

SKRIPSI

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA JALUR PUTAR
BALIK ARAH JALAN VETERAN KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh:

**CECILIA ROFANY RANTESALU
D131 19 076**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA JALUR PUTAR BALIK ARAH JALAN VETERAN KOTA MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh

Cecilia Rofany Rantesalu
D131191076

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 22 Agustus 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



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

Pembimbing Pendamping,



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

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : Cecilia Rofany Rantesalu
NIM : D131 19 1076
Program Studi : Teknik Lingkungan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Analisis Tingkat Kebisingan Pada Putar Balik Arah Jalan Veteran Kota
Makassar}

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

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

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

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

Gowa, 22 Agustus 2023

Yang Menyatakan



Cecilia Rofany Rantesalu

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karuniaNya Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Tingkat Kebisingan Pada Putar Balik Arah Jalan Veteran Kota Makassar**”.

Penyusunan tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat akademik untuk memperoleh Gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari dalam menyelesaikan tugas akhir ini, banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan sehingga kesulitan yang penulis alami dapat teratasi. Oleh karena itu, dengan penuh hormat penulis mengucapkan terimakasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Kedua orang tua saya, yang selalu memberi dukungan, doa, motivasi, dan nasihat serta dukungan baik secara moral maupun finansial.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T.,M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan masukan, memberikan dukungan serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Departemen Teknik Lingkungan untuk semua ilmu, nasihat, dan bimbingan yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
7. Seluruh Staf dan Karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
8. Teman-teman Teknik Lingkungan 2019, atas segala bantuan dan dorongan selama perkuliahan.

9. Sahabat penulis, Viona Kristine, Eunike Layuk Boro dan Welianty yang telah menemani masa-masa perkuliahan dan telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Seluruh keluarga besar, teman dan berbagai pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis selama penelitian dan perkuliahan serta selalu mendoakan yang terbaik kepada penulis.
11. Diri sendiri yang telah berjuang menyelesaikan awal perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir. Meskipun banyak hambatan yang telah dilalui, tapi penulis tidak pernah menyerah dan tetap semangat dalam menjalani semua proses perkuliahan.

Gowa, 22 Agustus 2023



Cecilia Rofany Rantesalu

D131 19 1076

ABSTRAK

CECILIA ROFANY RANTESALU. *Analisis Tingkat Kebisingan Pada Putar Balik Arah Jalan Veteran Kota Makassar* (dibimbing oleh **Muralia Hustim** dan **Nurul Masyiah Rani Harusi**)

Median pada jalan raya umumnya dilengkapi dengan bukaan median yang digunakan kendaraan untuk merubah arah perjalanan berupa gerakan putar balik arah. Bukaan median dengan fasilitas putar balik arah merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya kemacetan di beberapa ruas jalan dikarena terjadinya antrian yang panjang sehingga menimbulkan kemacetan dan semakin tinggi tingkat kebisingan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memprediksi tingkat kebisingan pada putar balik arah Jalan Veteran Kota Makassar. Penelitian ni dilakukan pada 9 titik pengukuran putar balik arah. Pengukuran dilakukan selama 10 menit tiap jamnya selama 12 jam. Prediksi tingkat kebisingan dihitung menggunakan metode ASJ-RTN 2008.

Dari hasil penelitian rata-rata tingkat kebisingan lalu lintas pada seluruh titik pengamatan Jalan Veteran yaitu 79,18 dB. Berdasarkan Pedoman Kementrian PU no.13 tahun 2003, mengenai batas maksimum dan minimum nilai Leq_{10} dan $LAeq$ untuk kategori jalan utama-komersial nilai tersebut melampaui batasan teknis kapasitas lingkungan. Perbandingan hasil pengukuran dan hasil prediksi tingkat kebisingan berbasis model ASJ-RTN 2008 pada jalur putar balik arah, seluruh titik pengukuran pada Veteran berada di bawah 3 dB sehingga dapat dikatakan bahwa model ini valid.

Kata Kunci: Kebisingan, Putar Balik Arah, Model Prediksi ASJ-RTN 2008

ABSTRACT

CECILIA ROFANY RANTESALU. *Study of Road Traffic Noise at the U-Turn In Veteran Makassar City (supervised by Muralia Hustim and Nurul Masyiah Rani Harusi)*

Highway medians typically have median openings that allow moving cars to do a U-turn motion direction change in the direction of travel. Due to its prevalence, the median opening with a turning facility is one of the elements contributing to congestion on various roadways. Long lines contribute to congestion and increased noise.

The goal of this study is to evaluate and forecast noise levels on the U-turn toward in Veteran Makassar City. This study looked at 9 different turning point measurements. For 12 hours, measurements were taken every 10 minutes. The ASJ-RTN 2008 method is used to determine the anticipated noise level.

According to the study's findings, Veterans Street has an average traffic noise level of 79.18 dB at all observation points. According to Ministry of Public Works Guidelines No.13 from 2003, the amount surpasses the environmental capacity's technical limit for Leq_{10} and $LAeq$ for the main-commercial route category. In a comparison of measurement data and rate prediction results using the ASJ-RTN 2008 model's noise on the U-turn track, all of the Veteran's measuring points come in under 3 dB, indicating the model's viability.

Keywords : *Noise Level, U-Turn, ASJ-RTN 2008 Prediction Model*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan	3
1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan	3
1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Jalan	5
2.2 Lalu Lintas	9
2.3 Kendaraan	10
2.4 Buka Median	10
2.5 Putaran Balik Arah (<i>U-Turn</i>)	11
2.6 Kebisingan	13
2.7 Pengukuran Kebisingan	19
2.8 Perhitungan Tingkat Kebisingan.....	21
2.9 Fortran	25
2.10 Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008.....	26
2.11 Validasi Hasil Prediksi.....	29
BAB III METODE PENELITIAN/PERANCANGAN	31
3.1 Kerangka Penelitian	31
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	32
3.3 Alat Ukur Kebisingan	38
3.4 Metode Pengumpulan Data	39
3.5 Analisis Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Tingkat Kebisingan	49
4.2 Volume Lalu Lintas.....	62
4.3 Kecepatan Kendaraan.....	76
4.4 Jumlah Klakson.....	86
4.5 Prediksi Tingkat Kebisingan	94
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	103
5.1 Kesimpulan	103
5.2 Saran.....	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Titik Lokasi Pengamatan Jalan Veteran.....	33
Gambar 2. Titik Pengamatan PBA 1	33
Gambar 3. Titik Pengamatan PBA 2.....	34
Gambar 4. Titik Pengamatan PBA 3.....	34
Gambar 5. Titik Pengamatan PBA 4.....	35
Gambar 6. Titik Pengamatan PBA 5.....	35
Gambar 7. Titik Pengamatan PBA 6.....	36
Gambar 8. Titik Pengamatan PBA 7.....	36
Gambar 9. Titik Pengamatan PBA 8.....	37
Gambar 10. Titik Pengamatan PBA 9.....	37
Gambar 11. Alat Pengukuran	38
Gambar 12. Metode Pengukuran	39
Gambar 13. Diagram Alir Pengambilan Data Tingkat Kebisingan	40
Gambar 14. Diagram Alir Pengambilan Data Volume Kendaraan.....	42
Gambar 15. Diagram Alir Pengambilan Data Kecepatan Kendaraan.....	43
Gambar 16. Diagram Alir Pengambilan Data Klakson Kendaraan	44
Gambar 17. Diagram Alir Analisis Tingkat Kebisingan.....	45
Gambar 18. Diagram Alir Prosedur Perhitungan Nilai Tingkat Bising Prediksi Dengan Menggunakan Metode ASJ RTN 2008.....	47
Gambar 19. Metode Perhitungan Hasil Prediksi.....	48
Gambar 20. Grafik Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengamatan PBA 1	49
Gambar 21. Grafik Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengamatan PBA 2.....	50
Gambar 22. Grafik Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengamatan PBA 3.....	51
Gambar 23. Grafik Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengamatan PBA 4.....	52
Gambar 24. Grafik Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengamatan PBA 5.....	53
Gambar 25. Grafik Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengamatan PBA 6.....	54
Gambar 26. Grafik Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengamatan PBA 7.....	55
Gambar 27. Grafik Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengamatan PBA 8.....	56
Gambar 28. Grafik Tingkat Kebisingan Pada Titik Pengamatan PBA 9.....	57
Gambar 29. Histogram Tingkat Kebisingan LAeq Day untuk Setiap Titik Pengukuran di Jalan Veteran.....	58
Gambar 30. Hasil Perbandingan Nilai LAeq,day Dengan Baku Mutu	60
Gambar 31. Batasan Teknis untuk L ₁₀ (Utama-Komersial)	61
Gambar 32. Batasan Teknis untuk LAeq (Utama-Komersial).....	62
Gambar 33. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan Lurus Pada Titik 1	63
Gambar 34. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan PBA Pada Titik 1.....	63
Gambar 35. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan Lurus Ruas Pada Titik 2.....	64
Gambar 36. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan PBA Pada Titik 2.....	64
Gambar 37. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan Lurus Pada Titik 3	65
Gambar 38. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan PBA Pada Titik 3.....	66
Gambar 39. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan Lurus Pada Titik 4.....	67
Gambar 40. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan PBA Pada Titik 4.....	67
Gambar 41. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan Lurus Pada Titik 5.....	68
Gambar 42. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan PBA Pada Titik 5.....	68
Gambar 43. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan Lurus Pada Titik 6.....	69

Gambar 44. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan PBA Pada Titik 6.....	70
Gambar 45. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan Lurus Pada Titik 7.....	71
Gambar 46. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan PBA Pada Titik 7.....	71
Gambar 47. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan Lurus Pada Titik 8.....	72
Gambar 48. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan PBA Pada Titik 8.....	72
Gambar 49. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan Lurus Pada Titik 9.....	73
Gambar 50. Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan PBA Pada Titik 9.....	74
Gambar 51. Rekapitulasi Total Volume Kendaraan Lurus Tiap Titik Pengamatan	75
Gambar 52. Rekapitulasi Total Volume Kendaraan PBA Tiap Titik Pengamatan	75
Gambar 53. Grafik Kecepatan Kendaraan Lurus Pada Titik 1	76
Gambar 54. Grafik Kecepatan Kendaraan PBA Pada Titik 1.....	77
Gambar 55. Grafik Kecepatan Kendaraan Lurus Pada Titik 2	77
Gambar 56. Grafik Kecepatan Kendaraan PBA Pada Titik 2.....	78
Gambar 57. Grafik Kecepatan Kendaraan Lurus Pada Titik 3	78
Gambar 58. Grafik Kecepatan Kendaraan PBA Pada Titik 3.....	79
Gambar 59. Grafik Kecepatan Kendaraan Lurus Pada Titik 4	79
Gambar 60. Grafik Kecepatan Kendaraan PBA Pada Titik 4.....	80
Gambar 61. Grafik Kecepatan Kendaraan Lurus Pada Titik 5	80
Gambar 62. Grafik Kecepatan Kendaraan PBA Pada Titik 5.....	81
Gambar 63. Grafik Kecepatan Kendaraan Lurus Pada Titik 6	81
Gambar 64. Grafik Kecepatan Kendaraan PBA Pada Titik 6.....	82
Gambar 65. Grafik Kecepatan Kendaraan Lurus Pada Titik 7	82
Gambar 66. Grafik Kecepatan Kendaraan PBA Pada Titik 7.....	83
Gambar 67. Grafik Kecepatan Kendaraan Lurus Pada Titik 8	83
Gambar 68. Grafik Kecepatan Kendaraan PBA Pada Titik 8.....	84
Gambar 69. Grafik Kecepatan Kendaraan Lurus Pada Titik 9	84
Gambar 70. Grafik Kecepatan Kendaraan PBA Pada Titik 9.....	85
Gambar 71. Rekapitulasi Kecepatan Rata-Rata Kendaraan Lurus Tiap Titik Pengamatan	85
Gambar 72. Rekapitulasi Kecepatan Rata-Rata Kendaraan PBA Tiap Titik Pengamatan	86
Gambar 73. Jumlah Bunyi Klakson pada Titik 1	87
Gambar 74. Jumlah Bunyi Klakson pada Titik 2.....	87
Gambar 75. Jumlah Bunyi Klakson pada Titik 3.....	88
Gambar 76. Jumlah Bunyi Klakson pada Titik 4.....	89
Gambar 77. Jumlah Bunyi Klakson pada Titik 5.....	90
Gambar 78. Jumlah Bunyi Klakson pada Titik 6.....	90
Gambar 79. Jumlah Bunyi Klakson pada Titik 7	91
Gambar 80. Jumlah Bunyi Klakson pada Titik 8.....	92
Gambar 81. Jumlah Bunyi Klakson pada Titik 9.....	93
Gambar 82. Rekapitulasi Total Klakson Kendaraan Tiap Titik Pengamatan	93
Gambar 83. Perbandingan LAeq,day Pengukuran dan LAeq,day Prediksi ASJ-RTN 2008 (Tanpa Klakson).....	100
Gambar 84. Perbandingan LAeq,day Pengukuran dan LAeq,day Prediksi ASJ-RTN 2008 (Dengan Klakson)	101

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Baku Mutu Tingkat Kebisingan.....	17
Tabel 2. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan.....	19
Tabel 3. Koefisien Regresi a dan b untuk arus lalu lintas steady dan unsteady....	27
Tabel 4. Data Input Lurus Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008.....	95
Tabel 5. Data Input Putar Balik Arah Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008.....	96
Tabel 6. Data Output Lurus Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008.....	96
Tabel 7. Data Putar Balik Arah Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008.....	97
Tabel 8. Perbandingan Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran dan Tingkat Kebisingan Hasil Prediksi ASJ-RTN 2008.....	97
Tabel 9. Data input klakson prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008.....	98
Tabel 10. Perbandingan tingkat kebisingan hasil pengukuran dan tingkat kebisingan hasil prediksi ASJ-RTN 2008 menggunakan klakson.....	99
Tabel 11. Perbandingan tingkat kebisingan hasil prediksi tanpa bunyi klakson dan penambahan bunyi klakson.....	99

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Input dan Output Ruas ASJ-RTN 2008 Tanpa Klakson.....	107
Lampiran 2 Data Input dan Output PBA ASJ-RTN 2008 Tanpa Klakson.....	109
Lampiran 3 Data Input dan Output ASJ-RTN 2008 Dengan Klakson.....	111
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian.....	113

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya pertumbuhan suatu negara dipengaruhi oleh berbagai hal, salah satunya di bidang transportasi yang berpengaruh terhadap kemajuan ekonomi suatu negara. Kemajuan ekonomi di kota – kota besar Indonesia khususnya di Kota Makassar terus mengalami kenaikan. Menurut data BPS Kota Makassar pertumbuhan ekonomi kota Makassar pada tahun 2022 sebesar 5,40 persen atau naik satu digit dari 4,47 persen pada tahun 2021 (BPS, 2022). Transportasi adalah salah satu faktor penting yang mendukung mobilisasi/pergerakan kehidupan manusia. Sarana transportasi yang dominan di Indonesia adalah kendaraan bermotor. Pertumbuhan jumlah penduduk meningkat tiap tahunnya akan diikuti dengan pertumbuhan kepemilikan kendaraan demi memenuhi kebutuhan akan transportasi dalam memudahkan dalam melakukan setiap kegiatan.

Pesatnya pertumbuhan kendaraan bermotor yang tidak sebanding dengan pertumbuhan jalan menjadi salah satu pemicu terjadinya kemacetan di Kota Makassar. Berdasarkan data Samsat Makassar tahun 2017, jumlah kendaraan bermotor pada tahun 2016 tercatat 1.425.151 unit atau bertambah 87.009 unit dibandingkan tahun 2015. Adapun pada tahun 2014 jumlah kendaraan bermotor baru berkisar 1.252.755 unit. Artinya, dalam dua tahun terakhir tercatat penambahan sebanyak 172.395 unit. Pertumbuhan kendaraan bermotor di Makassar rata-rata berkisar 7% setiap tahunnya. Adapun data terbaru Samsat Makassar tahun 2020 mengatakan jumlah kendaraan di Makassar mencapai 2,1 juta unit dan 1,6 juta unit diantaranya adalah sepeda motor. Semakin banyaknya kendaraan bermotor tentu akan menimbulkan masalah transportasi dan memberikan dampak untuk lingkungan. Masalah transportasi yang kerap terjadi yakni kepadatan lalu lintas hingga kemacetan. Sedangkan dampak yang diberikan pada lingkungan yakni polusi udara dan polusi suara atau kebisingan.

Jalan sebagai salah satu prasarana perhubungan darat, mempunyai fungsi dasar yakni memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas seperti, aman dan nyaman kepada pemakai jalan. Pada jalan kota dengan median, dibutuhkan untuk kendaraan melakukan gerakan putar balik arah pada bukaan median yang

dibuat sebagai kebutuhan khusus. Pada ruas jalan memiliki beberapa titik bukaan median yang memungkinkan kendaraan merubah arah perjalanan berupa gerakan putar balik arah atau diistilahkan sebagai gerakan *U-turn*. Kendaraan saat melakukan putar balik arah atau *u-turn* pada bukaan median membutuhkan lebih banyak waktu, kendaraan yang melewati ruas jalan ini mengalami kecepatan relatif rendah sehingga memperburuk kondisi jalan, kendaraan akan melambat atau berhenti dan menimbulkan antrian kendaraan yang menyebabkan kemacetan lalu lintas.

Jalan Veteran di kota Makassar, merupakan jalan Arteri dengan tipe 6/2 D yaitu memiliki 3 lajur dan 2 jalur dan 1 median jalan. Jalan Veteran didominasi oleh pertokoan sehingga termaksud dalam kawasan Perdagangan dan Jasa. Jalan Veteran merupakan jalan dua arah dan terbagi (menggunakan median). Dari masing masing ruas jalan tersebut dilengkapi bukaan median tak bersinyal untuk mengakomodasi gerakan putar balik arah atau *u-turn*. Ruas jalan ini merupakan salah satu ruas jalan yang menghubungkan masyarakat menuju pusat kota. Selain itu, Pada ruas jalan ini didominasi oleh pertokoan dan fasilitas lainnya yang menjadi salah satu penyebab tingginya aktivitas kendaraan masyarakat ditempat tersebut.

Model prediksi kebisingan lalu lintas jalan ASJ-RTN 2008 menggunakan metode teknik untuk menjumlahkan perambatan suara. Metode dengan mempertimbangkan level tekanan suara dijumlahkan dan dikembangkan dengan memodifikasi model sebelumnya yang bernama Model ASJ-RTN 2003 yang didasarkan oleh perkembangan teknologi terbaru (Sakamoto dkk, 2009). Model ini telah digunakan terlebih dahulu oleh (Hustim, 2012) untuk memprediksi kebisingan lalu lintas heterogen Kota Makassar.

Berdasarkan uraian di atas, maka akan dilakukan perbandingan data hasil pengukuran kebisingan pada putar balik arah (PBA) dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 dan berdasarkan pedoman perhitungan kapasitas jalan PU no. 13 tahun 2003 mengenai batas maksimum dan minimum nilai L_{10} dan LA_{eq} . Serta akan dilakukan pemodelan tingkat kebisingan menggunakan Model ASJ-RTN 2008.

Berdasarkan permasalahan diatas, penulis bermaksud untuk melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Tingkat Kebisingan Pada Jalur Putar Balik Arah Jalan Veteran Kota Makassar**”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka masalah yang dapat dirumuskan ialah:

1. Bagaimana tingkat kebisingan pada area putar balik arah (PBA) di Jalan Veteran Kota Makassar?
2. Bagaimana memprediksi tingkat kebisingan pada area putar balik arah (PBA) di Jalan Veteran Kota Makassar menggunakan Model ASJ-RTN 2008?

1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan

Untuk menjawab rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan :

1. Menganalisis tingkat kebisingan pada area putar balik arah (PBA) di Jalan Veteran Kota Makassar.
2. Memprediksi tingkat kebisingan pada area putar balik arah (PBA) di Jalan Veteran Kota Makassar.menggunakan Model ASJ-RTN 2008.

1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui tingkat kebisingan pada area putar balik arah (PBA) di Jalan Veteran Kota Makassar.
2. Sebagai informasi kepada pemerintah dan masyarakat tentang tingkat kebisingan yang ada sehingga pemerintah dan masyarakat dapat berkerja sama dalam melakukan pengendalian kebisingan.

1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan

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

1. Kebisingan yang dianalisis berasal dari lalu lintas pada area putar balik arah (PBA) di Jalan Veteran Kota Makassar.
2. Kendaraan yang disurvei adalah sepeda motor (*Motorcycle*), kendaraan ringan (*Light Vehicle*), kendaraan berat (*Heavy Vehicle*).

3. Wilayah yang akan disurvei adalah pada area putar balik arah disepanjang Jalan Veteran Kota Makassar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jalan

Jalan adalah suatu prasarana transportasi yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada 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 (UU Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004).

2.1.1 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan raya berdasarkan fungsi jalan :

a. Jalan Arteri adalah jalan umum yang dapat digunakan oleh kendaraan angkutan. Pada UU Nomor 38 Tahun 2004 Pasal 8 dijelaskan bahwa jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna. Jalan arteri kemudian diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu:

- Jalan Arteri Primer

Jalan arteri primer merupakan jalan arteri dalam skala wilayah tingkat nasional. Jadi, jenis jalan ini berfungsi untuk menghubungkan antar Pusat Kegiatan Nasional (PKN) atau antara Pusat Kegiatan Nasional (PKN) dengan Pusat Kegiatan Wilayah (PKW). Jalan arteri primer memiliki persyaratan teknis. Beberapa di antaranya seperti memiliki ukuran lebar badan jalan minimal 11 meter dan kecepatan kendaraan paling rendah yang diperkenankan adalah 60 kilometer per jam. Kemudian, lalu lintas kendaraan di jalan arteri primer ini tidak boleh tergantung oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal, ataupun kegiatan lokal. Jalan arteri primer juga tidak boleh terputus di kawasan perkotaan atau kawasan pengembangan perkotaan.

- Jalan Arteri Sekunder

Jalan arteri sekunder adalah jalan arteri dalam skala perkotaan. Jenis jalan ini berfungsi untuk menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu serta kawasan sekunder kedua. Untuk karakteristik atau persyaratan teknis jalan arteri sekunder adalah memiliki ukuran lebar badan jalan paling

sedikit 11 meter dan kecepatan kendaraan paling rendah adalah 30 kilometer per jam. Lalu lintas cepat di jalan arteri sekunder tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

- b. Jalan Kolektor, sesuai UU Nomor 38 Tahun 2004, jalan kolektor adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi. Jalan kolektor diklasifikasikan ke dalam dua jenis yaitu:

- Jalan kolektor primer

Jalan kolektor primer adalah jalan kolektor yang berfungsi untuk menghubungkan Pusat Kegiatan Nasional (PKN) dengan Pusat Kegiatan Lokal (PKL), antar Pusat Kegiatan Wilayah (PKW), atau antara Pusat Kegiatan Wilayah (PKW) dengan Pusat Kegiatan Lokal (PKL). Kecepatan kendaraan paling rendah di jalan ini adalah 40 kilometer per jam. Untuk ukuran lebar badan jalan adalah minimal 9 meter. Selain itu, jalan kolektor primer tidak boleh terputus di kawasan perkotaan atau kawasan pengembangan perkotaan.

- Jalan kolektor sekunder

Jalan kolektor sekunder adalah jalan kolektor yang berfungsi untuk menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua, atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Kecepatan kendaraan paling rendah di jalan kolektor sekunder adalah 20 kilometer per jam. Sedangkan untuk ukuran lebar badan jalan adalah minimal 9 meter

- c. Jalan Lokal, sesuai UU Nomor 38 Tahun 2004 Pasal 8, jalan lokal adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah. Jalan lokal juga dibagi menjadi dua jenis yaitu primer dan sekunder dengan penjelasan sebagai berikut:

- Jalan lokal primer

Jalan lokal primer merupakan jalan lokal dalam skala wilayah tingkat lokal. Fungsi jalan ini adalah untuk menghubungkan Pusat Kegiatan Nasional (PKN) dengan Pusat Kegiatan Lingkungan (PKLn), antara Pusat Kegiatan Wilayah (PKW) dengan Pusat Kegiatan Lingkungan (PKLn), antar pusat kegiatan lokal (PKL), atau Pusat Kegiatan Lokal dengan Pusat Kegiatan Lingkungan (PKLn), serta antar Pusat Kegiatan Lingkungan (PKLn). Kecepatan kendaraan paling rendah di jalan lokal primer adalah 20 kilometer per jam. Kemudian

untuk ukuran lebar badan jalan adalah minimal 7,5 meter. Jalan ini juga tidak boleh terputus di kawasan perdesaan.

- Jalan lokal sekunder

Jalan lokal sekunder merupakan jalan lokal dalam skala perkotaan. Fungsi jalan lokal sekunder adalah untuk menghubungkan kawasan sekunder kesatu, kedua, dan ketiga dengan kawasan perumahan. Kecepatan kendaraan paling rendah di jalan lokal sekunder adalah 10 kilometer per jam, dan ukuran lebar badan jalannya adalah 7,5 meter.

- d. Jalan Lingkungan, sesuai UU Nomor 38 Tahun 2004 Pasal 8 menjelaskan bahwa jalan lingkungan adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah. Jalan lingkungan juga diklasifikasikan ke dalam dua jenis yaitu:

- Jalan lingkungan primer

Jalan lingkungan primer berfungsi untuk menghubungkan kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan menghubungkan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan. Kecepatan kendaraan paling rendah di jalan lingkungan primer adalah 15 kilometer per jam. Untuk ukuran lebar badan jalan untuk kendaraan bermotor roda tiga atau lebih adalah minimal 6,5 meter. Sedangkan untuk kendaraan tidak bermotor dan tidak beroda tiga atau lebih adalah minimal 3,5 meter.

- Jalan lingkungan sekunder

Jalan lingkungan sekunder berfungsi untuk menghubungkan antar persil dalam kawasan perkotaan. Kecepatan paling rendah di jalan ini adalah 10 kilometer per jam. Untuk ukuran lebar badan jalan untuk kendaraan bermotor roda tiga atau lebih adalah minimal 6,5 meter. Kemudian untuk kendaraan tidak bermotor dan tidak beroda tiga atau lebih adalah 3,5 meter.

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI,1999), tipe jalan perkotaan terbagi atas:

- a. Jalur dua – lajur dua – arah (2/2 UD)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan perkotaan dengan leher jalur lalu lintas lebih kecil dari/sama dengan 10,5 meter. Untuk jalan dua arah yang memiliki lebar lebih dari 11 meter, sebaiknya diamati selama beroperasi pada kondisi arus tinggi sebagai dasar pemilihan prosedur perhitungan jalan perkotaan dua lajur atau empat lajur tak terbagi.

b. Jalan empat – lajur dua – arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua arah yang memiliki lebar jalur lebih dari 10,5 meter dan kurang dari 16 meter. Jalan ini terbagi menjadi dua yaitu:

- Tak terbagi (tanpa median) (4/2 UD)

Tipe jalan yang tak terbagi dan tidak menggunakan median.

- Terbagi (dengan median) 4/2 D

Tipe jalan terbagi dan menggunakan median.

c. Jalan enam – lajur dua – arah terbagi (6/2 D)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua arah yang memiliki lebar jalur lebih dari 18 meter dan kurang dari 24 meter.

d. Jalan satu – arah (1-3/1)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan satu arah yang memiliki lebar jalur dari 0,5 meter hingga 10,5 meter

2.1.2 Pengertian Komponen-Komponen Jalan

Jalan memiliki komponen-komponen yang sangat penting yang berguna untuk lalu lintas (Bina Marga, 1997), antara lain:

a. Badan Jalan

Badan jalan adalah bagian jalan yang meliputi seluruh jalur lalu lintas, median, dan bahu jalan.

b. Jalur Lalu Lintas

Jalur lalu lintas adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukan untuk lalu lintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur (lane) kendaraan. Jalur lalu lintas untuk satu arah minimal terdiri dari satu lajur lalu lintas.

c. Lajur

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

d. Bahu Jalan

Bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang berfungsi sebagai: ruangan untuk berhenti, ruang untuk menghindar dalam keadaan darurat, memberikan kelenggangannya pengemudi, pendukung konstruksi perkerasan jalan dari arah samping, ruang pembantu pada saat

perbaikan dan pemeliharaan jalan, ruang melintas kendaraan patroli, ambulans, dll.

e. Median Jalan

Median merupakan jalur pemisah yang terletak dalam ruang jalan yang berfungsi memisahkan arah arus lalu lintas yang berlawanan

f. Trotoar

Trotoar adalah jalur yang dikhususkan untuk pejalan kaki yang umumnya berdampingan dengan jalur lalu lintas dan memiliki elevasi yang lebih tinggi dari permukaan jalan.

g. Rambu Lalu Lintas

Rambu lalu lintas adalah tanda-tanda, alat, benda yang digunakan untuk menyampaikan pesan sebagai piranti pengaturan lalu lintas jalan raya.

2.2 Lalu Lintas

Dalam Pasal 1 Undang-undang Nomor 22 tahun 2009, lalu lintas didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan, adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang, dan/atau barang yang berupa jalan dengan fasilitas pendukungnya. Lalu lintas dan angkutan jalan adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas lalu lintas, angkutan jalan, jaringan jalan, prasarana lalu lintas dan angkutan jalan, kendaraan, pengemudi, pengguna jalan, serta pengelolaannya.

2.2.1 Lalu Lintas Homogen

Lalu lintas homogen adalah keadaan lalu lintas dimana kecepatan kendaraan pada ruang jalan relatif stabil atau perbedaan kecepatan tiap kendaraan pada satu lajur dan lajur lainnya tidak jauh berbeda.

Penggunaan jalur dan ukuran kendaraan setipe juga merupakan ciri lain dari lalu lintas homogen, sehingga lalu lintas menjadi tertib dan teratur dan angka kecelakaan lalu lintas pun dapat berkurang.

2.2.2 Lalu Lintas Heterogen

Lalu lintas heterogen adalah keadaan lalu lintas dimana terdapat beraneka ragam jenis kendaraan seperti sepeda motor, mobil, dan truk. Pada lalu lintas heterogen tidak jarang terjadi kemacetan dikarenakan tidak tertibnya pengendara

dalam mengatur kecepatan kendaraan serta tidak adanya perbedaan jalur berdasarkan jenis dan ukuran kendaraan. Lalu lintas heterogen umumnya banyak terdapat di negara-negara berkembang seperti Indonesia.

2.3 Kendaraan

Menurut UU No. 22 Tahun 2009 menyatakan bahwa kendaraan adalah suatu sarana angkut di jalan yang terdiri atas kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor. Kendaraan bermotor; adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh peralatan mekanik berupa mesin selain kendaraan yang berjalan di atas rel. Kendaraan tidak bermotor; adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh tenaga manusia dan/atau hewan. Adapun kendaraan yang beroperasi di jalan raya dikelompokkan dalam beberapa kategori yaitu :

1. Kendaraan Berat (Heavy Vehicle)

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

2. Kendaraan ringan (Light Vehicle)

Kendaraan ringan adalah kendaraan bermotor yang beroda dua dengan empat roda dan dengan jarak 2,0 – 3,0 meter. Kendaraan yang tergolong dalam kendaraan ringan meliputi mobil penumpang, mikrobus, pick up, dan truk kecil.

3. Sepeda Motor (Motorcycle)

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

4. Kendaraan tak bermotor (Unmotorized Vehicle)

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

2.4 Bukaian Median

Menurut Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga (2014), median adalah bangunan yang terletak dalam ruang jalan yang berfungsi untuk memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan. Median jalan dalam fungsinya dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan fasilitas lalu lintas. Salah satu pergerakan pengguna jalan yang membutuhkan fasilitas median adalah untuk melakukan gerakan memutar balik arah (u-turn). Putaran balik adalah gerak

lalu lintas kendaraan untuk berputar kembali atau berbelok 180°. Untuk memfasilitasi kebutuhan tersebut maka diperlukan bukaan pada median jalan.

Bukaan median merupakan jalur lalu lintas secara melintang median, dipergunakan untuk pergerakan kendaraan yang akan balik arah. Bukaan median sering digunakan sebagai fasilitas kendaraan untuk memutar menuju arus sebaliknya.

Adapun fungsi dari bukaan median pada ruas jalan tertentu menurut Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga (2005) adalah sebagai berikut:

1. Mengoptimasikan akses setempat dan memperkecil gerakan kendaraan yang melakukan u-turn oleh penyediaan bukaan-bukaan median dengan jarak relatif dekat.
2. Memperkecil gangguan terhadap arus lalu lintas menerus dengan membuat jarak yang cukup panjang diantara bukaan median.

2.5 Putaran Balik Arah (*U-Turn*)

Menurut Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga (2005) Putar Balik Arah atau *u-turn* adalah gerak lalu lintas kendaraan untuk berputar kembali dan berbelok arah, sedangkan menurut Munawar (2006) *u-turn* adalah suatu tempat khusus untuk berputarnya kendaraan baik kendaraan bermotor atau tak bermotor yang digunakan pada ruas jalan dengan pemisah.

Adapun beberapa pengaruh u-turn terhadap arus lalu lintas (Kasan dkk, 2005), antara lain:

1. Kendaraan akan melakukan pendekatan secara normal dari lajur cepat saat melakukan putar balik arah, sehingga kecepatan kendaraan akan melambat atau bahkan berhenti. Perlambatan tersebut akan mengganggu arus lalu lintas pada arah yang sama.
2. Kendaraan akan menunggu gap saat melakukan putaran balik arah pada lalu lintas yang berlawanan arah. Kendaraan yang melakukan putar balik arah pada median yang sempit akan menyebabkan kendaraan yang berada pada arus yang sama berhenti dan membentuk antrian pada lajur cepat.
3. Fasilitas *u-turn* sering ditemukan pada daerah sibuk dengan kondisi lalu lintas mendekati kapasitas. Dalam kondisi tersebut lalu lintas yang terhambat disebabkan oleh *u-turn*, relatif mempunyai dampak yang besar dalam bentuk tundaan.

4. Kendaraan yang melakukan putar balik arah dipengaruhi oleh karakteristik kendaraan, kemampuan pengemudi dan dan ukuran fasilitas *u-turn*. Median yang sempit atau bahkan bukaan median yang sempit memaksa pengemudi melakukan putaran balik arah sehingga menghambat lebih dari dua lajur dalam dan dari jalan dua arah dengan melakukan putar balik arah dari lajur luar atau melakukan putar balik arah masuk ke lajur luar.

Dalam gerakan putaran balik terdapat beberapa tahapan yang mempengaruhi kondisi lalu lintas. Berikut adalah tahapan pergerakan u-turn (Dharmawan dan Oktarina, 2010).

1. Tahap pertama, kendaraan yang melakukan gerakan balik arah akan mengurangi kecepatan dan akan berada pada jalur paling kanan. Perlambatan arus lalu lintas yang terjadi mengakibatkan terjadinya antrian yang ditandai dengan panjang antrian, waktu tundaan dan gelombang kejut.
2. Tahap kedua, saat kendaraan melakukan gerakan berputar menuju ke jalur berlawanan, akan dipengaruhi oleh jenis kendaraan (kemampuan manuver, dan radius putar). Manuver kendaraan berpengaruh terhadap lebar median dan gangguannya kepada kedua arah (searah dan berlawanan arah). Lebar lajur berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas jalan untuk kedua arah. Apabila jumlah kendaraan berputar cukup besar, lajur penumpang perlu disediakan untuk mengurangi dampak terhadap aktivitas kendaraan dibelakangnya.
3. Tahap ketiga, adalah gerakan balik arah kendaraan, sehingga perlu diperhatikan kondisi arus lalu lintas arah berlawanan. Terjadi interaksi antara kendaraan balik arah dan kendaraan gerakan lurus pada arah yang berlawanan, dan penyatuan dengan arus lawan arah untuk memasuki jalur yang sama. Pada kondisi ini yang terpenting adalah penetapan pengendara sehingga gerakan menyatu dengan arus utama tersedia. Artinya, pengendara harus dapat mempertimbangkan adanya senjang jarak antara dua kendaraan pada arah arus utama sehingga kendaraan dapat dengan aman menyatu dengan arus utama. Pergerakan u-turn dapat dilakukan oleh kendaraan jika terdapat celah atau justru memaksa untuk berjalan pada bukaan median tersebut. Hal ini tentunya menimbulkan gangguan pada arus lalu lintas dan mempengaruhi kecepatan kendaraan lain yang melewati ruas jalan yang sama. Akibatnya terjadi tundaan waktu tundaan perjalanan karena secara periodik lalu lintas berhenti atau

menurunkan kecepatan pada atau dekat dengan fasilitas *u-turn* serta saat menggunakan fasilitas *u-turn* tersebut.

2.6 Kebisingan

2.6.1 Pengertian Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu dan tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Kepmen LH No 48. tahun 1996).

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.13/MEN/X/2011 Tahun 2011 menyebutkan 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.

Bising adalah segala bunyi yang tidak dikehendaki keberadaannya yang dapat memberi pengaruh negatif terhadap kesehatan dan kesejahteraan seseorang atau bahkan populasi (Sucipto, 2014). Kebisingan adalah bunyi atau suara didengar sebagai rangsangan yang ada pada sel syaraf seorang pendengar dalam telinga oleh gelombang longitudinal yang ditimbulkan oleh getaran dari sumber bunyi atau suara dan gelombang tersebut merambat melalui udara atau media penghantar lainnya bunyi disebut kebisingan apabila timbul diluar kehendak atau suara tersebut tidak dikehendaki oleh orang yang bersangkutan (Suma"mur, 2014).

Berdasarkan beberapa pengertian yang telah disebutkan, dapat disimpulkan definisi kebisingan adalah bunyi yang tidak dikehendaki keberadaannya, sehingga menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan manusia.

2.6.2 Jenis – Jenis Kebisingan

Menurut Suroto (2010), kebisingan dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu :

- a. Kebisingan impulsif, yaitu kebisingan yang datangnya tidak secara terus menerus, akan tetapi sepotong-potong. Contohnya : kebisingan yang datang dari suara palu yang dipukulkan, kebisingan yang datang dari mesin pemasang tiang pancang.

- b. Kebisingan kontinyu, yaitu kebisingan yang datang secara terus menerus dalam waktu yang cukup lama. Contohnya : kebisingan yang datang dari suara mesin yang dijalankan atau dihidupkan.
- c. Kebisingan semi kontinyu, yaitu kebisingan kontinyu yang hanya sekejap, kemudian hilang dan mungkin akan datang lagi. Contohnya : suara mobil atau pesawat terbang yang sedang lewat.

2.6.3 Sumber Kebisingan

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 mesing-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. Kendaraan yang dalam pengoperasiannya menimbulkan suara-suara seperti suara mesin yang keluar melalui knalpot maupun klakson. Pada level tersebut suara masih dapat ditoleransi dalam arti bahwa akibat yang ditimbulkannya bukan merupakan suatu gangguan akan tetapi pada tingkat yang lebih tinggi suara yang ditimbulkan oleh kendaraan

tersebut sudah merupakan suatu gangguan atau polusi yang disebut kebisingan. Kebisingan lalu lintas bersumber dari knalpot kendaraan maupun sumber lain seperti dari suara rem angin kendaraan besar seperti truk dan tronton.

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.

2.6.4 Dampak Kebisingan

Menurut World Health Organization (WHO), kebisingan dapat menyebabkan gangguan pendengaran, mengganggu komunikasi, mengganggu tidur, menyebabkan efek kardiovaskular dan psiko-fisiologis, mengurangi kinerja, dan

memicu respons gangguan dan perubahan perilaku sosial. Konsekuensi sosial utama dari gangguan pendengaran adalah ketidakmampuan untuk memahami pembicaraan dalam kondisi normal, yang dianggap sebagai hambatan sosial yang parah. Dampak kebisingan terhadap kesehatan pekerja yaitu (Sucipto, 2014) :

a) Gangguan Fisiologis

Bising dengan intensitas yang tinggi dapat menyebabkan pusing/sakit pada kepala. Hal ini disebabkan karena bising dapat merangsang reseptor dan vestibular dalam telinga dalam yang akan menyebabkan adanya efek pusing/vertigo. Sedangkan mual, susah tidur, dan sesak nafas disebabkan oleh rangsangan bising terhadap sistem saraf, keseimbangan organ, kelenjar endokrin, tekanan darah, sistem pencernaan dan keseimbangan elektrolit. Gangguan pada fisiologis dapat berupa peningkatan tekanan darah (± 10 mmHg), peningkatan nadi, konstriksi pembuluh darah perifer terutama pada tangan dan kaki, serta dapat menyebabkan pucat dan gangguan sensoris.

b) Gangguan Psikologis

Gangguan psikologis biasanya dengan gejala ringan berupa rasa tidak nyaman, susah tidur, kurang konsentrasi, dan cepat marah. Apabila hal ini dibiarkan dalam waktu yang lama dapat menyebabkan penyakit psikosomatik berupa gastritis, jantung, stress, kelelahan, dan lain-lain.

c) Gangguan Komunikasi

Gangguan komunikasi biasanya menyebabkan pembicaraan dapat dilakukan dengan cara berteriak, hal ini disebabkan karena masking effect (bunyi yang menutupi pendengaran yang kurang jelas) atau gangguan kejelasan suara. Gangguan ini menyebabkan terganggunya pekerjaan, sampai dapat juga terjadi kesalahan karena tidak mendengar isyarat atau tanda bahaya.

d) Gangguan Keseimbangan

Bising yang sangat tinggi dapat menyebabkan seseorang seperti berjalan di ruang angkasa atau melayang-layang, yang dapat menimbulkan gangguan fisiologis berupa pusing atau biasa disebut dengan vertigo dan mual-mual.

e) Efek pada Pendengaran

Efek terbesar dari bising pada kesehatan adalah kerusakan pada indera pendengaran, yang dapat menyebabkan seseorang menjadi tuli progresif. Pada mulanya efek kebisingan pada pendengaran bersifat sementara dan pemulihannya dapat dilakukann dengan cepat setelah dihentikan di tempat

kerja bising. Tetapi, apabila bekerja secara terus-menerus ditempat yang bising mengakibatkan kehilangan daya dengar yang permanen.

2.6.5 Zona Kebisingan

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

- a) Zona A : Intensitas 35 – 45 dB. Zona yang diperuntukkan bagi tempat penelitian, RS, tempat perawatan kesehatan/sosial & sejenisnya.
- b) Zona B : Intensitas 45 – 55 dB. Zona yang diperuntukkan bagi perumahan, tempat Pendidikan dan rekreasi.
- c) Zona C : Intensitas 50 – 60 dB. Zona yang diperuntukkan bagi perkantoran, Perdagangan dan pasar.
- d) Zona D : Intensitas 60 – 70 dB. Zona yang diperuntukkan bagi industri, pabrik, stasiun KA, terminal bis dan sejenisnya.

2.6.6 Baku Mutu Tingkat Kebisingan

Baku tingkat kebisingan adalah batas maksimal pada tingkat kebisingan yang boleh dibuang ke lingkungan dari suatu usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan pada kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (KepMen LH No. 48 tahun 1996). Dengan adanya baku tingkat kebisingan, maka diharapkan kebisingan yang ditimbulkan dari aktivitas kegiatan manusia dapat dikendalikan sesuai nilai ambang batas yang ditetapkan.

Dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996 tentang baku tingkat kebisingan dijelaskan tentang baku tingkat kebisingan untuk beberapa tempat sebagai berikut:

Tabel 1. Baku Mutu Tingkat Kebisingan

Peruntukkan Kawasan/Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan (dBA)
a. Peruntukan Kawasan	
1. Perumahan dan permukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70

Peruntukkan Kawasan/Lingkungan	Tingkat Kebisingan (dBA)
Kegiatan	
6. Pemerintah dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	60
8. Khusus	
- Bandar Udara *)	
- Stasiun Kereta Api *)	
- Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Sumber : KEPMENLH NO.48 Tahun 1996

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

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

Berdasarkan pedoman perhitungan kapasitas jalan PU no. 13 tahun 2003 mengenai batas maksimum dan minimum nilai L_{10} dan LA_{eq} tercantum pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan

Parameter	Utama		Utama		Lokal Komersial		Lokal Permukiman	
	Komersial		Permukiman					
	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.
L ₁₀ -1 jam, dB(A)	77,9	72,7	77,6	67,1	73,9	66,8	74,1	62,9
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

2.7 Pengukuran Kebisingan

2.7.1 Metode Pengukuran

Dalam melaksanakan pengukuran kebisingan, terdapat dua metode yang telah diatur dalam KEPMENLH No. 48 Tahun 1996 yaitu:

a) Cara Sederhana

Pengukuran kebisingan dengan cara sederhana yaitu menggunakan alat Sound Level Meter biasa, lalu diukur tingkat tekanan bunyi dB(A) selama 10 menit untuk tiap pengukuran dan dilakukan pembacaan setiap 5 detik.

b) Cara Langsung

Pengukuran kebisingan dengan cara langsung yaitu menggunakan alat Intergrating Sound Level Meter yang mempunyai fasilitas pengukuran L_{tm5}, yaitu L_{eq} dengan waktu ukur setiap 5 detik dan pengukuran yang dilakukan selama 10 menit.

2.7.2 Alat Ukur Kebisingan

Alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan adalah *Sound Level Meter* (SLM). *Sound Level Meter* (SLM) adalah alat pengukur level kebisingan, alat ini mampu mengukur kebisingan antara 30-130 dB dan rentang ukur frekuensi 20-20000 Hz . *Sound Level Meter* terdiri dari mikrofon, amplifier, weighting network dan layer dalam satuan desibel (dB). Pembobotan adalah rangkaian elektronik yang kepekaannya berubah sesuai dengan perubahan frekuensi telinga manusia. Ada 4 macam pembobotan yaitu A, B, C dan D. Pembobotan A mendekati kesamaan pada tingkat kebisingan rendah, sedang B pada tingkat kebisingan sedang, C pada tingkat kebisingan tinggi dan D pada saat telinga merespon bunyi yang muncul dari pesawat. Pada pengukuran secara

subjektif terhadap respons telinga manusia, ternyata ditemukan bahwa bobot B dan C seringkali tidak tepat. Hal ini terjadi karena yang dijadikan acuan lebih cenderung untuk mengukur bunyi-bunyi dengan satu jenis penekanan saja, sementara dalam kehidupan sehari-hari, dalam waktu bersamaan seringkali kita mendengar bunyi-bunyi dalam bermacam-macam penekanan. Sebaliknya bobot A, hasil pengukuran tingkat kekerasan yang dirasakan orang umumnya tepat. Itu sebabnya, bobot inilah yang lebih banyak sebagai pedoman pengukuran (Meikaharto, Bayu Ramada, dkk, 2021)

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

- a) *Sound Level Meter* diletakkan pada lokasi yang tidak menghalangi pandangan pengguna dan tidak ada sumber suara asing yang akan mempengaruhi tingkat kebisingan.
- b) *Sound Level Meter* sebaiknya dipasang pada tripod agar posisinya stabil
- c) Pengguna *Sound Level Meter* sebaiknya berdiri pada jarak 0,5 m dari alat agar tidak terjadi efek 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*.

2.7.3 Teknik Pengukuran

Menurut Ariyanty (2017), ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan pengukuran, tahapan tersebut diawali dari tahap persiapan hingga tahap pelaksanaan pengukuran. Adapun tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

- 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 dan jumlah bunyi klakson 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, kecepatan, dan jumlah bunyi klakson dilakukan secara bersamaan.

2.8 Perhitungan Tingkat Kebisingan

2.8.1 Distribusi Frekuensi

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

- a) Jangkauan (*Range*) adalah selisih nilai terbesar dan nilai terkecil.

$$R = \text{Data max} - \text{Data min} \quad 2.1$$

Dimana :

R : *Range* (Jangkauan)

Data max : Data nilai terbesar

Data min : Data nilai terkecil

- b) Banyak kelas adalah menentukan banyaknya jumlah kelas dalam suatu distribusi data

$$K = 1 + 3.3 \log (n) \quad 2.2$$

Dimana :

k : Kelas

n : Banyaknya data

- c) Interval adalah data yang diperoleh dengan cara pengukuran dimana jarak antara dua titik skala telah diketahui

$$I = \frac{R}{K} \quad 2.3$$

Dimana :

I : Interval kelas

r : range

k : kelas

- d) Titik tengah interval kelas diperoleh dengan membagi dua jumlah dari atas bawah dan batas atas suatu interval kelas

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

Dimana :

BB : Batas bawah suatu interval kelas

BA : Batas atas suatu interval kelas

2.8.2 Tingkat Kebisingan *Equivalent*

Perhitungan angka penunjuk secara manual diawali dengan menghitung L_{90} , L_{50} , L_{10} , L_1 . L_{90} adalah persentase kebisingan yang mewakili tingkat kebisingan mayoritas atau kebisingan yang muncul 90% dari keseluruhan data. L_{10} adalah persentase kebisingan yang mewakili tingkat kebisingan minoritas atau kebisingan yang muncul 10% dari keseluruhan data. Sedangkan L_{50} merupakan kebisingan rata-rata selama pengukuran. Tahap selanjutnya adalah perhitungan angka penunjuk ekivalen (L_{Aeq}) yang mana L_{Aeq} ini merupakan angka penunjuk tingkat kebisingan yang paling banyak digunakan. Pada pengukuran kebisingan lalu lintas di jalan raya, L_{90} menunjukkan kebisingan latar belakang yaitu kebisingan yang banyak terjadi sedangkan L_{10} merupakan perkiraan tingkat kebisingan maksimum (Ariyanty, 2017).

a) Untuk L_{90}

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

$$\text{Nilai A} = 10\% \times I \quad 2.5$$

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari.

Dimana :

10% : Hasil pengurangan dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

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

Dimana :

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B_0 : Jumlah % sebelum 90

B_1 : % setelah 90

$$L_{90} = I_0 + X \quad 2.7$$

Dimana :

I_0 : Interval akhir

b) Untuk L_{50}

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 50% dari data pengukuran (L_{50}) dengan persamaan :

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

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari.

Dimana :

50% : Hasil 50% pengurangan dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

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

Dimana :

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B_0 : Jumlah % sebelum 50

B_1 : % setelah 50

$$L_{50} = I_0 + X \quad 2.10$$

Dimana :

I_0 : Interval akhir

c) Untuk L_{10}

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

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

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari.

Dimana :

10% : Hasil 90% pengurangan dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

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

Dimana :

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B_0 : Jumlah % sebelum 10

B_1 : % setelah 10

$$L_{10} = I_0 + X \quad 2.13$$

Dimana :

I_0 : Interval akhir

d) Untuk L_1

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 99% dari data pengukuran (L_1) dengan persamaan :

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

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari.

Dimana :

1% : Hasil 99% pengurangan dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } L_1 \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,99 \times I \times 100 \quad 2.15$$

Dimana :

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B_0 : Jumlah % sebelum 1

B_1 : % setelah 1

$$L_1 = I_0 + X \quad 2.16$$

Dimana :

I_0 : Interval akhir

e) Untuk L_{99}

Tingkat kebisingan yang muncul adalah 1% dari data pengukuran (L_{99}) dengan persamaan :

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

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari.

Dimana :

1% : Hasil 1% pengurangan dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

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

Dimana :

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ : Jumlah % sebelum 99

B₁ : % setelah 99

$$L_{99} = I_0 + X \quad 2.19$$

Dimana :

I₀ : Interval akhir

f) Untuk L_{Aeq}

$$L_{Aeq} = L_{50} + 0,43 (L_1 - L_{50}) \quad 2.20$$

Dimana :

L_{Aeq} : Tingkat kebisingan equivalen

L_{eq50} : Angka penunjuk kebisingan 50%

L_{eq1} : Angka penunjuk kebisingan 1%

Tahap selanjutnya setelah nilai L₁, L₁₀, L₅₀, L₉₀, L₉₉ dan L_{Aeq} diperoleh adalah menghitung L_{Aeq,day} adalah tingkat kebisingan selama 1 hari pengukuran yang dihitung menggunakan persamaan 2.20.

$$\text{Rumus } L_{Aeq,day} = 10 \times \log(10) \times \frac{1}{\text{jam/hari}} \times 10^{(L_{Aeq\frac{1}{10}})} + 10^{(L_{Aeq\frac{2}{10}})} \quad 2.21$$

2.9 Fortran

2.9.1 Pengertian Fortran

Fortran merupakan salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi (high level language) yang berorientasi kepada suatu masalah tertentu, khususnya masalah yang berkaitan dengan bidang matematika dan teknik. Fortran merupakan bahasa tingkat tinggi tertua dan yang pertama. Sebelum hadir Fortran, bila seseorang akan memprogram komputer, maka ia harus menggunakan bahasa mesin yang rumit.

Pada tahun 1950, seorang ahli dari pabrik komputer IBM (*International Business Machine*) bernama John Backus berhasil mengembangkan suatu bahasa computer yang mudah dipakai, bahkan oleh orang yang awam computer

sekalipun. Bahasa itu disebutnya FORTRAN (*Formula Translation*). Bahasa ini cukup mudah dipahami dan efektif untuk digunakan. Sehingga, bukan hal yang aneh apabila dengan cepat, bahasa ini berkembang di masyarakat. Bahasa FORTRAN ditujukan terutama sebagai aplikasi di bidang sains dan teknik (Haspsari, Dewi. 2011).

2.9.2 Struktur Bahasa Fortran

Struktur bahasa FORTRAN dibagi menjadi lima bagian kolom dan tiap-tiap baris didalam program dapat berisi:

- a. *Metacommand* merupakan *compiler directive* (misalnya statement Program seperti pada bahasa pemrograman Pascal). Sifatnya optional, maksudnya tidak harus ada. *Metacommand* dapat digunakan saat akan berkomunikasi dengan kompiler mengenai informasi tertentu.
- b. Komentar dapat berupa tulisan bebas apapun yang berguna untuk memberi keterangan tentang program, sehingga memudahkan dalam membaca program tersebut. Berguna bila ingin memodifikasi program atau bila terjadi kesalahan *coding*.
- c. Statement merupakan inti dari program, berisi instruksi-instruksi kepada komputer. Penuangan logika perogram ke komputer juga difasilitasi oleh bagian ini.

2.10 Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008

Metode yang digunakan dalam memprediksi kebisingan lalu lintas adalah model ASJ RTN 2008, yang merupakan bentuk yang telah direvisi dari bentuk sebelumnya. Model prediksi setelah ASJ RTN 1998 diadopsi secara komprehensif dalam “*Technical Method for Environmental Impact Assessment of Road*” dan secara luas digunakan untuk prediksi kebisingan lalu lintas di Jepang. Bentuk dari model ASJ RTN juga digunakan untuk desain pengukuran pemeliharaan lingkungan (pengukuran pengurangan kebisingan) dan memperkirakan lokasi kebisingan yang tepat selama pengawasan lingkungan (observasi regular). Kemudian, pada dasarnya model prediksi digunakan bukan hanya untuk memprediksi masa depan lingkungan, namun juga untuk mengestimasi kondisi lingkungan saat ini dan desain dari pengukuran pengurangan kebisingan. Para ahli bekerja menemukan solusi pada masalah yang belum terselesaikan dalam model

ASJ RTN 2003. Setelah lima tahun penelitian dan pemeriksaan, akhirnya diterbitkan model baru ASJ RTN 2008 (Yamamoto, 2018).

2.10.1 Persamaan Dasar Model Perhitungan

Model perhitungan ASJ-RTN 2008 dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu :

a) Perhitungan *Sound Power Level* (L_{wA})

Sound Power Level atau tingkat daya suara adalah besarnya energi suara per satuan waktu yang dikeluarkan oleh sumber. Tingkat kekuatan suara (L_{wA}) dihitung menggunakan persamaan 2.22. Untuk nilai koefisien regresi dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

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

Dimana :

L_{wA} : Tingkat kekuatan suara (dB)

V : Kecepatan kendaraan (km/jam)

a,b : Koefisien regresi

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

Klasifikasi	Steady		Unsteady	
	(40 km/jam \leq V \leq 140 km/jam)		(10 km/jam \leq V \leq 60 km/jam)	
	a	b	a	b
Kendaraan ringan	46.4	30	82.0	10
Kendaraan berat	51.5	30	87.1	10
Sepeda motor	52.4	30	85.2	10

Sumber : Yamamoto, 2010

Prediksi pada jalur putar balik arah menggunakan model ASJ-RTN 2008 untuk kendaraan yang melakukan putar balik arah dalam keadaan *unsteady* dan kendaraan tidak melakukan putar balik arah dalam keadaan *steady* pada titik pengamatan (Mahmur, Nurindah. 2021)

b) Perhitungan *sound pressure level* (L_A)

Sound Pressure Level atau tingkat tekanan suara adalah ukuran logaritmik dari tekanan efektif suara relatif terhadap nilai referensi, yaitu ditentukan dalam dB

(decibel). 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. Persamaan 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)

c) Perhitungan *Sound Exposure Level* (L_{AE})

Sound Exposure Level atau tingkat paparan suara adalah ukuran logaritmik dari paparan suara relatif terhadap nilai referensi. Perhitungan tingkat paparan suara dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.24 dan 2.25

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

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

Dimana :

L_{AE} : Tingkat paparan suara (dB)

L_A : Tingkat tekanan suara (dB)

T : Jumlah pengamatan dalam sehari

Δl : Lebar jalan pada titik pengamatan (m)

V : Kecepatan kendaraan (km/jam)

d) Perhitungan *equivalent continuous A-weighted sound pressure level* (L_{Aeq})

Tingkat kebisingan ekivalen merupakan tingkat tekanan suara rerata dalam dalam beban A pada interval waktu tertentu. Dengan memasukkan nilai volume kendaraan dan waktu pengamatan, maka tingkat tekanan suara ekivalen dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.26

$$L_{Aeq} = L_{AE} + 10 \log \frac{NT}{T} \quad 2.26$$

Dimana :

L_{Aeq} : Tingkat tekanan suara ekivalen (dB)

L_{AE} : Tingkat paparan suara (dB)

NT : Volume kendaraan (kend/jam)

T : Jumlah pengamatan dalam sehari

2.10.2 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 Persamaan 2.28

$$L_{Ah} = 10 \log 10 \left(\sum 10^{L_A/10} \right) \Delta t \left(41 \times 3.6 \times \left(\frac{d}{v} \right) \right) \quad 2.27$$

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)

$$L_{A_{total}} = 10 \log 10 \left(10^{\frac{L_{A_{eq}}}{10}} + 10^{L_{Ah}/10} \right) \quad 2.28$$

Dimana :

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

$L_{A_{eq}}$: Tingkat tekanan suara hasil prediksi ASJ-RTN 2008 (dB)

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

2.11 Validasi Hasil Prediksi

Evaluasi hasil prediksi diperlukan guna mengetahui kesesuaian antara hasil prediksi dengan hasil pengukuran. Nilai yang perlu dihitung adalah nilai korelasi *pearson* (R) dan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE). Nilai korelasi *pearson* (R) berkisar dari 0 sampai +1, tanda + (positif) menunjukkan R positif (Kustituant,1994). Nilai RMSE rendah menunjukkan bahwa variasi nilai yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan mendekati variasi nilai observasinya. Nilai korelasi *pearson* (R) dan nilai RMSE diperoleh dengan menggunakan Persamaan 2.29 dan Persamaan 2.30 dibawah ini.

$$R = \frac{n \cdot \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{\sqrt{\{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2\} \cdot \{n \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

2.29

$$\text{RMSE} = \sqrt{\sum (X - Y)^2 / n}$$

2.30