penulis berkuliah.
6. Segenap **Staf Akademik** dan **Karyawan** Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin telah membantu penulis selama berada diperkuliahan terutama kepada **Ibu Sumiati** dan **Kak Olan**.
7. Kakak tercinta penulis **Nurfadilla Rauf, S.T.** (si paling pengertian) yang selalu mendengar curhatan penulis, memberikan dukungan moril, semangat dan doa kepada penulis agar bisa cepat wisuda, semoga sukses selalu.
8. Adik-adik tercinta penulis **Muh Faturrahman Rauf** dan **Nur Ramadhani Rauf** (si kembar) yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis, semangat yang 1 tahun lagi jadi anak kuliah.
9. Segenap keluarga besar penulis yang telah memberi dukungan dan terus menyemangati penulis.

10. BFF penulis sekaligus umaku tercinta **Sukma Adjani Betta, S.T.** (calon turki) yang selalu menemani suka duka, membantu penulis dan juga menyemangati penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga uma sehat dan sukses selalu. Semangat terus uma....
11. Teman-teman **Lab. Riset Kualitas Udara** dan **Bising 2018** yang telah bersama-sama berjuang selama perkuliahan.
12. Teman-teman **Teknik Lingkungan 2018** dan **TRANSISI 2019** yang telah bersama-sama berjuang selama perkuliahan.
13. Adik-adik **Teknik Lingkungan 2020** dan **2021** yang telah membantu penulis pada pengambilan data di lapangan.

Penulis menyadari keterbatasannya sehingga mungkin dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan dan kesalahan yang perlu diberi saran dan kritik yang membangun dari semua pihak.

Akhir kata penulis berharap apa yang telah dipaparkan dalam tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, khususnya bagi mahasiswa/i yang akan melakukan penelitian dalam bidang serupa. Aamiin ya Rabbal Alamin.

Gowa, September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii

BAB I

PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Jalan	6
1. Klasifikasi Jalan	6
2. Komponen-Komponen Jalan	7
B. Persimpangan	7
1. Pengertian Persimpangan	7
2. Simpang Bersinyal	9
3. Simpang Tak Bersinyal	9
C. Kendaraan	9

D. Kebisingan	10
1. Jenis-Jenis Kebisingan	11
2. Faktor-Faktor Kebisingan	13
3. Baku Mutu Tingkat Kebisingan	13
4. Zona Kebisingan	15
E. Kebisingan Akibat Lalu Lintas	16
1. Faktor Kebisingan Akibat Lalu Lintas	17
F. Dampak Kebisingan Terhadap Kesehatan	19
1. Gangguan Fisiologis	19
2. Gangguan Psikologi	20
3. Gangguan Komunikasi	20
4. Gangguan Keseimbangan	20
5. Gangguan Pendengaran	20
G. Pengendalian Kebisingan	20
1. Mengurangi Kebisingan dari Sumbernya	20
2. Pengoperasian Lalu Lintas	21
3. Pembatasan Kebisingan	21
H. Pengukuran Tingkat Kebisingan	22
1. Metode Pengukuran Tingkat Kebisingan	22
I. Perhitungan Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran	23
1. Distribusi Frekuensi	23
2. Tingkat Kebisingan <i>Equivalent</i>	24
J. Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008	29
1. Perhitungan <i>Sound Power Level</i> (L_{WA})	29
2. Perhitungan <i>Sound Pressure Level</i> (L_A)	30
3. Perhitungan <i>Sound Exposure Level</i> (L_{AE})	30
4. Perhitungan <i>Equivalent Continuous A-weighted Sound Pressure Level</i> (L_{Aeq})	31
5. Persamaan Model ASJ-RTN dengan Penambahan Bunyi Klakson	31

K. Model Prediksi Kebisingan CoRTN	32
1. Pengertian CoRTN (<i>Calculation of Road Traffic Noise</i>).....	32
2. Kriteria-Kriteria Variabel Berpengaruh	34
L. Persamaan Model CoRTN (<i>Calculation of Road Traffic Noise</i>)	34
1. Pembagian Ruas Jalan dalam Beberapa Segmen	34
2. Tingkat Kebisingan Dasar.....	35
3. Perambatan.....	36
4. Penggabungan Tingkat Bising Prediksi	37
M. Uji Statistik (<i>t-test</i>).....	38
N. Korelasi <i>Pearson</i>	39
O. <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	40
P. Penelitian Terdahulu	40

BAB III

METODE PENELITIAN	43
A. Rancangan Penelitian	43
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	44
1. Waktu Penelitian	44
2. Lokasi Penelitian.....	44
3. Sketsa Ruas dan Simpang	46
4. Karakteristik Pemilihan Simpang	48
C. Alat dan Bahan Penelitian	49
D. Metode Pengumpulan Data	50
1. Data Primer	50
2. Data Sekunder	52
E. Definisi Operasional	53
F. Metode Analisis Data	54
1. Analisis Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran	54
2. Analisis Model Prediksi Kebisingan Metode ASJ-RTN 2008.....	55
3. Analisis Model Prediksi Kebisingan Metode CoRTN.....	56

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN	59
A. Hasil Pengukuran Karakteristik Lalu Lintas	59
1. Ruas Jalan	59
2. Simpang	64
B. Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan	69
1. Tingkat Kebisingan Ruas	69
2. Tingkat Kebisingan Simpang	71
C. Prediksi Tingkat Kebisingan Metode ASJ-RTN 2008	73
D. Prediksi Tingkat Kebisingan Metode CoRTN	78
E. Kinerja Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Jalan Sultan Alauddin	84

BAB V

PENUTUP	86
A. Kesimpulan	86
B. Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Baku Mutu Tingkat Kebisingan	14
Tabel 2.2	Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan	15
Tabel 2.3	Faktor Koreksi dari Tingkat Kebisingan Dasar untuk Variasi Kelandaian Memanjang	18
Tabel 2.4	Koefisien Regresi a dan b untuk Arus Lalu Lintas <i>Steady</i> dan <i>Unsteady</i>	30
Tabel 2.5	Pedoman Interpretasi Koefisien Korelasi	40
Tabel 3.1	Daftar Titik Ruas Jalan Sultan Alauddin	45
Tabel 3.2	Daftar Titik Simpang Jalan Sultan Alauddin	46
Tabel 4.1	Hasil Perhitungan Leq_1 , Leq_{10} , Leq_{50} , Leq_{90} , Leq_{99} , L_{Aeq} Ruas Depan <i>Barber Shop</i> (R1)	69
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan Leq_1 , Leq_{10} , Leq_{50} , Leq_{90} , Leq_{99} , L_{Aeq} Simpang Jalan Talasalapang – Sultan Alauddin (S1)	71
Tabel 4.3	Data Input Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Program <i>Fortran 95</i> (Tanpa Klakson)	74
Tabel 4.4	Data Input Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008 pada Program <i>Fortran 95</i> (Dengan Klakson)	74
Tabel 4.5	Perbandingan Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran dan Tingkat Kebisingan Hasil Prediksi ASJ-RTN 2008 (Tanpa Klakson)	74
Tabel 4.6	Perbandingan Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran dan Tingkat Kebisingan Hasil Prediksi ASJ-RTN 2008 (Dengan Klakson)	75
Tabel 4.7	Hasil Analisis Jarak Antara Sumber dan Penerima	78
Tabel 4.8	Hasil Analisis Sudut Pandang	79
Tabel 4.9	Hasil Analisis Sudut Pantul	79
Tabel 4.10	Hasil Analisis Prediksi Tingkat Kebisingan Simpang Jalan Talasalapang – Sultan Alauddin	80
Tabel 4.11	Hasil Analisis Prediksi Tingkat Kebisingan Simpang Jalan Mon Emmy Saelan – Sultan Alauddin	80
Tabel 4.12	Hasil Analisis Prediksi Tingkat Kebisingan Simpang Jalan AP. Pettarani – Sultan Alauddin	81

Tabel 4.13 Hasil Analisis Prediksi Tingkat Kebisingan Simpang Jalan Syech Yusuf – Sultan Alauddin	82
Tabel 4.14 Perbandingan Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran dan Hasil Prediksi CoRTN	83
Tabel 4.15 Uji T Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran dan Tingkat Kebisingan Hasil Prediksi CoRTN	83
Tabel 4.16 Rekapitulasi Kinerja Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Jalan Sultan Alauddin	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembagian Segmen Simpang Berdasarkan Model CoRTN	35
Gambar 2.2	Grafik untuk Mengukur Tingkat Kebisingan Berdasarkan Sumbu	38
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian	43
Gambar 3.2	Peta Titik Lokasi Pengambilan Sampel	45
Gambar 3.3	Sketsa Ruas Jalan Sultan Alauddin	46
Gambar 3.4	Sketsa Simpang Empat Jalan Syech Yusuf – Sultan Alauddin ..	47
Gambar 3.5	Sketsa Simpang Tiga Jalan Syech Yusuf – Sultan Alauddin	47
Gambar 3.6	Alat dan Bahan Penelitian	49
Gambar 3.7	Diagram Alir Perhitungan Nilai Tingkat Kebisingan	55
Gambar 3.8	Diagram Alir Proses Prediksi Kebisingan Menggunakan Metode ASJ-RTN 2008	56
Gambar 3.9	Diagram Alir Proses Prediksi Kebisingan Menggunakan Metode <i>Calculation of Road Traffic Noise (CoRTN)</i>	58
Gambar 4.1	Volume Kendaraan Setiap Ruas	60
Gambar 4.2	Persentase Volume Kendaraan Setiap Ruas	61
Gambar 4.3	Rata-Rata Kecepatan Kendaraan Setiap Ruas	62
Gambar 4.4	Jumlah Klakson Setiap Ruas	63
Gambar 4.5	Volume Kendaraan Setiap Simpang	64
Gambar 4.6	Persentase Volume Kendaraan Setiap Simpang	65
Gambar 4.7	Rata-Rata Kecepatan Kendaraan Setiap Simpang	67
Gambar 4.8	Jumlah Klakson Setiap Simpang	68
Gambar 4.9	Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Setiap Ruas	70
Gambar 4.10	Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Setiap Simpang	72
Gambar 4.11	Perbandingan LAeq day Pengukuran dan LAeq day Prediksi ASJ-RTN 2008 (Tanpa Klakson)	76
Gambar 4.12	Perbandingan LAeq day Pengukuran dan LAeq day Prediksi ASJ-RTN 2008 (Dengan Klakson)	77

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** LAeq day pada Setiap Ruas
- Lampiran 2.** LAeq day pada Setiap Simpang
- Lampiran 3.** Data *Running* Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008 pada *Fortran 95*
(Tanpa Klakson)
- Lampiran 4.** Data *Running* Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008 pada *Fortran 95*
(Dengan Klakson)
- Lampiran 5.** Sketsa Titik Lokasi Pengambilan Sampel pada Setiap Ruas
- Lampiran 6.** Sketsa Penentuan Sudut Pandang dan Sudut Pantul pada Setiap
Simpang
- Lampiran 7.** Peta Titik Lokasi Pengambilan Sampel
- Lampiran 8.** Dokumentasi Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan perkotaan dan pertumbuhan penduduk yang pesat telah membawa perubahan besar dalam berbagai sistem aktivitas penduduk perkotaan. Salah satu sistem yang berubah dengan cepat adalah sistem transportasi. Transportasi adalah salah satu faktor penting yang mendukung mobilisasi atau pergerakan kehidupan manusia, berkembangnya suatu negara di bidang transportasi ditandai dengan semakin meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, termasuk di Indonesia. Kendaraan bermotor membuat waktu dan tenaga masyarakat dalam beraktivitas menjadi efisien, sehingga kendaraan bermotor merupakan sarana transportasi yang paling dominan di Indonesia (Widaryanti, 2018)

Jalan Sultan Alauddin yang berada di Kota Makassar merupakan salah satu jalan strategis dengan fungsinya sebagai jalan arteri primer. Dalam Peraturan Pemerintah RI No. 34 Tahun 2006 jalan arteri adalah jalan yang secara efisien menghubungkan pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan regional dan dirancang berdasarkan kecepatan minimal 60 km/jam dan lebar badan jalan 11 meter atau lebih. Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Sul-Sel (2021), dilihat dari jumlah penduduk Kota Makassar yang berjumlah 1.423.877 jiwa pada tahun 2020 dengan persentase pertumbuhan dari tahun sebelumnya sebesar 0,60% .

Kota ini merupakan salah satu kota di Indonesia dengan tingkat aktivitas ekonomi yang tinggi, terbukti dengan banyaknya fasilitas perdagangan salah satunya di Jalan Sultan Alauddin sehingga dapat menyebabkan kemacetan lalu lintas. Permasalahan yang ditimbulkan pada bidang transportasi bukan hanya masalah kemacetan tetapi juga masalah lingkungan yaitu kebisingan. Dalam UU No.22 tahun 2009 pasal 209 disebutkan bahwa setiap kegiatan dibidang lalu lintas dan angkutan jalan harus dilakukan pencegahan dan penanggulangan pencemaran lingkungan hidup untuk memenuhi keputusan baku mutu lingkungan yang telah disyaratkan.

Kebisingan adalah jenis suara atau bunyi yang tidak sesuai dengan tempat atau waktu karena dapat mengganggu pendengaran dan kenyamanan masyarakat. Salah satu sumber bising yang sering kali kita dengar adalah bising dari kendaraan bermotor di jalan raya pada kondisi lalu lintas yang heterogen khususnya di Kota Makassar. Bising yang ditimbulkan bukan hanya karena bunyi knalpot kendaraan bermotor yang melintas tetapi juga dapat disebabkan oleh gesekan antara jalan dan ban kendaraan serta bunyi klakson kendaraan (Leonard, 2014). Peningkatan jumlah kendaraan bermotor menyebabkan bertambahnya tingkat kebisingan terutama pada ruas dan persimpangan jalan.

Perilaku kendaraan ringan dan sepeda motor melakukan manuver *zig-zag*, merayap perlahan ke arah depan antrian ketika sedang lampu merah juga dapat menghambat arus lalu lintas dengan mengganggu kendaraan lain di belakang. Sehingga menyebabkan kecepatan kendaraan menjadi tidak terkendali, dan keadaan pergerakan kendaraan antar ruas jalan sering berubah-ubah secara berulang-ulang, baik itu kondisi percepatan, perlambatan, meluncur maupun diam atau berhenti (Hustim, 2011).

Pada penelitian terdahulu (Hustim, 2012) didapatkan hasil tingkat kebisingan di Kota Makassar telah melewati ambang batas yang dipersyaratkan yakni sebesar 74 dB(A). Nilai kebisingan yang tinggi menandakan perlunya pengendalian kebisingan lalu lintas dengan pemodelan prediksi kebisingan lalu lintas untuk desain pengukuran pengurangan kebisingan.

Berdasarkan permasalahan di atas maka dipandang perlu untuk menganalisis dan mengevaluasi tingkat kebisingan di ruas dan persimpangan Jalan Sultan Alauddin yang merupakan salah satu jalan arteri di kota Makassar dengan menggunakan Model ASJ-RTN 2008 dan CoRTN. Prediksi ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kebisingan yang terjadi apakah masih dalam batas aman atau sudah melampaui ambang batas baku mutu kebisingan serta membandingkannya dengan tingkat kebisingan hasil pengukuran sehingga kita dapat mengetahui tindakan yang dapat kita lakukan nantinya untuk meminimalisir tingkat kebisingan tersebut.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka peneliti dapat merumuskan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana tingkat kebisingan lalu lintas pada ruas dan simpang Jalan Sultan Alauddin?
2. Bagaimana model prediksi kebisingan pada ruas Jalan Sultan Alauddin menggunakan model prediksi ASJ-RTN 2008?
3. Bagaimana model prediksi kebisingan pada simpang Jalan Sultan Alauddin menggunakan model prediksi CoRTN?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan permasalahan yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian dalam tugas akhir ini yaitu :

1. Menganalisis tingkat kebisingan lalu lintas pada ruas dan simpang Jalan Sultan Alauddin
2. Memprediksi tingkat kebisingan pada ruas Jalan Sultan Alauddin menggunakan model prediksi ASJ-RTN 2008.
3. Memprediksi tingkat kebisingan pada simpang Jalan Sultan Alauddin menggunakan model prediksi CoRTN.

D. Batasan Masalah

Berdasarkan beberapa identifikasi masalah di atas, maka dalam hal ini permasalahan yang dikaji perlu dibatasi. Pembatasan masalah ini dimaksudkan untuk menarik perhatian pada penelitian dengan menarik kesimpulan yang akurat dan menyeluruh tentang aspek-aspek yang diselidiki. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Kebisingan yang akan dianalisis berasal dari lalu lintas pada jalur ruas dan simpang Jalan Sultan Alauddin.

2. Pengambilan data survei kebisingan lalu lintas di Jalan Sultan Alauddin dilakukan selama hari kerja dengan waktu pengukuran di lapangan selama 10 menit per jam selama 12 jam.
3. Pengambilan data survei kebisingan lalu lintas dilakukan bersamaan dengan pengambilan data volume kendaraan, kecepatan kendaraan dan klakson kendaraan yang terdiri dari sepeda motor (*motorcycle*), kendaraan ringan (*light vehicle*) dan kendaraan berat (*heavy vehicle*) di Jalan Sultan Alauddin.
4. Model prediksi yang digunakan untuk memprediksi tingkat kebisingan di Jalan Sultan Alauddin Kota Makassar yaitu model ASJ-RTN 2008 dan CoRTN.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Sebagai pemenuhan syarat untuk menyelesaikan studi Strata 1 (S1) dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST) di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
2. Sebagai bahan arsip penelitian dan referensi tambahan bagi para peneliti selanjutnya, khususnya terkait Kebisingan.
3. Sebagai bahan masukan kepada pemerintah dan masyarakat dalam melakukan bentuk pengendalian yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat kebisingan tersebut

4. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Memuat uraian tentang konsep dan teori yang dibutuhkan dalam analisis penelitian. Bab ini terdiri dari: jalan, lalu lintas, kendaraan, kebisingan,

perhitungan pengukuran kebisingan dan model prediksi kebisingan yang digunakan.

3. BAB III METODELOGI PENELITIAN

Menguraikan metode penelitian yang digunakan dalam penelitian yang terdiri dari: bagan alir penelitian, rancangan penelitian, waktu dan lokasi penelitian, alat dan bahan penelitian, metode pengambilan data, definisi operasional, dan metode analisis.

4. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Menguraikan hasil dan pembahasan dari penelitian yang terdiri dari pembahasan tingkat kebisingan dan prediksi kebisingan.

5. BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran penelitian yang berupa rekomendasi kepada pihak terkait yang membutuhkan untuk tindak lanjut hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Jalan

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan bahwa jalan sebagai bagian sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan dan dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antardaerah, membentuk dan memperkuat kesatuan nasional untuk memantapkan pertahanan dan keamanan nasional, serta membentuk struktur ruang dalam rangka mewujudkan sasaran pembangunan nasional.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan, bahwa 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. 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).

1. Klasifikasi Jalan:

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

2. Komponen-Komponen Jalan

Terdapat beberapa pengertian komponen-komponen jalan menurut Bina Marga 1997:

- a. Badan Jalan adalah bagian jalan yang meliputi seluruh jalur lalu lintas, median, dan bahu jalan.
- b. Bahu Jalan adalah bagian daerah manfaat jalan yang berdampingan dengan jalur lalu lintas untuk menampung kendaraan yang berhenti, keperluan darurat, dan untuk pendukung samping bagi lapis pondasi bawah, lapis pondasi, dan lapis permukaan.
- c. 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.
- d. Jalur adalah suatu bagian pada lajur lalu lintas yang ditempuh oleh kendaraan bermotor (beroda 4 atau lebih) dalam satu jurusan.
- e. Jalur Lalu lintas adalah bagian ruang manfaat jalan yang direncanakan khusus untuk lintasan kendaraan bermotor (beroda 4 atau lebih).
- f. Lajur adalah bagian jalur yang memanjang dengan atau tanpa marka jalan, yang memiliki lebar cukup untuk satu kendaraan bermotor sedang berjalan, selain sepeda motor.
- g. Rambu Lalu Lintas adalah salah satu alat perlengkapan jalan dalam bentuk tertentu yang memuat lambang, huruf, angka, kalimat dan/atau perpaduan di antaranya, yang digunakan untuk memberikan peringatan, larangan, perintah dan petunjuk bagi pemakai jalan.

B. Persimpangan

1. Pengertian Persimpangan

Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya, ataupun kendaraan dengan pejalan kaki (Hanafi, 2020)

Persimpangan jalan adalah suatu daerah umum dimana dua atau lebih ruas jalan saling bertemu atau berpotong yang mencakup fasilitas jalur jalan dan tepi jalan, dimana lalu lintas dapat bergerak di dalamnya (Ir. Joni Harianto, 2004:2)

Persimpangan merupakan salah satu bagian terpenting dari jalan raya, dimana sebagian besar efisiensi, kapasitas lalu lintas, kecepatan, biaya operasi, waktu perjalanan, keamanan dan kenyamanan akan tergantung pada perencanaan persimpangan tersebut. Setiap persimpangan mencakup pergerakan lalu lintas menerus dan lalu lintas yang saling memotong pada satu atau lebih dari kaki persimpangan serta pergerakan perputaran. Pergerakan lalu lintas dikendalikan dengan berbagai cara, tergantung dari jenis persimpangannya (Tulus, 2018)

Permasalahan pada simpang berupa tundaan yang tinggi dan seringnya terjadi kecelakaan. Pengaturan lampu lalu lintas yang dioperasikan saat ini belum dapat mengatasi kemacetan yang sering terjadi terutama pada jam-jam sibuk (*peak hour*). Kondisi eksisting pada simpang belum mampu menampung volume lalu lintas yang tergolong padat. Terlebih lagi dengan adanya simpang terdekat dengan jarak 114 meter tanpa sinyal lalu lintas. Dengan kondisi seperti ini, kendaraan yang sudah melewati simpang sering kali tertahan akibat konflik di simpang terdekat, sehingga pada fase hijau berikutnya masih terjadi antrian kendaraan. Akibatnya terjadi peningkatan volume kebisingan yang dapat mengganggu kenyamanan masyarakat (Tamam, 2016)

Menurut Morlok (1997) dalam Maulana (2021), jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis yaitu:

a. Simpang jalan tanpa sinyal

Simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau lurus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut.

b. Simpang jalan dengan sinyal

Pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas. Jadi pemakai jalan hanya boleh lewat pada sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpang.

2. Simpangan Bersinyal

Menurut MKJI 1997: 2-2, simpang bersinyal merupakan tata cara menentukan waktu sinyal, kapasitas dan perilaku lalu lintas (tundaan, panjang antrian, dan rasio kendaraan terhenti) pada simpang di daerah perkotaan. Pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut:

- a. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak
- b. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
- c. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

3. Simpangan Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal adalah simpang yang tidak memiliki alat pemberi isyarat lampu lalu lintas. Pada umumnya simpang tak bersinyal di pergunakan di daerah permukiman perkotaan serta daerah pedesaan maupun pada daerah pedalaman bagi persimpangan antara jalan lokal maupun lingkungan yang arus lalu lintasnya cukup rendah. Pada keefektifan simpang tak bersinyal dapat terjadi apabila jika ukurannya kecil serta dengan daerah konflik lalu lintasnya dipilih dengan baik.

C. Kendaraan

Kendaraan adalah suatu sarana angkut di jalan yang terdiri atas kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor (Undang–Undang Nomor 22, 2009). Setiap kendaraan yang digerakkan oleh mesin untuk pergerakannya selain kendaraan yang berjalan di atas rel disebut dengan kendaraan bermotor dan digunakan untuk

transportasi darat. Fungsi utama dari kendaraan bermotor adalah memudahkan orang untuk mengakses daerah yang jaraknya lebih jauh tetapi membutuhkan waktu yang lebih singkat. Kendaraan tidak bermotor adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh tenaga manusia atau tenaga hewan.

Menurut MKJI (1997), jenis kendaraan dibagi menjadi tiga golongan dimana penggolongan jenis kendaraan sebagai berikut:

1. Kendaraan berat (HV)

Kendaraan berat adalah kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda meliputi bis, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi.

2. Kendaraan ringan (LV)

Kendaraan ringan adalah kendaraan bermotor ber as dua dengan empat roda dan dengan jarak as 2,0 sampai 3,0 m. Kendaraan ini meliputi mobil penumpang, *microbus*, *pick up*, dan truk kecil.

3. Sepeda motor (MC)

Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda, meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3.

4. Kendaraan tak bermotor (UM)

Kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh manusia atau hewan, meliputi sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong.

D. Kebisingan

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup KEP-48/MENLH/11/1996, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.

Menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja KEP-51/MEN/1999, 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.

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan 718/Menkes/Per/XI/1987, kebisingan adalah terjadinya bunyi yang tidak diinginkan sehingga mengganggu dan atau dapat membahayakan kesehatan.

Kebisingan adalah bunyi atau suara yang keberadaannya tidak dikehendaki (*noise is unwanted sound*) yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran.

Kebisingan dalam kesehatan kerja diartikan sebagai suara yang dapat menurunkan pendengaran baik secara kuantitatif (peningkatan ambang pendengaran) maupun secara kualitatif (penyempitan spektrum pendengaran) yang berkaitan dengan faktor intensitas, frekuensi, durasi dan pola waktu (Siregar, 2017).

Kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Peningkatan pemanfaatan teknologi dalam dunia industri memberikan dampak yang signifikan terhadap optimalisasi proses produksi. Akan tetapi, pemanfaatan teknologi ini juga memberikan dampak yang lain terhadap kesehatan dan keselamatan kerja. Kondisi lingkungan tempat bekerja harus mampu memberikan jaminan keamanan dan kesehatan bagi seluruh karyawannya (Mohammadi, 2014).

Berdasarkan definisi kebisingan diatas maka dapat disimpulkan bahwa kebisingan merupakan suara yang tidak diinginkan yang dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi pendengarnya. Bising dapat diartikan sebagai bunyi yang tidak dikehendaki yang bersumber dari aktivitas alam seperti bicara dan aktivitas buatan manusia seperti penggunaan mesin

1. Jenis-Jenis Kebisingan

- a. Kebisingan ditempat kerja dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu *Continuous Noise*, *Intermittent Noise*, *Impulsive Noise* (Angela, 2017).
 - *Continuous Noise* merupakan jenis kebisingan yang memiliki tingkat dan spektrum frekuensi konstan. Kebisingan jenis ini memajan pekerja dengan periode waktu 8 jam per hari atau 40 jam per minggu.
 - *Intermittent Noise* merupakan jenis kebisingan yang memajan pekerja hanya pada waktu-waktu tertentu selama jam kerja. Contoh pekerja

yang mengalami pajanan kebisingan jenis ini adalah *Inspector* atau *Plant Supervisor* yang secara periodik meninggalkan area kerjanya yang relatif tenang menuju area kerja yang bising.

- *Impulsive Noise* disebut juga kebisingan dengan Impulsif, yaitu kebisingan dengan suara hentakan yang keras dan terputus-putus kurang dari 1 detik. Jenis kebisingan ini membutuhkan waktu untuk mencapai puncaknya tidak lebih dari 35 milidetik dan waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan intensitas sampai 20 dB tidak lebih dari 550 milidetik. Contoh kebisingan jenis ini adalah suara ledakan dan pukulan palu.

b. Kebisingan dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

- Kebisingan yang kontinyu dengan spektrum frekuensi yang luas, misalnya mesin-mesin, dapur pijar, dan lain-lain.
- Kebisingan yang kontinyu dengan spektrum frekuensi yang sempit, misal gergaji sirkular, katup gas, dan lain-lain.
- Kebisingan terputus-putus (*intermittent noise*) adalah kebisingan dimana suara mengeras dan kemungkinan melemah secara perlahan-lahan, misalnya lalu-lintas, suara kapal terbang di lapangan udara.

c. Berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia, bising dibagi atas:

- Bising yang mengganggu (*irritating noise*) intensitas tidak terlalu keras, misalnya mendengkur.
- Bising yang menutupi (*masking noise*) merupakan bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas. Secara tidak langsung bunyi ini akan mempengaruhi kesehatan dan keselamatan pekerja, karena teriakan isyarat atau tanda bahaya tenggelam dari bising dari sumber lain.
- Bising yang merusak (*damaging or injurious noise*) adalah bunyi yang melampaui NAB. Bunyi jelas ini akan merusak atau menurunkan fungsi pendengaran.

2. Faktor-Faktor Kebisingan

Menurut Nurasha (2020), faktor-faktor yang berhubungan dengan bahaya kebisingan dihubungkan dengan beberapa faktor yaitu:

a. Intensitas

Intensitas bunyi yang ditangkap oleh telinga berbanding langsung dengan logaritma kuadrat tekanan akustik yang dihasilkan getaran dalam rentang yang dapat didengar. Jadi, tingkat tekanan bunyi diukur dengan skala logaritma dalam desibel (dB).

b. Frekuensi

Frekuensi bunyi yang dapat didengar telinga manusia terletak antara 16 hingga 20.000 Hz. Frekuensi bicara terdapat dalam rentang 250 sampai 4.000 Hz. Bunyi frekuensi tinggi adalah yang paling berbahaya.

c. Durasi Efek

Bising yang merugikan sebanding dengan lamanya paparan, dan kelihatannya berhubungan dengan jumlah total energi yang mencapai telinga dalam. Jadi perlu untuk mengukur semua elemen lingkungan akustik. Untuk tujuan ini digunakan pengukur bising yang dapat merekam dan memadukan bunyi.

d. Sifat

Mengacu pada distribusi energi bunyi terhadap waktu (stabil, berfluktuasi, *intermittent*). Bising impulsif (satu atau lebih lonjakan energi bunyi dengan durasi kurang 1 detik) sangat berbahaya.

3. Baku Mutu Tingkat Kebisingan

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.48 Tahun 1996 tentang baku mutu tingkat kebisingan merupakan batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Tingkat kebisingan adalah ukuran energi bunyi yang dinyatakan dalam satuan *Decibel* disingkat dB. *Decibel* adalah ukuran energi bunyi atau kuantitas yang dipergunakan sebagai unit-unit tingkat tekanan suara. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor

KEP.48/MENLH/11/1996, tentang baku tingkat kebisingan Peruntukan Kawasan atau Lingkungan Kegiatan dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 2.1 Baku Mutu Tingkat Kebisingan

Peruntukan Kawasan/Lingkungan Kegiatan	Kebisingan dB (A)
A. Peruntukan Kawasan	
1. Perumahan dan Permukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau (RTH)	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus:	
Bandar Udara *)	
Stasiun Kereta Api *)	
Pelabuhan Laut	70
Cagar Budaya	60
B. Lingkungan Kerja	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat Ibadah atau sejenisnya	55

Sumber: KEP.48/MENLH/11/1996

*) Disesuaikan dengan Kementerian Perhubungan

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.48 Tahun 1996, mendefinisikan bahwa Nilai Ambang Batas (NAB) atau Baku tingkat kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Dalam Keputusan Tenaga Kerja No. 51 Tahun 1999 Nilai Ambang Batas kebisingan standar faktor tempat kerja yang dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan penyakit atau

gangguan kesehatan dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam seminggu.

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

- a. Kategori Jalan Utama-Komersial (UK)
- b. Kategori Jalan Utama-Permukiman (UP)
- c. Kategori Jalan Lokal-Komersial (LK)
- d. Kategori Jalan Lokal-Permukiman (LP)

Berdasarkan Pedoman Perhitungan Kapasitas Jalan Pekerjaan Umum No. 13 tahun 2003 mengenai batas maksimum dan minimum nilai L_{10} dan L_{Aeq} dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan

No	Parameter	Utama-Komersial		Utama-Permukiman		Lokal-Komersial		Lokal-Permukiman	
		Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	L_{10} -1jam, dB(A)	77,9	72,7	77,6	67,1	73,9	66,8	74,1	62,9
2	L_{Aeq} , dB(A)	76,0	70,1	74,5	64,8	72,1	63,2	71,2	58,4

Sumber: Pedoman Kementrian PU No.13 Tahun 2003

4. Zona Kebisingan

Adapun peraturan tentang tingkat kebisingan yang dianjurkan di dalam suatu kawasan terdapat pada peraturan keputusan MENKES No. 718/Men.Kes/Per/XI/1987 yang dibagi kedalam empat zona dengan tingkat kebisingan yang dianjurkan:

- a. Zona A (Kebisingan antara 35 dB sampai 45 dB), zona yang diperuntukkan bagi penelitian, rumah sakit, tempat perawatan kesehatan atau sosial dan sejenisnya.
- b. Zona B (Kebisingan antara 45 dB sampai 55 dB), zona yang diperuntukkan bagi perumahan, tempat pendidikan, rekreasi dan sejenisnya.
- c. Zona C (Kebisingan antara 50 dB sampai 60 dB), zona yang diperuntukkan bagi perkantoran, pertokoan, perdagangan, pasar dan sejenisnya.
- d. Zona D (Kebisingan antara 60 dB sampai 70 dB), Zona yang diperuntukkan bagi industri, pabrik, stasiun kereta api, terminal bus dan sejenisnya.

E. Kebisingan Akibat Lalu Lintas

Kendaraan bermotor juga dapat ditinjau dengan cara teliti dan memiliki penyebab kebisingannya yang ditentukan oleh mesin kendaraan, jenis motor maupun bahan bakarnya, jenis kipas angin pendinginan, sistem pembuangan gas sisa, hisapan dan karburator, jenis ban (standar ataupun radial) dan bentuk kendaraan itu sendiri (Widyantoro, 2011 dalam Yulianti 2021). Peningkatan jumlah kendaraan bermotor adalah waktu dimana lalu lintas kendaraan bermotor yang melewati jalan lebih banyak disebabkan oleh peningkatan jumlah pengguna jalan raya sehubungan dengan aktivitas seperti dimulainya dari jam masuknya sekolah untuk tingkat pelajar dan juga jam masuk kerja oleh para pekerja pada pagi hari, setelah jam sekolah selesai dan adanya waktu istirahat kerja untuk para pekerja pada siang hari, dan juga selesainya waktu kerja untuk para pekerja pada sore hari (Sumarawati, 2004 dalam Yulianti, 2021)

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 persneling 2 atau 3 menghasilkan kebisingan sebesar 75 dBA dengan frekuensi 100-7000 Hz (Arlan,2011)

Aktivitas transportasi yang berasal dari kendaraan bermotor memiliki pengaruh besar terhadap timbulnya kebisingan. Kendaraan bermotor memberikan pengaruhnya melalui suara yang dihasilkan kendaraan tersebut dari knalpot dan klakson.

Pada saat tertentu, motor yang memiliki knalpot yang sudah tidak standar menghasilkan kebisingan yang sangat besar. Suara knalpot dari sepeda motor yang telah dimodifikasi dapat mencapai 80-90 dBA (Krisindarto, 1996 dalam Yulianti, 2021)

Tingkat kebisingan yang tinggi dari mesin terjadi apabila mesin dinyalakan dan akan melakukan percepatan maksimum. Namun apabila kendaraan telah melaju dengan kecepatan tinggi maka sumber utama kebisingan berasal dari bunyi gesekan roda dan perkerasan jalan. Kebisingan jalan raya memberikan proporsi frekuensi kebisingan yang paling mengganggu jika dibandingkan dengan kebisingan anak-anak, manusia, hewan, kereta api maupun faktor-faktor lainnya (Mahmud, 2017)

Kebisingan kendaraan meningkat dengan peningkatan ukuran, tenaga dan kecepatan kendaraan dan dipengaruhi oleh kondisi-kondisi pengopersian seperti kemiringan jalan, permukaan jalan dan gerakan. Ruas jalan merupakan jalan yang selalu dilalui oleh truk-truk besar, dan lalu lintas yang cukup padat. Dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi, menimbulkan kebisingan yang berdampak pada penduduk yang tinggal di sekitar kawasan tersebut.

1. Faktor Kebisingan Akibat Lalu Lintas

Menurut Wardika (2012), kebisingan lalu lintas berasal dari suara yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor terutama dari mesin kendaraan, knalpot dan karena interaksi antara roda dan jalan. Kendaraan berat (truk, bus) dan kendaraan bermotor merupakan sumber utama kebisingan di jalan raya. Kebisingan akibat lalu lintas merupakan salah satu bunyi yang tidak dapat dihindari dari kehidupan modern dan juga merupakan salah satu bunyi yang tidak diinginkan. Dalam Wardika (2012) faktor-faktor yang mempengaruhi kebisingan akibat lalu lintas menurut antara lain:

a. Pengaruh Volume Lalu Lintas (Q)

Volume lalu lintas (Q) 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 Kendaraan (V)

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. Berikut ini tabel faktor koreksi dari variasi kelandaian jalan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Faktor Koreksi dari Tingkat Kebisingan Dasar untuk Variasi Kelandaian Memanjang

No	Kelandaian Memanjang Jalan (%)	Koreksi Tingkat Kebisingan (dBA)
1	≤ 2	0
2	3 – 4	+ 2
3	5 – 6	+ 3
4	> 7	+ 5

Sumber: Magrab (1975)

d. Pengaruh Jarak Pengamat (d)

Dari hasil penelitian menunjukkan bila sumber bising berupa suatu titik (*point source*), maka dengan adanya penggandaan jarak terhadap sumber, nilai tingkat kebisingan akan berkurang sebesar ± 6 dB dan akan berkurang kira-kira 3 dB jika sumber bising suatu garis (*line source*) (Saenz and Stephens, 1986)

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 Lalu Lintas

Arus lalu lintas di jalan umumnya terdiri dari berbagai tipe kendaraan antara lain: 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. Lingkungan Sekitar

Keadaan lingkungan di sekitar jalan juga dapat mempengaruhi tingkat kebisingan lalu lintas yang terjadi, seperti adanya pohon di tepi jalan. Berdasarkan penelitian didapat bahwa pepohonan dan semak-semak dapat mengurangi kebisingan yang terjadi di sekitar lingkungan tersebut sebesar 2 dB (Morlok, 1995)

F. Dampak Kebisingan Terhadap Kesehatan

Menurut Nurasha (2020) Bising menyebabkan berbagai gangguan terhadap tenaga kerja, seperti gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi dan ketulian, atau ada yang menggolongkan gangguannya berupa gangguan *Auditory*, misalnya gangguan terhadap pendengaran dan gangguan *Non-Auditory* seperti komunikasi terganggu, ancaman bahaya keselamatan, menurunnya *Performance* kerja, kelelahan dan stress. Adapun dampak kebisingan terhadap kesehatan yaitu:

1. Gangguan Fisiologis

Gangguan dapat berupa peningkatan tekanan darah, peningkatan nadi, basal metabolisme, konstruksi pembuluh darah kecil terutama pada bagian kaki, dapat menyebabkan pucat dan gangguan sensoris.

2. Gangguan Psikologis

Gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, susah tidur, emosi dan lain-lain. Pemaparan jangka waktu lama dapat menimbulkan penyakit, psikosomatik seperti gastritis, penyakit jantung koroner, dan lain-lain.

3. Gangguan Komunikasi

Gangguan komunikasi ini menyebabkan terganggunya pekerjaan, bahkan mungkin terjadi kesalahan, terutama bagi pekerja baru yang belum berpengalaman. Gangguan komunikasi ini secara tidak langsung akan mengakibatkan bahaya terhadap keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, karena tidak mendengar teriakan atau isyarat tanda bahaya dan tentunya akan dapat menurunkan mutu pekerjaan dan produktivitas kerja.

4. Gangguan Keseimbangan

Gangguan keseimbangan ini mengakibatkan gangguan fisiologis seperti kepala pusing, mual dan lain-lain.

5. Gangguan Pendengaran

Diantara sekian banyak gangguan yang ditimbulkan oleh bising, gangguan terhadap pendengaran adalah gangguan yang paling serius karena dapat menyebabkan hilangnya pendengaran atau ketulian. Ketulian ini dapat bersifat progresif atau awalnya bersifat sementara tapi bila bekerja terus menerus di tempat bising tersebut maka daya dengar akan menghilang secara menetap atau tuli.

G. Pengendalian Kebisingan

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan dalam rangka pengendalian kebisingan lalu lintas (Djalante, 2010) yaitu :

1. Mengurangi Kebisingan dari Sumbernya

Dengan perawatan mesin kendaraan pada bagian tertentu yaitu:

- a. Motor atau mesin
- b. Knalpot dan klakson
- c. Badan kendaraan bermotor

2. Pengoperasian Lalu Lintas

a. Pengaturan rute

Lalu lintas harus diarahkan agar menjauh dari daerah-daerah pemukiman padat penduduk, khususnya untuk kendaraan-kendaraan barang dan bus-bus besar.

b. Kecepatan Kendaraan

Kendaraan yang berasal dari mobil (tidak termasuk truk) akan berkurang sejalan dengan berkurangnya kecepatan. Setiap pengurangan kecepatan sampai setengahnya dapat mengurangi kebisingan 1-2 dB. Oleh karena itu kebisingan dapat berkurang dengan adanya pembatasan kecepatan.

c. Kepadatan lalu lintas

Kebisingan dapat dikurangi dengan mengurangi kepadatan lalu lintas karena setiap pengurangan kepadatan sampai setengahnya dapat mengurangi kebisingan sebesar 3 dB.

d. Arus lalu lintas lancar

Pada saat lalu lintas tidak mengalami hambatan atau kemacetan, dapat mengurangi tingkat kebisingan lalu lintas.

3. Pembatasan Kebisingan

Selain cara-cara diatas kebisingan dapat ditanggulangi dengan beberapa model penanggulangan kebisingan yang merupakan hasil rujukan dari hasil penelitian negara-negara maju yang antara lain dapat berupa:

a. Peredam bising

b. Tanggul tanah

c. Zona penyangga

d. Desain struktur semi bawah tanah

Menurut Aryo Sasmita (2018) pengendalian kebisingan dapat dilakukan dengan penambahan pepohonan disekitar lingkungan tempat kerja. Namun umumnya, efektivitas fungsional penghalang kebisingan alami sangat rendah karena keberadaannya hanya dalam jumlah kecil. Pada area kerja bising, sound barrier tidak hanya sekedar menghambat perjalanan gelombang suara saat menuju lingkungan di sekitar lingkungan tempat kerja. Tetapi sound

barrier juga digunakan untuk memaksimalkan mereduksi dan mengeliminasi bahaya kebisingan bagi pekerja ditempat kerja. Tanaman yang digunakan untuk penghalang kebisingan harus memiliki kerimbunan dan kerapatan daun yang cukup dan merata mulai dari permukaan tanah hingga ketinggian yang diharapkan.

Untuk itu, perlu diatur suatu kombinasi antara tanaman penutup tanah, perdu, dan pohon atau kombinasi dengan bahan lainnya sehingga efek penghalang menjadi optimum. Pemasangan tanaman peredam bising tersebut harus disesuaikan dengan letaknya, sehingga efektif dalam mengurangi kebisingan.

H. Pengukuran Tingkat Kebisingan

1. Metode Pengukuran Tingkat Kebisingan

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

a. Cara Sederhana

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

b. Cara Langsung

Dengan sebuah *Integrating Sound Level Meter* yang mempunyai fasilitas pengukuran L_{TM5} , yaitu L_{eq} dengan waktu ukur setiap 5 detik, dilakukan pengukuran selama 10 menit. Waktu pengukuran dilakukan selama aktivitas 24 jam (L_{SM}) dengan cara pada siang hari tingkat aktivitas yang paling tinggi selama 16 jam (L_S) pada selang waktu 06.00 sampai 22.00 dan aktivitas malam hari selama 8 jam (L_M) pada selang waktu 22.00 sampai 06.00. Setiap pengukuran harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan menetapkan paling sedikit 4 waktu pengukuran pada siang hari dan pada malam hari paling sedikit 3 waktu pengukuran.

I. Perhitungan Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran

Pengukuran bunyi tingkat kekuatan atau kekerasan bunyi diukur dengan alat yang disebut *Sound Level Meter (SLM)*. Alat ini terdiri dari *Microphone*, *Amplifier*, *Weighting Network*, dan layar *Display* dalam satuan *Decibel dB(A)*. Tingkat bunyi (*sound level*) adalah perbandingan logaritmis energi suatu sumber bunyi dengan energi sumber bunyi acuan, diukur dalam *Decibel (dB(A))*. Energi sumber bunyi acuan adalah energi sumber bunyi terendah yang masih dapat didengar manusia, yaitu 10 sampai 12 W/m^2 . Setiap penggandaan jarak, tingkat bunyi berkurang 6 $dB(A)$. Setiap penggandaan sumber bunyi, tingkat bunyi akan bertambah 3 $dB(A)$. Setiap penggandaan massa dinding, tingkat bunyi akan berkurang 5 $dB(A)$. Setiap penggandaan luas bidang peredam, tingkat bunyi akan berkurang 3 $dB(A)$ (Fahmi Sahab, 2017).

Perhitungan kebisingan dapat dianalisis dengan cara membuat distribusi frekuensi dan menganalisis tingkat kebisingan dalam angka penunjuk seperti dibawah ini:

1. Distribusi Frekuensi

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

- a. Jangkauan atau *range* adalah selisih nilai terbesar dengan nilai terkecil

$$R = Data\ max - Data\ min \quad (2.1)$$

Dimana :

R = Jangkauan

Data max = Data nilai terbesar

Data min = Data nilai terkecil

- b. Banyaknya kelas

$$k = 1 + 3,3 \log(n) \quad (2.2)$$

Dimana :

k = Banyaknya kelas yang akan dibuat

n = Banyaknya data

- c. Interval adalah data yang diperoleh dengan cara pengukuran, dimana jarak antara dua titik skala sudah diketahui. Interval dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan:

$$I = \frac{(\max - \min)}{k} = \frac{r}{k} \quad (2.3)$$

Dimana :

I = Interval

Max = Nilai maksimum data

Min = Nilai minimum

Data k = Banyaknya interval kelas

- d. 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:

$$\text{Titik tengah} = \frac{(BB+BA)}{2} \quad (2.4)$$

Dimana :

BB = Batas bawah suatu interval kelas

BA = Batas atas suatu interval kelas

2. Tingkat Kebisingan *Equivalent*

Tingkat kebisingan dalam angka penunjuk pengukuran dengan sistem angka penunjuk yang paling banyak digunakan adalah angka penunjuk ekuivalen (*equivalent index* (Leq)). Angka penunjuk *equivalent* 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%.

Perhitungan angka penunjuk secara manual diawali dengan menghitung Leq_{90} , Leq_{50} , Leq_{10} , Leq_1 , Leq_{99} adalah persentase kebisingan yang mewakili tingkat kebisingan mayoritas atau kebisingan yang muncul 90% dari keseluruhan data. Leq_{10} adalah persentase kebisingan yang mewakili tingkat kebisingan minoritas atau kebisingan yang muncul 10% dari keseluruhan data.

Sedangkan Leq_{50} merupakan kebisingan rata-rata selama pengukuran. Tahap selanjutnya adalah perhitungan angka penunjuk ekuivalen (LA_{eq}). LA_{eq} merupakan angka penunjuk tingkat kebisingan yang paling banyak digunakan. Pada pengukuran kebisingan lalu lintas di jalan raya, Leq_{90} menunjukkan kebisingan latar belakang yaitu kebisingan yang banyak terjadi sedangkan Leq_{10} merupakan perkiraan tingkat kebisingan maksimum seperti pada Persamaan 2.5 hingga 2.21 berikut ini.

a. Untuk Leq_{90} :

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 10% dari data pengukuran (Leq_{90}) dengan persamaan:

$$\text{Nilai } A = 10\% \times N \quad (2.5)$$

Dimana:

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

10% = Hasil pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai Leq}_{90}\text{awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,1 \times I \times 100\% \quad (2.6)$$

Dimana :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ = Jumlah % sebelum 90

B₁ = % setelah 90

$$\text{Leq}_{90} = I_0 + X \quad (2.7)$$

Dimana :

I₀ = Interval

akhir

b. Untuk Leq₅₀:

Tingkat kebisingan yang muncul adalah 50% dari data pengukuran (Leq₅₀) dengan persamaan:

$$\text{Nilai A} = 50\% \times N \quad (2.8)$$

Dimana:

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

50% = Hasil 50% pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan nilai

$$\text{Nilai Leq}_{50}\text{awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,5 \times I \times 100\% \quad (2.9)$$

Dimana :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ = Jumlah % sebelum 50

B₁ = % setelah 50

$$\text{Leq}_{50} = I_0 + X \quad (2.10)$$

Dimana :

I₀ = Interval akhir

c. Untuk Leq_{10} :

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 90% dari data pengukuran (Leq_{10}) dengan persamaan:

$$\text{Nilai } A = 90\% \times N \quad (2.11)$$

Dimana :

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

10% = Hasil 90% pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } Leq_{10\text{awal}} = I (B_0) + (B_1) X = 0,9 \times I \times 100\% \quad (2.12)$$

Dimana :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

B_0 = Jumlah % Sebelum 10

B_1 = % setelah 10

$$Leq_{10} = I_0 + X \quad (2.13)$$

Dimana :

I_0 = Interval akhir

d. Untuk Leq_1 :

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 99% dari data pengukuran (Leq_1) dengan persamaan:

$$\text{Nilai } A = 99\% \times N \quad (2.14)$$

Dimana :

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

1% = hasil 99% pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } Leq_{1\text{awal}} = I (B_0) + (B_1) X = 0,99 \times I \times 100\% \quad (2.15)$$

Dimana:

I = Interval data

X = jumlah data yang tidak diketahui

B₀ = Jumlah % sebelum 1

B₁ = % setelah 1

$$\text{Leq}_1 = I_0 + X \quad (2.16)$$

Dimana :

I₀ = Interval akhir

e. Untuk Leq₉₉:

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

$$\text{Nilai A} = 1\% \times N \quad (2.17)$$

Dimana :

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

1% = Hasil pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai Leq}_{99\text{awal}} = I (B_0) + (B_1) X = 0,1 \times I \times 100\% \quad (2.18)$$

Dimana :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ = Jumlah % sebelum 99

B₁ = % setelah 99

$$\text{Leq}_{99} = I_0 + X \quad (2.19)$$

Dimana :

I₀ = Interval akhir

Rumus LAeq

$$\text{LAeq} = \text{Leq}_{50} + 0,43 (\text{Leq}_1 - \text{Leq}_{50}) \quad (2.20)$$

Dimana:

LAeq = Tingkat kebisingan *Equivalent*

Leq₅₀ = Angka penunjuk kebisingan 50%

Leq₁ = Angka penunjuk kebisingan 1%

Rumus LAeq day

Tahap selanjutnya setelah nilai Leq_1 , Leq_{10} , Leq_{50} , Leq_{90} , Leq_{99} dan $LAeq$ diperoleh kemudian menghitung nilai $LAeq$ day. $LAeq$ day adalah tingkat kebisingan selama 1 hari pengukuran yang dihitung menggunakan persamaan

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

(2.21)

J. Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008

Metode yang digunakan dalam memprediksi kebisingan lalu lintas pada jalan adalah model ASJ-RTN 2008. 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 reguler). 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 dalam Agung, 2019). Persamaan model prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008 dapat dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:

1. Perhitungan Sound Power Level (L_{wA})

Tingkat kekuatan suara (L_{wA}) dihitung dengan menggunakan persamaan 2.22 dan untuk nilai koefisien regresi dapat dilihat pada Tabel 2.4 yaitu:

$$L_{wA} = a + b \log V \quad (2.22)$$

Dimana:

L_{wA} = Tingkat kekuatan suara (dB)

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

a,b = Koefisien regresi

Untuk nilai koefisien regresi dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Koefisien regresi a dan b untuk arus lalu lintas *steady* dan *unsteady*

Klasifikasi	Steady		Unsteady	
	(40 km/jam ≤ V ≤ 140 km/jam)		(10 km/jam ≤ V ≤ 60 km/jam)	
	a	b	a	b
Klasifikasi Ringan	46,4	30	82,0	10
Klasifikasi Berat	51,5	30	87,1	10
Sepeda Motor	52,4	30	85,2	10

Sumber: Yamamoto, 2010

2. Perhitungan *Sound Pressure Level* (L_A)

Tingkat tekanan suara (L_A) dalam satuan dB untuk perambatan suara dari sumber suara ke titik prediksi dihitung berdasarkan redaman yang terjadi oleh berbagai faktor. Perhitungan tingkat tekanan suara dapat dilihat pada Persamaan 2.23

$$L_A = L_{WA} - 8 - 20 \log r \quad (2.23)$$

Dimana:

L_A = Tingkat tekanan suara (dB)

L_{WA} = Tingkat kekuatan suara (dB)

r = Jarak titik prediksi ke sumber suara (m)

3. Perhitungan *Sound Exposure Level* (L_{AE})

Perhitungan tingkat paparan suara dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.24 dan 2.25.

$$L_{AE} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum 10^{L_A/10} \Delta t \right) \quad (2.24)$$

$$\Delta t = \frac{3.6 \Delta l}{V} \quad (2.25)$$

Dimana:

L_{AE} = Tingkat paparan suara (dB)

L_A = Tingkat tekanan suara (dB)

T = Jumlah pengambilan sampel dalam sehari

Δl = Lebar jalan pada titik pengambilan sampel (m)

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

4. Perhitungan *Equivalent Continuous A-weighted Sound Pressure Level*

(L_{Aeq})

Dengan memasukkan nilai volume kendaraan dan waktu pengambilan sampel, maka tingkat tekanan suara ekuivalen dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.26.

$$L_{Aeq} = L_{AE} + 10 \log \frac{N_T}{T} \quad (2.26)$$

Dimana:

L_{Aeq} = Tingkat tekanan suara ekuivalen (dB)

L_{AE} = Tingkat paparan suara (dB)

N_T = Volume kendaraan (kend/jam)

T = Jumlah pengambilan sampel 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 2.27 dan 2.28.

$$L_{Ah} = 10 \log 10 \left(\sum 10 \log^{LA/10} \right) \Delta t \left(41 \times 3,6 \times \left(\frac{d}{V} \right) \right) \quad (2.27)$$

Dimana:

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

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

Δt = Durasi bunyi klakson (detik)

d = Jarak klakson (m)

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

$$L_{A_{total}} = 10 \log 10 (10^{L_{Aeq}/10} + 10^{L_{Ah}/10}) \quad (2.28)$$

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)

K. Model Prediksi Kebisingan CoRTN

1. Pengertian CoRTN (*Calculation of Road Traffic Noise*)

Model CoRTN 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, gradien, jenis perkerasan, 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. Perhitungan dapat dipakai selama jarak dari sisi jalan tidak lebih dari 300 meter dan kecepatan angin dibawah 2 m/s. Adapun beberapa asumsi yang dikembangkan oleh *Transport and Road Research Laboratory and Department of Transport-Wels Office, HMSO, 1988* dalam Djalante (2011) antara lain :

- a. Jenis dan komposisi lalu lintas serta penyeberangan kebisingan adalah tetap atau konsisten.
- b. Arah angin berlawanan dengan kecepatan
- c. Semua tingkat kebisingan diukur dengan ukuran indeks L_{10} (18 jam) yaitu indeks yang menunjukkan rata-rata aritmetik dari nilai L_{10} (per-jam) dB(A) selama 18 jam dengan periode waktu antara pukul 06.00 s/d 24.00
- d. Sumber bunyi berada 0,5 meter diatas permukaan jalan dan 3,5 meter dari tepi jalan.

- e. Untuk mempermudah perhitungan dapat dilakukan dengan bantuan grafik yang telah disediakan, namun untuk ketepatan pengukuran sebaiknya tetap menggunakan formula yang telah disediakan.
- f. Agar tidak terjadi kesalahan pengukuran maka diperlukan kehati-hatian untuk mengidentifikasi beberapa sumber kebisingan di luar sumber sistem lalu lintas.
- g. Dalam rangka menjaga ketepatan pengukuran maka setiap tahapan perhitungan agar melakukan pembulatan angka sampai batas 0,1 dB(A) dan pada hasil akhir perhitungan jika terdapat nilai 0,5 maka nilai tersebut dibulatkan ke atas menjadi 1,0.
- h. Pengukuran kebisingan pada bangunan dilakukan pada jarak 1 meter di depan bagian yang paling menonjol pada jendela atau pintu kamar ruangan yang terpilih sedangkan tingginya diambil pada titik tengah jendela atau pintu kamar dimaksud.
- i. Prediksi tingkat kebisingan lalu lintas dilakukan pada kondisi volume lalu lintas paling tinggi (maksimum) dalam jangka 15 tahun setelah jalan tersebut di buka.

Sedangkan ketentuan asumsi khusus yang dikembangkan oleh *Transport and Road Research Laboratory and Department of Transport-Wels Office, HMSO, 1988* untuk simpang bersinyal sebagai berikut:

- a. Simpang dibagi menjadi segmen/lengan sedemikian rupa sehingga perubahan/variasi kebisingan pada setiap segmen menjadi kecil.
- b. Hitung tingkat kebisingan dasar pada jarak 10 m dari sisi terdekat dari tepi segmen.
- c. Besarnya tingkat kebisingan dari masing-masing lengan digabungkan sehingga menjadi tingkat kebisingan simpang.
- d. Setiap lengan pada persimpangan merupakan segmen ruas dan kecepatan lalu lintas jalan merupakan kecepatan aktual lalu lintas pada persimpangan.

2. Kriteria-Kriteria Variabel Berpengaruh

Kriteria-kriteria variabel berpengaruh dalam menggunakan CoRTN adalah:

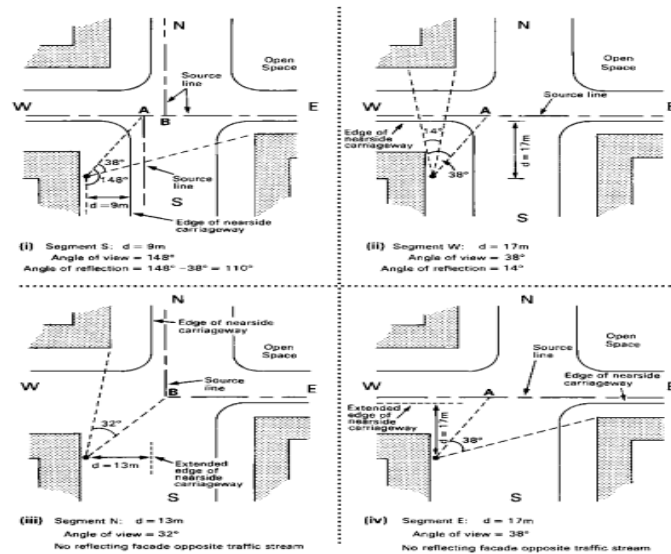
- a. Rentang kecepatan rata-rata kendaraan yang dapat digunakan sebagai faktor koreksi adalah 20 km/jam sampai 300 km/jam.
- b. Volume lalu lintas diukur dalam waktu 1 jam atau 18 jam.
- c. Persentase kendaraan berat berkisar antara 0% sampai 100%.
- d. Geometrik jalan, dengan memperhatikan lebar jalan, panjang segmen, dan superelevasi jalan.
- e. Gradien jalan yang digunakan sebagai faktor koreksi berkisar antara 0% sampai 15%
- f. Jenis permukaan jalan dikelompokkan ke dalam chip seal beton semen portland, beton aspal gradasi padat, beton aspal gradasi terbuka.
- g. Efek pemantulan dikelompokkan dalam lapangan terbuka, 1 meter di depan Gedung, dan di kiri kanan sepanjang jalan terhadap dinding menerus.
- h. 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/kepad suara.
- i. Sudut pandang dengan memperhatikan homogenitas lingkungan sekitar.

L. Persamaan Model Prediksi Kebisingan CoRTN

1. Tahap 1: Pembagian Ruas Jalan Dalam Beberapa Segmen

Tahap ini merupakan tahap awal dalam melakukan prediksi kebisingan apabila kondisi lingkungan dan geometris jalan berubah/tidak homogen. Setelah dibagi dalam beberapa segmen maka garis sumber efektif untuk persimpangan lengan S dan lengan N di perpanjang atau diteruskan hingga memotong garis sumber W-E pada titik A dan B secara berurutan. Setiap lengan persimpangan dianggap sebagai segmen yang terpisah, dengan ketentuan bahwa titik A ditentukan sebagai batas antara segmen W, S, dan E sementara B dianggap sebagai batas untuk segmen N.

Tujuan dari pembagian segmen ini untuk mengetahui jarak dari sumber penerima ke masing-masing segmen, mengetahui berapa derajat sudut dari pojok gedung masing-masing segmen yang berada di depan sumber penerima. Contoh ilustrasi pembagian ruas jalan dalam beberapa segmen dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pembagian Segmen Simpang Berdasarkan Model CoRTN

Sumber: *Calculation of Road Traffic Noise*

2. Tahap 2: Tingkat Bising Dasar

Tahap perhitungan tingkat bising dasar atau tingkat bising sumber diasumsikan bahwa pada segmen atau ruas jalan tersebut volume kendaraan, kecepatan rata-rata kendaraan (v) = 75 km/jam, persentase kendaraan berat (p) = 0%, jarak titik penerima 10 meter dan gradien 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 L_{10} 1 jam atau 18 jam. Adapun tahapan perhitungan yang digunakan dapat dilihat pada Persamaan 2.29 sampai 2.32

a. Volume Lalu Lintas selama jam/hari (Q)

$$L_{10}(18 \text{ jam}) = 29,1 + \log Q \text{ dB}(A) \quad (2.29)$$

Dimana:

$$Q = \text{Volume lalu lintas}$$

b. Kecepatan Lalu Lintas (km/jam)

$$Koreksi = 33 \log_{10} \left(\frac{V+40+500}{V} \right) + 10 \log_{10} \left(\frac{1,5 \times p}{V} \right) - 68,8 \text{ dB} \quad (2.30)$$

Dimana:

V = Kecepatan kendaraan gabungan

P = Persentase kendaraan berat

c. Kendaraan Berat (p%)

$$p\% = \frac{\text{Jumlah kendaraan berat per segmen}}{\text{total kendaraan berat}} \times 100 \quad (2.31)$$

d. Kecepatan Kendaraan Gabungan

$$V = \frac{(V_{rmc} \times nmc) + (V_{rlv} \times nlv) + (V_{rhv} \times nhv)}{(nmc + nlv + nhv)} \quad (2.32)$$

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*

3. Tahap 3: Perambatan

Koreksi terhadap nilai kebisingan berdasarkan faktor perambatan dilaksanakan dengan alasan :

- Adanya perbedaan jarak mendatar antara sumber dan titik penerima.
- Adanya kemungkinan terdapat penghalang atau tidak adanya penghalang antara sumber dan penerima.
- Perbedaan jenis permukaan tanah menimbulkan perbedaan tingkat kebisingan.

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

tahapan perhitungan yang digunakan dapat dilihat pada Persamaan 2.33 sampai Persamaan 2.36

a. Koreksi Jarak Horizontal

$$\text{Koreksi} = -10\log_{10}\left(\frac{d'}{13,5}\right) \quad (2.33)$$

Dimana d' dapat kita ketahui menggunakan Persaman 34 berikut:

$$d' = ((d + 3,5)^2 + h^2)^{0,5} \quad (2.34)$$

Dimana:

- d' = Jarak signifikan terdekat
- d = Jarak sumber ke penerima
- h = Tinggi relatif ke sumber

b. Koreksi Akibat Pantulan dari Gedung Depan

$$\text{Koreksi} = 1,5\left(\frac{\theta'}{\theta}\right) dB(A) \quad (2.35)$$

Dimana:

- θ' = Sudut pantul
- θ = Sudut pandang

c. Koreksi Akibat Sudut Pandang

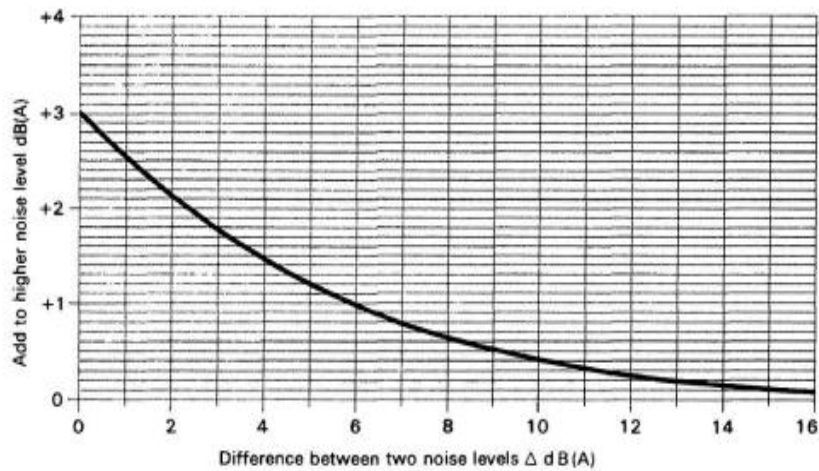
$$\text{Koreksi} = 10\log_{10}\left(\frac{\theta}{180}\right) \quad (2.36)$$

Dimana:

- θ = Sudut pandang

4. Tahap 4: Penggabungan Tingkat Bising Prediksi

Berdasarkan data yang telah diolah sampai pada tahap 3, segmen yang memiliki kontribusi memiliki tingkat kebisingan yang paling besar dijadikan patokan dalam perhitungan tingkat kebisingan gabungan. Berikut ini grafik yang digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan berdasarkan sumbu dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Grafik yang Digunakan untuk Mengukur Tingkat Kebisingan Berdasarkan Sumbu

Sumber: *Calculation of Road Traffic Noise*

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 2.37.

$$L_{gab} = 10 \log_{10} \left(\sum \text{antilog} 10 \left(\frac{L_n}{10} \right) \right) \text{ dB(A)} \quad (2.37)$$

Dimana:

L_n = Kebisingan yang terjadi pada setiap segmen

M. Pengujian Statistik

Hipotesis merupakan dugaan atau asumsi sementara yang masih harus diuji kebenarannya. Jika asumsi atau dugaan itu dikhususkan mengenai parameter populasi, maka hipotesis itu disebut hipotesis statistis atau hipotesis kerja. Ada dua hipotesis kerja yang selalu dirumuskan, yaitu hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1). H_0 adalah pernyataan yang menjadi dasar suatu teori yang digunakan dalam mengembangkan statistik uji, sedangkan H_1 dirumuskan sebagai komplemen atau ingkaran dari H_0 . Pengujian statistik dapat dilakukan berbagai macam uji salah satunya adalah uji t yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan dari

data yang diperoleh. Pengujian hipotesis menggunakan uji kesamaan dua rata-rata satu pihak dengan statistik yaitu menggunakan Uji-t (Muchtar, 2018).

Pengujian statistik dapat dilakukan berbagai macam uji salah satunya adalah uji t yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan dari data yang diperoleh. Uji t terbagi menjadi dua yaitu uji satu pihak (*one tail test*) dan uji dua pihak (*two tail test*). Uji satu pihak digunakan ketika hipotesis nol (H_0) berbunyi lebih besar atau sama dengan dan hipotesis alternatifnya (H_1) berbunyi lebih kecil. Sedangkan uji dua pihak digunakan ketika hipotesis nol (H_0) berbunyi sama dengan dan hipotesis alternatifnya (H_1) berbunyi tidak sama dengan. Dalam pengujian hipotesis dua pihak, bila t hitung berada pada daerah t tabel, maka hipotesis nol (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_1) ditolak.

N. 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 (Uma & Riger, 2016). Apabila semakin tinggi nilai korelasi, semakin tinggi pula keeratan hubungan antara kedua variabel. Apabila terdapat angka korelasi mendekati nilai satu, maka korelasi dari dua variabel akan semakin kuat. Sebaliknya, jika angka korelasi mendekati nol maka korelasi korelasi dua variabel semakin lemah (Morris, 2020)

Korelasi *Pearson* adalah salah satu dari pengujian korelasi yang digunakan dalam mengetahui derajat keeratan hubungan dari dua variabel yang memiliki interval atau rasio, berdistribusi normal, serta mengembalikan nilai koefisien korelasi dengan rentang nilai antara -1, 0, 1 (Zhang et al, 2020). Adapun klasifikasi nilai tingkat hubungan korelasi *pearson* dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Pedoman Interpretasi Koefisien Korelasi

No	Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
1	0,80 – 1,00	Sangat kuat
2	0,60 – 0,79	Kuat
3	0,40 – 0,59	Sedang
4	0,20 – 0,39	Rendah
5	0,00 – 0,19	Sangat Rendah

Sumber: Sugiyono, 2017

Berdasarkan interval tersebut dapat dilihat hasil tingkat hubungan antara dua variabel yang diuji, Adapun persamaan untuk menghitung korelasi pearson adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{\sum(x_{1i} - \bar{x}_1)(x_{2i} - \bar{x}_2)}{\sqrt{\sum(x_{1i} - \bar{x}_1)^2} \sqrt{\sum(x_{2i} - \bar{x}_2)^2}} \quad (2.38)$$

O. Root Mean Square Error (RMSE)

Menurut Arun Goel (2011), *Root Mean Square Error* (RMSE) merupakan besarnya 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.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(X-Y)^2}{n}} \quad (2.39)$$

P. Penelitian Terdahulu

Muralia Hustim (2011) dengan judul penelitian *Survey on Road Traffic Noise in Makassar City*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai tingkat kebisingan lalu lintas, volume lalu lintas, kecepatan kendaraan dan *Power Level* klakson, dimana awalnya nilai *Power Level* klakson merupakan sebuah asumsi. Dengan menggunakan metode ASJ RTN 2008 peneliti mencari nilai tingkat kebisingan prediksi sebelum dan setelah memasukkan suara klakson. Sehingga

didapatkan hasil, sebelum memasukkan suara klakson, nilai tingkat kebisingan prediksi lebih rendah dari nilai tingkat kebisingan pengukuran. Setelah memasukkan suara klakson, didapatkan hasil nilai tingkat kebisingan prediksi mendekati nilai tingkat kebisingan pengukuran. Secara keseluruhan nilai tingkat kebisingan yang didapatkan pada jalan-jalan utama di Kota Makassar adalah 74 dB dan kecepatan rata-rata kendaraan 25 km/jam

Susanti Djalante (2010) dengan judul penelitian Analisis Tingkat Kebisingan di Jalan Raya Studi Kasus Simpang Ade Swalayan. Pada penelitian ini peneliti mencari nilai tingkat kebisingan gabungan pada semua lengan simpang dengan menggunakan metode perhitungan CoRTN. Peneliti berasumsi pada penelitiannya ini penyumbang utama dari kebisingan pada persimpangan adalah kendaraan berat (*truck* dan bus) dan kendaraan ringan (mobil penumpang). Dari hasil pengujian pada rumus metode yang digunakan didapatkan hasil kombinasi tingkat kebisingan adalah 67,61 dB (A). tingkat kebisingan ini masih aman berdasarkan pada nilai *floating rate* (< 70 dB) yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup.

Tenri Nur Fadilah A.M (2016) dengan judul Analisis Tingkat Kebisingan Simpang Empat Bersinyal Jalan Veteran Utara Makassar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kebisingan pada 2 titik pengambilan sampel, memprediksi tingkat kebisingan dengan menggunakan metode CoRTN (*Calculation of Road Traffic Noise*), serta memvalidasi model prediksi metode CoRTN. Hasil tingkat kebisingan yang diperoleh berkisar 81 – 83 dB, berada diatas baku mutu tingkat kebisingan berdasarkan KepMENLH No. 48 Tahun 1996 yang hanya berkisar 55 – 75 dB untuk setiap kawasan. Hasil prediksi tingkat kebisingan dengan menggunakan metode CoRTN mencapai 79 - 81 dB. Adapun perbedaan selisih nilai hasil pengukuran kebisingan dan prediksi tingkat kebisingan menggunakan model CoRTN adalah 2,38 dB dan 2,54 dB untuk simpang I dan II pada tahun 2015 dan 2,73 dB dan 1,07 dB untuk simpang I dan II pada tahun 2016.

Yesmi Rahmadani Ramli (2017) dengan judul Model Prediksi Kebisingan Lalu Lintas Heterogen Berbasis Model ASJ-RTN 2008 untuk Tipe Jalan 4/2D. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kebisingan lalu lintas di ruas jalan dengan tipe 4/2D sebanyak 11 titik di kota Makassar dan memprediksinya dengan menggunakan Model Prediksi ASJ-RTN 2008. Hasil yang didapat adalah tingkat kebisingan ekivalen atau LAeq telah melewati ambang batas yang dipersyaratkan pada Pedoman Perhitungan Kapasitas Jalan PU no. 13 tahun 2003 dengan tingkat kebisingan LAeq day adalah sebesar 79,5 dB. Dari hasil prediksi model ASJ-RTN 2008 menghasilkan nilai tingkat kebisingan prediksi rata-rata dengan klakson sebesar 77,6 dB dimana nilai tingkat kebisingan prediksi ini dibawah nilai tingkat kebisingan hasil pengukuran dB dengan nilai Korelasi *Pearson* (R) didapat sebesar 0,99 dan nilai RMSE sebesar 0,61. Oleh karena itu prediksi kebisingan menggunakan model ASJ-RTN 2008 dengan klakson dikatakan cukup baik digunakan untuk memprediksi.

Fernando Magnis Gara (2020) dengan judul Analisis Tingkat Kebisingan Pada Simpang Empat Tak Bersinyal di Kota Makassar. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kebisingan yang terjadi di 14 titik simpang empat tak bersinyal di Kota Makassar dengan menggunakan metode CoRTN. Simpang jalan Chairil Anwar – Botolempangan merupakan simpang yang memiliki tingkat kebisingan yang paling tinggi yaitu 79,41 dB. Sedangkan yang paling rendah adalah simpang jalan Lagaligo-Lasinrang yakni 73,85 dB. Dari 14 titik lokasi pengukuran dengan prediksi metode CoRTN tersebut menunjukkan bahwa pada lokasi telah melebihi standar baku mutu Kepmen LH No. 48 yaitu untuk tingkat kebisingan pada kawasan perdagangan dan jasa yaitu 70 dB. Hasil pengukuran tingkat kebisingan dengan hasil prediksi metode CoRTN memiliki perbedaan hasil yang tidak begitu signifikan sehingga dapat disimpulkan bahwa prediksi menggunakan metode CoRTN dapat digunakan.