

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA JALAN ARTERI  
BERMEDIAN KOTA MAKASSAR**



**SITI KHUSNUN FATINAH. YS**

**D131 17 1515**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2021**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA JALAN ARTERI  
BERMEDIAN KOTA MAKASSAR**

Diajukan Sebagai Tugas Akhir dalam Rangka penyelesaian Studi Sarjana S1  
Teknik Lingkungan pada Program Studi Teknik Lingkungan



**SITI KHUSNUN FATINAH. YS**

**D131 17 1515**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2021**



## 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 : **Analisis Tingkat Kebisingan pada Jalan Arteri Bermedian Kota Makassar**

Disusun Oleh :

Nama : Siti Khusnun Fatimah Ys D131171515

Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 26 Nopember 2021

Pembimbing I

Pembimbing II

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

  
Zarah Arwieny Hanami, S.T., M.T.  
NIDN. 8939020021

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, nama Siti Khusnun Fatimah. Ys, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Analisis Tingkat Kebisingan Pada Jalan Arteri Bermedian Kota 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 ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulisan lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu, semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 29 November 2021

Yang membuat pernyataan



**Siti Khusnun Fatimah. Ys**

D131 17 1515

## KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Alhamdulillah, Alhamdulillah, Alhamdulillah, segala puji bagi Allaah Subhaanahu Wa Ta'aala karena atas kehendak-Nya sehingga terselesaikanlah penulisan tugas akhir dengan judul “**Analisis Tingkat Kebisingan Pada Jalan Arteri Bermedian Kota Makassar**”. Sholawat dan salam semoga tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad Shallallaahu 'Alaihi Wa Sallam, sebaik-baik teladan di muka bumi.

Ungkapan terima kasih yang sebesar-besarnya, penulis persembahkan untuk keluarga tercinta, Ibunda Hadirah, Ayahanda Muh. Yasin Saleh, kakak-kakak, Ismu dan Fadila yang telah mencurahkan segenap cintanya, tak henti memotivasi, dan telah menjadi penyemangat penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa harta yang paling berharga adalah keluarga, karena segala bentuk do'a dan motivasi dari mereka yang selalu membangkitkan semangat penulis dalam menghadapi segala macam masalah dan rintangan dalam penulisan tugas akhir ini.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, jasa-jasa, serta dukungan banyak pihak Penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu M.A selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Prof. Baharuddin Hamzah, S.T.,M.Arch.,Ph.D. selaku Wakil Dekan dan Pembantu Dekan I Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan ibu Zarah Arwienny Hanami, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan, meluangkan waktu di tengah

kesibukannya selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.

6. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Departemen Teknik Lingkungan atas bimbingan, arahan, didikan, dan motivasi yang telah diberikan selama kurang lebih empat tahun.
7. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan terutama kepada staf S1 Teknik Lingkungan Ibu Sumiati dan Kak Olan.
8. Untuk teman-teman PLASTIS 2018 atas segala dukungan dan bantuan selama perkuliahan.
9. Teman-teman Lab. Riset Kualitas Udara Dan Bising 2017 yang telah berjuang bersama-sama dan saling membantu dalam menjalani semester akhir ini.
10. Teman-teman dan sahabat penulis CDMfouRN, yang telah membantu penulis dan menyemangati penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
11. Nilda, pute dan Nurul yang bersedia penulis susahkan dalam menghitung jumlah kendaraan, meskipun mereka sempat syok dan heran.
12. Cece Marini yang setia menjadi teman curhat penulis saat menghadapi masalah dalam penulisan tugas akhir ini.
13. Kim dan moci, kucing peliharaan penulis yang menjadi penghibur di rumah meskipun sering berbuat rusuh dan menghancurkan tanaman kaktus penulis.
14. Untuk kak Nurul Azizah yang telah membantu penulis dalam proses pengolahan data prediksi kebisingan dan senantiasa sabar dalam mengajarkan penulis menggunakan *Software Fortran 95*.
15. Ibu kos penulis yang senantiasa membantu berbagai permasalahan penulis selama berada di kos sejak 4 tahun silam.
16. Ismu dan Fadila, kakak penulis atau *trouble maker* yang setiap hari bertengkar tidak jelas dan bertanya kapan pulang dari Gowa yang membuat penulis berusaha mempercepat penyelesaian tugas akhir ini dan sedikit mengganggu kesehatan mental penulis.

17. Idyzraf keponakan penulis yang masih dalam rahim, penyemangat penulis untuk segera pulang ke rumah. Semoga Allaah Subhaanahu Wa Ta'aala senantiasa menjaganya.

18. Dan kepada keluarga besar penulis, rekan, partner penelitian, sahabat, dan berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, penulis ucapkan terima kasih atas tiap bantuan dan doa yang diberikan.

Semoga Allah Subhaanahu Wa Ta'aala memberikan ganjaran kebaikan kepada pihak-pihak yang tersebutkan. Penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis menerima segala bentuk kritikan maupun saran yang bersifat membangun. Penulis berharap tugas akhir ini memberikan manfaat bagi para pembaca dan bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Akhir kata penulis ucapkan, Wassalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.

Gowa, 23 November 2021

**Siti Khusnun Fatinah. Ys**

## ABSTRAK

**SITI KHUSNUN FATINAH. YS.** *Analisis Tingkat Kebisingan Pada Jalan Arteri Bermedial Kota Makassar* (dibimbing oleh **Muralia Hustim** dan **Zarah Arwienny Hanami**).

Kondisi lalu lintas pada area perkotaan tidak hanya memunculkan masalah kemacetan saja, namun juga permasalahan lingkungan seperti polusi suara atau kebisingan. Kota Makassar memiliki kondisi lalu lintas yang cukup padat, hal ini menimbulkan kebisingan terutama pada lalu lintas yang ramai seperti jalan arteri.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kebisingan lalu lintas pada jalan arteri bermedial di Kota Makassar dan memprediksi tingkat kebisingan dengan menggunakan model prediksi ASJ-RTN 2008. Jumlah titik pengamatan sebanyak 6 titik pada ruas jalan yang termasuk jalan arteri di Kota Makassar. Penelitian ini dilakukan selama 12 jam dari pukul 07.00 hingga pukul 18.00 untuk setiap titik pengamatan.

Hasil yang diperoleh adalah tingkat kebisingan ekivalen  $L_{eq,Day}$  pada jalan arteri, yakni sebesar 78,98 dB. Tingkat kebisingan terbesar berada pada Jalan Urip Sumoharjo sebesar 80,17 dB dan terendah pada Jalan Sultan Alauddin sebesar 77,30 dB. Tingkat kebisingan seluruh titik pengamatan telah melewati baku mutu yang dipersyaratkan pada Peraturan Menteri PU No. 13 tahun 2003 mengenai batasan teknis kapasitas lingkungan jalan untuk nilai  $L_{eq10}$  dan  $L_{Aeq}$ . Hasil prediksi kebisingan menggunakan model ASJ-RTN 2008 adalah sebesar 77,6 dB. Nilai tingkat kebisingan hasil prediksi ini berada di bawah nilai tingkat kebisingan hasil pengukuran. Untuk hasil validasi data pengukuran dan prediksi menunjukkan nilai Korelasi *Pearson* dan *Root Mean Square Error* (RMSE) adalah sebesar 0,85 dan 2,21. Hasil validasi tersebut menunjukkan menggunakan model prediksi ASJ-RTN 2008 dikatakan cukup baik.

**Kata Kunci :** Tingkat Kebisingan,  $L_{eq,Day}$ , Model Prediksi ASJ-RTN 2008



## ABSTRACT

**SITI KHUSNUN FATINAH. YS.** *Noise Level Analysis on Divided Arterial Roads Makassar City* (supervised by **Muralia Hustim** and **Zarah Arwienny Hanami**).

Traffic conditions in urban areas not only caused an occlusion, but also environmental problems like noise pollution or noisy. Makassar city has quite heavy traffic conditions, it's caused noisy especially on crowd traffic like arterial roads.

This research aims to analyze the level of traffic noise on divided arterial roads in Makassar city and to predict the level of traffic noise using the ASJ-RTN 2008 prediction model. The number of observation point is 6 points on the roads which includes in arterial roads. This research was conducted for 12 hours from 07.00 am until 18.00 pm for each observation points.

The results obtained are the equivalent  $L_{eq,Day}$  noise level on arterial roads, which is 78,98 dB. The highest noise level is on Urip Sumoharjo street which is 80,17 dB, and the lowest is on Sultan Alauddin street which is 77,30 dB. The noise level of all observation points has passed the quality standard required on the Minister of publik works regulation No. 13 year 2003 concerning the technical limits of road environmental capacity for the value of  $L_{eq10}$  and  $L_{Aeq}$ . The result of noise prediction using ASJ-RTN 2008 model is 77,6 dB. The predicted noise level value is below the measured noise level value. For the validation results of measurement and prediction data, the Pearson Correlation and Root Mean Square Error (RMSE) values are 0,85 and 2,21. The validation results showd that using the ASJ-RTN prediction model is said to be good enough.

**Keywords :** Noise Level,  $L_{eq,Day}$ , ASJ-RTN 2008 Prediction Model

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat penelitian.....	3
E. Ruang lingkup .....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II</b> .....	<b>6</b>
<b>KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
A. Transportasi.....	6
B. Kendaraan .....	6
C. Jalan.....	10
D. Jalan Arteri.....	14

E. Kebisingan.....	15
F. Jenis-jenis kebisingan.....	17
G. Sumber dan faktor kebisingan jalan.....	18
H. Baku mutu kebisingan.....	19
I. Dampak kebisingan.....	20
J. Alat ukur kebisingan .....	22
K. Perhitungan Kebisingan .....	23
L. Pengujian statistik .....	27
M. Prediksi Kebisingan .....	28
N. Korelasi <i>Pearson</i> .....	30
O. Root Mean Square Error (RMSE).....	31
<b>BAB III.....</b>	<b>32</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
A. Kerangka Penelitian .....	32
B. Rancangan Penelitian .....	33
C. Waktu dan Lokasi Penelitian .....	33
D. Alat Pengukuran.....	35
E. Teknik Pengumpulan Data.....	36
F. Teknik Analisis .....	40
<b>BAB IV .....</b>	<b>43</b>
<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
A. Gambaran Umum.....	43
B. Hasil Pengukuran Karakteristik Lalu Lintas .....	43
C. Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan.....	48
D. Uji Statistik <i>t-test</i> .....	56

E. Prediksi Kebisingan .....	57
<b>BAB V.....</b>	<b>60</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>60</b>
A. Kesimpulan .....	60
B. Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>66</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Kategori Kebisingan.....	17
<b>Tabel 2.2</b> Baku Mutu Kebisingan.....	19
<b>Tabel 2.3</b> Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan .....	20
<b>Tabel 2.4</b> Koefisien regresi a dan b untuk arus lalu lintas stedy dan unsteady ....	29
<b>Tabel 3.1</b> Daftar Jalan Arteri .....	35
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Perhitungan $L_{10}$ , $L_{50}$ , $L_{90}$ , $L_{Aeq}$ Jalan Perintis Kemerdekaan .....	49
<b>Tabel 4.4</b> Rekapitulasi .....	55
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Pengujian Hipotesis (Uji t) .....	56
<b>Tabel 4.6</b> Data Input Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008 Pada Program Fortran 95.....	57
<b>Tabel 4.7</b> Perbandingan Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran Dan Tingkat Kebisingan Hasil Prediksi ASJ-RTN 2008 .....	58

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b> Bagan Alir Penelitian.....	32
<b>Gambar 3.2</b> Peta Lokasi Titik Pengamatan .....	34
<b>Gambar 3.3</b> Layout Titik Pengamatan Jalan Perintis Kemerdekaan .....	34
<b>Gambar 3.4</b> Alat Pengukuran Kebisingan .....	35
<b>Gambar 3.5</b> Sketsa Pengambilan Data di Lapangan .....	37
<b>Gambar 3.6</b> Diagram alir perhitungan nilai tingkat bising.....	40
<b>Gambar 4.1</b> Volume lalu lintas sepeda motor dan kendaraan ringan dalam kendaraan/jam .....	44
<b>Gambar 4.2</b> Volume lalu lintas kendaraan berat dalam kendaraan/jam.....	44
<b>Gambar 4.3</b> Komposisi volume kendaraan.....	45
<b>Gambar 4.4</b> Kecepatan kendaraan .....	46
<b>Gambar 4.5</b> Jumlah klakson .....	47
<b>Gambar 4.6</b> Tingkat Kebisingan Lalu Lintas .....	49
<b>Gambar 4.7</b> Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Seluruh Titik Pengamatan.....	50
<b>Gambar 4.8</b> Batasan Teknis $L_{10}$ .....	53
<b>Gambar 4.9</b> Batasan Teknis $L_{Aeq}$ .....	54
<b>Gambar 4.10</b> Perbandingan $L_{Aeq, Day}$ Pengukuran dan $L_{Aeq, Day}$ prediksi ASJ-RTN 2008.....	59

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Layout Titik Pengamatan.....	66
<b>Lampiran 2.</b> Contoh Perhitungan Kebisingan .....	69
<b>Lampiran 3.</b> Data Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Tiap Ruas Jalan .....	77
<b>Lampiran 4.</b> Data Hasil Uji t .....	83
<b>Lampiran 5.</b> Data Input ASJ-RTN 2008 .....	86
<b>Lampiran 6.</b> Data Output ASJ-RTN 2008.....	87
<b>Lampiran 7.</b> Pengujian Validasi Hasil Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008 .....	88
<b>Lampiran 8.</b> Dokumentasi Pengambilan Data.....	90

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

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

Keinginan manusia untuk senantiasa bergerak dan kebutuhan mereka akan barang telah menciptakan kebutuhan akan transportasi. Preferensi manusia dalam hal waktu, uang, kenyamanan, dan kemudahan mempengaruhi moda (cara) transportasi apa yang akan dipakai, tentu saja sejauh moda transportasi tersebut tersedia bagi si pengguna (Khisty dan B. kent, 2005). Transportasi merupakan suatu pergerakan /perpindahan baik orang maupun barang dari suatu tempat asal ke suatu tujuan, dalam perpindahan atau pergerakan tersebut tentu saja menggunakan sarana pengangkutan berupa kendaraan yang dalam pengoperasiannya menimbulkan suara-suara seperti suara mesin yang keluar melalui knalpot maupun klakson (Djalante, 2010).

Sebagai akibat dari pertumbuhan penduduk yang disertai dengan meningkatnya perekonomian, maka tingkat mobilitas baik orang maupun barang akan meningkat pula. Jumlah penduduk yang cukup tinggi membuat kebutuhan akan kendaraan semakin banyak. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa, pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat saat ini sejalan dengan pertumbuhan pada sektor transportasi. Transportasi sendiri terbagi menjadi 3, yakni darat, laut dan udara. Transportasi darat menjadi yang paling sibuk setiap harinya, yakni pada aktivitas lalu lintas jalan.

Menurut Peraturan Pemerintah nomor 34 tahun 2006 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. Salah satu jenis jalan dengan volume lalu lintas yang cukup besar adalah jalan arteri. Jalan arteri sendiri merupakan jalan yang melayani angkutan utama dengan kecepatan kendaraannya yang cukup tinggi. Kapasitas jalan ini cukup besar, sehingga sering ditemui di kota-kota besar dengan volume kendaraan yang tinggi. Jalan tipe ini



memiliki kapasitas besar yang mampu menampung volume lalu lintas dengan jumlah banyak. Namun, dibalik manfaat yang diberikan aktivitas pada jalan ini memberikan dampak lain berupa kebisingan yang berasal dari aktivitas kendaraan.

Menurut keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996 kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Tak jarang kebisingan lalu lintas melebihi ambang batas yang ada. Pengaruh dari kebisingan yang terus-menerus akan memberikan efek baik secara fisiologis maupun psikologis. Dalam jangka waktu yang singkat, kebisingan tidak akan langsung menyebabkan kerusakan fisiologis, hanya akan berdampak pada ketidaknyamanan, akan tetapi dalam jangka panjang gangguan kesehatan akan mulai muncul seperti kerusakan pendengaran hingga gangguan peredaran darah. Masih banyak dari masyarakat yang tidak sadar dengan hal ini. Kebisingan menjadi bagian dari salah satu pencemaran lingkungan yang apabila melampaui ambang batas tentunya perlu dilakukan pengendalian terhadapnya.

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 (Djalante, 2010). Faktor lain penyebab kebisingan lalu lintas, yakni tidak ada atau kurangnya *barrier* penyerap kebisingan di jalan. *Barrier* dalam hal ini dapat berupa tanaman serta penghalang lainnya. Semakin besar volume kendaraan yang ada maka tingkat bising akan semakin meningkat. Permasalahan seperti ini sering kita jumpai di kota-kota besar dengan aktivitas lalu lintas yang padat.

Kota Makassar merupakan kota metropolitan dengan jumlah penduduk yang cukup tinggi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2019, jumlah penduduk Kota Makassar sebanyak 1.526.677 jiwa dengan kepadatan penduduk mencapai 8.686 jiwa/Km<sup>2</sup>. Banyaknya jumlah penduduk tersebut membuat kebutuhan akan kendaraan semakin banyak, hal inilah yang menyebabkan kota Makassar sering dilanda kemacetan yang juga menimbulkan kebisingan. Kebisingan yang terus-menerus terjadi akan menimbulkan ketidaknyamanan bagi lingkungan disekitarnya.

Hal ini tentu perlu mendapat perhatian khusus terkait informasi mengenai tingkat kebisingan lalu lintas dan bagaimana dampak yang dirasakan masyarakat selama ini. Sehingga dapat dilakukan pengendalian terhadapnya, baik itu pengendalian pada sumber, medium, maupun penerima.

Berdasarkan latar belakang ini, maka penulis mengambil penelitian Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Tingkat Kebisingan Pada Jalan Arteri Bermedian Kota Makassar**”

### **B. Rumusan Masalah**

1. Berapa besar tingkat kebisingan yang ada pada jalan arteri bermedian di Kota Makassar ?
2. Bagaimana prediksi tingkat kebisingan lalu lintas jalan arteri bermedian di Kota Makassar menggunakan Model ASJ-RTN 2008 ?

### **C. Tujuan Penelitian**

1. Menganalisis tingkat kebisingan pada jalan arteri bermedian di Kota Makassar
2. Memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas jalan arteri bermedian di Kota Makassar menggunakan Model ASJ-RTN 2008.

### **D. Manfaat penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Akademik

Penelitian ini membahas mengenai kebisingan akibat aktivitas lalu lintas pada jalan arteri bermedian di Kota Makassar sebagai salah satu penunjang untuk menyelesaikan tugas akhir, sehingga melalui penelitian ini diharapkan penulis dan semua pihak yang berkepentingan dapat lebih memahaminya.

2. Manfaat Bagi Departemen Teknik Lingkungan

Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dalam bidang riset kebisingan, khususnya dalam memperhatikan dampak kebisingan pada jalan arteri.

3. Manfaat Bagi masyarakat

Memberikan pengetahuan bagi masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan jalan arteri mengenai tingkat kebisingan dan cara mengatasinya yang telah dihasilkan dari aktivitas-aktivitas lalu lintas pada jalan arteri.

### **E. Ruang lingkup**

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

1. Ruang Lingkup Substansi

Tugas akhir ini membahas masalah kebisingan yang terjadi pada jalan arteri di Kota Makassar dan prediksi tingkat kebisingannya menggunakan model ASJ-RTN 2008. Penelitian ini dilakukan selama 12 jam mulai pukul 07:00 – 18:00 Wita untuk satu titik pengamatan.

2. Ruang Lingkup Wilayah

Wilayah yang menjadi objek penelitian adalah jalan arteri bermedian pada kota Makassar. Terdapat 6 jalan dimana setiap jalan terdapat 1 titik pengukuran, sehingga titik pengukuran berjumlah 6 titik. Jalan tersebut terdiri dari Jalan Perintis Kemerdekaan, Jalan Urip Sumoharjo, Jalan Pettarani, Jalan Sultan Alauddin, Jalan Veteran Selatan, dan Jalan Veteran Utara.

### **F. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

## **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan landasan dan identifikasi masalah sehingga dilaksanakannya penelitian ini. Bab ini berisi latar belakang masalah, identifikasi masalah, tujuan penelitian yang ingin dicapai, batasan masalah untuk mempersempit ruang lingkup, manfaat penelitian yang diharapkan, serta sistematika penulisan laporan secara sistematis yang digunakan dalam Tugas Akhir ini.

## **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas mengenai teori- teori dan informasi – informasi pendukung dari buku- buku literatur, jurnal, dan berbagai sumber lain sesuai dengan tujuan penelitian yang digunakan sebagai dasar pembahasan.

## **BAB III: METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi bagan alir metode penelitian, jenis penelitian, waktu dan tempat penelitian, teknik pengumpulan data, metode penyajian dan analisis data, serta gambaran umum lokasi penelitian.

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

Bab ini menjelaskan hasil penelitian, perhitungan, evaluasi serta analisis mengenai permasalahan yang diangkat.

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

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis yang telah disajikan pada bab sebelumnya disertai saran-saran bagi penelitian ini.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Transportasi**

Transportasi adalah pemindahan manusia atau barang dengan menggunakan wahana yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Banyak ahli telah merumuskan dan mengemukakan pengertian transportasi. Para ahli memiliki pandangannya masing-masing yang mempunyai perbedaan dan persamaan antara yang satu dengan lainnya. Kata transportasi berasal dari bahasa latin yaitu *transportare* yang mana trans berarti mengangkat atau membawa. Jadi transportasi adalah membawa sesuatu dari satu tempat ke tempat yang lain (Andriansyah, 2015).

Transportasi merupakan bagian dari kehidupan yang kita alami sehari-hari. Pembicaraan seputar transportasi pasti akan menyentuh berbagai spektrum kehidupan yang sangat luas. Diskusi dapat dimulai dari skala makro seperti globalisasi sampai pada masalah-masalah angkutan umum yang sering kita alami sehari-hari. Karenanya tidak heran apabila sebagian masyarakat, walaupun tidak semua lapisan, sangat peduli dengan layanan, sarana, dan prasarana transportasi. Kondisi sosial demografi wilayah memiliki pengaruh terhadap kinerja transportasi di wilayah tersebut. Tingkat kepadatan penduduk misalnya akan memiliki pengaruh signifikan terhadap sejauh mana transportasi akan mampu melayani kebutuhan masyarakat. Di perkotaan, kecenderungan yang terjadi adalah adanya peningkatan penduduk yang tinggi yang disebabkan oleh tingkat kelahiran maupun urbanisasi yang semakin bertambah (Susantono *et al.*, 2004).

#### **B. Kendaraan**

Dalam Undang-Undang Republik Indonesia nomor 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, dijelaskan bahwa kendaraan adalah suatu sarana angkut di jalan yang terdiri atas kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor. Kendaraan bermotor adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh peralatan mekanik berupa mesin selain kendaraan yang berjalan di atas rel. Kendaraan tidak

bermotor adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh tenaga manusia dan/atau hewan.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 tahun 2012 tentang kendaraan menjelaskan bahwa Kendaraan Bermotor berdasarkan jenis dikelompokkan ke dalam:

1. Sepeda Motor;

Kendaraan Bermotor jenis Sepeda Motor meliputi:

- a. Kendaraan Bermotor roda 2 (dua) dengan atau tanpa rumah-rumah;
- b. Kendaraan Bermotor roda 2 (dua) dengan atau tanpa kereta samping; dan
- c. Kendaraan Bermotor roda 3 (tiga) tanpa rumah-rumah.

2. Mobil Penumpang;

Kendaraan Bermotor jenis Mobil Penumpang meliputi:

- a. Mobil Penumpang sedan yang memiliki 3 (tiga) ruang terdiri atas:
  - 1) Ruang mesin;
  - 2) Ruang pengemudi dan penumpang; dan
  - 3) Ruang bagasi.
- b. Mobil Penumpang bukan sedan yang memiliki 2 (dua) ruang terdiri atas:
  - 1) Ruang mesin; dan
  - 2) Ruang pengemudi, ruang penumpang dan/atau bagasi.
- c. Mobil Penumpang lainnya dirancang untuk keperluan khusus.

3. Mobil Bus;

Kendaraan Bermotor jenis Mobil Bus meliputi:

- a. Mobil Bus kecil yang dirancang dengan:
  - 1) Jumlah berat yang diperbolehkan (JBB) lebih dari 3.500 (tiga ribu lima ratus) sampai dengan 5.000 (lima ribu) kilogram;
  - 2) Ukuran panjang keseluruhan tidak melebihi ukuran landasan dan tidak lebih dari 6.000 (enam ribu) milimeter; dan
  - 3) ukuran lebar keseluruhan tidak melebihi ukuran landasan dan tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter serta tinggi Kendaraan tidak lebih dari 1,7 (satu koma tujuh) kali lebar Kendaraannya.

b. Mobil Bus sedang yang dirancang dengan:

- 1) Jumlah berat yang diperbolehkan (JBB) lebih dari 5.000 (lima ribu) sampai dengan 8.000 (delapan ribu) kilogram;
- 2) Ukuran panjang keseluruhan tidak melebihi ukuran landasan dan panjang keseluruhan tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) milimeter; dan
- 3) Ukuran lebar keseluruhan tidak melebihi ukuran landasan dan tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter serta tinggi Kendaraan tidak lebih dari 1,7 (satu koma tujuh) kali lebar Kendaraannya.

c. Mobil Bus besar yang dirancang dengan:

- 1) Jumlah berat yang diperbolehkan (JBB) lebih dari 8.000 (delapan ribu) sampai dengan 16.000 (enam belas ribu) kilogram;
- 2) Ukuran panjang keseluruhan tidak melebihi ukuran landasan dan ukuran Panjang keseluruhan Kendaraan Bermotor lebih dari 9.000 (sembilan ribu) milimeter sampai dengan 12.000 (dua belas ribu) milimeter; dan
- 3) Ukuran lebar keseluruhan tidak melebihi ukuran landasan dan ukuran lebar keseluruhan tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter serta tinggi Kendaraan tidak lebih dari 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter dan tidak lebih dari 1,7 (satu koma tujuh) kali lebar Kendaraannya.

d. Mobil Bus maxi yang dirancang dengan:

- 1) Jumlah berat yang diperbolehkan (JBB) lebih dari 16.000 (enam belas ribu) kilogram sampai dengan 24.000 (dua puluh empat ribu) kilogram;
- 2) Ukuran panjang keseluruhan lebih dari 12.000 (dua belas ribu) milimeter sampai dengan 13.500 (tiga belas ribu lima ratus) milimeter; dan
- 3) Ukuran lebar keseluruhan tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter dan tinggi
- 4) Kendaraan tidak lebih dari 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter dan tidak lebih dari 1,7 (satu koma tujuh) kali lebar Kendaraannya.

e. Mobil Bus gandeng yang dirancang dengan:

- 1) Jumlah Berat Kombinasi Yang Diperbolehkan (JBKB) paling sedikit 22.000 (dua puluh dua ribu) kilogram sampai dengan 26.000 (dua puluh enam ribu) kilogram;

- 2) Ukuran panjang keseluruhan lebih dari 13.500 (tiga belas ribu lima ratus) milimeter sampai dengan 18.000 (delapan belas ribu) milimeter; dan
- 3) Ukuran lebar keseluruhan tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter dan tinggi Kendaraan tidak lebih dari 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter dan tidak lebih dari 1,7 (satu koma tujuh) kali lebar Kendaraannya.

f. Mobil Bus tempel yang dirancang dengan:

- 1) Jumlah Berat Kombinasi Yang Diperbolehkan (JBKB) paling sedikit 22.000 (dua puluh dua ribu) kilogram sampai dengan 26.000 (dua puluh enam ribu) kilogram;
- 2) Ukuran panjang keseluruhan lebih dari 13.500 (tiga belas ribu lima ratus) milimeter sampai dengan 18.000 (delapan belas ribu) milimeter; dan
- 3) Ukuran lebar keseluruhan tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter dan tinggi Kendaraan tidak lebih dari 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter dan tidak lebih dari 1,7 (satu koma tujuh) kali lebar Kendaraannya;

g. Mobil Bus tingkat yang dirancang dengan:

- 1) Jumlah berat yang diperbolehkan (JBB) paling sedikit 21.000 (dua puluh satu ribu) kilogram sampai dengan 24.000 (dua puluh empat ribu) kilogram;
- 2) Ukuran panjang keseluruhan paling sedikit 9.000 (sembilan ribu) milimeter sampai dengan 13.500 (tiga belas ribu lima ratus) milimeter;
- 3) Ukuran lebar keseluruhan tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter; dan
- 4) Ukuran tinggi Mobil Bus tingkat tidak lebih dari 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter

4. Mobil Barang

Kendaraan Bermotor jenis Mobil Barang sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (1) huruf d meliputi:

- a. Mobil bak muatan terbuka;
- b. Mobil bak muatan tertutup;



- c. Mobil tangki; dan
  - d. Mobil penarik.
5. Kendaraan khusus
- Kendaraan Bermotor jenis Kendaraan khusus meliputi Kendaraan yang dirancang bangun untuk fungsi tertentu yang meliputi:
- a. Militer;
  - b. Ketertiban dan keamanan masyarakat;
  - c. Alat produksi; dan
  - d. Mobilitas penyandang cacat.

### **C. Jalan**

Menurut Undang-Undang Nomor 38 tahun 2004 tentang jalan, 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, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan dan/atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel. Sedangkan Sistem jaringan jalan adalah satu kesatuan ruas jalan yang saling menghubungkan dan mengikat pusat-pusat pertumbuhan dengan wilayah yang berada dalam pengaruh pelayanannya dalam satu hubungan hierarkis.

Sistem jaringan jalan akan bermanfaat secara optimal untuk menampung pergerakan kendaraan orang maupun barang dari suatu tempat ketempat lainnya, dari asal ke tujuan atau menurut kaidah ekonomi dari daerah produsen ke daerah konsumen. Pergerakan kendaraan ini melalui jaringan jalan yang terhubung menerus satu dengan lainnya sehingga membentuk *connectivity*. Penangan jaringan jalan ini akan efisien apabila dibuatkan klasifikasi sesuai hierarkinya (Kementerian PUPR, 2017).

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 38 tahun 2004 tentang jalan, sistem jaringan jalan terdiri atas sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder. Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang

berwujud pusat-pusat kegiatan. Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

#### 1. Klasifikasi jalan

Dalam modul 3 Dasar-dasar perencanaan geometrik ruas jalan oleh Kementerian PUPR (2017) dijelaskan pembagian jalan berdasarkan peruntukannya, yakni jalan umum, dimana peruntukannya untuk lalu-lintas umum dan jalan khusus dimana peruntukannya bukan melayani lalu-lintas umum dalam rangka distribusi barang dan jasa yang dibutuhkan. Jalan umum menurut fungsinya dikelompokkan menjadi empat, yaitu sebagai berikut:

- a. Jalan Arteri, jalan yang melayani angkutan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- b. Jalan kolektor, jalan yang melayani angkutan pengumpulan/pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan lokal, jalan yang melayani angkutan setempat/local dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan Lingkungan, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri jarak perjalanan dekat dan kecepatan rendah.

Guna kepentingan pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran lalu-lintas dan angkutan jalan, jalan umum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia nomor 22 tahun 2009 tentang lalu-lintas dan angkutan jalan, dikelompokkan atas :

- a. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton.

- b. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.
- c. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton;.
- d. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton.

## 2. Tipe Jalan

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia oleh Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), tipe jalan berdasarkan jumlah lajur dan arah dibagi atas :

### a. Jalan dua-lajur dua-arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalan perkotaan dua-lajur dua-arah (2/2 UD) dengan lebar jalur lalu-lintas lebih kecil dari dan sama dengan 10,5 meter. Untuk jalan dua-arah yang lebih lebar dari 11 meter, jalan sesungguhnya selama beroperasi pada kondisi arus tinggi sebaiknya diamati sebagai dasar pemilihan prosedur perhitungan jalan perkotaan dua-lajur atau empat-lajur tak- terbagi

### b. Jalan empat-lajur dua-arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua-arah dengan lebar jalur lalu-lintas lebih dari 10,5 meter dan kurang dari 16,0 meter.

#### 1) Jalan empat-lajur terbagi (4/2 D)

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

- a) Lebar lajur 3,5 m (lebar jalur lalu-lintas total 14,0 m)

- b) Kereb (tanpa bahu)
- c) Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar  $\geq 2$  m
- d) Median
- e) Pemisahan arah lalu-lintas 50 - 50
- f) Hambatan samping rendah
- g) Ukuran kota 1,0 - 3,0 Juta
- h) Tipe alinyemen datar.

2) Jalan empat-lajur tak-terbagi (4/2 UD)

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

- a) Lebar lajur 3,5 m (lebar jalur lalu-lintas total 14,0 m)
- b) Kereb (tanpa bahu)
- c) Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar  $\geq 2$  m
- d) Tidak ada median
- e) Pemisahan arah lalu-lintas 50 - 50
- f) Hambatan samping rendah
- g) Ukuran kota 1,0 - 3,0 Juta
- h) Tipe alinyemen datar.

c. Jalan 6 lajur-dua arah terbagi

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua-arah dengan lebar jalur lalu-lintas lebih dari 18 meter dan kurang dari 24 meter.

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

- 1) Lebar lajur 3,5 m (lebar jalur lalu-lintas total 21,0 m)
- 2) Kereb (tanpa bahu)
- 3) Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar  $\geq 2$  m
- 4) Median
- 5) Pemisahan arah lalu-lintas 50 – 50
- 6) Hambatan samping rendah
- 7) Ukuran kota 1,0 - 3,0 Juta
- 8) Tipe alinyemen datar.

#### 1. Jalan satu arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalan satu-arah dengan lebar jalur lalu-lintas dari 5,0 meter sampai dengan 10,5 meter.

Kondisi dasar tipe jalan ini dari mana kecepatan arus bebas dasar dan kapasitas ditentukan didefinisikan sebagai berikut:

- 1) Lebar jalur lalu-lintas tujuh meter
- 2) Lebar bahu efektif paling sedikit 2 m pada setiap sisi
- 3) Tidak ada median
- 4) Hambatan samping rendah
- 5) Ukuran kota 1,0 - 3,0 Juta
- 6) Tipe alinyemen datar.

### **D. Jalan Arteri**

Undang-Undang Republik Indonesia nomor 38 Tahun 2004 menjelaskan bahwa jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna. Jalan arteri meliputi jalan arteri primer dan arteri sekunder. Jalan arteri primer merupakan jalan arteri dalam skala wilayah tingkat nasional, sedangkan jalan arteri sekunder merupakan jalan arteri dalam skala perkotaan.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah no. 34 tahun 2006 tentang jalan, persyaratan teknis untuk jalan arteri primer dan jalan arteri sekunder adalah sebagai berikut :

#### 1. Jalan Arteri Primer

- a. Jalan arteri primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 (enam puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 (sebelas) meter.
- b. Jalan arteri primer mempunyai kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
- c. Pada jalan arteri primer lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal, dan kegiatan lokal.

- d. Jumlah jalan masuk ke jalan arteri primer dibatasi sedemikian rupa sehingga ketentuan sebagaimana dimaksud pada ketentuan (a), (b), dan (c) harus tetap terpenuhi.
  - e. Persimpangan sebidang pada jalan arteri primer dengan pengaturan tertentu harus memenuhi ketentuan sebagaimana dimaksud pada ketentuan (a), (b), dan (c)
  - f. Jalan arteri primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.
2. Jalan Arteri Sekunder
- a. Jalan arteri sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 30 (tiga puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 (sebelas) meter.
  - b. Jalan arteri sekunder mempunyai kapasitas yang lebih besar daripada volume lalu lintas rata-rata.
  - c. Pada jalan arteri sekunder lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.
  - d. Persimpangan sebidang pada jalan arteri sekunder dengan pengaturan tertentu harus dapat memenuhi ketentuan sebagaimana dimaksud pada ketentuan (a), dan (b).

### **E. Kebisingan**

Kebisingan yaitu bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (KepMenLH No.48 Tahun 1996) atau semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran (KepMenNaker No.51 Tahun 1999).

Berglund *et al.*, (1999) memberikan tinjauan yang lebih ekstensif tentang berbagai sumber kebisingan lingkungan sebagai berikut :

#### 1. Kebisingan industri

Industri mekanis menciptakan masalah kebisingan yang serius. Kebisingan ini disebabkan oleh semua jenis mesin dan sering kali meningkat dengan kekuatan

mesin. Kebisingan mungkin mengandung frekuensi rendah atau tinggi, komponen tonal, impulsif atau memiliki pola suara temporal yang tidak menyenangkan dan mengganggu. Mesin berputar dan bolak-balik menghasilkan suara yang mencakup komponen nada; dan peralatan penggerak udara juga cenderung menimbulkan kebisingan dengan rentang frekuensi yang luas. Tingkat tekanan suara yang tinggi disebabkan oleh komponen atau aliran gas yang bergerak dengan kecepatan tinggi (misalnya, kipas angin, katup pelepas tekanan uap), atau oleh operasi yang melibatkan benturan mekanis (misalnya, menginjak, memukau, merusak jalan). Mesin sebaiknya dibungkam di sumbernya. Kebisingan dari instalasi tetap, seperti pabrik atau lokasi konstruksi, pompa panas dan sistem ventilasi di atap, biasanya mempengaruhi masyarakat sekitar. Pengurangan dapat dicapai dengan mendorong peralatan yang lebih tenang atau dengan membuat zonasi lahan menjadi kawasan industri dan pemukiman. Persyaratan untuk pasif (penutup isolasi suara) dan kontrol kebisingan aktif, atau pembatasan waktu operasi, mungkin juga efektif.

## 2. Kebisingan transportasi

Kebisingan transportasi merupakan sumber utama pencemaran kebisingan lingkungan, termasuk lalu lintas jalan raya, lalu lintas kereta api dan lalu lintas udara. Secara umum, kendaraan yang lebih besar dan lebih berat mengeluarkan suara lebih banyak daripada kendaraan yang lebih kecil dan ringan. Kebisingan transportasi jalan terutama dihasilkan dari mesin dan dari kontak gesekan antara kendaraan dengan tanah dan udara. Kebisingan rel kereta api bergantung pada kecepatan kereta, selain itu juga bergantung pada jenis-jenis dari mesin, gerbong, dan rel dan dasarnya, serta kekasaran dari roda dan rel. Kebisingan dapat dihasilkan di stasiun dikarenakan mesin yang sedang berjalan, peluit dan pengeras suara. Aktivitas pesawat menghasilkan kebisingan yang cukup besar pada bandara komersil maupun bandara militer. Pesawat lepas landas diketahui menghasilkan kebisingan yang intens, termasuk getaran dan derak. Pendaratan menghasilkan kebisingan yang cukup besar di koridor penerbangan ketinggian rendah yang panjang. Kebisingan dihasilkan oleh roda pada saat mendarat dan

pengaturan *power* otomatis, dan juga pada saat mundur, semuanya untuk alasan keamanan.

3. Kebisingan konstruksi dan kebisingan layanan bangunan

Pekerjaan konstruksi dan penggalian gedung dapat menyebabkan emisi kebisingan yang cukup besar. Berbagai suara berumbar dari derek, pengaduk semen, pengelasan, palu, bor, dan proses kerja lainnya. Peralatan konstruksi sering kali diredam dan dirawat dengan buruk, dan pengoperasian gedung terkadang dilakukan tanpa mempertimbangkan konsekuensi kebisingan lingkungan. Layanan jalan seperti pembuangan sampah dan pembersihan jalan juga dapat menyebabkan gangguan yang cukup besar jika dilakukan pada waktu-waktu yang sensitif. Suara dari instalasi dan saluran ventilasi dan pendingin udara, pompa panas, sistem perpipaan, dan *lift (elevator)*, misalnya, dapat mengganggu kenyamanan lingkungan dan penghuni disekitarnya.

4. Kebisingan rumah tangga dan kebisingan dari kegiatan rekreasi

Di daerah pemukiman, kebisingan mungkin berasal dari perangkat mekanis (misalnya pompa panas, sistem ventilasi dan lalu lintas), serta suara, musik dan jenis suara lain yang dihasilkan oleh tetangga (misalnya penggerak rumput, penyedot debu dan peralatan rumah tangga lainnya, produksi musik dan pesta yang bising). Perilaku sosial yang buruk juga menimbulkan masalah kebisingan pada pemukiman. Beberapa dari konser dalam ruangan dan diskotik dapat menghasilkan level tekanan suara yang tinggi. Konser luar ruangan, kembang api, dan berbagai macam festival dapat menghasilkan kebisingan yang intens.

### F. Jenis-jenis kebisingan

Kategoring kebisingin menurut (Susanto, 2006) dapat dilihat dalam table berikut :

**Tabel 2.1** Kategori Kebisingan

Jumlah kebisingan	Semua kebisingan di suatu tempat tertentu dan suatu waktu tertentu.
Kebisingan spesifik	Kebisingan di antara jumlah kebisingan yang dapat dengan jelas dibedakan untuk



alasan-alasan akustik. Seringkali sumber kebisingan dapat diidentifikasi.

---

Kebisingan residual	Kebisingan yang tertinggal sesudah penghapusan seluruh kebisingan spesifik dari jumlah kebisingan di suatu tempat tertentu dan suatu waktu tertentu.
Kebisingan latar belakang	Semua kebisingan lainnya ketika memusatkan perhatian pada suatu kebisingan tertentu. Penting untuk membedakan antara kebisingan residual dengan kebisingan latar belakang.

---

Menurut Setyaningsih (2018) ada empat jenis kebisingan beserta contohnya sebagai berikut :

1. Kebisingan kontinu dengan spektrum frekuensi luas: suara diesel, kipas angin
2. Kebisingan kontinu dengan spektrum sempit : katupgas dan gergaji sirkuler
3. Kebisingan terputus-putus /intermitten: lalu lintas, pesawat tinggal landas
4. Kebisingan impulsif : ledakan bom, suara senapan
5. Kebisingan impulsif berulang : mesin tempa.

### **G. Sumber dan faktor kebisingan jalan**

Sumber-sumber bising pada dasarnya dibagi menjadi tiga macam yaitu : sumber titik, sumber bidang, dan sumber garis. Kebisingan lalu lintas termasuk dalam kriteria sumber garis. Kebisingan ini ditimbulkan oleh lalu lintas kendaraan bermotor yang semakin meluas, hal ini bisa ditunjukkan oleh semakin padatnya lalu lintas kendaraan di jalan raya penyebab kebisingan dari kendaraan bermotor (Suroto, 2010).

Kebisingan jalan raya menurut Berglund *et al.*, (1999) terutama dihasilkan dari mesin dan dari kontak gesekan antara kendaraan dengan tanah dan udara. Secara umum, kebisingan kontak jalan melebihi kebisingan mesin pada kecepatan lebih tinggi dari 60 km / jam. Tingkat tekanan suara dari lalu lintas dapat diprediksi dari

laju arus lalu lintas, kecepatan kendaraan, proporsi kendaraan berat, dan sifat permukaan jalan. Masalah khusus dapat muncul di area di mana pergerakan lalu lintas melibatkan perubahan kecepatan dan tenaga mesin, seperti di lampu lalu lintas, perbukitan, dan jalan persimpangan; atau di mana topografi, kondisi meteorologi dan kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (misalnya, daerah pegunungan).

### H. Baku mutu kebisingan

Berdasarkan Kepmen LH no. 48 (1996) baku mutu kebisingan sebagai berikut:

**Tabel 2.2** Baku Mutu Kebisingan

<b>Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan</b>	<b>Tingkat kebisingan DB (A)</b>
a. Peruntukan kawasan	
1. Perumahan dan pemukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus:	
- Bandar udara <sup>*)</sup>	
- Stasiun Kereta Api <sup>*)</sup>	
- Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. tempat ibadah atau sejenisnya	55

Sumber : KEP.48/MENLH/11/1996

**Keterangan :**

<sup>\*)</sup> disesuaikan dengan ketentuan Menteri Perhubungan

Adapun nilai yang terdapat pada Pedoman Perhitungan Kapasitas Jalan PU No. 13 tahun 2003 mengenai batas maksimum dan minimum nilai  $L_{10}$  dan  $L_{Aeq}$  sebagai berikut.

**Tabel 2.3** Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan

Parameter	Utama-Komersial		Utama-Permukiman		Lokal-Komersial		Lokal-Permukiman	
	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min
<b>L10-1jam, dB(A)</b>	77.9	72.7	77.6	67.1	73.9	66.8	74.1	62.9
<b>Laeq, dB(A)</b>	76.0	70.1	74.5	64.8	72.1	63.2	71.2	58.4

Sumber : Kementerian PU (2003)

### I. Dampak kebisingan

Tidak seperti jenis pencemaran lingkungan lainnya, kebisingan lingkungan dari lalu lintas terus meningkat, dan telah menjadi masalah sosial yang serius di banyak negara. Efek non-pendengaran dari paparan kebisingan sebagian besar bersifat fisiologis dan mencakup efek pada sistem kardiovaskular, penurunan kinerja dan perilaku normal, gangguan tidur, dan gangguan percakapan, efek pada kesehatan dan kehidupan sehari-hari. Penurunan kinerja pekerjaan dan perilaku normal umumnya merupakan efek sekunder yang menyebabkan penurunan efisiensi kerja, dan kesulitan dalam berkomunikasi karena berkurangnya perhatian. Hal ini dapat menyebabkan kecelakaan di tempat kerja, tetapi sulit untuk mengidentifikasi sinyal risiko yang mengarah ke kejadian tersebut (Kim, 2015).

Menurut Harahap (2016) dampak kebisingan terhadap kesehatan pekerja sebagai berikut :

#### 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 ( $\pm 10$  mmHg), peningkatan nadi, kontraksi pembuluh darah perifer terutama pada tangan dan kaki, serta dapat menyebabkan pucat dan gangguan sensoris. Bising dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan sakit pada kepala.

## 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. 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. Mula-mula efek bising pada pendengaran adalah sementara dan pemulihannya terjadi secara cepat sesudah pekerjaan di area bising dihentikan. Akan tetapi apabila bekerja terus-menerus di area bising maka akan terjadi tuli menetap/permanen dan tidak dapat normal kembali, biasanya dimulai pada frekuensi 4000 Hz dan kemudian makin meluas ke frekuensi sekitarnya dan akhirnya mengenai frekuensi yang biasanya digunakan untuk percakapan

Kebisingan memiliki efek fisiologis lain yang dapat menyebabkan hematokel epidermal, vasokonstriksi perifer, gemetar, sekresi getah lambung, aktivitas saluran cerna, dan aktivitas bio-listrik di otak, serta berdampak pada pernapasan, detak jantung, dan suhu kulit. Kebisingan juga memiliki efek biokimiawi dan dapat menyebabkan perubahan lipid darah, glukosa darah, kortisol, epinefrin, konsentrasi norepinefrin, dopamin, hormon pertumbuhan, magnesium (Mg), dan kalsium (Ca).

Paparan kebisingan di malam hari juga memiliki efek sekunder. Efek ini diamati sejak dari bangun tidur setelah paparan kebisingan pada malam hari. efek itu terdiri dari perasaan tidur yang tidak efektif, kelelahan, depresi, dan penurunan dari kemampuan kerja. Orang-orang yang sensitif terhadap paparan kebisingan pada malam hari adalah orang tua, pekerja *shift*, individu yang memiliki gangguan fisik dan mental, dan individu yang menderita gangguan tidur (Kim, 2015).

### **J. Alat ukur kebisingan**

Untuk mengukur kebisingan menurut Harahap (2016) dapat dilakukan dengan menggunakan alat *Sound Level Meter* (SLM) dan ada tiga cara atau metode pengukuran akibat kebisingan di lokasi kerja, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. 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 atau generator. Jarak pengukuran dari sumber harus dicantumkan. Selain itu, perlu diperhatikan pula arah mikrofon alat pengukur yang digunakan. Data sampel yang diperoleh pada pengukuran ini selanjutnya diolah dengan menggunakan uji statistik, dengan cara melakukan uji kecukupan dan keseragaman data.

2. 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.

3. 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 beberapa kotak dengan ukuran dan jarak yang sama. kotak tersebut ditandai dengan baris dan kolom untuk memudahkan identitas. Satuan kebisingan yang digunakan dalam SLM adalah decibel

(dB). Apabila level kebisingan yang terekam oleh SLM kurang dari 130 dB maka acuan yang digunakan adalah nilai  $L_{Aeq}$ .  $L_{Aeq}$  merupakan level kebisingan dengan energi yang sama pada suara yang memiliki level kebisingan yang berfluktuatif apabila keadaan steady dalam durasi yang sama. Sementara apabila suara yang didapatkan berada pada level lebih dari 130 dB maka acuan yang digunakan adalah  $L_{max}$  atau level maksimum suara yang tertangkap oleh SLM.

## K. Perhitungan Kebisingan

### 1. Distribusi Frekuensi

Sebelum dilakukan perhitungan tingkat kebisingan ekuivalen, terlebih dahulu perlu membuat distribusi frekuensi untuk mengelompokkan data berdasarkan tingkat bisingnya. Distribusi frekuensi terdiri dari jangkauan, banyaknya interval kelas, nilai interval, tanda kelas / nilai tengah, dan frekuensi.

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

$$\text{Data max}-\text{Data min} \quad (2.1)$$

Dimana :

Data max = data nilai terbesar

Data min = data nilai terkecil

- b) Banyaknya kelas

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

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

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

- 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 :

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

Dimana :

BB = batas bawah suatu interval kelas

BA = batas atas suatu interval kelas

## 2. Tingkat Kebisingan *Equivalent*

Perhitungan ini disebut juga angka penunjuk ekuivalen (*equivalent Index* (Leq)), yakni tingkat kebisingan yang terus berubah-ubah pada setiap interval waktu. Perhitungan Leq ini disajikan dalam bentuk persentase, yakni Leq<sub>1</sub>, Leq<sub>10</sub>, Leq<sub>50</sub>, Leq<sub>90</sub>, dan Leq<sub>99</sub> yang masing-masing menunjukkan tingkat kebisingan sebanyak 99%, 90%, 50%, 10%, dan 1%.

### Untuk Leq<sub>90</sub>

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

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

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

10% = hasil pengurangan dari 100%

N = jumlah data keseluruhan

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

Dimana :

I = Interval data

X = jumlah data yang tidak diketahui

B<sub>0</sub> = jumlah % sebelum 90

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

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

Dimana :

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

### Untuk Leq<sub>50</sub>

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

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

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

50% = hasil 50% pengurangan dari 100%

N = jumlah data keseluruhan

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

Dimana :

I = Interval data

X = jumlah data yang tidak diketahui

B<sub>0</sub> = jumlah % sebelum 50

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

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

Dimana :

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

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

$$\text{Nilai A} = 99\% \times N \quad (2.11)$$

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

1% = hasil 99% pengurangan dari 100%

N = jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai Leq}_1 \text{ awal} = I(B_0) + (B_1) X = 0,99 \times I \times 100 \quad (2.12)$$

Dimana :

I = Interval data

X = jumlah data yang tidak diketahui

B<sub>0</sub> = jumlah % sebelum 1

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

$$\text{Leq}_1 = I_0 + X \quad (2.13)$$

Dimana :

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

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

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



$$\text{Nilai A} = 90\% \times N \quad (2.14)$$

Dimana :

10% = hasil 90% pengurangan 100%

N = jumlah data keseluruhan

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

$$\text{Nilai Leq}_{10} \text{ awal} = I (B_0) + (B_1) X = 0,9 \times I \times 100 \quad (2.15)$$

Dimana :

I = Interval data

X = jumlah data yang tidak diketahui

B<sub>0</sub> = jumlah % sebelum 10

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

$$\text{Leq}_{10} = I_0 + X \quad (2.16)$$

Dimana :

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

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

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

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

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

dimana :

1% = hasil pengurangan dari 100%

N = jumlah data keseluruhan

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

Dimana :

I = Interval data

X = jumlah data yang tidak diketahui

B<sub>0</sub> = jumlah % sebelum 99

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

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

Dimana :

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

### Rumus LAeq

$$LAeq = Leq_{50} + 0,43 (Leq_1 - Leq_{50}) \quad (2.20)$$

Keterangan :

Leq = tingkat kebisingan equivalen

Leq<sub>50</sub> = angka penunjuk kebisingan 50%

Leq<sub>1</sub> = angka penunjuk kebisingan 1%

### Rumus Leq day

$$Leq \text{ day} = 10 \times \log (10) \times \frac{1}{jamperhari} \times 10 (laeq \frac{1}{10}) + 10(laeq \frac{2}{10}) \quad (2.21)$$

## L. Pengujian statistik

Salah satu jenis pengujian statistik adalah Uji-t. Uji-t dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing variabel dalam penelitian. Menurut Nuryadi *et al.*, (2017) beberapa jenis uji-t adalah sebagai berikut :

### 1. One Sample t-test

Pengujian rata-rata satu sampel dimaksudkan untuk menguji nilai tengah atau rata-rata populasi  $\mu$  sama dengan nilai tertentu  $\mu_0$ , lawan hipotesis alternatifnya bahwa nilai tengah atau rata-rata populasi  $\mu$  tidak sama dengan  $\mu_0$ . Pengujian satu sampel pada prinsipnya ingin menguji apakah suatu nilai tertentu (yang diberikan sebagai pembandingan) berbeda secara nyata atautidak dengan rata-rata sebuah sampel. Nilai tertentu di sini pada umumnya adalah sebuah nilai parameter untuk mengukur suatu populasi. Jadi kita akan menguji :

**H<sub>0</sub> :  $\mu = \mu_a$**  lawan **H<sub>1</sub> :  $\mu \neq \mu_0$**

**H<sub>0</sub>** merupakan hipotesa awal sedangkan **H<sub>1</sub>** merupakan hipotesis alternatif atau hipotesis kerja.

### 2. Paired Sample t-test

Uji – t berpasangan (paired t-test) adalah salah satu metode pengujian hipotesis dimana data yang digunakan tidak bebas (berpasangan). Ciri-ciri yang paling sering ditemui pada kasus yang berpasangan adalah satu individu (objek penelitian) dikenai 2 buah perlakuan yang berbeda. Walaupun menggunakan individu yang sama, peneliti tetap memperoleh 2 macam data sampel, yaitu data

dari perlakuan pertama dan data dari perlakuan kedua. Hipotesis dari kasus ini dapat ditulis :

$$\begin{array}{l} H_0 = \mu_1 - \mu_2 = 0 \text{ atau } \mu_1 = \mu_2 \\ H_a = \mu_1 - \mu_2 \neq 0 \text{ atau } \mu_1 \neq \mu_2 \end{array}$$

Ha berarti bahwa seilish sebenarnya dari kedua rata-rata tidak sama dengan nol.

Uji hipotesis *t-test* jenis *paired sample t-test* dapat dilakukan pada program microsoft excel dengan tahapan sebagai berikut :

- a) Buka program *Microsoft excel*
- b) Input data yang akan diolah ke dalam *Worksheet Excel*
- c) Klik “*Data*” pada menu Bar
- d) Buka “*Data Analysis*”
- e) Pada “*Analysis Tools*” Pilih “*t-test : Paired Two Sample for Means*”
- f) Klik “Ok”
- g) Input data Pada kotak “*variable 1 range*” untuk data 1 yang akan dianalisis
- h) Input data Pada kotak “*variable 2 range*” untuk data 2 yang akan dianalisis
- i) Pada “*Output Range*” pilih *cells* yang akan memunculkan hasil analisis
- j) Klik “Ok” dan hasil akan muncul pada *cells* yang telah dipilih sebelumnya.

### M. Prediksi Kebisingan

Dalam melakukan prediksi kebisingan lalu lintas digunakan model prediksi kebisingan ASJ-RTN 2008, yang merupakan bentuk yang telah direvisi dari bentuk sebelumnya. Model prediksi setelah Model ASJ 1998 adalah diadopsi secara komprehensif dalam “*Technical Method for Environmental Impact Assessment of Roads*” dan telah banyak digunakan untuk prediksi kebisingan lalu lintas jalan di Jepang. Model prediksi digunakan tidak hanya untuk prediksi lingkungan masa depan, tetapi juga perkiraan lingkungan saat ini dan desain langkah-langkah mitigasi kebisingan. Para peneliti telah bekerja untuk menemukan solusi untuk masalah yang belum terpecahkan dalam ASJ RTN-Model 2003. Setelah lima tahun penelitian dan investigasi, model baru “ASJ RTN-Model 2008” akhirnya diterbitkan (Yamamoto, 2010).

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

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

Perhitungan tingkat kekuatan suara ( $L_{wA}$ ) dilakukan untuk setiap jenis kendaraan dengan menggunakan Persamaan berikut.

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

dimana :

$L_{wA}$  = Tingkat kekuatan suara (dB)

$V$  = Kecepatan kendaraan (km/jam)

$a, b$  = Koefisien regresi

Nilai koefisien regresi dapat dilihat pada tabel 2.3 di bawah ini.

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

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

Sumber : Yamamoto, 2010

### 2. Perhitungan *Sound Pressure Level* ( $L_A$ )

Perhitungan tingkat tekanan suara ( $L_A$ ) dalam satuan dB dilakukan untuk setiap jenis kendaraan dengan menggunakan persamaan berikut.

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

dimana :

$L_A$  = Tingkat tekanan suara (dB)

$L_{wA}$  = Tingkat kekuatan suara (dB)

$r$  = Jarak titik prediksi ke sumber suara (m)

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

Perhitungan tingkat pemaparan suara ( $L_{AE}$ ) dilakukan untuk setiap jenis kendaraan dengan menggunakan Persamaan berikut.

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

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

dimana :

$L_{AE}$  = Tingkat pemaparan suara (dB)

$L_A$  = Tingkat tekanan suara (dB)

$T$  = Jumlah pengamatan dalam sehari

$\Delta l$  = Lebar jalan pada titik pengamatan (m)

$V$  = Kecepatan kendaraan (km/jam)

### 4. Perhitungan *Equivalent Continuous A-Weighted Sound Pressure Level* ( $L_{Aeq}$ )

Perhitungan tingkat tekanan suara ekivalen dilakukan dengan memasukkan nilai volume kendaraan untuk setiap jenis kendaraan dan waktu pengamatan dengan menggunakan Persamaan berikut.

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

Dimana :

$L_{Aeq}$  = Tingkat tekanan suara ekivalen (dB)

$L_{AE}$  = Tingkat pemaparan suara (dB)

$N_T$  = Volume kendaraan (kend/jam)

$T$  = Jumlah pengamatan dalam sehari

## N. Korelasi *Pearson*

Korelasi *Pearson* merupakan korelasi sederhana yang hanya melibatkan satu variabel terikat (*dependent*) dan satu variabel bebas (*independent*). Jika koefisien korelasi menunjukkan angka 0, maka tidak terdapat hubungan antara dua variabel yang dikaji. Jika hubungan dua variabel linier sempurna, maka sebaran data tersebut akan membentuk garis lurus. Sekalipun demikian pada kenyataannya kita

akan sulit menemukan data yang dapat mementuk garis linier sempurna. (Safitri, 2016). Menurut Ismunarti (2020) Korelasi *Pearson* terkadang juga digunakan untuk menguji reliabilitas terhadap dua instrumen, adapun persamaan untuk menghitung korelasi *Pearson* adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{\sum(x_{1i} - \bar{x}_1)(x_{2i} - \bar{x}_2)}{\sqrt{\sum(x_{1i} - \bar{x}_1)^2} \sqrt{\sum(x_{2i} - \bar{x}_2)^2}} \quad (2.27)$$

#### O. Root Mean Square Error (RMSE)

Metode yang paling tepat untuk mengestimasi besarnya kesalahan pengukuran didasarkan pada root mean square error (RMSE) yang dihasilkan oleh masing-masing metode. RMSE digunakan untuk membandingkan metode-metode estimasi yang digunakan, yaitu untuk menentukan metode estimasi yang paling akurat (Widayati, 2009). Menurut Goel (2011), persamaan yang digunakan dalam menghitung nilai RMSE adalah sebagai berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(X-Y)^2}{n}} \quad (2.28)$$