

TUGAS AKHIR

**STUDI KARAKTERISTIK TINGKAT KEBISINGAN DI JALAN TOL
MAKASSAR**



**ANGRENI
D131 17 1005**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2021**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
JL. POROS MALINO, KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

LEMBAR PENGESAHAN

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

Judul : **Studi Karakteristik Tingkat Kebisingan di Jalan Tol Makassar**

Disusun Oleh :

Nama : Angreni

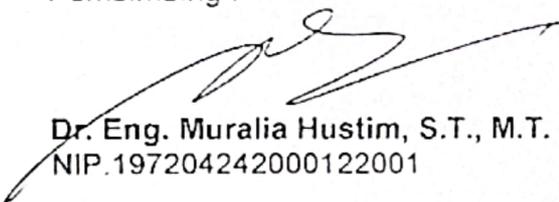
D131171005

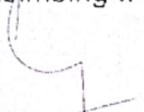
Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 18 Januari 2022

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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Angreni

NIM : D131 17 1005

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul “**Studi Karakteristik Tingkat Kebisingan di Jalan Tol Makassar**”, adalah hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari penulis sendiri dan belum pernah digunakan untuk mendapat gelar apapun dan dimanapun.

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

Gowa, 17 Januari 2022

Yang membuat pernyataan



Angreni
D131 17 1005

KATA PENGANTAR

Tiada kata yang indah selain puji dan rasa syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “ **Studi Karakteristik Tingkat Kebisingan di Jalan Tol Makassar** “. Tidak lupa juga saya hanturkan shalawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah mengantarkan kita dari alam kegelapan menuju alam yang terang benderang. Tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Dalam penulisan tugas akhir ini banyak hambatan dan tantangan yang penulis hadapi, namun berkat motivasi dan dukungan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materi. Dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang berperan penting dalam proses kegiatan penelitian ini, terutama kepada yang penulis hormati:

1. Kedua orang tua yang penulis cintai dan sayang, Bapak Sultan dan Ibu Kartini, serta kakak tercinta Andika Saputra, yang selalu memberikan dukungan dalam keadaan apapun kepada penulis. Senantiasa mendoakan dengan tulus dan tidak pernah mengeluh sehingga mereka menjadi alasan penulis menempuh pendidikan sampai perguruan tinggi.
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 Runtulalo, 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. Teman-teman UKB Halu (Dinah Khairia, Firdha Nurhikmah, Fitriani, Harvianti Ilham, Nurazizah, dan Reski Op Sitti Fatimah). *Thank you for coming in my life*, kebersamaan yang tercipta mulai dari perkuliahan sampai penulisan tugas akhir ini selesai menjadi salah satu momen terbaik bagi penulis. *I'm grateful to have you in my life*.
10. Teman-teman Teknik Lingkungan 2017 dan PLASTIS 2018 atas kebersamaan, segala bantuan dan semangatnya selama masa perkuliahan.
11. Teman-teman Asisten Laboratorium Kualitas Udara dan Bising atas segala bantuan dan semangatnya.
12. 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.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa penelitian ini jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, kritik maupun saran yang membangun selalu penulis harapkan demi kesempurnaan penelitian ini. Besar harapan penulis, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat sekaligus menambah pengetahuan untuk berbagai pihak. Aamiin.

Gowa, September 2021
Penulis,

Angreni
D131 17 1005

ABSTRAK

ANGRENI. *Studi Karakteristik Tingkat Kebisingan di Jalan Tol Makassar* (dibimbing oleh **Muralia Hustim** dan **Dantje Runtulalo**).

Salah satu sarana yang dapat memperlancar lalu lintas dan mobilitas kendaraan di suatu daerah adalah jalan tol. Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan untuk membayar tol yang nantinya dana tersebut digunakan untuk pengembalian investasi, pemeliharaan, dan pengembangan jalan tol. Keberadaan jalan tol diperkirakan dapat menimbulkan dampak yaitu tingkat kebisingan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik tingkat kebisingan dan tingkat kebisingan di Jalan Tol Makassar. Dalam penelitian ini, jumlah titik pengamatan penelitian sebanyak 9 titik. Pengambilan data menggunakan alat *Sound Level Meter Tenmars 103* dilakukan selama 10 menit untuk mewakili tiap jam yang dimulai dari pukul 07.00-18.00 WITA. Kemudian data tersebut diolah dengan analisis perhitungan LAeq dan Uji *Paired Samples T-Test* menggunakan program SPSS.

Karakteristik kebisingan di Jalan Tol Makassar pada semua titik pengamatan berbeda-beda. Tiap titik pengamatan memiliki perbedaan fungsi jalan dan guna lahan disekitarnya sehingga volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, dan jumlah klaksonnya berbeda-beda. Hasil Uji *Paired Samples T-Test* menunjukkan hubungan data tingkat kebisingan antara pagi hari dan siang hari, siang hari dan sore hari, serta pagi hari dan sore hari sama secara statistik.

Hasil analisis tingkat kebisingan menunjukkan bahwa nilai tingkat kebisingan ekuivalen harian (LAeq day) di Jalan Tol Makassar untuk 9 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 dB dan 70 dB. Nilai LAeq day maksimum berada pada titik pengamatan T6 sebesar 80,8 dB dan nilai LAeq day minimum berada pada titik pengamatan T9 sebesar 76,8 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: Kebisingan, Tol Makassar, SPSS, *Sound Level Meter Tenmars 103*

ABSTRACT

ANGRENI. *Study of Noise Level Characteristics on the Makassar Toll Road (guided by Muralia Hustim and Dantje Runtulalo).*

One of the facilities that can facilitate traffic and vehicle mobility in an area is toll roads. Toll road is a public road which is part of the road network system and as a national road whose users are required to pay tolls, which later the funds will be used for the return of investment, maintenance and development of toll roads. The existence of toll roads is estimated to have an impact, namely high noise levels. This study aims to analyze the characteristics of the noise level and noise level on the Makassar Toll Road. In this study, the number of research observation points was 9 points. Data collection using the Sound Level Meter Tenmars 103 was carried out for 10 minutes to represent each hour starting from 07.00-18.00 WITA. Then the data is processed with LAeq calculation analysis and Paired Samples T-Test using SPSS program.

The characteristics of the noise on the Makassar Toll Road at all observation points are different. Each observation point has a different function of the road and the surrounding land use so that the traffic volume, vehicle speed, and the number of horns are different. The results of the Paired Samples T-Test show that the correlation between the noise level data in the morning and afternoon, in the afternoon and in the evening, and in the morning and evening is statistically the same.

The results of the noise level analysis show that the daily equivalent noise level (LAeq day) on the Makassar Toll Road for 9 observation points 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, namely 55 dB and 70 dB. The maximum LAeq day value is at the observation point T6 of 80.8 dB and the minimum LAeq day value is at the observation point T9 of 76.8 dB. In addition, a 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: *Noise, Makassar Toll Road, SPSS, Sound Level Meter Tenmars 103*

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| ABSTRAK | vi |
| <i>ABSTRACT</i> | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Rumusan Masalah | 3 |
| C. Tujuan | 3 |
| D. Manfaat Penelitian | 3 |
| E. Ruang Lingkup | 4 |
| F. Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| A. Jalan Tol | 6 |
| B. Kebisingan | 8 |
| C. Baku Mutu Kebisingan | 12 |
| D. Zona Kebisingan | 13 |
| E. Dampak Kebisingan Terhadap Kesehatan | 14 |
| F. Pengendalian Kebisingan | 15 |
| G. Metode Pengukuran Tingkat Kebisingan | 16 |
| H. Perhitungan Tingkat Kebisingan | 17 |
| I. Uji Normalitas | 22 |
| J. Uji Paired Sample T-test | 24 |
| K. Uji Korelasi | 25 |

| | |
|---|-----|
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 26 |
| A. Rancangan Penelitian | 26 |
| B. Waktu dan Lokasi Penelitian | 27 |
| C. Alat Pengukuran | 30 |
| D. Data | 32 |
| E. Teknik Pengumpulan Data | 32 |
| F. Teknik Analisa Data | 35 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | 37 |
| A. Gambaran Umum | 37 |
| B. Hasil Analisis Tingkat Kebisingan | 39 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 108 |
| A. Kesimpulan | 108 |
| B. Saran | 109 |
| DAFTAR PUSTAKA | 110 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol | 7 |
| Tabel 2. Baku Mutu Tingkat Kebisingan | 12 |
| Tabel 3. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan | 13 |
| Tabel 4. Lokasi Titik Pengukuran | 29 |
| Tabel 5. Karakteristik Jalan Tol Kota Makassar | 37 |
| Tabel 6. Karakteristik Tiap Titik Pengamatan untuk Kategori Fungsi Jalan dan Guna Lahan | 38 |
| Tabel 7. Karakteristik Tiap Titik Pengamatan untuk Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan | 38 |
| Tabel 8. Uji Normalitas Data Tingkat Kebisingan Pagi, Siang, dan Sore Hari | 43 |
| Tabel 9. <i>Paired Sample Statistics</i> Data Tingkat Kebisingan | 43 |
| Tabel 10. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan | 44 |
| Tabel 11. <i>Paired Samples Test</i> Data Tingkat Kebisingan | 45 |
| Tabel 12. Volume Lalu Lintas pada Pagi, Siang, dan Sore Hari | 48 |
| Tabel 13. Uji Normalitas Volume Lalu Lintas pada Pagi, Siang, dan Sore Hari | 49 |
| Tabel 14. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Volume Lalu Lintas | 49 |
| Tabel 15. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Lalu Lintas | 50 |
| Tabel 16. <i>Paired Samples Test</i> Volume Lalu Lintas | 50 |
| Tabel 17. Volume Lalu Lintas untuk Tiap Jenis Kendaraan pada Pagi, Siang, dan Sore Hari | 52 |
| Tabel 18. Uji Normalitas Volume Lalu Lintas LV | 52 |
| Tabel 19. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Volume Lalu Lintas LV | 53 |
| Tabel 20. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Lalu Lintas LV | 53 |
| Tabel 21. <i>Paired Samples Test</i> Volume Lalu Lintas LV | 54 |
| Tabel 22. Uji Normalitas Volume Lalu Lintas HV | 55 |
| Tabel 23. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Volume Lalu Lintas HV | 56 |
| Tabel 24. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Lalu Lintas HV | 56 |
| Tabel 25. <i>Paired Samples Test</i> Volume Lalu Lintas HV | 57 |
| Tabel 26. Kecepatan Kendaraan pada Pagi, Siang, dan Sore Hari | 60 |

| | |
|---|----|
| Tabel 27. Uji Normalitas Kecepatan Kendaraan pada Pagi, Siang, dan Sore Hari | 60 |
| Tabel 28. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Kecepatan Kendaraan | 60 |
| Tabel 29. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Kecepatan Kendaraan | 61 |
| Tabel 30. Paired Samples Test Kecepatan Kendaraan | 62 |
| Tabel 31. Kecepatan Kendaraan untuk Tiap Jenis Kendaraan pada Pagi, Siang, dan Sore Hari | 63 |
| Tabel 32. Uji Normalitas Kecepatan Kendaraan LV | 64 |
| Tabel 33. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Kecepatan Kendaraan LV | 64 |
| Tabel 34. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Kecepatan Kendaraan LV | 64 |
| Tabel 35. <i>Paired Samples Test</i> Kecepatan Kendaraan LV | 65 |
| Tabel 36. Uji Normalitas Kecepatan Kendaraan HV | 66 |
| Tabel 37. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Kecepatan Kendaraan HV | 67 |
| Tabel 38. Paired Samples Correlations Data Kecepatan Kendaraan HV | 67 |
| Tabel 39. <i>Paired Samples Test</i> Kecepatan Kendaraan HV | 68 |
| Tabel 40. Jumlah Klakson pada Pagi, Siang, dan Sore Hari | 70 |
| Tabel 41. Uji Normalitas Jumlah Bunyi Klakson pada Pagi, Siang, dan Sore Hari | 71 |
| Tabel 42. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Jumlah Bunyi Klakson | 71 |
| Tabel 43. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Jumlah Bunyi Klakson | 72 |
| Tabel 44. Paired Samples Test Jumlah Bunyi Klakson | 72 |
| Tabel 45. Jumlah Bunyi Klakson untuk Tiap Jenis Kendaraan pada Pagi, Siang, dan Sore Hari | 74 |
| Tabel 46. Uji Normalitas Jumlah Bunyi Klakson LV | 74 |
| Tabel 47. Paired Samples Statistics Data Jumlah Bunyi Klakson LV | 75 |
| Tabel 48. Paired Samples Correlations Data Jumlah Bunyi Klakson LV | 75 |
| Tabel 49. Paired Samples Test Jumlah Bunyi Klakson LV | 76 |
| Tabel 50. Uji Normalitas Jumlah Bunyi Klakson HV | 78 |
| Tabel 51. <i>Paired Samples Statistics</i> Data Jumlah Bunyi Klakson HV | 78 |
| Tabel 52. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Jumlah Bunyi Klakson HV | 78 |
| Tabel 53. <i>Paired Samples Test</i> Jumlah Bunyi Klakson HV | 79 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 54. Rekapitulasi Output SPSS Hasil Signifikansi Data Tingkat Kebisingan, Volume Lalu Lintas, Kecepatan Kendaraan, dan Jumlah Bunyi Klakson | 81 |
| Tabel 55. <i>Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dengan Volume Lalu Lintas | 84 |
| Tabel 56. <i>Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dengan Kecepatan Kendaraan | 84 |
| Tabel 57. <i>Correlations</i> Data Tingkat Kebisingan dengan Jumlah Bunyi Klakson | 85 |
| Tabel 58. Nilai LAeq Day untuk Tiap Titik Pengamatan | 104 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. Bagan Alir Penelitian | 26 |
| Gambar 2. Peta Lokasi Titik Pengamatan Tol Reformasi | 28 |
| Gambar 3. Peta Lokasi Titik Pengamatan Tol Ir. Sutami | 28 |
| Gambar 4. Layout Lokasi Titik Pengamatan T1 KM 4 (600 M) | 29 |
| Gambar 5. Alat Pengukuran | 30 |
| Gambar 6. Visualisasi Cara Pengambilan Data di Lapangan | 34 |
| Gambar 7. Diagram Alir Perhitungan Nilai Tingkat Kebisingan | 35 |
| Gambar 8. Diagram alir Metode Analisis Karakteristik Tingkat Kebisingan | 36 |
| Gambar 9. Histogram Distribusi Tingkat Kebisingan Jalan Tol Kota Makassar Titik Pengamatan 1 Pukul 07.00-08.00 | 40 |
| Gambar 10. Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Jalan Tol Kota Makassar Titik Pengamatan 1 | 41 |
| Gambar 11. Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Jalan Tol Kota Makassar pada Titik Pengamatan untuk Nilai LAeq dalam Jangka Waktu Pagi, Siang, dan Sore Hari | 42 |
| Gambar 12. Volume Lalu Lintas di Jalan Tol Kota Makassar pada Tiap Titik Pengamatan | 47 |
| Gambar 13. Kecepatan Kendaraan di Jalan Tol Kota Makassar pada Tiap Titik Pengamatan | 59 |
| Gambar 14. Jumlah Klakson di Jalan Tol Kota Makassar pada Tiap Titik Pengamatan | 70 |
| Gambar 15. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Leq10 Titik Pengamatan T1 | 86 |
| Gambar 16. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan LAeq Titik Pengamatan T1 | 87 |
| Gambar 17. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Leq10 Titik Pengamatan T2 | 88 |
| Gambar 18. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan LAeq Titik Pengamatan T2 | 89 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 19. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Leq10 Titik Pengamatan T3 | 90 |
| Gambar 20. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan LAeq Titik Pengamatan T3 | 91 |
| Gambar 21. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Leq10 Titik Pengamatan T4 | 92 |
| Gambar 22. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan LAeq Titik Pengamatan T4 | 93 |
| Gambar 23. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Leq10 Titik Pengamatan T5 | 93 |
| Gambar 24. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan LAeq Titik Pengamatan T5 | 94 |
| Gambar 25. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Leq10 Titik Pengamatan T6 | 95 |
| Gambar 26. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan LAeq Titik Pengamatan T6 | 96 |
| Gambar 27. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Leq10 Titik Pengamatan T7 | 96 |
| Gambar 28. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan LAeq Titik Pengamatan T7 | 97 |
| Gambar 29. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Leq10 Titik Pengamatan T8 | 98 |
| Gambar 30. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan LAeq Titik Pengamatan T8 | 99 |
| Gambar 31. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Leq10 Titik Pengamatan T9 | 100 |
| Gambar 32. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan LAeq Titik Pengamatan T9 | 101 |
| Gambar 33. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Leq10 untuk Kategori Jalan Utama-Pemukiman | 101 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 34. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan LAeq untuk Kategori Jalan Utama-Pemukiman | 102 |
| Gambar 35. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Leq10 untuk Kategori Jalan Utama-Komersial | 103 |
| Gambar 36. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan LAeq untuk Kategori Jalan Utama-Komersial | 104 |
| Gambar 37. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Baku Mutu Lingkungan untuk Tiap Titik Pengamatan | 106 |

DAFTAR LAMPIRAN

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

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Transportasi di kota-kota besar seperti Kota Makassar memegang peran yang sangat strategis. Transportasi digunakan sebagai sarana penghubung antar satu kota ke kota lainnya, bahkan antar satu negara ke negara lainnya. Transportasi dapat menunjang perekonomian dengan memudahkan transfer teknologi, ilmu pengetahuan, maupun perdagangan. Akibatnya jumlah alat transportasi mengalami peningkatan salah satunya yakni kendaraan bermotor. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2021) jumlah kendaraan bermotor di Kota Makassar pada tahun 2020 tercatat 1.690.457 unit atau bertambah 116.072 unit dibandingkan tahun 2018 dengan jumlah kendaraan tercatat 1.574.385 unit.

Salah satu sarana yang dapat memperlancar lalu lintas dan mobilitas kendaraan di suatu daerah adalah jalan tol. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 15 tahun 2005 tentang jalan tol, jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan untuk membayar tol yang nantinya dana tersebut digunakan untuk pengembalian investasi, pemeliharaan, dan pengembangan jalan tol.

Jalan tol di Kota Makassar menghubungkan beberapa tempat penting seperti pusat Kota Makassar, Pelabuhan Soekarno-Hatta, pusat komersial Panakukang, Kawasan Industri Makassar, dan Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin. Keberadaan jalan tol memberikan dampak positif terhadap transportasi di Kota Makassar, seperti mengurangi kemacetan lalu lintas, meningkatkan pelayanan distribusi barang dan jasa, menghemat tenaga dan waktu tempuh pengguna jalan terutama bagi masyarakat Kota Makassar.

Berdasarkan hasil dari studi terdahulu, Widaryanti (2018) mengatakan bahwa rata-rata tingkat kebisingan yang terjadi pada ruas jalan yang ada di Kota Makassar sebesar 80.25 dB. Tingkat kebisingan maksimum mencapai 82.5 dB sedangkan

untuk tingkat kebisingan minimum sebesar 78 dB. Hal ini menandakan bahwa tingkat kebisingan yang terjadi melebihi baku mutu tingkat kebisingan jalan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 tahun 1996 tentang baku mutu tingkat kebisingan sebesar 60 dB.

Kebisingan merupakan salah satu masalah lingkungan dari sektor transportasi. Berdasarkan SK Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Kep.Men-48/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, termasuk ternak, satwa, dan sistem alam.

Jalan tol di Kota Makassar merupakan ruas jalan yang hampir setiap hari dilalui banyak kendaraan dan keberadaannya berdekatan dengan banyak sarana umum. Di samping jalan tol terdapat kawasan industri, perumahan, sarana pendidikan, tempat ibadah, perkantoran, perdagangan, dan sebagainya. Lalu lintas jalan merupakan sumber utama kebisingan yang mengganggu sebagian besar masyarakat perkotaan. Seperti yang diketahui bahwa kebisingan lalu lintas berasal dari kendaraan bermotor baik sepeda motor, kendaraan ringan, maupun kendaraan berat yang disebabkan oleh bunyi mesin dan klakson kendaraan, serta penggunaan knalpot *racing* dimana besarnya kebisingan yang dihasilkan dapat bervariasi tergantung dari jenis kendaraan.

Dengan demikian, keberadaan jalan tol diperkirakan dapat menimbulkan dampak yaitu tingkat kebisingan tinggi karena kendaraan yang melintas di jalan tol umumnya melaju dengan kecepatan yang tinggi. Dampak tersebut dapat mengganggu efektifitas kegiatan masyarakat, menimbulkan rasa tidak nyaman, dan memberikan dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat di samping jalan tol seperti gangguan pendengaran.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi kebisingan lalu lintas di jalan tol Kota Makassar.

Oleh karena hal tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian sebagai Tugas Akhir dengan judul “**Studi Karakteristik Tingkat Kebisingan di Jalan Tol Makassar**”.

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik tingkat kebisingan lalu lintas di Jalan Tol Makassar ?
2. Berapa besar tingkat kebisingan lalu lintas di Jalan Tol Makassar ?

C. Tujuan

Adapun beberapa tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis karakteristik tingkat kebisingan lalu lintas di Jalan Tol Makassar.
2. Menganalisis tingkat kebisingan lalu lintas di Jalan Tol Makassar.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini anatara lain :

1. Bagi Penulis
Dapat menambah pengalaman dan pengetahuan serta sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas teknik universitas Hasanuddin.
2. Bagi Universitas
Dapat dijadikan sebagai referensi bagi generasi-generasi selanjutnya yang berada di Departemen Teknik Lingkungan khususnya yang mengambil konsentrasi Kualitas Udara dan Kebisingan dalam pengerjaan tugas, pembuatan laporan praktikum, ataupun dalam penyusunan tugas akhir.
3. Bagi Masyarakat
Memberikan pengetahuan bagi pengguna jalan mengenai tingkat kebisingan pada Jalan Tol Kota Makassar.

E. Ruang Lingkup

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

1. Kebisingan yang dianalisis berasal dari lalu lintas kendaraan di Jalan Tol Kota Makassar.
2. Kendaraan yang disurvei adalah kendaraan ringan (*Light Vehicle*) dan kendaraan berat (*Heavy Vehicle*).
3. Pengambilan data dilakukan selama 10 menit untuk mewakili tiap jam yang dimulai dari pukul 07.00-18.00 WITA.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab dimana masing-masing bab membahas masalah tersendiri, selanjutnya sistematika laporan ini sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat tentang konsep dan teori yang dibutuhkan dalam analisis penelitian. Bab ini terdiri dari: jalan tol, kebisingan, baku mutu kebisingan, zona kebisingan, dampak kebisingan terhadap kesehatan, pengendalian kebisingan, metode pengukuran tingkat kebisingan, perhitungan tingkat kebisingan, uji normalitas, dan uji *paired sample t-test*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat metode penelitian yang digunakan dalam analisis penelitian. Bab ini terdiri dari: rancangan penelitian, waktu dan lokasi penelitian, alat pengukuran, data, teknik pengumpulan data, dan analisa data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran penelitian yang berupa rekomendasi kepada pihak terkait yang membutuhkan untuk ditindak lanjut hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Jalan Tol

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

Jalan tol adalah suatu lintas jalan yang merupakan alternatif dari lintas umum yang ada, mempunyai spesifikasi jalan bebas hambatan dan jalan tol hanya diperuntukkan bagi pemakai jalan yang menggunakan kendaraan roda 4 atau lebih dengan membayar tol (Pasal 14 UU No.13 Tahun 1980). Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 15 Tahun 2005, jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar.

Dalam pasal 43 (UU No.38/2004), jalan tol diselenggarakan untuk :

1. Memperlancar lalu lintas di daerah yang telah berkembang.
2. Meningkatkan hasil guna dan daya guna pelayanan distribusi barang dan jasa guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi.
3. Meringankan beban dana pemerintah melalui partisipasi pengguna jalan.

Meningkatkan pemerataan hasil pembangunan dan keadilan.

Jalan tol termasuk dalam sistem jaringan jalan primer yang merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional dengan semua simpul jasa distribusi yang kemudian berwujud kota (UU No.13/1980 dan PP No.26/1985). Berdasarkan fungsinya, jalan tol merupakan jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien. Persyaratan yang harus dimiliki sebuah jalan tol ialah :

1. Kecepatan rencana > 60 km/jam.

2. Lebar badan jalan > 8,0 m.
3. Kapasitas jalan lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
4. Jalan masuk dibatasi secara efisien sehingga kecepatan rencana dan kapasitas jalan dapat tercapai.
5. Tidak boleh terganggu oleh kegiatan lokal, lalu lintas lokal dan lalu lintas ulang alik.
6. Tingkat kenyamanan dan keamanan yang dinyatakan dengan Indeks
7. Permukaan tidak kurang dari 2 (dua).
8. Memiliki Standar Pelayanan Minimal sesuai dengan Tabel 1 di bawah ini

Tabel 1. Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol

| No | Substansi Pelayanan | Standar Pelayanan | | | |
|---------------------------|----------------------------|--|--|--|----------------------------------|
| | | Indikator | Cakupan/Lingkup | Tolak Ukur | |
| 1 | Kondisi jalan tol | Kekesatan | Seluruh ruas tol | 0,33 μ m | |
| | | Ketidak rataan | Seluruh ruas tol | IRI \leq 4 m/km | |
| | | Tidak ada lubang | Seluruh ruas tol | 100% | |
| 2 | Kecepatan tempuh rata-rata | Kecepatan tempuh rata-rata | Jalan tol dalam kota | \geq 1,6 kali kecepatan tempuh rata-rata jalan non tol | |
| | | | Jalan tol luar kota | \geq 1,8 kali kecepatan tempuh rata-rata jalan non tol | |
| 3 | Aksesibilitas | Kecepatan transaksi rata-rata | Gerbang tol sistem terbuka | \leq 8 detik setiap kendaraan | |
| | | | Gerbang tol sistem tertutup | - Gardu masuk | \leq 7 detik setiap kendaraan |
| | | | | - Gardu keluar | \leq 11 detik setiap kendaraan |
| | | Jumlah gardu tol | Kapasitas sistem terbuka | \leq 450 kendaraan per jam per gardu | |
| Kapasitas sistem tertutup | - Gardu masuk | | \leq 500 kendaraan per jam per gardu | | |
| | - Gardu keluar | \leq 300 kendaraan per jam per gardu | | | |

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.392/PRT/M/2005

B. Kebisingan

1. Pengertian Kebisingan

Berdasarkan SK Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep.Men-48/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, termasuk ternak, satwa, dan system alam. Tingkat intensitas bunyi dinyatakan dalam satuan bel atau *decible* (dB). Dari sudut pandang lingkungan, kebisingan adalah masuk atau di masukkannya energi (suara) ke dalam lingkungan hidup sedemikian rupa sehingga mengganggu peruntukannya. Munculnya kebisingan biasanya akan memberikan pengaruh terhadap penduduk atau pekerja di sekitar sumber kebisingan (Herawati, 2016).

Kebisingan lalu lintas berasal dari suara yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, terutama dari mesin kendaraan, knalpot serta akibat interaksi antara roda dengan jalan. Kendaraan berat (truk, bus) dan mobil penumpang merupakan sumber kebisingan utama di jalan raya. Kebisingan akibat lalu lintas adalah salah satu bunyi yang tidak dapat dihindari dari kehidupan modern dan juga salah satu bunyi yang tidak dikehendaki, faktor-faktor yang mempengaruhi kebisingan akibat lalu lintas diantaranya adalah (Mahmud, 2017) :

1. Pengaruh Volume Lalu Lintas (Q)

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

2. Pengaruh Kecepatan Rata-Rata Kendaraan (V)

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

3. Pengaruh Kelandaian Memanjang Jalan

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

4. Pengaruh Jarak Pengamat (D)

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

5. Pengaruh Jenis Permukaan Jalan

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

6. Pengaruh Komposisi Lalu Lintas

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

7. Lingkungan sekitar

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

2. Sumber Kebisingan

Sumber kebisingan dapat dikategorikan menjadi beberapa Jenis (Hezim, 2014), yaitu sebagai berikut :

- a. Dampak dari aktivitas berbagai proyek pembangunan dapat dibagi ke dalam empat tipe pembangunan yaitu:
 - 1) Sumber kebisingan dari tipe pembangunan pemukiman.

- 2) Sumber kebisingan dari tipe pembangunan gedung bukan untuk tempat tinggal tetap, misalnya untuk perkantoran, gedung umum, hotel, rumah sakit, sekolah dan lain sebagainya.
 - 3) Sumber kebisingan dari tipe pembangunan industri.
 - 4) Sumber kebisingan dari tipe pekerjaan umum, misalnya jalan, saluran induk air, selokan induk air, dan lainnya.
- b. Dilihat dari sifat sumber kebisingan dibagi menjadi dua yaitu:
- 1) Sumber kebisingan statis, misalnya pabrik, mesin, tape, dan lainnya
 - 2) Sumber kebisingan dinamis, misalnya mobil, pesawat terbang, kapal laut, dan lainnya.
- c. Sumber bising yang dilihat dari bentuk sumber suara yang dikeluarkannya ada dua:
- 1) Sumber bising yang berbentuk sebagai suatu titik/ bola/ lingkaran. Contohnya sumber bising dari mesin-mesin industri/ mesin yang tak bergerak.
 - 2) Sumber bising yang berbentuk sebagai suatu garis, contohnya kebisingan yang timbul karena kendaraan-kendaraan yang bergerak di jalan.
- d. Berdasarkan letak sumber suaranya, kebisingan dibagi menjadi:
- 1) Bising Interior. Merupakan bising yang berasal dari manusia, alat-alat rumah tangga atau mesin-mesin gedung yang antara lain disebabkan oleh radio, televisi, alat-alat musik, dan juga bising yang ditimbulkan oleh mesin-mesin yang ada di gedung tersebut seperti kipas angin, motor kompresor pendingin, pencuci piring dan lain-lain.
 - 2) Bising Eksterior. Bising yang dihasilkan oleh kendaraan transportasi darat, laut, maupun udara, dan alat-alat konstruksi.

3. Jenis Kebisingan

Berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia (Carolina, 2016), jenis-jenis kebisingan dapat dibagi sebagai berikut :

- a. Bising yang Mengganggu (*Irritating Noise*)

Merupakan bising yang mempunyai intensitas tidak terlalu keras namun menimbulkan rasa ketidaknyamanan, misalnya mendengkur.

b. Bising yang Menutupi (*Masking Noise*)

Merupakan bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas, secara tidak langsung bunyi ini akan membahayakan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja atau masyarakat yang terpapar, karena teriakan atau isyarat tanda bahaya tenggelam dalam bising dari sumber lain.

c. Bising yang Merusak (*Damaging/Injurious Noise*)

Merupakan bunyi yang intensitasnya melampaui Nilai Ambang Batas. Bunyi jenis ini akan merusak atau menurunkan fungsi pendengaran.

Berdasarkan sifat dan spektrum frekuensi bunyi (Fithri, 2015), jenis-jenis kebisingan dapat dibagi sebagai berikut :

a. Bising Terputus-putus

Bising ini memiliki sifat yang tidak terus-menerus namun ada jeda atau memiliki periode yang relatif tenang, misalnya lalu lintas, kendaraan, kapal terbang, kereta api.

b. Bising Kontinyu

Bising ini bersifat secara terus menerus tanpa ada jeda dan memiliki fluktuasi dari intensitasnya tidak lebih dari 6 dBA. Bising kontinyu dibagi menjadi 2 yaitu:

1) *Wide Spectrum* adalah bising dengan spektrum frekuensi yang luas, bising ini relatif tetap dalam batas kurang dari 5 dBA untuk periode 0,5 detik berturut-turut, seperti suara kipas angin dan suara mesin tenun.

2) *Narrow Spectrum* adalah bising ini juga relatif tetap, akan tetapi hanya mempunyai frekuensi tertentu saja (frekuensi 500, 1000, 4000) misalnya gergaji sirkuler dan katup gas.

c. Bising Impulsif

Bising jenis ini memiliki sifat perubahan intensitas suara dalam waktu sangat cepat dan mengejutkan pendengarannya, perubahan intensitas suara melebihi 40 dBA seperti suara tembakan, suara ledakan mercon, dan meriam.

d. Bising Impulsif Berulang

Sama dengan bising impulsif, hanya bising ini terjadi berulang-ulang, misalnya mesin tempa.

C. Baku Mutu Kebisingan

Baku mutu kebisingan adalah batas maksimal tingkat Baku mutu kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Kep.MenLH No.48 Tahun 1996). Tingkat kebisingan adalah ukuran energy bunyi yang dinyatakan dalam satuan *Decible* disingkat dBA. *Decible* adalah ukuran energi bunyi atau kuantitas yang dipergunakan sebagai unit-unit tingkat tekanan suara berbobot A. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 48/MENLH/11/1996, tanggal 25 Nopember 1996 tentang baku tingkat kebisingan Peruntukan Kawasan atau Lingkungan Kegiatan. Baku mutu tingkat kebisingan dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini

Tabel 2. Baku Mutu Tingkat Kebisingan

| Peruntukan Kawasan/Lingkungan Kegiatan | Tingkat Kebisingan |
|---|---------------------------|
| Perumahan dan pemukiman | 55 |
| Perdagangan dan Jasa | 70 |
| Perkantoran dan Perdagangan | 65 |
| Ruang Terbuka Hijau | 50 |
| Industri | 70 |
| Bandar Udara | 75 |
| Pemerintahan dan Fasilitas Umum | 60 |
| Rekreasi | 70 |
| Rumah Sakit atau sejenisnya | 55 |
| Sekolah atau sejenisnya | 55 |
| Tempat ibadah atau sejenisnya | 55 |

Sumber : KepmenLH No. 48 tahun 1996

Selain keputusan diatas, terdapat juga batasan teknis kapasitas lingkungan yang diterapkan untuk 2 (dua) kategori fungsi jalan yaitu : jalan utama (arteri atau

kolektor) dan jalan local, serta 2 (dua) kategori guna lahan yaitu : komersial dan pemukiman yang dapat diterapkan untuk daerah perkotaan. Berdasarkan pedoman perhitungan kapasitas jalan PU No.13 tahun 2003 mengenai batas maksimum dan minimum nilai L_{10} dan L_{eq} tercantum pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan

| Parameter | Utama-Komersial | | Utama-Pemukiman | | Lokal-Komersial | | Lokal-Pemukiman | |
|-----------------------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|
| | 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 |
| LA_{eq} , 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

D. Zona Kebisingan

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.718/Menkes/Per/1987 tentang kebisingan yang berhubungan dengan kesehatan dibagi sesuai dengan titik kebisingan yang diizinkan yaitu sebagai berikut :

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

Sedangkan zona kebisingan menurut *International Air Transportation Association* (IATA) yaitu :

- Zona A = Intensitas > 150 dBA → daerah berbahaya dan harus dihindari.
- Zona B = Intensitas 135-150 dBA → individu yang terpapar perlu memakai pelindung telinga (*earmuff* dan *earplug*).
- Zona C = 115-135 dBA → perlu memakai *earmuff*.
- Zona D = 100-115 dBA → perlu memakai *earplug*.

E. Dampak Kebisingan Terhadap Kesehatan

Dampak utama dari kebisingan adalah kerusakan atau gangguan pada indera pendengaran (Hutagalung, 2017). Bising juga dapat menyebabkan berbagai gangguan seperti gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi dan sebagainya.

1. Gangguan Fisiologis

Pada umumnya, bising bernada tinggi sangat mengganggu, apalagi bila terputus-putus atau yang datangnya tiba-tiba. Gangguan 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. Bising dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan pusing/sakit kepala. Hal ini disebabkan bising dapat merangsang situasi reseptor vestibular dalam telinga dalam yang akan menimbulkan efek pusing/vertigo. Perasaan mual, susah tidur dan sesak nafas disebabkan oleh rangsangan bising terhadap sistem saraf, keseimbangan organ, kelenjar endokrin, tekanan darah, sistem pencernaan dan keseimbangan elektrolit.

2. Gangguan Psikologis

Gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, susah tidur, dan cepat marah. Bila kebisingan diterima dalam waktu lama dapat menyebabkan penyakit psikosomatik berupa gastritis, jantung, stres, kelelahan dan lain-lain.

3. Gangguan Komunikasi

Gangguan komunikasi biasanya disebabkan *masking effect* (bunyi yang menutupi pendengaran yang kurang jelas) atau gangguan kejelasan suara. Komunikasi pembicaraan harus dilakukan dengan cara berteriak. Gangguan ini menyebabkan terganggunya pekerjaan, sampai pada kemungkinan terjadinya kesalahan karena tidak mendengar isyarat atau tanda bahaya. Gangguan komunikasi ini secara tidak langsung membahayakan keselamatan seseorang.

4. Gangguan Keseimbangan

Bising yang sangat tinggi dapat menyebabkan kesan berjalan di ruang angkasa atau melayang, yang dapat menimbulkan gangguan fisiologis berupa kepala pusing (*vertigo*) atau mual-mual.

5. Efek pada pendengaran

Pengaruh utama dari bising pada kesehatan adalah kerusakan pada indera pendengaran, yang menyebabkan tuli progresif dan efek ini telah diketahui dan diterima secara umum dari zaman dulu. Awalnya efek bising pada pendengaran adalah sementara dan pemuliahan terjadi secara cepat sesudah pekerjaan di area bising dihentikan. Akan tetapi apabila bekerja terus-menerus di area bising maka akan terjadi tuli menetap dan tidak dapat normal kembali, biasanya dimulai pada frekuensi 4000 Hz dan kemudian makin meluas kefrekuensi sekitarnya dan akhirnya mengenai frekuensi yang biasanya digunakan untuk percakapan.

F. Pengendalian Kebisingan

Strategi umum penanganan kebisingan termasuk kebisingan lalu lintas dapat dibedakan menjadi tiga, antara lain sebagai berikut (Kurnia, 2018):

1. Penanganan kebisingan pada sumbernya dengan cara mengatur sedemikian rupa agar sumber bunyi mengeluarkan intensitas bunyi seminimal mungkin.
2. Penanganan kebisingan pada media rambat bunyi, seperti pemakaian pegas atau peredam getaran langsung pada mesin akan memotong rambatan bunyi sehingga mengurangi tingkat kebisingan yang dihasilkan.
3. Penanganan kebisingan pada penerima bunyi, seperti dengan penggunaan pelindung telinga (*ear protector*).

Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan peredam bunyi yang efektif antara lain sebagai berikut (Handoko, 2010):

1. Pasanglah bahan-bahan peredam bunyi pada permukaan yang dapat menyebabkan waktu dengung berlebihan, gema mengganggu, dan titik api bunyi. Waktu dengung yang berlebihan akan mengganggu kejelasan

percakapan, terutama bagi orang dengan alat bantu pendengaran dan orang tua. Penggunaan peredam bunyi dengan luas permukaan tertentu akan mengurangi waktu dengung hingga setengahnya.

2. Penggunaan bahan peredam bunyi tidak diletakkan pada permukaan yang dapat bermanfaat sebagai pemantul seperti pada bidang di atas podium auditorium. Permukaan pemantul bunyi sebaiknya mempunyai koefisien serapan di bawah 0,2 dan dibentuk sedemikian rupa untuk mengarahkan bunyi.

Jika lantai tidak berkarpet, dinding tidak dilapisi gorden tebal, dan tidak terdapat perabot yang dapat meredam bunyi di ruangan, maka langit-langit dapat digunakan sebagai pengendali kebisingan. Peredam ini dapat ditempatkan pada dinding-dinding ruang yang sangat tinggi dan kecil, ataupun lorong yang panjang dan sempit, yang cenderung menciptakan *flutter echo* (suara gema cepat).

G. Metode Pengukuran Tingkat Kebisingan

Pengukuran tingkat kebisingan menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.48 Tahun 1996 dapat dilakukan dengan dua cara :

- 1) Cara Sederhana Dengan sebuah sound level meter biasa diukur tingkat tekanan bunyi dB (A) selama 10 (sepuluh) menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 (lima) detik.
- 2) Cara Langsung Dengan sebuah integrating sound level meter yang mempunyai fasilitas pengukuran LTM5, yaitu Leq dengan waktu ukur setiap 5 detik, dilakukan pengukuran selama 10 (sepuluh) menit.

Selain itu, ada tiga cara atau metode pengukuran kebisingan di tempat kerja yaitu sebagai berikut (Suroto, 2010):

- a) Pengukuran dengan titik sampling

Pengukuran ini dilakukan bila kebisingan diduga melebihi ambang batas hanya pada satu atau beberapa lokasi saja. Pengukuran ini juga dapat dilakukan untuk mengevaluasi kebisingan yang disebabkan oleh suatu peralatan sederhana, misalnya Kompresor/generator. Jarak pengukuran dari sumber

harus dicantumkan, misal 3 meter dari ketinggian 1 meter. Selain itu juga harus diperhatikan arah mikrofon alat pengukur yang digunakan.

b) Pengukuran dengan peta kontur

Pengukuran dengan membuat peta kontur sangat bermanfaat dalam mengukur kebisingan, karena peta tersebut dapat menentukan gambar tentang kondisi kebisingan dalam cakupan area. Pengukuran ini dilakukan dengan membuat gambar isopleth pada kertas berskala yang sesuai dengan pengukuran yang dibuat. Biasanya dibuat kode pewarnaan untuk menggambarkan keadaan kebisingan, warna hijau untuk kebisingan dengan intensitas dibawah 85 dBA warna orange untuk tingkat kebisingan yang tinggi diatas 90 dBA, warna kuning untuk kebisingan dengan intensitas antara 85 – 90 dBA.

c) Pengukuran dengan Grid

Untuk mengukur dengan Grid adalah dengan membuat contoh data kebisingan pada lokasi yang di inginkan. Titik-titik sampling harus dibuat dengan jarak interval yang sama diseluruh lokasi. Jadi dalam pengukuran lokasi dibagi menjadi beberpa kotak yang berukuran dan jarak yang sama, misalnya : 10 x 10 m. kotak tersebut ditandai dengan baris dan kolom untuk memudahkan identitas.

H. Perhitungan Tingkat Kebisingan

1. Distribusi Data

Pengukuran kebisingan dapat dianalisis dengan distribusi frekuensi. Adapun komponen pada distribusi frekuensi menurut (Alimuddin, 2016). yaitu :

a. *Range*

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

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

Dimana :

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

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

b. Banyaknya Kelas

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

Dimana :

K = Banyaknya data

N = Jumlah data

c. Interval Kelas

Interval kelas adalah interval yang diberikan untuk menetapkan kelas-kelas dalam distribusi. Banyaknya interval kelas dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

Dimana :

I = Interval

k = Banyaknya interval kelas

r = Range data

d. Nilai Tengah Kelas

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

$$\text{Titik tengah} : \frac{(BB+BA)}{2} \quad (4)$$

Dimana :

BB = Batas bawah suatu interval kelas

BA = Batas atas suatu interval kelas

2. Tingkat Kebisingan dalam Angka Penunjuk

Pengukuran dengan sistem angka penunjuk yang paling banyak digunakan adalah angka penunjuk ekuivalen (*equivalent index* (Leq)). Angka penunjuk ekuivalen (Leq) 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 penunjuk yang

dipakai adalah angka penunjuk persentase. Sistem pengukuran ini menghasilkan angka tunggal yang menunjukkan persentase tertentu dari tingkat kebisingan yang muncul selama waktu tersebut (Alimuddin, 2016). Dengan menggunakan metode statistik biasa, dapat dihitung tingkat kebisingan yang muncul sebanyak 1%, 10%, 50%, 90%, dan 99 %.

1) Untuk Leq_1 :

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

$$\text{Nilai A} = 99\% \times N \tag{5}$$

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

$$1\% = \text{Hasil } 99\% \text{ pengurangan dari } 100\%$$

$$N = \text{Jumlah data keseluruhan}$$

$$\text{Nilai } Leq_1 \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,99 \times I \times 100 \tag{6}$$

Dimana :

$$I = \text{Interval data}$$

$$X = \text{Jumlah data yang tidak diketahui}$$

$$B_0 = \text{Jumlah \% sebelum } 1$$

$$B_1 = \% \text{ setelah } 1$$

$$Leq_1 = I_0 + X \tag{7}$$

Dimana :

$$I_0 = \text{Interval akhir}$$

$$X = \text{Jumlah data yang tidak diketahui}$$

2) Untuk Leq_{10} :

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

$$\text{Nilai A} = 90\% \times N \tag{8}$$

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

$$10\% = \text{Hasil } 90\% \text{ pengurangan dari } 100\%$$

$$N = \text{Jumlah data keseluruhan}$$

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

Dimana :

- I = Interval data
- X = Jumlah data yang tidak diketahui
- B₀ = Jumlah % sebelum 10
- B₁ = % setelah 10

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

Dimana :

- I₀ = Interval akhir
- X = Jumlah data yang tidak diketahui

3) Untuk Leq₅₀ :

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

$$\text{Nilai A} = 50\% \times N \quad (11)$$

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

- 50% = Hasil 50% pengurangan dari 100%
- N = Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } Leq_{50} \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,5 \times I \times 100 \quad (12)$$

Dimana :

- I = Interval data
- X = Jumlah data yang tidak diketahui
- B₀ = Jumlah % sebelum 50
- B₁ = % setelah 50

$$Leq_{50} = I_0 + X \quad (13)$$

Dimana :

- I₀ = Interval akhir
- X = Jumlah data yang tidak diketahui

4) Untuk Leq_{90} :

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

$$\text{Nilai A} = 10\% \times N \quad (14)$$

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

$$10\% = \text{Hasil } 90\% \text{ pengurangan dari } 100\%$$

$$N = \text{Jumlah data keseluruhan}$$

$$\text{Nilai } Leq_{90} \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,1 \times I \times 100 \quad (15)$$

Dimana :

$$I = \text{Interval data}$$

$$X = \text{Jumlah data yang tidak diketahui}$$

$$B_0 = \text{Jumlah \% sebelum } 90$$

$$B_1 = \% \text{ setelah } 90$$

$$Leq_{90} = I_0 + X \quad (16)$$

Dimana :

$$I_0 = \text{Interval akhir}$$

$$X = \text{Jumlah data yang tidak diketahui}$$

5) Untuk Leq_{99} :

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

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

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

$$1\% = \text{Hasil } 99\% \text{ pengurangan dari } 100\%$$

$$N = \text{Jumlah data keseluruhan}$$

$$\text{Nilai } Leq_{99} \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,01 \times I \times 100 \quad (18)$$

Dimana :

$$I = \text{Interval data}$$

$$X = \text{Jumlah data yang tidak diketahui}$$

$$\begin{aligned}
B_0 &= \text{Jumlah \% sebelum 99} \\
B_1 &= \% \text{ setelah 99} \\
Leq_{99} &= I_0 + X \quad (19) \\
\text{Dimana :} \\
I_0 &= \text{Interval akhir}
\end{aligned}$$

Rumus LAeq

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

Dimana :

$$\begin{aligned}
LAeq &= \text{Tingkat kebisingan ekuivalen} \\
Leq_{50} &= \text{Angka penunjuk kebisingan 50\%} \\
Leq_1 &= \text{Angka penunjuk kebisingan 1\%}
\end{aligned}$$

Rumus Leq day

$$Leq \text{ day} = 10 \log (10) \times \frac{1}{\text{jamperhari}(n)} \times 10^{Laeq_{\frac{1}{10}}} + 10^{Laeq_{\frac{2}{10}}} \quad (21)$$

I. 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 *Statistical Product and Service Solutions* (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 hipotesesis 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 *Asymptotic Only*

Statistik menghitung tingkat signifikansi untuk statistik dalam prosedur *Crosstabs* dan *Nonparametric Tests* menggunakan metode asimtotik (*Asymptotic 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.

J. 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 :

- a. Jika nilai Signifikansi (Sig.) $< 0,05$ maka kesimpulannya adalah adanya perbedaan yang signifikan, yang artinya terdapat pengaruh.
- b. 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: Buka file data yang ingin dianalisis.

1. Selanjutnya klik *Analyze > Compare Means > Paired-Sample T Test*.
2. 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*.
3. Kemudian klik Ok dan akan muncul hasil pada output program SPSS

K. Uji Korelasi

Korelasi merupakan salah satu teknik analisis dalam statistik yang digunakan untuk mencari hubungan antara dua variabel yang bersifat kuantitatif. Hubungan dua variabel tersebut dapat terjadi karena adanya hubungan sebab akibat atau dapat pula terjadi karena kebetulan saja. Dua variabel dikatakan berkorelasi apabila perubahan pada variabel yang lain secara teratur dengan arah yang sama (korelasi positif) atau berlawanan (korelasi negatif) (Layn, 2020).

Adapun dasar pengambilannya sebagai berikut :

- a. Jika nilai Signifikansi (Sig.) $< 0,05$ maka berkorelasi
- b. Jika nilai Signifikansi (Sig.) $> 0,05$ maka tidak berkorelasi