

TUGAS AKHIR

**STUDI TINGKAT KEBISINGAN PADA KAWASAN DI SEKITAR JALUR
JALAN (*FRONTAGE*) TOL MAKASSAR**



FEMY WAHYUNY

D131 171 501

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2021



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
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 Gowa.

Judul : **Studi Tingkat Kebisingan pada Kawasan di Sekitar Jalur Jalan (Frontage)
Tol Makassar**

Disusun Oleh :

Nama : **Femy Wahyuny**

D131171501

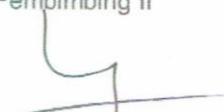
Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 2 Agustus 2021

Pembimbing I

Pembimbing II


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


Ir. Dantje Runtulalo. M.T.
NIP. 195705301989031001

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan


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

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, Femy Wahyuny, dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**Studi Tingkat Kebisingan pada Kawasan di Sekitar Jalur Jalan (*Frontage*) Tol Makassar**” adalah karya ilmiah penulis sendiri dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang tertulis di dalam tugas akhir yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yaitu mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu, semua penulisan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau ada hasil temuan dalam tugas akhir ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, Agustus 2021

Yang membuat pernyataan,



**FEMY WAHYUNY
(D131 17 1501)**

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Tiada kata yang patut saya ucapkan selain puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**STUDI TINGKAT KEBISINGAN PADA KAWASAN DI SEKITAR JALUR JALAN (*FRONTAGE*) TOL MAKASSAR**”. Shalawat dan salam saya hanturkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah mengantarkan kita dari alam yang penuh kegelapan menuju alam yang terang benderang. Tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Dalam penulisan tugas akhir ini tidak jarang saya menemukan kesulitan-kesulitan dengan berbagai tingkat. Namun berkat motivasi dan dukungan dari berbagai pihak, kesulitan tersebut akhirnya dapat teratasi. Dengan segala kerendahan hati saya mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang berperan penting dalam proses kegiatan penelitian ini, terutama kepada yang saya hormati:

1. Kedua orang tua yang saya cintai dan sayang, Papa dan Mama yang selalu mendoakan, sabar dalam mendidik dan tidak pernah mengeluh. Senantiasa mendoakan dan mendampingi saya dalam keadaan apapun. Dan juga saudara yang selalu menyemangati dan memberikan motivasi.
2. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A., selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Prof. Baharuddin Hamzah, ST.,M.Arch.,Ph.D., selaku Wakil Dekan dan Pembantu Dekan I Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, ST., MT., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

6. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ir. Dantje Runtualo, MT., selaku Dosen Pembimbing II atas ilmu, wawasan, bimbingan, arahan, waktu, dan motivasi selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Departemen Teknik Lingkungan atas ilmu, wawasan, dan motivasi yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
8. Seluruh Staff dan Karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, terutama kepada Ibu Sumi dan Kak Olan atas segala bantuannya dalam proses administrasi.
9. Imam Abadi Ibnu Ismail yang telah menemani dengan setia dan sabar mulai dari pendaftaran kuliah, mahasiswa baru, hingga pelaksanaan penelitian dan penyelesaian tugas akhir.
10. Sahabatku, Anita Nurul Sakinah Syah yang senantiasa menyemangati dan mendoakan walaupun dari jauh.
11. Partnerku, Fatimah Sema Putri Hamid atas kerjasamanya dan suka dukanya mulai dari awal-akhir perkuliahan. Sampai dijuluki saudari kembar saking seringnya bersama.
12. Teman-teman PLASTIS 2018 atas kebersamaannya, segala bantuan dan dorongan selama masa perkuliahan.
13. BLUEBENG (Alyssa Hudaya, Indah Nur Sakinah, Nurfadillah Ibrahim, Farhanah Dian, Fatimah Sema Putri Hamid, Dian Permata Sari, Evans Actaris Pakiding, Risang Samudra Ndaru, Muhammad Fajrin Al Islami, Muhammad Sulfikar Yona, dan Raditya Muhamad Farhan) yang setia menemani di kala susah dan senang dari mahasiswa baru hingga penulisan tugas akhir ini selesai. Semoga kalian semua sukses dunia dan akhirat. *See you on top, guys.*
14. Keluarga besar, teman, senior, junior dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis ucapkan banyak terima kasih atas setiap bantuan dan doa yang diberikan.
15. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, for just being me at all times.*

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

Gowa, Juli 2021

Penulis

ABSTRAK

FEMY WAHYUNY. *Studi Tingkat Kebisingan pada Kawasan di Sekitar Jalur Jalan (Frontage) Tol Makassar* (dibimbing oleh **Muralia Hustim** dan **Dantje Runtualo**).

Salah satu cara pemerintah dalam mengembangkan proyek infrastruktur setelah proyek jalan tol adalah *frontage road*. *Frontage road* merupakan perwujudan dalam pelaksanaan program revitalisasi akses masuk dan jalan keluar tol yang dapat mempermudah sarana dan prasarana transportasi bagi masyarakat untuk melakukan kegiatan sehari-hari. Dengan adanya *frontage road* ini dapat menimbulkan kebisingan lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik tingkat kebisingan dan tingkat kebisingan di *Frontage* Tol Makassar.

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif. Jumlah titik pengamatan penelitian sebanyak 9 titik. Pengambilan data dilakukan selama 10 menit untuk mewakili tiap jam yang dimulai dari pukul 7.00-18.00 WITA. Kemudian data tersebut diolah dengan analisis perhitungan LAeq dan Uji *Paired Samples T-Test* menggunakan program SPSS.

Karakteristik tingkat kebisingan pada semua titik pengamatan di *Frontage* Tol Makassar berbeda-beda, dimana setiap titik memiliki volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, jumlah klakson yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan perbedaan fungsi jalan dan guna lahan pada tiap titik pengamatan. Berdasarkan hasil Uji *Paired Samples T-Test*, data pengukuran tingkat kebisingan antara pagi dan siang hari sama secara statistik. Sedangkan data pengukuran siang hari dan sore hari tidak sama secara statistik, begitu pun data pagi hari dan sore hari.

Hasil analisis tingkat kebisingan menunjukkan bahwa nilai LAeq day untuk tiap titik pengamatan telah melampaui baku mutu tingkat kebisingan yang telah dipersyaratkan oleh KepMen-LH No. 48 Tahun 1996 untuk kawasan pendidikan, perumahan dan pemukiman, serta perdagangan dan jasa, yaitu 55 hingga 70 dB. Nilai LAeq day maksimum berada pada titik pengamatan F6 sebesar 78,83 dB dan nilai LAeq day minimum berada pada titik pengamatan F2 sebesar 70,60 dB. Selain itu, dilakukan juga perbandingan hasil pengukuran dengan batasan teknis kapasitas lingkungan jalan yang tercantum dalam pedoman PU No. 13 Tahun 2003 mengenai batas maksimum dan minimum nilai Leq₁₀ dan LAeq.

Kata Kunci: *Frontage*, Tol Makassar, Kebisingan, SPSS, 10176566 SLM Datalogger

ABSTRACT

FEMY WAHYUNY. *Study of Noise Level on The Frontage Road of Makassar Toll (guided by Muralia Hustim and Dantje Runtualo).*

One of the government's ways in developing infrastructure projects after the toll road project is a frontage road. Frontage road is the embodiment in the implementation of the revitalization program for entry and exit toll roads that can simplify transportation facilities and infrastructure for the community to carry out daily activities. The presence of this frontage road can cause traffic noise. This study aims to analyze the noise level on the frontage road of Makassar toll and its characteristics.

This study is quantitative research. The number of research observation points is 9 points. Data collections were carried out for 10 minutes to represent each hour starting from 7.00-18.00 WITA. Then the data is processed with LAeq calculation analysis and Paired Samples T-Test using SPSS program.

The characteristics of the noise level at all observation points on the frontage road of Makassar toll are different, where each point has a different traffic volume, vehicle speed, and number of horns. This is due to differences in road function and land use at each observation point. Based on the results of the Paired Samples T-Test, the data for measuring noise levels between morning and afternoon are statistically the same. Meanwhile, the measurement data during afternoon and evening are not statistically the same, as are the morning and evening data.

The results of the noise level analysis show that the value of LAeq day for each observation point has exceeded the noise level quality standard required by the Minister of Environment Decree No. 48 of 1996 for education, housing and settlement areas, as well as trade and services, which is 55 to 70 dB. The maximum value of LAeq day is at the F6 observation point of 78.83 dB and the minimum value of LAeq day is at the F2 observation point of 70.60 dB. In addition, the comparison of the measurement results with the technical limits of road environmental capacity as stated in the PU guideline no. 13 of 2003 concerning the maximum and minimum limits for Leq10 and LAeq values.

Keywords: *Frontage Road, Makassar Toll, Noise, SPSS, 10176566 SLM Datalogger*

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Ruang Lingkup.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Pengertian Jalan Tol	6
B. Pengertian <i>Frontage Road</i>	7
C. Kendaraan	7
D. Pengertian Bunyi	7
E. Pengertian Kebisingan	9
F. Sumber Kebisingan	10
G. Jenis-Jenis Kebisingan.....	11
H. Kebisingan Lalu Lintas.....	12
I. Baku Mutu Tingkat Kebisingan	14
J. Pengukuran Tingkat Kebisingan.....	16

K. Zona Tingkat Kebisingan	19
L. Dampak Kebisingan	20
M. Perhitungan Kebisingan	22
N. Uji Normalitas	27
O. Uji <i>Paired Sample T-Test</i>	30
BAB III	31
METODOLOGI PENELITIAN	31
A. Kerangka Penelitian	31
B. Rancangan Penelitian	32
C. Waktu Penelitian	32
D. Gambaran Lokasi Penelitian	32
E. Alat Ukur Kebisingan	36
F. Metode Pengumpulan Data	37
G. Metode Analisis Data	42
BAB IV	44
HASIL DAN PEMBAHASAN	44
A. Gambaran Umum Titik Pengamatan	44
B. Hasil Analisis Tingkat Kebisingan	46
BAB V	143
KESIMPULAN DAN SARAN	143
A. Kesimpulan	143
B. Saran	144
DAFTAR PUSTAKA	145
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Proporsi Kebisingan yang Mengganggu	13
Tabel 2. Baku Mutu Tingkat Kebisingan	15
Tabel 3. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan	16
Tabel 4. Titik Koordinat Lokasi Penelitian	44
Tabel 5. Jarak antar Titik Lokasi Penelitian	44
Tabel 6. Karakteristik Jalan Frontage Tol Makassar	45
Tabel 7. Karakteristik Tiap Titik Pengamatan untuk Kategori Fungsi Jalan dan Guna Lahan	45
Tabel 8. Karakteristik Tiap Titik Pengamatan untuk Peruntukkan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan	46
Tabel 9. Uji Normalitas Data Tingkat Kebisingan Pagi, Siang, dan Sore Hari ...	50
Tabel 10. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Tingkat Kebisingan	50
Tabel 11. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan	51
Tabel 12. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan	52
Tabel 13. Volume Lalu Lintas pada Pagi, Siang, dan Sore Hari	55
Tabel 14. Uji Normalitas Data Volume Lalu Lintas Pagi, Siang, dan Sore Hari .	56
Tabel 15. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Volume Lalu Lintas	56
Tabel 16. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Lalu Lintas	57
Tabel 17. <i>Paired Samples Test</i> Data Volume Lalu Lintas	57
Tabel 18. Volume Lalu Lintas untuk Tiap Jenis Kendaraan pada Pagi, Siang, dan Sore Hari	59
Tabel 19. Uji Normalitas Data Volume Lalu Lintas MC	59
Tabel 20. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Volume Lalu Lintas MC	60
Tabel 21. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Lalu Lintas MC	60
Tabel 22. <i>Paired Samples Test</i> Data Volume Lalu Lintas MC	61
Tabel 23. Uji Normalitas Data Volume Lalu Lintas LV	62
Tabel 24. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Volume Lalu Lintas LV	63
Tabel 25. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Lalu Lintas LV	63
Tabel 26. <i>Paired Samples Test</i> Data Volume Lalu Lintas LV	64
Tabel 27. Uji Normalitas Data Volume Lalu Lintas HV	65
Tabel 28. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Volume Lalu Lintas HV	66
Tabel 29. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Lalu Lintas HV	66
Tabel 30. <i>Paired Samples Test</i> Data Volume Lalu Lintas HV	67
Tabel 31. Kecepatan Kendaraan pada Pagi, Siang, dan Sore Hari	69
Tabel 32. Uji Normalitas Data Kecepatan Kendaraan Pagi, Siang, dan Sore Hari	70
Tabel 33. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Kecepatan kendaraan	70
Tabel 34. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Kecepatan Kendaraan	71
Tabel 35. <i>Paired Samples Test</i> Data Kecepatan Kendaraan	71

Tabel 36. Kecepatan Kendaraan untuk Tiap Jenis Kendaraan pada Pagi, Siang, dan Sore Hari.....	73
Tabel 37. Uji Normalitas Data Kecepatan Kendaraan MC	73
Tabel 38. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Kecepatan Kendaraan MC	74
Tabel 39. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Kecepatan Kendaraan MC	74
Tabel 40. <i>Paired Samples Test</i> Data Kecepatan Kendaraan MC	75
Tabel 41. Uji Normalitas Data Kecepatan Kendaraan LV	76
Tabel 42. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Kecepatan Kendaraan LV	76
Tabel 43. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Kecepatan Kendaraan LV	77
Tabel 44. <i>Paired Samples Test</i> Data Kecepatan Kendaraan LV	77
Tabel 45. Uji Normalitas Data Kecepatan Kendaraan HV	79
Tabel 46. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Kecepatan Kendaraan HV	79
Tabel 47. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Kecepatan Kendaraan LV	80
Tabel 48. <i>Paired Samples Test</i> Data Kecepatan Kendaraan HV	80
Tabel 49. Jumlah Bunyi Klakson pada Pagi, Siang, dan Sore Hari	83
Tabel 50. Uji Normalitas Data Jumlah Bunyi Klakson Pagi, Siang, dan Sore Hari	83
Tabel 51. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Jumlah Bunyi Klakson	84
Tabel 52. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Jumlah Bunyi Klakson	84
Tabel 53. <i>Paired Samples Test</i> Data Jumlah Bunyi Klakson	85
Tabel 54. Jumlah Bunyi Klakson untuk Tiap Jenis Kendaraan pada Pagi, Siang, dan Sore Hari.....	86
Tabel 55. Uji Normalitas Data Jumlah Bunyi Klakson MC.....	87
Tabel 56. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Jumlah Bunyi Klakson MC.....	87
Tabel 57. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Jumlah Bunyi Klakson MC.....	88
Tabel 58. <i>Paired Samples Test</i> Data Jumlah Bunyi Klakson MC.....	88
Tabel 59. Uji Normalitas Data Jumlah Bunyi Klakson LV	90
Tabel 60. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Jumlah Bunyi Klakson LV.....	90
Tabel 61. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Jumlah Bunyi Klakson LV.....	90
Tabel 62. <i>Paired Samples Test</i> Data Jumlah Bunyi Klakson LV.....	91
Tabel 63. Uji Normalitas Data Jumlah Bunyi Klakson HV	93
Tabel 64. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Jumlah Bunyi Klakson HV	93
Tabel 65. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Jumlah Bunyi Klakson HV	93
Tabel 66. <i>Paired Samples Test</i> Data Jumlah Bunyi Klakson HV	94
Tabel 67. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dan Volume Lalu Lintas	96
Tabel 68. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan dan Volume Lalu Lintas	97
Tabel 69. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dan Volume Lalu Lintas MC	98
Tabel 70. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan dan Volume Lalu Lintas MC	99

Tabel 71. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dan Volume Lalu Lintas LV	100
Tabel 72. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan dan Volume Lalu Lintas LV	100
Tabel 73. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dan Volume Lalu Lintas HV.....	101
Tabel 74. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan dan Volume Lalu Lintas HV	102
Tabel 75. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dan Kecepatan Kendaraan	103
Tabel 76. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan dan Kecepatan Kendaraan	104
Tabel 77. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dan Kecepatan Kendaraan MC	105
Tabel 78. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan dan Kecepatan Kendaraan MC	106
Tabel 79. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dan Kecepatan Kendaraan LV	107
Tabel 80. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan dan Kecepatan Kendaraan LV	108
Tabel 81. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dan Kecepatan Kendaraan HV.....	109
Tabel 82. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan dan Kecepatan Kendaraan HV.....	110
Tabel 83. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dan Jumlah Bunyi Klakson.....	111
Tabel 84. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan dan Jumlah Bunyi Klakson	111
Tabel 85. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dan Jumlah Bunyi Klakson MC	112
Tabel 86. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan dan Jumlah Bunyi Klakson MC	113
Tabel 87. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dan Jumlah Bunyi Klakson LV	114
Tabel 88. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan dan Jumlah Bunyi Klakson LV	115
Tabel 89. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dan Jumlah Bunyi Klakson HV	116
Tabel 90. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan dan Jumlah Bunyi Klakson HV.....	117
Tabel 91. Rekapitulasi Output SPSS Hasil Signifikansi Data Tingkat Kebisingan, Volume Lalu Lintas, Kecepatan Kecepatan, dan Jumlah Bunyi Klakson	118
Tabel 92. Nilai LAeq day untuk Tiap Titik Pengamatan	140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Macam dan Letak Kebisingan yang Ditimbulkan	14
Gambar 2. Kerangka Penelitian.....	31
Gambar 3. Peta Lokasi Titik Pengamatan Tol Reformasi	33
Gambar 4. Peta Lokasi Titik Pengamatan Tol Ir. Sutami.....	33
Gambar 5. Lokasi di Titik Pengamatan F1	34
Gambar 6. Lokasi di Titik Pengamatan F2.....	34
Gambar 7. Lokasi di Titik Pengamatan F3.....	34
Gambar 8. Lokasi di Titik Pengamatan F4.....	35
Gambar 9. Lokasi di Titik Pengamatan F5.....	35
Gambar 10. Lokasi di Titik Pengamatan F6.....	35
Gambar 11. Lokasi di Titik Pengamatan F7.....	35
Gambar 12. Lokasi di Titik Pengamatan F8.....	36
Gambar 13. Lokasi di Titik Pengamatan F9.....	36
Gambar 14. Alat Ukur Kebisingan.....	36
Gambar 15. Visualisasi Cara Pengambilan Data di Lapangan.....	38
Gambar 16. Diagram Alir Perhitungan Nilai Tingkat Kebisingan.....	42
Gambar 17. Diagram Alir Metode Analisis Karakteristik Tingkat Kebisingan..	43
Gambar 18. Histogram Distribusi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Sekitar Jalur Jalan (<i>Frontage</i>) Tol Makassar Titik Pengamatan F7 Pukul 07.00-08.00 WITA	47
Gambar 19. Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Sekitar Jalur Jalan (<i>Frontage</i>) Tol Makassar pada Titik Pengamatan F7	48
Gambar 20. Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Sekitar Jalur Jalan (<i>Frontage</i>) Tol Makassar pada Tiap Titik Pengamatan untuk Nilai LAeq dalam Jangka Waktu Pagi, Siang, dan Sore Hari	49
Gambar 21. Volume Lalu Lintas di Sekitar Jalur Jalan (<i>Frontage</i>).....	54
Gambar 22. Kecepatan Kendaraan di Sekitar Jalur Jalan (<i>Frontage</i>) Tol Makassar pada Tiap Titik Pengamatan	68
Gambar 23. Jumlah Klakson di Sekitar Jalur Jalan (<i>Frontage</i>) Tol Makassar pada Tiap Titik Pengamatan	82
Gambar 24. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan Leq_{10} Titik Pengamatan F1	123
Gambar 25. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan.....	124
Gambar 26. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan Leq_{10} Titik Pengamatan F2	125
Gambar 27. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan.....	126
Gambar 28. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan Leq_{10} Titik Pengamatan F3	127
Gambar 29. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan.....	128

Gambar 30. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan Leq_{10} Titik Pengamatan F4	129
Gambar 31. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan.....	129
Gambar 32. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan Leq_{10} Titik Pengamatan F5	130
Gambar 33. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan.....	131
Gambar 34. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan Leq_{10} Titik Pengamatan F6	131
Gambar 35. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan.....	132
Gambar 36. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan Leq_{10} Titik Pengamatan F7	133
Gambar 37. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan.....	134
Gambar 38. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan Leq_{10} Titik Pengamatan F8	134
Gambar 39. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan.....	135
Gambar 40. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan Leq_{10} Titik Pengamatan F9	136
Gambar 41. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan.....	136
Gambar 42. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan Leq_{10}	137
Gambar 43. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan Leq_{10}	138
Gambar 44. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan $LAeq$	138
Gambar 45. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan $LAeq$	139
Gambar 46. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Baku Mutu	141

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Dokumentasi
- Lampiran 2.** Layout untuk Tiap Titik Pengamatan
- Lampiran 3.** Histogram Distribusi Tingkat Kebisingan
- Lampiran 4.** Tingkat Kebisingan
- Lampiran 5.** Volume Lalu Lintas
- Lampiran 6.** Kecepatan Kendaraan
- Lampiran 7.** Jumlah Klakson

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebisingan dan getaran merupakan salah satu masalah kesehatan lingkungan di kota-kota besar, seperti Kota Makassar. Berbagai aktivitas atau kegiatan manusia dapat menyebabkan timbulnya sumber kebisingan dengan tingkat intensitas yang beragam. Berdasarkan SK Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Kep.Men-48.LH/11/1996, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Sedangkan menurut Permenkes No.78/Men.Kes/Per/XI/1987, yang disebut dengan kebisingan adalah terjadinya bunyi yang tidak dikehendaki sehingga mengganggu dan atau membahayakan kesehatan.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Makassar pada tahun 2020, terdaftar jumlah kendaraan bermotor sebanyak 1.690.457 Unit. Sedangkan pada tahun 2015, terdaftar jumlah kendaraan bermotor sebanyak 1.062.943 Unit. Dalam rentang 5 (lima) tahun, laju pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Kota Makassar cukup signifikan dengan perbedaan jumlah kendaraan bermotor sekitar 627.514 Unit atau 37,12%.

Menurut Sumarni Hamid Aly (2015), sektor transportasi merupakan penyebab utama masalah lingkungan saat ini. Salah satunya adalah kemacetan lalu lintas yang terjadi di ruas jalan perkotaan disebabkan aktivitas manusia yang semakin meningkat. Aktivitas-aktivitas tersebut membutuhkan moda transportasi atau kendaraan agar semua aktivitas dapat diselesaikan sesegara mungkin. Akibatnya, jumlah kendaraan bertambah sangat pesat khususnya di daerah perkotaan.

Kota Makassar saat ini mengalami problematika transportasi, seperti pada umumnya kota-kota besar di Indonesia. Kemacetan selalu terjadi pada setiap jam sibuk, volume kendaraan bermotor terus meningkat tanpa terkendali. Dengan

terjadinya kemacetan dan kepadatan kendaraan bermotor ini, maka Kota Makassar tidak terhindar dari penggunaan klakson yang dapat menimbulkan bising (Andi Rachmat Guntur, 2014). Salah satu solusi dari kemacetan lalu lintas di Kota Makassar adalah dengan adanya jalan tol.

Berdasarkan hasil studi terdahulu, Nadiyah Widaryanti (2018) mengatakan bahwa tingkat kebisingan yang terjadi pada ruas jalan yang ada di Kota Makassar mencapai sebesar 80,25 dB. Kendaraan sepeda motor paling banyak melintas dengan persentase 69,7%. Kecepatan kendaraan sepeda motor rata-ratanya 25 km/jam. Artinya tingkat kebisingan yang terjadi sudah melampaui baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan oleh pemerintah, yaitu antara 55 dB hingga 70 dB.

Jalan tol di Kota Makassar menghubungkan beberapa daerah, seperti Kota Makassar, Jalan A. P. Pettarani, Panakkukang, Pelabuhan Soekarno Hatta, Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin, dan Kawasan Industri Makassar. Dampak positif dari adanya tol adalah mengurangi kemacetan lalu lintas, pemerataan pembangunan, dan meningkatkan efisiensi pelayanan jasa distribusi, serta meningkatkan efisiensi waktu tempuh dan tenaga bagi pengguna jalan terutama bagi masyarakat di Kota Makassar.

Salah satu cara pemerintah dalam mengembangkan proyek infrastruktur setelah proyek jalan tol adalah *frontage road*. Sekitar Jalur Jalan (*Frontage*) Tol Makassar merupakan perwujudan dalam pelaksanaan program revitalisasi akses masuk dan jalan keluar tol yang dapat mempermudah sarana dan prasarana transportasi bagi masyarakat untuk melakukan kegiatan sehari-hari. Sesuai dengan pengertian revitalisasi dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2010 tentang Pedoman Revitalisasi Kawasan Pasal 2 Ayat 1 adalah upaya untuk meningkatkan nilai lahan/kawasan melalui pembangunan kembali dalam suatu kawasan yang dapat meningkatkan fungsi kawasan sebelumnya. Bertujuan untuk mengurangi kemacetan yang terjadi dan sebagai alternatif jalan selain jalan tol. Kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor dan kendaraan tak bermotor tentu dapat melewati *frontage road* sebagai fasilitas pengguna jalan terutama masyarakat sekitarnya. Selain dampak positif, adanya *frontage road* juga menimbulkan dampak

negatif. Dampak negatifnya adalah menghasilkan polusi suara atau kebisingan lalu lintas yang ditimbulkan dari transportasi sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat. Suara bising tersebut bersumber dari mesin kendaraan, suara knalpot, dan suara klakson.

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 111 Tahun 2015 tentang Tata Cara Penetapan Batas Kendaraan Pasal 3 (a) dijelaskan bahwa batas kecepatan kendaraan dalam jalan tol paling rendah 60 kilometer dan paling tinggi 100 kilometer per jam sesuai dengan rambu lalu lintas yang telah terpasang di jalan. Berdasarkan teori, jika kecepatan suatu kendaraan semakin tinggi maka kebisingan yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal ini akan berdampak pada masyarakat yang berada di Sekitar Jalur Jalan (*Frontage*) Tol Makassar, seperti susah untuk berkomunikasi, tidak nyaman, susah tidur, bahkan gangguan pendengaran.

Baku mutu tingkat kebisingan dijadikan sebagai standar acuan yang menjamin agar suatu area/kawasan tertentu tidak menimbulkan gangguan terutama terhadap gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Baku mutu tingkat kebisingan telah diatur dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996. Misalnya, peruntukkan untuk perumahan atau pemukiman sebesar 55 dBA. Baku mutu ini sangat penting untuk diperhatikan oleh pemerintah dan masyarakat sebagai standar acuannya sehingga dapat bekerja sama dalam melakukan tindakan mitigasi sebagai solusi untuk penanganan masalah kebisingan.

Selain membandingkan data hasil pengukuran dengan baku mutu yang tercantum dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996, perlu juga dilakukan analisis untuk mengetahui apakah Leq_{10} dan $LAeq$ pada seluruh titik pengamatan memenuhi batasan teknis kapasitas lingkungan jalan yang tercantum dalam pedoman PU No. 13 Tahun 2003 mengenai batas maksimum dan minimum nilai Leq_{10} dan $LAeq$. Setiap titik pengamatan memiliki fungsi jalan dan guna lahan yang berbeda-beda. Sekitar Jalur Jalan (*Frontage*) Tol Makassar terbagi menjadi 2 (dua) kategori fungsi jalan dan guna lahan, yaitu kategori jalan lokal komersial dan kategori jalan lokal pemukiman. Setiap kategori fungsi jalan dan guna lahan memiliki batasan teknis kapasitas lingkungan jalan yang berbeda-beda, yaitu batas maksimum dan batas minimum.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “**Studi Tingkat Kebisingan pada Kawasan di Sekitar Jalur Jalan (*Frontage*) Tol Makassar**”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik tingkat kebisingan di Sekitar Jalur Jalan (*Frontage*) Tol Makassar?
2. Berapa besar tingkat kebisingan di Sekitar Jalur Jalan (*Frontage*) Tol Makassar?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah :

1. Menganalisis karakteristik tingkat kebisingan di Sekitar Jalur Jalan (*Frontage*) Tol Makassar.
2. Menganalisis tingkat kebisingan di Sekitar Jalur Jalan (*Frontage*) Tol Makassar.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui karakteristik tingkat kebisingan di Sekitar Jalur Jalan (*Frontage*) Tol Makassar.
2. Mengetahui tingkat kebisingan di Sekitar Jalur Jalan (*Frontage*) Tol Makassar.
3. Sebagai informasi kepada pemerintah dan masyarakat mengenai tingkat kebisingan yang terjadi. Sehingga dapat bekerja sama dalam melakukan tindakan mitigasi sebagai solusi untuk penanganan masalah kebisingan.

E. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Kebisingan yang akan dianalisis berasal dari Sekitar Jalur Jalan (*Frontage*) Tol Makassar.

2. Kendaraan yang disurvei adalah Kendaraan Ringan (*Light Vehicle*), Kendaraan Berat (*Heavy Vehicle*), dan Sepeda Motor (*Motorcycle*).
3. Pengambilan data dilakukan selama 10 menit untuk mewakili tiap jam yang dimulai dari pukul 7.00-18.00 WITA.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Jalan Tol

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 1980 tentang Jalan Bab I Pasal 1, dijelaskan bahwa jalan adalah suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun meliputi bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu-lintas. Dalam pasal 2 berbunyi jalan mempunyai peranan penting dalam bidang ekonomi, politik, sosial budaya, dan pertahanan keamanan serta dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat.

Dalam Peraturan Pemerintah No. 15 Tahun 2005 tentang Jalan Tol Bab I Pasal 1 dikatakan bahwa jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Sedangkan jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tol. Pengguna jalan tol adalah setiap orang yang menggunakan kendaraan bermotor dengan membayar tol.

Kemudian Peraturan Pemerintah No. 15 Tahun 2005 tentang Jalan Tol Bab II Pasal 1 menyatakan bahwa penyelenggaraan jalan tol dimaksudkan untuk mewujudkan pemerataan pembangunan dan hasil-hasilnya serta keseimbangan dalam pengembangan wilayah dengan memperhatikan keadilan, yang dapat dicapai dengan membina jaringan jalan yang dananya berasal dari pengguna jalan. Bab II Pasal 5 berbunyi jalan tol mempunyai tingkat pelayanan keamanan dan kenyamanan yang lebih tinggi dari jalan umum yang ada dan dapat melayani arus lalu lintas jarak jauh dengan mobilitas tinggi. Jalan tol yang digunakan untuk lalu lintas antarkota didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 80 (delapan puluh) kilometer per jam, dan untuk jalan tol di wilayah perkotaan didesain dengan kecepatan rencana paling rendah 60 (enam puluh) kilometer per jam. Jalan tol didesain untuk mampu menahan muatan sumbu terberat (MST) paling rendah 8 (delapan) ton.

B. Pengertian *Frontage Road*

Frontage road merupakan jalan lokal yang sejajar dengan jalan bebas hambatan atau jalan tol. *Frontage road* biasa digunakan untuk menyediakan akses ke jalan masuk pribadi, toko, rumah, industri hingga pertanian. *Frontage road* menyediakan akses jalan yang terputus oleh jalan tol dan menghubungkan lokasi-lokasi tersebut dengan jalan yang memiliki akses langsung ke jalan raya utama. Selain itu, *frontage road* juga menyediakan akses antara jalan tol menuju properti yang dikembangkan di sekitarnya. Konsep dari *frontage road* adalah pengembangan jalan dengan basis jalur cepat dan jalur lambat. Setiap jalur nantinya akan dipisahkan dengan pemisah jalan dan diberikan sela untuk berpindah jalur di setiap beberapa meter. Jalur cepat dan jalur lambat ini yang akan memisahkan lalu lintas utama dengan lalu lintas lokal (Webster, Merriam, 2021).

C. Kendaraan

Menurut Departemen Pekerjaan Umum tentang Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), Kendaraan adalah unsur lalu lintas di atas roda. Kendaraan dapat dikelompokkan dalam beberapa kategori, yaitu :

1. Kendaraan Ringan (*Light Vehicle* (LV)): kendaraan bermotor dengan empat roda dan dengan jarak 2-3 meter, seperti mobil penumpang, oplet, *pick-up*, truk kecil.
2. Kendaraan Berat (*Heavy Vehicle* (HV)): kendaraan bermotor dengan lebih dari empat roda, seperti bis dan truk.
3. Sepeda Motor (*Motorcycle* (MC)): kendaraan bermotor dengan dua atau tiga roda, seperti sepeda motor.
4. Kendaraan Tak Bermotor (*Unmotorized* (UM)): kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan meliputi sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong.

D. Pengertian Bunyi

Bunyi adalah sesuatu yang terdengar (didengar) atau ditangkap oleh telinga. Sedangkan suara adalah bunyi yang dikeluarkan dari mulut manusia, seperti pada

waktu bercakap-cakap, menyanyi, tertawa, dan menangis (KBBI, 2021). Bunyi adalah gelombang getaran mekanis dalam udara atau benda padat yang masih bisa ditangkap oleh telinga normal manusia, dengan rentang frekuensi antara 20-20.000 Hz. Kepekaan telinga manusia terhadap rentang ini semakin menyempit sejalan dengan penambahan umur. Di bawah rentang tersebut disebut bunyi infra (*infrasound*), sedangkan di atas rentang tersebut disebut bunyi ultra (*ultrasound*). Suara (*voice*) adalah bunyi manusia. Bunyi udara (*airborne sound*) adalah bunyi yang merambat lewat udara. Bunyi struktur adalah (*structural sound*) adalah bunyi yang merambat melalui struktur bangunan (Prasasto Satwiko, 2008).

Ada dua hal yang menentukan kualitas suatu bunyi, yaitu frekuensi dan intensitas bunyi. Frekuensi didefinisikan sebagai jumlah dari gelombang-gelombang yang sampai di telinga dalam satu detik dan mempunyai satuan Hertz atau jumlah gelombang per detik. Maka suatu sumber bunyi yang menghasilkan 2000 gelombang per detik dikatakan mempunyai frekuensi 2000 Hz sedangkan intensitas bunyi adalah daya melalui suatu unit luasan dalam ruang dan sebanding dengan kuadrat tekanan suara, biasanya dinyatakan dalam satuan decibel (dB). Bunyi yang tidak memberikan kenikmatan disebut kebisingan. Dengan demikian, kebisingan dianggap sebagai polutan yang mengakibatkan pengaruh terhadap hasil pekerjaannya, misalnya waktu penyelesaian pekerjaan (Mediastika, 2009).

Bunyi yang menimbulkan kebisingan disebabkan oleh sumber suara yang bergetar. Getaran sumber suara ini mengganggu keseimbangan molekul udara sekitarnya sehingga molekul-molekul udara ikut bergetar. Getaran sumber ini menyebabkan terjadinya gelombang rambatan energi mekanis dalam medium udara menurut pola rambatan longitudinal. Rambatan gelombang di udara ini dikenal sebagai suara atau bunyi sedangkan dengan konteks ruang dan waktu sehingga dapat menimbulkan gangguan kenyamanan dan kesehatan (Muralia Hustim, 2019).

Hal-hal yang berkaitan dengan bunyi menurut (Muralia Hustim, 2019) adalah sebagai berikut:

a. Frekuensi

Frekuensi merupakan banyaknya periode dalam 1 detik. Satuan dari frekuensi adalah Hertz (Hz).

b. Amplitudo

Amplitudo merupakan keras lemahnya bunyi atau tinggi rendahnya gelombang. Amplitudo dinyatakan dalam satuan decibel (dB). Bunyi mulai dapat merusak telinga manusia jika tingkat volumenya lebih besar dari 85 dB dan pada ukuran 130 dB akan membuat hancur gendang telinga.

c. *Velocity*

Velocity adalah kecepatan perambatan gelombang bunyi sampai ke telinga pendengar. Satuan yang digunakan dalam *velocity* adalah m/s. Pada udara kering dengan suhu 20°C (68°F), cepat rambat suara adalah sekitar 343 m/s.

d. Panjang Gelombang

Panjang gelombang adalah jarak yang diperlukan suatu gelombang suara untuk menjalani satu siklus periode.

E. Pengertian Kebisingan

Berdasarkan SK Menteri Negara Lingkungan Hidup No: Kep.Men48/MEN.LH/11/1996, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Menurut Marisdayana et.al (2016) dalam Diana Ekawati (2018) Kebisingan bisa didefinisikan sebagai 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.

Kebisingan merupakan salah satu jenis rangsang lingkungan yang dapat direspon berbeda oleh setiap individu. Dimana individu yang dapat melakukan perubahan respon terhadap rangsang lingkungan yaitu kebisingan, maka dapat dikatakan bahwa ia memiliki kemampuan adaptasi terhadap kebisingan (Ruly Asmarani, 2017). Seseorang cenderung mengabaikan bising yang dihasilkannya sendiri bila bising itu wajar menyertai pekerjaan. Kebisingan dapat menjadi sesuatu yang mengganggu atau tidak, tergantung dari individu yang mendengarnya (Sumarni Hamid dkk, 2013).

Polusi suara atau kebisingan dapat didefinisikan sebagai suara yang tidak dikehendaki dan mengganggu manusia. Sehingga beberapa kecil atau lembut suara yang terdengar, jika hal tersebut tidak diinginkan maka akan disebut kebisingan. Alat standar untuk pengukuran kebisingan adalah *Sound Level Meter* (Susanti Djalante, 2010).

Berdasarkan pengertian-pengertian mengenai kebisingan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa kebisingan adalah hasil dari usaha dan atau kegiatan manusia baik disengaja maupun tidak yang dapat mengeluarkan suara atau bunyi yang tidak diinginkan dan menimbulkan gangguan kesehatan serta kenyamanan lingkungan.

Tingkat kebisingan menurun terhadap jarak, penurunan tingkat kebisingan disebabkan oleh adanya penyerapan udara dan lingkungan sekitar. Tingkat kebisingan juga dipengaruhi oleh lokasi pengamatan. Lokasi yang ramai, banyak kendaraan, atau angkutan umum menyebabkan tingkat kebisingan semakin tinggi. Meningkatnya tingkat kebisingan disebabkan kebisingan akibat kendaraan bermotor, berbanding lurus dengan jumlah dan kecepatan kendaraan bermotor yang melewati jalan, semakin banyak dan cepat kendaraan bermotor, maka dengan sendirinya kebisingan jalan raya akan semakin meningkat (Anggraini, dkk, 2013).

F. Sumber Kebisingan

Bunyi yang menimbulkan bising disebabkan oleh sumber yang bergetar, getaran sumber suara mengganggu molekul - molekul udara di sekitar sehingga molekul - molekul ikut bergetar. Getaran sumber ini menyebabkan terjadinya gelombang rambatan energi mekanis dalam medium udara menurut pola rambatan longitudinal. *Temperatur Difference*, bising yang terbentuk oleh pemuaian dan penyusutan fluida, misalnya terjadi pada mesin jet pesawat (Peppy Herawati, 2016).

Menurut Izarul Machdar (2018), kebisingan dapat dihasilkan dari suatu titik sumber (misalnya kompresor), dari suatu areal (diskotik), atau sumber yang melintas (kereta api). Kebisingan dapat berpindah sangat cepat dari sumbernya dan dapat mencapai pada jarak yang jauh dari sumber kebisingan yang tidak dapat disentuh. Kebisingan berasal dari berbagai sumber, seperti:

1. Lalu lintas (sumber utama)

2. Peralatan industri
3. Aktivitas konstruksi
4. Aktivitas olahraga dan orang ramai
5. Pesawat udara terbang rendah

G. Jenis-Jenis Kebisingan

Menurut Yesmi Rahmadani Ramli (2017), jenis-jenis kebisingan berdasarkan sifat dan *spectrum* bunyi dapat dibagi sebagai berikut:

1. Bising yang Kontinyu

Bising dimana fluktuasi dari intensitasnya tidak lebih dari 6 dB dan tidak putus-putus. Bising kontinyu dibagi menjadi 2 (dua), yaitu:

- a. *Wide Spectrum* adalah bising dengan spectrum frekuensi yang luas. Bising ini relatif tetap dalam batas kurang dari 5 dB untuk periode 0,5 detik berturut-turut, seperti suara kipas angin.
- b. *Narrow Spectrum* adalah bising yang juga relatif tetap, akan tetapi hanya mempunyai frekuensi tertentu saja (frekuensi 500, 1000, 4000), misalnya gergaji sirkuler.

2. Bising Terputus-Putus

Bising jenis ini sering disebut juga *intermittent noise*, yaitu bising yang berlangsung secara tidak terus menerus, melainkan ada periode relatif tenang. Misalnya lalu lintas, kendaraan dan kapal terbang.

3. Bising Impulsif

Bising jenis ini memiliki perubahan intensitas suara melebihi 40 dB dalam waktu sangat cepat dan biasanya mengejutkan pendengarnya, seperti suara tembakan, suara ledakan mercon.

4. Bising Impulsif Berulang

Sama dengan bising impulsif, hanya saja bising ini terjadi berulang-ulang, misalnya mesin tempa. Berdasarkan pengaruhnya terhadap aktivitas dan kesehatan manusia, kebisingan dapat dibagi atas:

- a. Kebisingan yang mengganggu, yaitu kebisingan yang intensitasnya tidak terlalu keras tetapi terasa cukup mengganggu kenyamanan

manusia. Kebisingan ini biasa terjadi di dalam ruangan, seperti mendengkur.

- b. Kebisingan yang menutupi, yaitu bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas. Kebisingan ini biasanya terjadi di pabrik yang mana kebisingan berasal dari suara mesin yang ada di pabrik. Secara tidak langsung bunyi ini akan membahayakan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja, karena teriakan atau isyarat tanda bahaya tidak terdengar karena tenggelam dalam kebisingan dari sumber lain
- c. Kebisingan yang merusak, merupakan bunyi yang intensitasnya telah melalui ambang batas normal dan menurunkan fungsi pendengaran.

H. Kebisingan Lalu Lintas

Menurut Mirani Arlan (2011) dalam Agung Setiawan (2017), kebisingan lalu lintas berdasarkan sifat dan spectrum bunyinya termasuk dalam jenis kebisingan yang terputus-putus. Kebisingan yang ada di lalu lintas umumnya berasal dari kendaraan bermotor yang dihasilkan dari mesin kendaraan pada saat pembakaran, knalpot, klakson, pengereman dan interaksi roda dengan jalan yang berupa gesekan. Kebanyakan kendaraan bermotor pada gigi perseneling 2 atau 3 menghasilkan kebisingan sebesar 75 dbA dengan frekuensi 100-7000 Hz.

Kontribusi besar dari kebisingan kendaraan berat berasal dari bunyi pembakaran yang terjadi pada mesin. Kendaraan ringan, seperti mobil pribadi cenderung tidak menimbulkan tingkat kebisingan yang tinggi, akan tetapi karena jumlahnya yang banyak maka akumulasi kebisingan menjadi besar. 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 dapat dilihat pada Tabel 1.

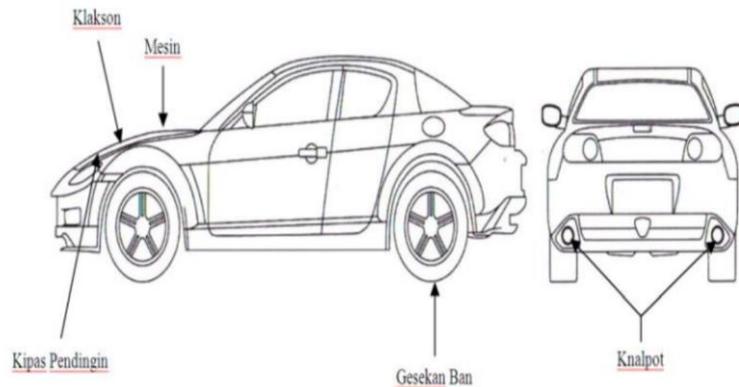
Tabel 1. Proporsi Kebisingan yang Mengganggu

Penyebab Kebisingan	Kebisingan pada Pendengaran (%)	Kebisingan yang Mengganggu (%)
Jalan	91	74
Lapangan Terbang	72	8
Anak-Anak	13	4
Orang Dewasa	12	3
Binatang	13	1
Kereta Api	8	3
Lainnya	5	1

Sumber: Mirani Arlan (2011) dalam Agung Setiawan (2017)

Secara umum, kendaraan yang beroperasi di jalan raya dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori. Menurut sistem pengoperasiannya, kendaraan dibedakan menjadi kendaraan bermotor beroda dua, empat, dan lebih dari empat. Kendaraan beroda empat dan lebih dari empat, masih dapat dikategorikan sebagai kendaraan komersial berat, komersial ringan, angkutan umum, mobil dengan kapasitas atau cc (sentimeter kubik, volume ruang bakar dalam mesin kendaraan) kecil, kapasitas besar dan mobil mewah. Klasifikasi ini sebenarnya menunjukkan bahwa masing-masing kategori kendaraan menghasilkan spektrum bunyi yang 4 berbeda. Pada kelompok kendaraan tidak bermotor, kita membedakannya menjadi yang beroda dua, seperti sepeda; dan yang beroda lebih dari dua, seperti becak, dokar, sado dan sejenisnya. Kendaraan tidak bermotor dapat dipastikan tidak menghasilkan kebisingan secara langsung, namun sangat mungkin bahwa, penggunaan kendaraan tidak bermotor yang cenderung berjalan lebih lambat dapat meningkatkan kebisingan secara tidak langsung. Sebagai contoh, lambatnya laju kendaraan tidak bermotor pada jalan dengan lebar terbatas akan menahan laju kendaraan bermotor. Hal ini meningkatkan kebisingan, karena kendaraan bermotor terkumpul pada satu titik, yaitu di belakang kendaraan tidak bermotor yang lambat tersebut.

Kebisingan yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor berasal dari beberapa sumber, yaitu mesin, transmisi, rem, klakson, knalpot dan gesekan ban dengan jalan. Berdasarkan sumber kebisingan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Macam dan Letak Kebisingan yang Ditimbulkan dari Kendaraan Mobil Pribadi

Kebisingan akibat gesekan roda dengan jalan tergantung pada beberapa faktor, seperti kecepatan kendaraan, kondisi permukaan jalan, dan kemiringan jalan. Kecepatan kendaraan mempengaruhi kebisingan yang dimunculkan akibat gesekan ban kendaraan dengan permukaan jalan, seperti jalan yang tidak halus dan basah, akan menimbulkan kebisingan yang lebih tinggi akibat terjadinya gesekan yang lebih hebat antara ban dengan permukaan jalan. Pada sisi lain kemiringan jalan juga mempengaruhi kebisingan. Pada jalan yang menanjak dibutuhkan torsi (momen puntir) yang lebih besar dibandingkan saat jalan rata, agar kendaraan dapat bergerak. Untuk menghasilkan torsi yang lebih besar dibutuhkan posisi mesin kendaraan pada gigi atau perseneling rendah dengan putaran mesin per menit yang tinggi (Mediastika, 2005 dalam Andi Rachmat Guntur, 2014).

I. Baku Mutu Tingkat Kebisingan

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: KEP-48/MENLH/11/1996, baku mutu kebisingan adalah batas maksimal tingkat baku mutu kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. 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 berbobot A.

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-48/MENLH/11/1996, tanggal 25 November 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan Peruntukan Kawasan atau Lingkungan Kegiatan. Baku mutu tingkat kebisingan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Baku Mutu Tingkat Kebisingan

No.	Peruntukan Kawasan / Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan (dB)
1	Perumahan dan Pemukiman	55
2	Perdagangan dan Jasa	70
3	Perkantoran dan Perdagangan	65
4	Ruang Terbuka Hijau	50
5	Industri	70
6	Pemerintah dan Fasilitas Umum	60
7	Rekreasi	70
8	Pelabuhan Laut	70
9	Cagar Budaya	60
10	Rumah sakit atau sejenisnya	55
11	Sekolah atau sejenisnya	55
12	Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Sumber: Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996

Nilai ambang batas kebisingan adalah angka dB yang dianggap aman untuk sebagian besar tenaga kerja bila bekerja 8 jam/hari atau 40 jam/minggu. Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja, Transmigrasi dan Koperasi No. SE-01/MEN/1978, Nilai Ambang Batas untuk kebisingan di tempat kerja adalah intensitas tertinggi dan merupakan nilai rata-rata yang masih dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan hilangnya daya dengar yang tetap untuk waktu terus menerus tidak lebih dari 8 jam sehari atau 40 jam seminggunya. Waktu maksimum untuk bekerja adalah sebagai berikut (Yohanes Bahar dkk, 2014 dalam Rizqah Nur Auliyah, 2020) :

1. 82 dB : 16 jam per hari
2. 85 dB : 8 jam per hari
3. 88 dB : 4 jam per hari
4. 91 dB : 2 jam per hari
5. 97 dB : 1 jam per hari
6. 100 dB : ¼ jam per hari

Adapun 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 4 (empat) 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 L_{Aeq} tercantum pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan

Parameter	Utama - Komersial		Utama - Permukiman		Lokal - Komersial		Lokal - Permukiman	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
L_{10} -1jam, 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 Kementerian PU No. 13 Tahun 2003

J. Pengukuran Tingkat Kebisingan

Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kebisingan di suatu wilayah tertentu. Menurut Arlan (2011) dalam Rizqah Nur Auliyah (2020), alat-alat untuk mengukur tingkat kebisingan adalah :

1. *Sound Level Meter* (SLM)

Sound Level Meter (SLM) merupakan alat yang dapat mengukur kebisingan antara 30-130 dB(A) dan frekuensi 20-20.000 Hz. *Sound Level Meter* (SLM) terdiri dari mikropon, alat penunjuk elektronik, amplifier, dan terdapat tiga skala pengukuran, yaitu:

a. Skala A

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

b. Skala B

Untuk memperlihatkan kepekaan telinga terhadap bunyi dengan intensitas sedang.

c. Skala C

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

2. *Oktave Band Analyzer*

Oktave Band Analyzer digunakan untuk mengukur analisa frekuensi dari suatu kebisingan yang dilengkapi dengan filter-filter.

3. *Narrow Band Analyzer*

Narrow Band Analyzer merupakan alat yang dapat mengukur analisa frekuensi yang lebih lanjut atau disebut juga analisa spektrum singkat.

4. *Tape Recorder*

Tape Recorder digunakan untuk mengukur kebisingan yang terputus-putus, bunyi yang diukur direkam dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisa. Alat ini mampu mencatat frekuensi 20 Hz-20 KHz.

5. *Impact Noise Analyzer*

Impact Noise Analyzer digunakan untuk kebisingan implusif.

6. *Noise Logging Dosimeter*

Noise Logging Dosimeter digunakan untuk menganalisa kebisingan dalam waktu 24 jam dan dianalisa dengan menggunakan komputer sehingga didapatkan grafik tingkat kebisingan.

Adapun metode pengukuran tingkat kebisingan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-48/MENLH/11/1996, dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1. Cara Sederhana

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

2. 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.

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

1. Cara Pemakaian Alat *Sound Level Meter*

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

- a. *Sound Level Meter* diletakkan pada lokasi yang tidak menghalangi pandangan pengguna dan tidak ada sumber suara asing yang akan mempengaruhi tingkat kebisingan.
- b. *Sound Level Meter* sebaiknya dipasang pada tripod agar posisinya stabil.
- c. Pengguna *Sound Level Meter* sebaiknya berdiri pada jarak 0,5 m dari alat agar tidak terjadi efek pemantulan yang mempengaruhi penerimaan bunyi.
- d. *Sound Level Meter* ditempatkan pada ketinggian 1,2 m dari atas permukaan tanah dan sejauh 4,0 - 15,0 m dari permukaan dinding serta objek lain yang akan memantulkan bunyi untuk menghindari terjadinya pantulan dari benda-benda permukaan di sekitarnya.
- e. Hasil rekaman data menggunakan *Sound Level Meter* disimpan dalam laptop yang terhubung dengan *Sound Level Meter*.

2. Teknik Pengukuran

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

- a. Menetapkan titik pengukuran pada ruas jalan berdasarkan peta jaringan jalan dan hasil survey pendahuluan.
- b. Mempersiapkan peralatan-peralatan yang nantinya akan digunakan untuk pengukuran serta menempatkan operator yang akan mengoperasikan peralatan yang digunakan.
- c. Mencatat kondisi lingkungan dari titik pengukuran pada ruas jalan dan mengidentifikasi jenis perkerasan jalan melalui pengamatan langsung serta mencatat karakteristik jalan.
- d. Mengukur tingkat kebisingan menggunakan alat sound level meter, menghitung volume lalu lintas menggunakan alat counter, dan mengukur kecepatan rata-rata kendaraan menggunakan *speed gun*.
- e. Lama pengukuran disesuaikan dengan tingkat kebisingan prediksi yang diinginkan.
- f. Pengukuran tingkat kebisingan, volume lalu lintas, dan kecepatan dilakukan secara bersamaan.

K. Zona Tingkat Kebisingan

Zona tingkat kebisingan sangat diperlukan untuk mengetahui tingkat kebisingan maksimum yang dianjurkan dan tingkat kebisingan maksimum yang diperbolehkan pada suatu kawasan agar dapat meminimalisir dampak-dampak negatif yang akan terjadi, seperti gangguan psikologis, gangguan fisiologis, dsb. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 718/MenKes/Per/XI/1987 menyebutkan pembagian zona tingkat kebisingan menjadi 4 (empat) zona berbeda, yaitu :

1. Zona A (Intensitas 35 - 45 dB)

Zona A merupakan zona yang diperuntukkan bagi tempat penelitian, rumah sakit, tempat perawatan kesehatan/sosial dan sejenisnya.

2. Zona B (Intensitas 45 – 55 dB)

Zona B merupakan zona yang diperuntukkan bagi perumahan, tempat pendidikan, rekreasi dan sejenisnya.

3. Zona C (Intensitas 50 – 60 dB)

Zona yang diperuntukkan bagi perkantoran, perdagangan, pertokoan, pasar dan sejenisnya.

4. Zona D (Intensitas 60 – 70 dB)

Zona yang diperuntukkan bagi industri, pabrik, stasiun kereta api, terminal bis dan sejenisnya.

Zona kebisingan menurut *IATA (International Air Transport Association)*

1. Zona A : Intensitas > 150 dB → Daerah berbahaya dan harus dihindari.
2. Zona B : Intensitas 123 – 150 dB → Individu yang terpapar perlu memakai pelindung telinga (*Earmuff* dan *Earplug*).
3. Zona C : Intensitas : 115 – 135 dB → Perlu memakai *Earmuff*.
4. Zona D : Intensitas 100 – 115 dB → Perlu memakai *Earplug*.

L. Dampak Kebisingan

Dari sudut pandang lingkungan, kebisingan adalah masuk atau di masukkannya energi (suara) ke dalam lingkungan hidup sedemikian rupa sehingga mengganggu peruntukannya. Dari sudut pandang lingkungan, maka kebisingan lingkungan termasuk kategori pencemaran karena dapat menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan manusia. Munculnya kebisingan biasanya akan memberikan pengaruh terhadap penduduk atau pekerja di sekitar sumber kebisingan.

Dampak kebisingan tergantung kepada besar tingkat kebisingan. Pengaruh kebisingan terhadap manusia tergantung pada karakteristik fisis, waktu berlangsung dan waktu kejadiannya. Pendengaran manusia sebagai salah satu indera yang berhubungan dengan komunikasi/suara. Telinga berfungsi sebagai fonoreseptor yang mampu merespon suara pada kisaran antara 0 – 140 dBA. Frekuensi yang dapat direspon oleh telinga manusia antara 20 - 20.000 Hz, dan sangat sensitif pada

frekuensi antara 1000 sampai 4000 Hz. Ambang batas keamanan yang direkomendasikan oleh *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) dan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) (Peppy Herawati, 2016).

Menurut Yesmi Rahmadani Ramli (2017), dampak kebisingan terhadap kesehatan adalah sebagai berikut.

1. Gangguan pada Pendengaran

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

2. Gangguan Komunikasi

Kebisingan dapat mempengaruhi tingkat kejelasan berbicara seseorang dimana semakin tinggi tingkat kebisingan di lingkungan maka semakin terganggu kejelasan berbicara atau berkomunikasi.

3. Gangguan Fisiologis

Seseorang yang tinggal di dekat bandar udara, jalan raya atau industri akan rentan terpapar bising yang dapat berdampak pada fungsi fisiologis baik itu bersifat sementara atau permanen. Dampak dari paparan bising yang lama akan rentan mengalami efek permanen, seperti hipertensi dan penyakit jantung iskemik. Selain itu, gangguan fisiologis lain yang diakibatkan paparan bising dapat berupa peningkatan nadi, basal metabolisme, kontraksi pembuluh darah kecil terutama pada bagian kaki.

4. Gangguan Psikologis

Gangguan psikologis yang diakibatkan paparan kebisingan dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, susah tidur, emosi dan lain-lain tergantung lamanya paparan yang diterima.

M. Perhitungan Kebisingan

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

1. Distribusi Frekuensi/Tabel Frekuensi

Distribusi frekuensi atau tabel frekuensi adalah pengelompokan data ke dalam beberapa kelas dan kemudian dihitung banyaknya pengamatan yang masuk ke dalam tiap kelas. Dalam membuat distribusi frekuensi dihitung banyaknya interval kelas, nilai interval, tanda kelas/nilai tengah dan frekuensi (Penuntun Praktikum Bising, 2020).

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

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

Keterangan :

r = *range*

Data max = Data nilai terbesar

Data min = Data nilai terkecil

b. Banyaknya kelas

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

Keterangan :

k = Banyaknya kelas

n = Banyaknya data

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

$$I = \frac{(\text{max} - \text{min})}{k} = \frac{r}{k} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

I = Interval

Max = Maximum

Min = Minimum

r = *range*

k = Banyaknya 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 :

$$\text{Titik tengah} = \frac{(BB+BA)}{2} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

BB = Batas bawah suatu interval kelas

BA = Batas atas suatu interval kelas

2. Tingkat kebisingan dalam Angka Petunjuk

Pengukuran dengan sistem angka petunjuk paling banyak digunakan adalah angka petunjuk ekuivalen (*equivalen index* (Leq)). Angka petunjuk ekuivalen adalah tingkat kebisingan yang berubah-ubah (fluktuatif) yang diukur selama waktu tertentu, yang besarnya setara dengan tingkat kebisingan tunak (*steady*) yang diukur pada selang waktu yang sama.

Sistem angka petunjuk yang banyak digunakan adalah angka petunjuk 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). Sedangkan Leq₅₀ merupakan kebisingan rata-rata selama pengukuran. Tahap selanjutnya adalah perhitungan angka petunjuk ekivalen (LAeq) yang mana LAeq ini merupakan angka petunjuk tingkat kebisingan yang paling banyak digunakan. Pada pengukuran kebisingan lalu lintas di jalan raya, Leq₉₀ menunjukkan kebisingan latar belakang yaitu kebisingan yang banyak terjadi sedangkan Leq₁₀ merupakan perkiraan tingkat kebisingan maksimum.

Pengukuran dengan sistem angka petunjuk dapat dengan mudah dilakukan menggunakan *Sound Level Meter* (SLM) yang dilengkapi dengan sistem angka petunjuk. Namun demikian, saat ini masih dijumpai *Sound Level Meter* (SLM) yang sangat sederhana yang tidak memiliki sistem angka petunjuk, sehingga data yang dihasilkan terpaksa harus dicatat satu persatu untuk selanjutnya dilakukan

perhitungan angka petunjuk 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 sebanyak 1% ,10%, 50 %, 90 % atau 99 %.

Untuk Leq₉₀ :

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

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

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari.

Keterangan :

10 % = Hasil pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

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

Keterangan :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ = Jumlah % sebelum 90

B₁ = % setelah 90

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

Keterangan :

I₀ = Interval akhir

X = Jumlah data yang tidak diketahui

Untuk Leq₅₀ :

Tingkat kebisingan yang muncul adalah 50% dari data pengukuran (Leq₉₀) dengan persamaan :

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

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari.

Keterangan :

50 % = Hasil 50% pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

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

Keterangan :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ = Jumlah % sebelum 50

B₁ = % setelah 50

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

Keterangan :

I₀ = Interval akhir

X = Jumlah data yang tidak diketahui

Untuk Leq₁ :

Tingkat kebisingan yang muncul adalah 99% dari data pengukuran (Leq₁) dengan persamaan :

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

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari.

Keterangan :

1 % = Hasil 99% pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

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

Keterangan :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ = Jumlah % sebelum 1

B₁ = % setelah 1

$$Leq_1 = I_0 + X \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan:

I_0 = Interval akhir

X = Jumlah data yang tidak diketahui

Untuk Leq_{10} :

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

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

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari.

Keterangan :

10 % = Hasil 90% pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

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

Keterangan :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

B_0 = Jumlah % sebelum 1

B_1 = % setelah 10

$$Leq_{10} = I_0 + X \dots\dots\dots(16)$$

Keterangan :

I_0 = Interval akhir

X = Jumlah data yang tidak diketahui

Untuk Leq_{99} :

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

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

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

Keterangan :

1 % = Hasil pengurangan dari 100%

N = Jumlah data keseluruhan

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

Keterangan :

I = Interval data

X = Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ = Jumlah % sebelum 99

B₁ = % setelah 99

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

Keterangan :

I₀ = Interval akhir

X = Jumlah data yang tidak diketahui

Rumus LAeq

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

Keterangan:

LAeq = Tingkat kebisingan ekuivalen

Leq₅₀ = Angka penunjuk kebisingan 50%

Leq₁ = Angka penunjuk kebisingan 1%

Rumus LAeq Day

$$\text{LAeq Day} = 10 \times \log(10) \times \frac{1}{\text{jam per hari}} \times 10^{(\text{LAeq}_{10}^{\frac{1}{10}})} + 10^{(\text{LAeq}_{10}^{\frac{2}{10}})} \quad (21)$$

N. Uji Normalitas

Menurut Imam Ghozali (2013), uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi, variabel pengganggu atau residual memiliki distribusi normal, atau uji normalitas digunakan untuk menguji apakah distribusi variabel terikat untuk setiap nilai variabel bebas tertentu berdistribusi normal atau tidak. Model regresi yang baik adalah model regresi yang memiliki distribusi normal atau mendekati normal, sehingga layak dilakukan pengujian secara statistik. Pengujian

normalitas data menggunakan *Test of Normality Shapiro Wilk Test* atau *Kolmogorov-Smirnov* dalam program SPSS. Adapun dasar pengambilan keputusan bisa dilakukan berdasarkan probabilitas, yaitu:

- Jika probabilitas $> 0,05$ maka distribusi dari model regresi adalah normal.
- Jika probabilitas $< 0,05$ maka distribusi dari model regresi adalah tidak normal.

Ada beragam cara menguji normalitas diantaranya menggunakan rasio kurtosis dan rasio *skewness*, menggunakan pendekatan grafik (histogram), menggunakan *Shapiro Wilk Test*, atau *Kolmogorov-Smirnov Test*. Menurut W. Albequist (2001) menjelaskan bahwa Uji Normalitas Shapiro Wilk memiliki tingkat sensitifitas tinggi untuk mendeteksi sebaran data yang tidak normal untuk jumlah data kurang dari 50. Nilai signifikansi alpha sebesar 5 %, dimana hipotesis yang diambil adalah: Jika nilai P-value $< 0,05$, maka sebaran tidak normal. Jika nilai P value $> 0,05$ maka sebaran normal. Maka dilakukan uji normalitas menggunakan Minitab, dimana uji normalitas yang digunakan adalah uji normalitas *Shapiro Wilk*. Tata cara menguji normalitas dengan metode Shapiro Wilk adalah sebagai berikut:

1. Pilih *descriptive statistics* kemudian pilih *explore*.
2. Masukkan data ke *dependent list*.
3. Klik menu *options > exclude cases listwise > continue*.
4. Klik menu *statistics > descriptive > continue*.
5. Klik plots dan centang *normality plots with tests* dan pada menu *descriptive* klik histogram $> continue > ok$.
6. Pilih tabel *test of normality* untuk melihat hasil uji normalitas *Shapiro Wilk Test*.

Kolmogorov-Smirnov Test paling sering digunakan di SPSS dalam hal mengecek normalitas. Adapun langkah-langkah dalam uji normalitas dalam program SPSS adalah sebagai berikut (Sufren dan Yonathan Natanael, 2014):

1. Buka file data yang ingin diuji normalitas.
2. Klik *Analyze > Nonparametrics Test > 1 Sample K-S*.
3. Sesudah kotak dialog *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test* muncul, pindahkan data ke kotak *Test Variable List*.

4. Langkah selanjutnya, Klik *Exact*. Maka akan muncul dialog dengan nama “*Exact Test*” dan pilih menu *Exact* lalu *continue*.
5. Lalu klik Ok. Maka akan keluar tampilan output.

Jika *Exact Sig. (2 tailed)* > 0,05 maka distribusi dari model regresi adalah normal. Jika *Exact Sig. (2 tailed)* < 0,05 maka distribusi dari model regresi adalah tidak normal.

Dalam pengujian normalitas ada tiga pilihan pengolahan sesuai dengan karakteristik data yang ingin diolah. ketiga pilihan tersebut yaitu (Cyrus R. Mehta dan Nitin R. Patel, 2011) :

1. Metode *Asymtotic Only*

Statistik menghitung tingkat signifikansi untuk statistik dalam prosedur *Crosstabs* dan *Nonparametric Tests* menggunakan metode asimtotik (*Asymtotic Significance*). Ini berarti bahwa nilai p diestimasi berdasarkan asumsi bahwa data, dengan ukuran sampel yang cukup besar, sesuai dengan distribusi tertentu.

2. Metode *Exact*

Metode *exact* merupakan ketika kumpulan data kecil, jarang, berisi banyak ikatan, tidak seimbang, atau tidak terdistribusi dengan baik, metode asimtotik mungkin gagal menghasilkan hasil yang andal. Dalam situasi ini, lebih baik untuk menghitung tingkat signifikansi berdasarkan distribusi yang tepat dari statistik uji. Ini memungkinkan untuk mendapatkan nilai p yang akurat tanpa bergantung pada asumsi yang mungkin tidak dipenuhi oleh data penelitian.

3. Metode *Monte Carlo*

Meskipun metode *exact* selalu dapat diandalkan, beberapa kumpulan data terlalu besar untuk nilai p yang tepat untuk dihitung, namun tidak memenuhi asumsi yang diperlukan untuk metode asimtotik. Dalam situasi ini, metode *Monte Carlo* memberikan estimasi tak bias dari nilai p *exact*, tanpa persyaratan metode asimtotik.

O. Uji *Paired Sample T-Test*

Uji perbedaan dua kali pengukuran biasanya diterapkan untuk penelitian eksperimen. Jadi, ada alat ukur penelitian yang sama digunakan dua kali pada sampel yang sama, namun dalam jangka waktu berbeda. Uji statistik dapat dilakukan berbagai macam uji salah satunya adalah *Paired Sample T-Test*. Menurut Sufren dan Yonathan Natanael (2014), *Paired Sample T-Test* adalah uji perbedaan dua kali pengukuran yang tergolong statistik parametrik atau untuk data yang terdistribusi normal. Adapun pedoman pengambilan keputusan dalam Uji *Paired Sample T-Test* berdasarkan nilai signifikan yaitu:

1. Jika nilai Signifikansi (Sig.) < 0,05 maka kesimpulannya adalah adanya perbedaan yang signifikan, yang artinya terdapat pengaruh.
2. Jika nilai Signifikansi (Sig.) > 0,05 maka kesimpulannya adalah tidak adanya perbedaan, yang berarti tidak adanya pengaruh.

Adapun langkah-langkah melakukan Uji *Paired Sample T-Test* dalam program *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) adalah sebagai berikut:

1. Buka file data yang ingin dianalisis.
2. Selanjutnya klik *Analyze > Compare Means > Paired-Sample T Test*.
3. Lalu akan muncul kotak dialog dengan nama *Paired-Sample T Test*, pindahkan data yang akan diuji, misalnya ada dua data yang diuji maka masukkan data pertama pada *Variable 1* dan data kedua pada *Variable 2*.
4. Kemudian klik Ok dan akan muncul hasil pada output program SPSS.