

TESIS

**STUDI MITIGASI TINGKAT KEBISINGAN
LALU LINTAS JALAN DI JALAN A.P PETTARANI
TERHADAP RENCANA PEMBANGUNAN JALAN TOL
LAYANG DI KOTA MAKASSAR**

**A STUDY ON MITIGATION OF THE LEVEL OF ROAD
TRAFFIC NOISE ON AP PETTARAN ROAD TOWARDS THE
CONSTRUCTION PLAN OF ELEVATED TOLL ROAD IN
MAKASSAR CITY**

NURUL AZIZAH

P2302216001



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2019



TESIS

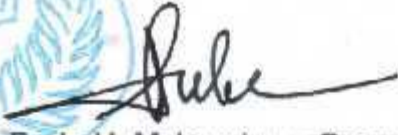
STUDI MITIGASI TINGKAT KEBISINGAN LALU LINTAS JALAN
DI JALAN A. P. PETTARANI TERHADAP RENCANA
PEMBANGUNAN TOL LAYANG DI KOTA MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh
NURUL AZIZAH
Nomor Pokok P2302216001

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
Pada tanggal 24 Januari 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasehat


Dr. Eng. Muralia Hustim, ST., MT
Ketua


Dr. Ir. H. Mubassirang Pasra, MT
Sekretaris

Ketua Program Studi
S2 Teknik Sipil


Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin


Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT dengan selesainya tesis ini.

Konsep dan permasalahan yang penulis angkat dalam tesis ini berawal dari timbulnya berbagai faktor yang mengancam keselamatan lingkungan, seperti kebisingan yang dihasilkan oleh lalu lintas yang dapat secara langsung mempengaruhi kehidupan masyarakat. Penulis bermaksud menyumbangkan beberapa solusi penanganan yang dapat ikut membantu, menjaga dan menyelamatkan lingkungan khususnya dalam masalah transportasi.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Ibu Dr.Eng. Muralia Hustim, ST., MT. dan Bapak Dr. Ir. H. Mubassirang Pasra, MT sebagai Komisi penasehat yang memberikan banyak masukan dan waktu untuk berdiskusi sampai dengan terselesainya tesis ini. Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam rangka penyusunan tesis ini. Atas segala dukungan dan doa yang diberikan, saya ucapkan terima kasih yang setulus tulusnya khususnya kepada kedua orang tua serta teman-teman seperjuangan Program Pascasarjana Sistem

Transportasi Unhas Angkatan 2016.



Tesis yang penulis susun ini masih jauh dari kata sempurna sehingga diharapkan masukan kritik dan saran yang membangun agar kelak dapat bermanfaat secara maksimal bagi masyarakat.

Gowa, Januari 2019

Nurul Azizah



ABSTRAK

NURUL AZIZAH. Studi Mitigasi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Jalan di Jalan AP. Pettarani terhadap rencana Pembangunan Jalan Tol Layang Di Kota Makassar. (dibimbing oleh **Muralia Hustim** dan **Mubassirang Pasra**).

Kota Makassar merupakan kota terbesar di Kawasan Timur Indonesia Tingkat pertumbuhan pertumbuhan kendaraan bermotor di Makassar rata-rata berkisar 7% setiap, sedangkan pembangunan jalan hanya 3% per tahun. Tingkat pelayanan jalan pada kota Makassar sebagian besar masih pada zona arus stabil, namun tidak pada jalan Pettarani memiliki tingkat pelayanan jalan dengan kategori Zona macet, maka dari itu pemerintah mengusulkan pembangunan jalan tol layang pada ruas Jalan Pettarani dalam menangani kemacetan. Secara keseluruhan keberadaan jalan tol layang akan berdampak positif, namun setelah jalan tersebut dioperasikan dapat menimbulkan tingginya tingkat kebisingan. Penelitian ini dilaksanakan di Jalan AP. Pettarani dengan tipe jalan 8/2D. Waktu pengamatan dilakukan pada pukul 07.00 – 18.00 dengan objek penelitian sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat. Data yang diamati adalah volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, dan tingkat kebisingan dengan menggunakan Video recorder, speed gun, dan sound level meter. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata tingkat kebisingan lalu lintas seluruh titik pengamatan di ruas jalan A.P. Pettarani berdasarkan pengukuran sebesar 80.25 dB, kemudian rata-rata prediksi tingkat kebisingan berdasarkan Model ASJ-RTN 2008 tanpa suara klakson sebesar 79.51 dB dengan korelasi pearson dan RMSE sebesar 0.4 dan 1.5, dan rata-rata prediksi tingkat kebisingan berdasarkan Model ASJ-RTN 2008 dengan penambahan jumlah bunyi klakson sebesar 79.56 dB dengan korelasi pearson dan RMSE sebesar 0.4 dan 1.4. Hasil prediksi tingkat kebisingan model ASJ-RTN 2008 pada ruas jalan A.P. Pettarani akibat pembangunan jalan tol layang menggunakan variasi persentase volume lalu lintas eksisting dari skenario pengalihan volume kendaraan ke tol layang terjadi peningkatan kebisingan akibat adanya tol layang sebesar 0.08 dB – 0.56 dB, dan berdasarkan hasil uji statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil prediksi tanpa tol layang pada tahun 2018 dengan adanya tol layang, tetapi tingkat kebisingan yang ada telah melewati batasan teknis kapasitas lingkungan jalan untuk kawasan komersial yaitu maksimal 76 dB, dengan demikian diperlukan mitigasi. Mitigasi terbaik tingkat kebisingan melalui penggabungan hasil penggunaan barrier pada jalan tol layang dengan bahan baja dan variasi simulasi pembebanan lalu lintas pada Jalan AP Pettarani dengan pengalihan sepeda motor sebesar 50% ke BRT (Bus Rapid Transyt) dan dapat mereduksi tingkat kebisingan sebesar 3.81 dB.

Kata Kunci : tingkat kebisingan lalu lintas jalan, ASJ-RTN 2008, jalan tol layang



ABSTRACT

NURUL AZIZAH. A Study on Mitigation of the Level of Road Traffic Noise on AP Pettaran Road Towards the Construction Plan of Elevated Toll Road. (Supervised by **Muralia Hustim** and **Mubassirang Pasra**).

Makassar City is the largest city in Eastern Indonesia. The growth rate of motorized vehicles in Makassar ranges from 7% on average, while road construction is only 3% per year. The level of road service in the city of Makassar is mostly still in the stable current zone, but not on the Pettarani road has a level of road service with the category of traffic jams, therefore the government proposes the construction of an elevated toll road on the Jalan Pettarani toll road to manage traffic jam. Overall the existence of the elevated toll road will have a positive impact, but after the road is operated it can cause high noise levels. The research was conducted on AP Pettarani with 8/2D road type. Observation time was done from 07.00 to 18.00 and the research objects were motorcycles, light vehicles and heavy vehicles. The observed data were traffic volume, vehicle speed, and noise level using video recorder, speed gun, and sound level meter. The results of the research indicate that the average traffic noise level on all observation points on AP Pettarani Road based on the measurement is 80.25 dB, the average prediction of noise level based on the 2008 ASJ-RTN Model without horn sound is 79.51 dB with Pearson and RMSE correlation of 0.4 and 1.5, and the average prediction of noise level based on ASJ-RTN 2008 Model with additional amount of horn sound is 79.56 dB with Pearson and RMSE correlation of 0.4 and 1.4. Soundness level prediction results of the 2008 ASJ-RTN model on the A.P road section Pettarani due to the construction of the elevated toll road uses a variation in the percentage of the existing traffic volume from the vehicle volume transfer scenario to the overpass toll. There is a noise increase due to the elevated toll road of 0.08 dB - 0.56 dB, and based on the statistical test results there is no significant difference between the predicted results without the elevated toll road in 2018 with the existence of an elevated toll road, but the existing noise level has exceeded the technical limits of road environmental capacity for the commercial area, namely a maximum of 76 dB, so it needs mitigation. The best mitigation of noise level is combination of the result of barrier use on elevated toll road and simulation variation of traffic loading on AP. Pettarani road by transferring motorbikes 50% to BRT (Bus Rapid Transit), so it can reduce the noise level of 3.81 dB.

Keyword : level of road traffic noise, ASJ-RTN 2008, elevated toll road



DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
E. Batasan Masalah	5
F. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Kendaraan	7
B. Jalan Tol	8
C. Lalu Lintas	9
D. Karakteristik Lalu Lintas	



1. Arus Lalu lintas dan Volume	9
2. Hubungan antara Kecepatan, Kepadatan, Volume Lalu Lintas	10
a. Model Linier <i>Greenshield</i>	10
b. Model <i>Greenberg</i>	11
c. Model <i>Underwood</i>	12
d. Analisa Regresi	13
E. Manajemen Lalu Lintas	14
F. Manajemen Kebutuhan Transportasi	14
1. Faktor Pendorong Kebutuhan Transportasi	15
2. Jenis Upaya-upaya <i>traffic demand management</i>	16
G. Kebisingan	17
1. Jenis-Jenis Kebisingan	17
2. Pengaruh Kebisingan Terhadap Kesehatan	19
3. Penanganan Kebisingan	20
a. Penangan Kebisingan pada Sumber	20
b. Pananganan Kebisingan pada Jalur Perambatan	21
4. Baku Tingkat Kebisingan	24
5. Alat Pengukur Kebisingan	25
6. Mengukur Tingkat Kebisingan	27
a. Cara Pemakaian Alat <i>Sound Level Meter</i>	27



b. Teknik Pengukuran	28
7. Perhitungan Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran	29
a. Distribusi Frekuensi	29
b. Tingkat Kebisingan Equivalent	29
H. Pengujian Statistik	33
I. Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008	34
1. Perhitungan <i>Sound Power Level</i> (L_{WA})	35
2. Perhitungan <i>Sound Pressure Level</i> (L_A)	35
3. Perhitungan <i>Sound Exposure Level</i> (L_{AE})	37
4. Perhitungan <i>equivalent continuous A-weighted sound pressure level</i> (L_{Aeq})	37
5. Persamaan model ASJ-RTN 2008 dengan penambahan jumlah suara klakson kendaraan	38
J. Validasi Hasil Prediksi	39
K. Fortran	39
L. Proyeksi Kendaraan Tahun Mendatang	40
M. Penelitian Terdahulu	41

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian	45
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	47
1. Waktu penelitian	47
2. Lokasi penelitian	47



C.	Alat Pengukuran	50
D.	Data	52
E.	Teknik Pengumpulan Data	52
1.	Data primer	52
a.	Pengukuran tingkat kebisingan	52
b.	Pengukuran volume lalu lintas kendaraan	53
c.	Pengukuran kecepatan kendaraan	54
d.	Pengukuran jumlah bunyi klakson kendaraan	54
2.	Data sekunder	55
F.	Definisi Operasional	55
G.	Teknik Analisis	57
1.	Analisis kebisingan hasil pengukuran	57
2.	Analisis prediksi tingkat kebisingan dengan Metode ASJ- RTN 2008	58
3.	Analisis prediksi tingkat kebisingan terhadap Rencana pembangunan Jalan Tol Layang	60
4.	Mitigasi Tingkat Kebisingan	61
a.	Simulasi Pembebanan Lalu Lintas	61
b.	Penambahan <i>Barrier</i> pada Jalan Tol Layang	63

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A.	Gambaran Umum	64
B.	Hasil Pengukuran	65



1. Volume lalu lintas	65
2. Kecepatan	68
3. Jumlah Bunyi Klakson Kendaraan	69
4. Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran	71
C. Prediksi Tingkat Kebisingan	71
1. Prediksi Tingkat Kebisingan Jalan AP. Pettarani	77
2. Prediksi Tingkat Kebisingan Jalan Tol Layang	84
D. Mitigasi Tingkat Kebisingan	91
1. Simulasi Pembebanan Lalu Lintas	91
a. Variasi A	92
b. Variasi B	95
c. Variasi C	97
d. Variasi D	100
2. Pemasangan <i>Barrier</i>	102
3. Hasil Simulasi Mitigasi	104
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	106
B. Saran	107
DAFTAR PUSTAKA	108

AN



DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Upaya TDM dan Penggunaanya	16
2.	Tingkat reduksi kebisingan dari berbagai bahan material Dengan ketebalan tertentu	22
3.	Baku Tingkat Kebisingan sesuai dengan Peruntukan Lahan	23
4.	Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan	24
5.	Koefisien regresi a dan b untuk arus lalu lintas <i>steady</i> dan <i>unsteady</i>	35
6.	Waktu Penelitian	45
7.	Karakteristik Jalan Titik Pengamatan	47
8.	Data <i>input</i> prediksi kebisingan metode ASJ-RTN 2008 pada Program <i>Fortran 95</i>	77
9.	Perbandingan tingkat kebisingan hasil pengukuran dan Tingkat kebisingan hasil prediksi ASJ-RTN 2008	77
10.	Data <i>input</i> jumlah bunyi klakson pada program <i>Fortran 95</i>	80
11.	Perbandingan tingkat kebisingan hasil pengukuran dan Tingkat kebisingan hasil prediksi ASJ-RTN 2008 dengan Suara klakson	80
12.	Simulasi scenario peralihan volume kendaraan	83
13.	Data <i>input</i> prediksi kebisingan tol layang menggunakan ASJ-RTN 2008 pada program <i>Fortran 9</i> skenario 1 pengalihan volume kendaraan 25%	84



14.	Data <i>input</i> prediksi kebisingan Jalan AP. Pettarani menggunakan ASJ-RTN 2008 pada program <i>Fortran 95</i> skenario 1.IV volume kendaraan 75%	85
15.	Data <i>output</i> prediksi kebisingan tol layang menggunakan ASJ-RTN 2008 pada program <i>Fortran 95</i> skenario 1	86
16.	Hasil uji-t simulasi scenario tol layang	87
17.	Simulasi Variasi a	90
18.	Tingkat kebisingan hasil simulasi variasi a	91
19.	Hasil uji statistik variasi a	92
20.	Simulasi variasi b	92
21.	Tingkat kebisingan hasil simulasi variasi b	93
22.	Hasil uji statistik variasi b	94
23.	Simulasi variasi c	95
24.	Tingkat kebisingan hasil simulasi variasi c	96
25.	Hasil uji statistik variasi c	97
26.	Simulasi variasi d	98
27.	Tingkat kebisingan hasil simulasi variasi d	99
28.	Hasil uji statistik variasi d	100



DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Ilustrasi penentuan jarak titik prediksi ke sumber suara	35
2.	Ilustrasi penentuan jarak titik prediksi ke sumber suara (Tol Layang)	35
3.	Rancangan Penelitian	44
4.	Peta Lokasi Titik Pengamatan	45
5.	<i>Layout</i> Titik Pengamatan R01 Jalan A.P. Pettarani	46
6.	Sketsa pengumpulan data	47
7.	Alat Pengukuran Kebisingan	49
8.	Diagram Alir Perhitungan Nilai Tingkat Kebisingan	57
9.	Diagram Alir Prosedur perhitungan nilai prediksi tingkat Kebisingan dengan menggunakan Metode ASJ-RTN 2008	59
10.	Analisis prediksi tingkat kebisingan terhadap rencana Pembangunan jalan tol layang	59
11.	Diagram Alir Simulasi Pembebanan Lalu Lintas untuk Mitigasi Tingkat kebisingan	60
12.	Prediksi Tingkat Kebisingan dengan Penggunaan <i>Barrier</i> Pada jalan tol layang	61
13.	Titik Pengamatan R01 dan R09	62
14.	Volume Lalu Lintas Jalan AP. Pettarani .	63
	komposisi Kendaraan	65
	kecepatan rata-rata kendaraan di Jalan AP. Pettarani	66



17.	Jumlah bunyi klakson kendaraan	68
18.	Histogram distribusi tingkat kebisingan Jalan AP. Pettarani pada Titik pengamatan R01 pukul 07.00-08.00	70
19.	Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Jalan AP. Pettarani pada Titik pengamatan R01	70
20.	Batasan Teknis untuk L_{10}	71
21.	Batasan Teknis untuk L_{Aeq}	72
22.	Tingkat kebisingan lalu lintas seluruh titik pengamatan	73
23.	Ilustrasi titik pengukuran	74
24.	Perbandingan $L_{Aeq,day}$ pengukuran dengan $L_{Aeq,day}$ prediksi ASJ-RTN 2008	78
25.	Perbandingan $L_{Aeq,day}$ pengukuran dengan $L_{Aeq,day}$ prediksi ASJ-RTN 2008 dengan suara klakson	81
26.	Prediksi Tingkat Kebisingan tol layang	86
27.	Prediksi tingkat kebisingan dengan penggunaan <i>barrier</i> pada Tol layang	101
28.	Simulasi skenario penggabungan penggunaan <i>barrier</i> bahan baja dan pembebanan lalu lintas	102



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kota Makassar merupakan kota terbesar keempat di Indonesia dan terbesar di Kawasan Timur Indonesia yang memiliki luas areal 175,79 km² dengan jumlah penduduk 1.112.688, sehingga kota ini sudah menjadi kota Metropolitan (Ditjen Cipta Karya, 2013). Tingkat pertumbuhan pertumbuhan kendaraan bermotor di Makassar rata-rata berkisar 7% setiap tahunnya (Samsat, 2017) sedangkan pembangunan jalan hanya 3% per tahun (Hustim, 2012). Dari Tingginya pertumbuhan jumlah kendaraan khususnya di Kota Makassar tiap tahunnya menunjukkan terjadinya ketidakseimbangan antara pertumbuhan kendaraan dengan pertumbuhan prasarana, yang memicu terjadinya penurunan tingkat pelayanan jalan. Tingkat pelayanan jalan (*Level of Service*) pada kota Makassar sebagian besar masih pada zona arus stabil, namun tidak pada ruas jalan Pettarani memiliki tingkat pelayanan jalan (*Level of Service*) dengan kategori Zona F yaitu arus macet, antrian kendaraan sangat panjang dan hambatan sangat banyak (Kaisar, 2016). Maka dari itu Pemerintah mengusulkan pembangunan jalan tol layang pada ruas Jalan

Pettarani dalam menangani kemacetan.

Pembangunan jalan tol layang merupakan bagian dari sistem transportasi, disamping untuk menata sistem lalu lintas di



kawasan tersebut agar lebih terpadu, fasilitas tersebut juga difungsikan untuk menangani kemacetan yang sering terjadi, begitu pun pada Rencana dalam pembangun jalan tol layang di Jalan Pettarani diharapkan dapat mengurangi tingkat kemacetan yang terjadi.

Secara keseluruhan keberadaan jalan tol layang akan berdampak positif, namun demikian setelah jalan tersebut dioperasikan diperkirakan dapat menimbulkan beberapa dampak diantaranya penurunan kualitas lingkungan yaitu tingginya tingkat kebisingan. Kebisingan lalu lintas akan menimbulkan ketidaknyamanan lingkungan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa tingkat kebisingan rata-rata pada ruas Jalan Pettarani mencapai 74 dB pada tahun 2011 (Hustim dkk, 2011), 79,8 dB pada tahun 2014 (Nababan, 2014), dan 80.4 dB pada tahun 2017 (Zulfiani, 2017). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kebisingan pada ruas jalan Pettarani meningkat selama tiga tahun penelitian dan telah melebihi baku tingkat kebisingan sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. Kep-48/MENLH/1/1996, yaitu Peruntukan Kawasan Pemerintahan dan fasilitas umum sebesar 60 dB(A), sehingga pada saat jalan tol layang berfungsi tingkat kebisingan juga akan meningkat karena terjadi peningkatan jumlah volume kendaraan. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan mitigasi kebisingan pada jalan tol layang.

Mitigasi kebisingan pada tol layang dapat dilakukan pada jalur

seperti pada penelitian Suaswata (2015) melalui pembangunan an peredam bising yaitu pagar penghalang (*barrier*) yang terbuat



dari bahan ALWA (*Artificial Low Weight Agregate*) dengan ketinggian 2,75 meter dibangun sepanjang jalan dengan jarak 5 meter dari tepi perkerasan mampu mereduksi tingkat kebisingan sebesar 11,38 dB. Kemudian mitigasi juga dapat dilakukan pada ruas jalan Pettarani melalui simulasi pembebanan lalu lintas, berdasarkan penelitian Zulfiani (2017) dalam menangani tingkat kebisingan dengan menggunakan simulasi pembebanan yaitu pengalihan pete-pete ke BRT (*Bus Rapit Transyt*) berdasarkan load factor pete-pete, pengurangan volume kendaraan ringan sebesar 20%, dan pengurangan sepeda motor sebesar 30%, sehingga hasil simulasi tersebut dapat mereduksi tingkat kebisingan sebesar 1.57 dB sampai dengan 2.53 dB. Sehingga akan dilakukan mitigasi tingkat kebisingan melalui penggunaan pagar penghalang (*barrier*) pada jalan tol layang, dan melalui sumbernya dengan pengalihan volume kendaraan ringan, volume kendaraan motor, dan pete-pete ke BRT (*Bus Rapit Transyt*) bedasarkan data volume kendaraan pada ruas jalan Pettarani.

Oleh karena permasalahan diatas penulis melakukan penelitian tentang “**Studi Mitigasi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Jalan Di Jalan AP Pettarani Terhadap Rencana Pembangunan Jalan Tol Layang Di Kota Makassar**”.



B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana prediksi tingkat kebisingan lalu lintas pada ruas jalan di Jalan Pettarani berbasis Model ASJ-RTN 2008?
2. Bagaimana tingkat kebisingan lalu lintas terhadap rencana pembangunan tol layang di Kota Makassar?
3. Bagaimana mitigasi tingkat kebisingan lalu lintas jalan di Jalan Pettarani berdasarkan hasil simulasi pembebanan lalu lintas berbasis Manajemen Kebutuhan Transportasi dan pemasangan barrier pada jalan tol layang?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas pada ruas jalan Pettarani berbasis Model ASJ-RTN 2008
2. Menganalisis tingkat kebisingan lalu lintas terhadap rencana pembangunan tol layang di Kota Makassar.
3. Menganalisis mitigasi tingkat kebisingan terhadap rencana pembangunan jalan tol layang berdasarkan hasil simulasi pembebanan lalu lintas dan pemasangan barrier pada jalan tol layang.



D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui tingkat kebisingan pada jalan Jalan Pettarani terhadap rencana pembangunan jalan tol layang di Kota Makassar.
2. Merekomendasi kepada pemerintah Kota Makassar agar dapat menangani faktor-faktor penyebab kebisingan pada jalan tol layang sehingga pada masa mendatang, masalah-masalah akibat kebisingan tersebut dapat ditangani lebih baik.

E. Batasan Masalah

Agar penelitian dapat berjalan efektif dan mencapai sasaran, maka batasan masalah penelitian ini mencakup sebagai berikut :

1. Kebisingan yang dianalisis berasal dari lalu lintas kendaraan pada ruas jalan Pettarani.
2. Kendaraan yang disurvei adalah sepeda motor (*Motorcycle*), kendaraan ringan (*Light Vehicle*) dan kendaraan berat (*Heavy Vehicle*).
3. Wilayah studi yang disurvei adalah ruas jalan Pettarani



F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini antara lain:

1. Bab I, Pendahuluan, bab ini berisikan penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.
2. Bab II, Tinjauan Pustaka, bab ini memuat uraian tentang konsep dan teori yang dibutuhkan dalam analisis penelitian. Bab ini terdiri dari: kendaraan, jalan tol, lalu lintas, manajemen kebutuhan transportasi, kebisingan, model prediksi tingkat kebisingan, *software* yang digunakan dan penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini.
3. Bab III, Metode Penelitian, bab ini mengenai metode penelitian yang digunakan dalam penelitian yang terdiri dari: rancangan penelitian, waktu dan lokasi penelitian, alat pengukuran, data, teknik pengumpulan data, definisi operasional, teknik analisis.
4. Bab IV, Hasil Penelitian dan Pembahasan, bab ini berisi hasil dan pembahasan dari penelitian yang terdiri dari pembahasan tingkat kebisingan, prediksi tingkat kebisingan dan mitigasi tingkat kebisingan.
5. Bab V, Penutup, bab ini berisi kesimpulan dan saran penelitian yang berupa rekomendasi kepada pihak terkait yang membutuhkan untuk tindak lanjut hasil penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kendaraan

Kendaraan adalah suatu sarana angkut di jalan yang terdiri atas kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22, 2009). Kendaraan bermotor adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh mesin selain kendaraan yang berjalan di atas rel. Sedangkan kendaraan tidak bermotor adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh tenaga manusia dan/atau hewan. Kendaraan bermotor umum adalah setiap kendaraan yang digunakan untuk angkutan barang dan/atau orang dengan dipungut biaya.

Kendaraan yang beroperasi di jalan raya dikelompokkan dalam beberapa kategori :

1. Kendaraan Berat (*Heavy Vehicle*)

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

2. Kendaraan Ringan (*Light Vehicle*)

Kendaraan ringan adalah kendaraan berrmotor yang ber as dua dengan empat roda dan dengan jarak as 2,0 – 3,0 meter. Kendaraan

tergolong dalam kendaraan ringan meliputi mobil penumpang, bus, pick up, dan truk kecil.



3. Sepeda Motor (*Motorcycle*)

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

4. Kendaraan Tak Bermotor (*Unmotorized Vehicle*)

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

B. Jalan Tol

Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunanya diwajibkan membayar tol (Pasal 1 UU No. 15 Tahun 2005). Penyelenggaraan jalan tol sendiri dimaksudkan untuk mewujudkan pemerataan pembangunan dan hasilnya serta keseimbangan dalam pengembangan wilayah dengan memperhatikan keadilan, yang dapat dicapai dengan membina jaringan jalan yang dananya berasal dari pengguna jalan. Sedangkan tujuan dari jalan tol yakni untuk meningkatkan efisiensi pelayanan jasa distribusi guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi terutama di wilayah yang sudah tinggi tingkat perkembangannya (Pasal 2 UU No. 15 Tahun 2005).

Jalan tol didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 80 km/jam untuk jalan tol antar kota dan 60 km/jam untuk jalan tol di wilayah perkotaan (Pasal 4 Peraturan Pemerintah No. 2 Tahun 1990).



Manfaat jalan tol menurut Badan Pengatur Jalan Tol yaitu :

1. Pembangunan jalan tol akan berpengaruh pada perkembangan wilayah & peningkatan ekonomi.
2. Meningkatkan mobilitas dan aksesibilitas orang dan barang.
3. Pengguna jalan tol akan mendapatkan keuntungan berupa penghematan biaya operasi kendaraan (BOK) dan waktu dibanding apabila melewati jalan non tol.
4. Badan Usaha mendapatkan pengembalian investasi melalui pendapatan tol yang tergantung pada kepastian tarif tol.

C. Lalu Lintas

Lalu lintas adalah gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22, 2009). Ruang lalu lintas jalan adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang dan atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung.

D. Karakteristik Lalu Lintas

1. Arus Lalu Lintas dan Volume

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997, arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada satuan waktu, dinyatakan dalam veh/h (Q_{veh}), pcu/h (Q_{pcu}) atau (Lalu Lintas Rata-Rata Tahunan). Menurut Direktorat Jenderal Bina



marga (1997), arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melalui titik tertentu persatuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan perjam atau smp/jam.

Arus lalu lintas digambarkan oleh 3 parameter utama:

- a. Kecepatan (*speed*)
- b. Volume atau tingkat arus (*volume or rate of Flow*)
- c. Kerapatan (*density*)

2. Hubungan Antara Kecepatan, Kerapatan dan Volume Lalu Lintas

Ada tiga jenis model yang dapat digunakan untuk mempresentasikan hubungan matematis antara Kecepatan, Kerapatan dan Volume Lalu Lintas yaitu:

a. Model Linier Greenshield

Model ini adalah model paling awal yang tercatat dalam usaha mengamati perilaku arus lalu lintas *Greenshields* mendapatkan hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kerapatan berbentuk kurva linier. Model *Greenshields* dapat dijabarkan pada persamaan 1.

$$S = S_f - \frac{S_f}{D_j} \cdot D \quad (1)$$

Dimana :

S = Kecepatan rata-rata ruang (km/jam)

S_f = Kecepatan pada kondisi arus bebas (km/jam)

D_j = Kerapatan saat macet (smp/jam)

D = Kerapatan lalu lintas (smp/jam)



Dari persamaan 1 terlihat bahwa model ini mempunyai dua konstanta yaitu S_f dan D_j . Kedua konstanta dinyatakan sebagai kecepatan bebas (*free-flow-speed*), di mana pengendara dapat memacu kendaraan sesuai dengan keinginannya, dan kepadatan macet (*jam density*) di mana kendaraan tidak dapat bergerak sama sekali. Hubungan antara volume dan kepadatan didapat dengan merubah persamaan menjadi bentuk

$$S = \frac{F}{D} \text{ kemudian disubstitusikan ke persamaan 1 dan didapatkan}$$

persamaan 2

$$F = S_f \cdot D - \frac{S_f}{D_j} \cdot D^2 \quad (2)$$

Bila $D = \frac{F}{S}$ maka berdasarkan persamaan 2 didapat hubungan

volume dan kecepatan yaitu pada persamaan 3.

$$F = D_f \cdot S - \frac{D_j}{S_f} \cdot S^2 \quad (3)$$

b. Model Greenberg

Untuk analisis hubungan variabel volume dan kecepatan serta kepadatan menurut Greenberg digunakan persamaan 4 sampai dengan persamaan 8 sebagai berikut :

$$V_s = V_m \cdot L_n \cdot \frac{D_j}{D} \quad (4)$$

dimana

Kecepatan pada saat volume maksimum

Kepadatan pada saat macet



Hubungan Volume dan Kecepatan pada model Greenberg ini menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q = V_s \cdot D_j \cdot \exp \frac{-V_s}{V_m} \quad (5)$$

Hubungan Volume Dan Kepadatan ini berlaku persamaan berikut :

$$Q = V_m \cdot D \cdot L_n \frac{D_j}{D} \quad (6)$$

$$Q_{maks} = \frac{D_j \cdot V_m}{e} = V_m \cdot D_m \quad (7)$$

Kecepatan pada saat volume maksimum didapat :

$$V_s = V_m \quad (8)$$

c. Model Underwood

Untuk mendapatkan hubungan antara variabel volume, kecepatan dan kepadatan menurut model eksponensial Underwood digunakan persamaan 9 sampai dengan persamaan 13 berikut :

$$V_s = V_f \cdot \exp \frac{-D}{D_m} \quad (9)$$

Dimana :

V_f = Kecepatan pada kondisi arus bebas

D_m = Kepadatan pada saat volume maksimum

Pada hubungan volume dan kecepatan model Underwood ini berlaku persamaan berikut :

$$Q = V_f \cdot D_m \cdot L_n \left(\frac{V_f}{V_s} \right) \quad (10)$$



Hubungan volume dan kepadatan berlaku persamaan berikut :

$$Q = D \cdot V_f \cdot \exp\left(\frac{-D}{D_m}\right) \quad (11)$$

Volume maksimum (Qmaks) adalah :

$$Q_{maks} = \frac{D_m \cdot V_f}{\exp} \quad (12)$$

Kecepatan pada saat volume maksimum (Qmaks) didapat dengan menggunakan persamaan berikut :

$$V_m = \frac{V_f}{\exp} \quad (13)$$

d. Analisa Regresi

Bila variabel bebas linier terhadap variabel tak bebas, maka hubungan dari kedua variabel tersebut dikenal dengan Analisa *Regresi Linier*. Besarnya nilai A dan B dapat dicari dengan persamaan 14 dan persamaan 15 (Tamin, 2000).

$$b = \frac{n \sum X_1 \cdot Y_1 - \sum X_1 \sum Y_1}{n \sum X_1^2 - (\sum X_1)^2} \quad (14)$$

$$A = Y - B \cdot X \quad (15)$$

Dimana :

A = Nilai *intersep* atau konstanta *regresi*

B = Koefisien *regresi*

X = Variabel Bebas

Y = Nilai sampel



Koefisien korelasi digunakan untuk menentukan korelasi antara variabel tak bebas dan variabel bebas, atau antara sesama variabel bebas berdasarkan persamaan 16. (Tamin, 2000)

$$r = \frac{n \sum X_1 Y_1 - \sum X_1 \sum Y_1}{\sqrt{[n \sum X_1^2 - (\sum X_1)^2][n \sum Y_1^2 - (\sum Y_1)^2]}} \quad (16)$$

Dimana : r = Koefisien Korelasi

E. Manajemen lalu lintas

Traffic management (manajemen lalu lintas) atau sering kali pula disebut *traffic engineering*, yaitu dimaksudkan sebagai usaha untuk mengatur dengan sebaik mungkin penggunaan jalan raya di daerah perkotaan disesuaikan dengan tingkat dan volume lalu lintasnya. Salah satu pengaturan lalu lintas di kota-kota besar yang paling umum dalam mengatasi kemacetan di kota-kota besar yaitu banyak dibangun jalan tol (*toll road*) atau jalan bebas hambatan. Jalan tol dibangun membutuhkan investasi yang besar jumlahnya, oleh karena itu kepada pengguna jalan tol diwajibkan membayar tol (pajak/iuran) untuk membiayai pembangunan jalan tol tersebut.

F. Manajemen Kebutuhan Transportasi

Transport Demand Management (TDM) atau juga disebut Manajemen Kebutuhan Transportasi, bertujuan untuk memaksimalkan sistem transportasi perkotaan melalui pembatasan penggunaan



kendaraan pribadi yang tidak perlu dan mendorong moda transportasi yang lebih efektif, sehat dan ramah lingkungan seperti angkutan umum dan kendaraan tidak bermotor (Zulfiani, 2017). Dinas Perhubungan bertanggung jawab untuk merencanakan, membangun dan mengelola jaringan jalan dan layanan transportasi, serta pengaturan kendaraan. Kebijakan dan praktek perencanaan mereka biasanya didasarkan pada asumsi bahwa tujuan utamanya adalah untuk memaksimalkan penyediaan (*supply*) agar volume lalu lintas dan kecepatan kendaraan bermotor dapat meningkat. Memang penyediaan (*supply*) relatif mudah diukur, yang biasanya ditunjukkan oleh jumlah kilometer perkerasan jalan, ruang parkir, pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor dan kilometer perjalanan kendaraan (VKT). Permintaan (*demand*) transportasi lebih sulit diukur, karena hal tersebut terkait dengan kebutuhan dan keinginan mobilitas masyarakat dan kebutuhan bisnis untuk pengangkutan barang (Broadus dkk, 2009).

1. Faktor pendorong kebutuhan transportasi

Faktor-faktor yang mendorong munculnya permintaan perjalanan yang pada akhirnya juga akan mempengaruhi pola perjalanan tersebut meliputi :

- a. Pendapatan rumah tangga dan kepemilikan kendaraan.
- b. Penyediaan dan kualitas fasilitas jalan dan parkir.

stabilisasi harga (bahan bakar, penggunaan jalan, penggunaan parkir, tarif angkutan umum).



- d. Kecepatan kendaraan, kemudahan dan kenyamanan berkendara dengan kendaraan pribadi atau dengan angkutan umum.
- e. Kondisi berjalan kaki dan bersepeda.
- f. Pola pemanfaatan tata guna lahan (distribusi tujuan perjalanan).
- g. Kebiasaan dan harapan pelaku perjalanan.

2. Jenis upaya-upaya traffic demand management

Manajemen kebutuhan transportasi memfokuskan aksesibilitas pada layanan dan kegiatan-kegiatan, dan tidak pada lalu lintas kendaraan. Hal ini dapat memperluas keragaman solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi suatu masalah transportasi tertentu. Pada Tabel 1 dapat dilihat upaya TDM dan penggunaannya.

Tabel 1. Upaya TDM dan penggunaannya (Broaddus dkk, 2009)

Peningkatan pilihan transportasi	Upaya ekonomi	Pembangunan bijak dan kebijakan penggunaan lahan	Program lain
Perbaikan angkutan umum	Penetapan biaya kemacetan	Pembangunan bijak	Manajemen transportasi sekolah dan kampus
Peningkatan pejalan kaki dan sepeda	Biaya berdasarkan jarak tempuh	Pengembangan yang berorientasi pada angkutan	Manajemen transportasi muatan
Program pemasaran manajemen mobilitas	Dorongan finansial pekerja harian (<i>commuter</i>)	Pembangunan di lokasi yang efisien	Manajemen transportasi pariwisata
Program pengurangan perjalanan berkendara bersama/ <i>commute</i>	Penetapan biaya parkir	Manajemen parkir	
Jalur prioritas HOV	Peraturan parkir	Perencanaan bebas mobil	
Manajemen fleksibel	Peningkatan pajak bahan bakar	Penenangan lalu lintas	
Manajemen mobil bersama	Dukungan angkutan	Pembaharuan perencanaan transportasi	
Manajemen layanan taksi			



G. Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.48, 1996). Sumber bising adalah sumber yang kehadirannya dianggap mengganggu pendengaran baik dari sumber bergerak maupun tidak bergerak (Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum, 2006).

1. Jenis-jenis kebisingan

Jenis- jenis kebisingan berdasarkan sifat dan spektrum bunyi dapat dibagi sebagai berikut (Arlan, 2011) :

1) Bising yang Berkelanjutan (Kontinyu)

Dimana kebisingan ini tidak terputus dengan fluktuasi tidak melebihi 6 dBA. Bising kontinyu dibagi menjadi 2 (dua) yaitu:

- a. *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. Contohnya seperti suara kipas angin, suara mesin tenun dan lainnya.
- b. *Narrow Spectrum* adalah bising yang relatif tetap dengan memiliki frekuensi tertentu (frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, 4000 Hz) misalnya pada gergaji sirkuler dan katub gas.



2) Bising Terputus-putus (*Intermittent noise*)

Kebisingan yang tidak terjadi secara terus menerus melainkan terdapat periode tenangnya. Contoh yaitu kebisingan akibat aktivitas lalu lintas kendaraan bermotor, kapal terbang dan kereta api.

3) Kebisingan Impulsif

Kebisingan jenis ini memiliki perubahan intensitas kebisingan melebihi 40 dBA dalam waktu yang sangat cepat dan cenderung tidak tertebak. Biasanya mengakibatkan efek kejut bagi pendengarnya. Seperti ledakan mercon dan meriam.

4) Bising Impulsif Berulang

Hampir sama dengan kebisingan impulsif, tetapi kejadiannya terjadi secara berulang kali. Sebagai contoh kebisingan yang diakibatkan oleh mesin tempa.

Berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia, kebisingan dibagi atas (Buchari, 2007) :

1) Kebisingan yang mengganggu (*Irritating noise*). Intensitas kebisingan ini tidak terlalu keras tetapi terasa cukup mengganggu kenyamanan manusia, misalnya mendengkur.

2) Kebisingan yang menutupi (*Masking noise*). Kebisingan ini menutupi pendengaran yang jelas. Secara tidak langsung bunyi ini akan

pengaruhi kesehatan dan keselamatan pekerja, karena teriakan



isyarat atau tanda bahaya tenggelam dalam kebisingan dari sumber lain.

- 3) Bising yang merusak (*Damaging / injurious noise*). Kebisingan ini memiliki intensitas bunyi yang melampaui ambang batas normal dan menurunkan fungsi pendengaran serta merusak pendengaran.

2. Pengaruh kebisingan terhadap kesehatan

Kebisingan sangat berpengaruh sekali pada kesehatan manusia dan banyak penyakit atau gangguan yang dapat ditimbulkan oleh kebisingan. Penyakit atau gangguan ini dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Gangguan fisiologis adalah kebisingan dapat menimbulkan gangguan fisiologis yaitu *internal body system*. *Internal body system* adalah sistem fisiologis yang terpenting untuk kehidupan. Gangguan fisiologis ini dapat menimbulkan kelelahan, dada berdebar, menaikkan denyut jantung, mempercepat pernafasan, pusing, sakit kepala dan kurang nafsu makan.
- b. Gangguan psikologis adalah gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, rasa jengkel, rasa khawatir, cemas, susah tidur, mudah marah dan cepat tersinggung.
- c. Gangguan komunikasi adalah resiko potensial terhadap pendengaran terjadi apabila komunikasi pembicaraan harus dijalankan dengan riak. Gangguan ini dapat menimbulkan terganggunya pekerjaan



dan kadang-kadang mengakibatkan salah pengertian yang secara tidak langsung dapat menurunkan kualitas dan kuantitas kerja.

3. Penanganan kebisingan

Berdasarkan Pedoman Mitigasi Dampak Kebisingan Akibat Lalu Lintas Jalan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 2005 penanganan kebisingan terdiri dari dua yaitu :

a. Penanganan kebisingan pada sumber

Penanganan kebisingan pada sumber bising dapat dilakukan melalui beberapa hal, antara lain :

(1) Pengaturan lalu lintas

Pengaturan dimaksudkan untuk mengurangi volume lalu lintas kendaraan yang lewat. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan rekayasa lalu lintas, pembangunan jalan lingkar untuk mengurangi beban jaringan jalan perkotaan dan lain-lain. Pengaturan lalu lintas yang baik dapat mengurangi tingkat kebisingan antara 2 s/d 5 dB (A).

(2) Pembatasan kendaraan berat

Kendaraan berat memberikan pengaruh yang besar terhadap tingkat kebisingan akibat lalu lintas jalan. Dengan melakukan pembatasan jenis kendaraan berat dapat mengurangi dampak kebisingan pada kawasan sensitif yang ada. Pembatasan kendaraan berat sebesar 10% dapat menurunkan tingkat kebisingan hingga 3,5 dB

baik kelandaian jalan



Kelandaian jalan berpengaruh langsung terhadap tingkat kebisingan. Pengurangan kelandaian setiap 1% dapat mengurangi tingkat kebisingan sebesar 0,3 dB (A).

(4) Pemilihan jenis perkerasan jalan

Pada kecepatan di atas 80 km/jam, penggantian perkerasan aspal beton padat (berbutir tidak seragam) dengan perkerasan aspal terbuka (berbutir seragam) dapat mengurangi tingkat kebisingan lalu lintas sampai 4 dB(A).

b. Penanganan kebisingan pada jalur perambatan

Penanganan kebisingan pada jalur perambatan suara umumnya dilakukan dengan pemasangan peredam bising. Peredam bising dapat berupa pagar alami (*natural barrier*) dan pagar buatan (*artificial barrier*). Penghalang alami biasanya menggunakan berbagai kombinasi tanaman dengan gundukan (*berm*) tanah, sedangkan penghalang buatan dapat dibuat dari berbagai bahan, seperti tembok, kaca, kayu, aluminium dan bahan lainnya. Untuk mencapai kinerja yang memadai, bahan yang digunakan sebagai penghalang sebaiknya memiliki rasio berat-luas minimum 20 kg/m².

Pagar (*barrier*) adalah elemen luar bangunan yang sering dijumpai di Indonesia. Pagar dapat dimanfaatkan sekaligus sebagai peredam rambatan gelombang bunyi (Putri, 2012). Menurut teori perambatan

ng bunyi, material alam yang memiliki berat tertentu lebih baik meredam bunyi. Berat yang dimiliki tiap material mendukung



material tersebut untuk bertahan pada posisinya untuk tidak mudah mengalami resonansi sehingga tidak meneruskan perambatan gelombang bunyi ke balik pembatas. Semakin berat dan tebal material atau lapisan material yang digunakan, semakin baik kemampuan redamnya, tidak saja karena menekan terjadinya resonansi, namun juga karena lebih mampu menyerap gelombang bunyi yang masuk melalui pori-porinya, dibandingkan material yang tipis dan ringan.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam konstruksi bangunan misalnya konstruksi tembok, konstruksi, dan jenis ubin, konstruksi ventilasi, konstruksi langit-langit dan genting. Sebagai dasar menentukan konstruksi bangunan, tabel 2 memuat data tingkat reduksi kebisingan dari berbagai material dengan ketebalan tertentu.

Tabel 2. Tingkat reduksi kebisingan dari berbagai bahan material dengan ketebalan tertentu

No	Bahan	Tingkat Reduksi Kebisingan (dB)			
		Ketebalan			
		3mm	5mm	10mm	20mm
1	Kaca	5-10 Db	7-15 dB	10-20 dB	15-25 dB
2	Kayu Tripleks/Kayu	5-9 dB	9-12 dB	10-15 dB	12-20 dB
3	Baja	10-15 dB	12-20 dB	15-25 dB	22-32 dB
4	Beton	8-12 dB	10-18 dB	12-20 dB	18-25 dB
5	Fiber glass	9-15 dB	9-14 dB	12-25 dB	20-30 dB

Sumber: Bruel (1984) dalam Sembodo (2004) dan Santoso (2008)

4. Baku tingkat kebisingan

Baku Tingkat Kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan

perbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan

yang tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan



kenyamanan lingkungan (Kep. Men LH No.48, 1996). Tingkat intensitas kebisingan Pedoman diukur dan dinyatakan dalam satuan *Decibel* (dBA). *Decibel* adalah ukuran energi bunyi atau kuantitas yang dipergunakan sebagai unit-unit tingkat tekanan suara berbobot A. Baku Tingkat Kebisingan yang berkaitan dengan permasalahan peruntukan lahan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Baku Tingkat Kebisingan Sesuai dengan Peruntukan Lahan

Peruntukan Kawasan / Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan (dBA)
1. Peruntukan Kawasan	
a. Perumahan dan Pemukiman	55
b. Perdagangan dan Jasa	70
c. Perkantoran dan Perdagangan	65
d. Ruang Terbuka Hijau (RTH)	50
e. Industri	70
f. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
g. Rekreasi	70
h. Khusus :	
Pelabuhan Laut	70
Cagar Budaya	60
2. Lingkungan Kegiatan	
a. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
b. Sekolah atau sejenisnya	55
c. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Sumber: KEP.48/MENLH/11/1996

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

Kategori Jalan Utama - Komersial (UK)



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

Berdasarkan pedoman perhitungan kapasitas jalan PU No. 13 tahun 2003 mengenai batas maksimum dan minimum nilai L_{10} dan L_{Aeq} tercantum pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan

Parameter	Utama – Komersial		Utama – Permukiman		Lokal - Komersial		Lokal - Permukiman	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
L_{10} -1jam, dB(A)	77,9	72,7	77,6	67,1	73,9	66,8	74,1	62,9
L_{Aeq} , dB(A)	76,0	70,1	74,5	64,8	72,1	63,2	71,2	58,4

Sumber : Pedoman Kementrian PU no. 13 tahun 2003

5. Alat pengukur kebisingan

Alat-alat untuk mengukur tingkat kebisingan adalah:

a. *Sound level meter*

Alat ini dapat mengukur kebisingan antara 30-130 dB(A) dan frekuensi 20-20.000 Hz. Alat ini terdiri dari mikropon, alat penunjuk elektronik, amplifier, dan terdapat tiga skala pengukuran, yaitu:

(1) Skala A

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

(2) Skala B

Untuk memperlihatkan kepekaan telinga terhadap bunyi dengan

s sedang.



(3) Skala C

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

b. *Oktave band analyzer*

Alat ini untuk mengukur analisa frekuensi dari suatu kebisingan yang dilengkapi dengan filter-filter menurut *Oktave*.

c. *Narrow band analyzer*

Alat ini dapat mengukur analisa frekuensi yang lebih lanjut atau disebut juga analisa spektrum singkat.

d. *Tape recorder* kualitas tinggi

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

e. *Impact noise analyzer*

Alat ini dipakai untuk kebisingan implusif.

f. *Noise logging dosimeter*

Alat ini untuk menganalisa kebisingan dalam waktu 24 jam dan dianalisa dengan menggunakan komputer sehingga didapatkan grafik tingkat kebisingan.

6. Mengukur tingkat kebisingan

Beberapa hal yang harus diperhatikan untuk mengukur tingkat

an, yaitu:



a. Cara pemakaian alat sound level meter.

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

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

b. Teknik pengukuran

ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan
 ran, tahapan tersebut diawali dari tahap persiapan hingga tahap



pelaksanaan pengukuran. Adapun tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

- (1) Menetapkan titik prediksi berdasarkan peta jalan dan hasil survey pendahuluan
- (2) Mempersiapkan peralatan-peralatan yang nantinya akan digunakan untuk pengukuran serta menempatkan operator yang akan mengoperasikan peralatan yang digunakan.
- (3) Mencatat kondisi lingkungan dari ruas jalan dan mengidentifikasi jenis perkerasan jalan melalui pengamatan langsung serta mencatat karakteristik jalan.
- (4) Mengukur tingkat kebisingan menggunakan *sound level meter*, menghitung volume dan komposisi lalu lintas menggunakan alat *counter*, mengukur kecepatan rata-rata kendaraan menggunakan *speed gun*.
- (5) Lama pengukuran disesuaikan dengan tingkat kebisingan prediksi yang diinginkan.
- (6) Pengukuran tingkat kebisingan, volume lalu lintas, kecepatan dilakukan secara bersamaan.

7. Perhitungan Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran

a. Distribusi Frekuensi



Distribusi frekuensi atau tabel frekuensi adalah pengelompokkan data ke dalam beberapa kelas dan kemudian dihitung banyaknya data dalam setiap kelas.

pengamatan yang masuk ke dalam tiap kelas. Dalam membuat distribusi frekuensi dihitung banyaknya interval kelas, nilai interval, tanda kelas / nilai tengah, dan frekuensi seperti pada Persamaan 17 sampai 20 berikut ini.

a. Jangkauan atau Range

$$R = \text{Data max} - \text{Data min} \quad (17)$$

b. Banyaknya Kelas

$$k = 1 + 3.3 \log(n) \quad (18)$$

c. Interval

$$I = \frac{R}{k} \quad (19)$$

d. Titik Tengah Interval Kelas

$$\text{Titik tengah} = \frac{(BB+BA)}{2} \quad (20)$$

b. Tingkat Kebisingan Equivalent

Perhitungan angka penunjuk secara manual diawali dengan menghitung L_{90} , L_{50} , L_{10} , L_1 . L_{90} adalah persentase kebisingan yang mewakili tingkat kebisingan mayoritas atau kebisingan yang muncul 90% dari keseluruhan data. L_{10} adalah persentase kebisingan yang mewakili tingkat kebisingan minoritas atau kebisingan yang muncul 10% dari keseluruhan data. Sedangkan L_{50} merupakan kebisingan rata-rata selama pengukuran. Tahap selanjutnya adalah perhitungan angka penunjuk

(L_{Aeq}) yang mana L_{Aeq} ini merupakan angka penunjuk tingkat kebisingan yang paling banyak digunakan. Pada pengukuran kebisingan di jalan raya, L_{90} menunjukkan kebisingan latar belakang yaitu



kebisingan yang banyak terjadi sedangkan L_{10} merupakan perkiraan tingkat kebisingan maksimum seperti pada Persamaan 21 hingga persamaan 32 berikut ini.

a. Untuk L_{90}

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

$$\text{Nilai } A = 10\% \times N \quad (21)$$

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

10% : Hasil pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } L_{90\text{awal}} = I B_0 + (B_1) X = 0,1 \times I \times 10 \quad (22)$$

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B_0 : Jumlah % sebelum 90

B_1 : % setelah 90

$$L_{90} = I_0 + X \quad (23)$$

Dimana:

I_0 : Interval akhir

ik L_{50} :



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

$$\text{Nilai } A = 50\% \times N \quad (24)$$

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

50% : Hasil pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } L_{50\text{awal}} = I B_0 + (B_1) X = 0,5 \times I \times 100 \quad (25)$$

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B_0 : Jumlah % sebelum 50

B_1 : % setelah 50

$$L_{50} = I_0 + X \quad (26)$$

Dimana:

I_0 : Interval akhir

c. Untuk L_{10} :

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

$$\text{Nilai } A = 90\% \times N \quad (27)$$

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang

mana:

Hasil 90 % pengukuran dari 100%



N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } L_{10\text{awal}} = I B_0 + (B_1) X = 0,9 \times I \times 100 \quad (28)$$

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ : Jumlah % sebelum 10

B₁ : % setelah 10

$$Leq_{10} = I_0 + X \quad (29)$$

Dimana:

I₀ : Interval akhir

d. Untuk L₁:

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 99% dari data pengukuran (L₁) dengan persamaan:

$$\text{Nilai } A = 99\% \times N \quad (30)$$

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

99% : Hasil 99% pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } Leq_{1\text{awal}} = I B_0 + (B_1) X = 0,99 \times I \times 100 \quad (31)$$

Dimana:

I : Interval data

Jumlah data yang tidak diketahui

Jumlah % sebelum 1



B_1 : % setelah 1

$$Leq_1 = I_0 + X \quad (32)$$

Dimana:

I_0 : Interval akhir

Untuk nilai L_{Aeq} dapat dihitung seperti pada persamaan 33 dibawah ini

$$L_{Aeq} = L_{50} + 0,43 (L_1 - L_{50}) \quad (33)$$

Tahap selanjutnya setelah nilai L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} dan L_{Aeq} diperoleh adalah menghitung $L_{Aeq,day}$ adalah tingkat kebisingan selama 1 hari pengukuran yang dihitung menggunakan persamaan 34.

$$L_{Aeq,day} = 10 \times \log (10) \times \left(\frac{1}{\text{jam/hari}} \times 10^{\frac{L_{Aeq1}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{Aeqn}}{10}} \right) \quad (34)$$

H. Pengujian Statistik

Pengujian statistik dapat dilakukan berbagai macam uji salah satunya adalah uji t yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan dari data yang diperoleh. Uji t terbagi menjadi dua yaitu uji satu pihak (*one tail test*) dan uji dua pihak (*two tail test*). Uji satu pihak digunakan ketika hipotesis nol (H_0) berbunyi lebih besar atau sama dengan dan hipotesis alternatifnya (H_a) berbunyi lebih kecil. Sedangkan uji dua pihak digunakan ketika hipotesis nol (H_0) berbunyi sama dengan dan hipotesis alternatifnya (H_a) berbunyi tidak sama dengan. Dalam

uji hipotesis dua pihak, bila t hitung berada pada daerah t tabel, hipotesis nol (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_a) ditolak.



I. Model Prediksi Kebisingan ASJ-RTN 2008

Metode yang digunakan dalam memprediksi kebisingan lalu lintas adalah model ASJ RTN 2008, yang merupakan bentuk yang telah direvisi dari bentuk sebelumnya. Model prediksi setelah ASJ RTN 1998 diadopsi secara komprehensif dalam “*Technical Method for Environmental Impact Assessment of Road*” dan secara luas digunakan untuk prediksi kebisingan lalu lintas di Jepang. Bentuk dari model ASJ RTN juga digunakan untuk desain pengukuran pemeliharaan lingkungan (pengukuran pengurangan kebisingan) dan memperkirakan lokasi kebisingan yang tepat selama pengawasan lingkungan (observasi reguler). Kemudian, pada dasarnya model prediksi digunakan bukan hanya untuk memprediksi masa depan lingkungan, namun juga untuk mengestimasi kondisi lingkungan saat ini dan desain dari pengukuran pengurangan kebisingan. Para ahli bekerja menemukan solusi pada masalah yang belum terselesaikan dalam model ASJ RTN 2003. Setelah lima tahun penelitian dan pemeriksaan, akhirnya diterbitkan model baru ASJ RTN 2008 (Yamamoto, 2010).

Model perhitungan ASJ-RTN 2008 pada jalan tol layang dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:

1. Perhitungan sound power level (L_{WA}).

tingkat kekuatan suara (L_{WA}) dihitung dengan menggunakan
 an 35.



$$L_{wA} = a + b \log V \quad (35)$$

dimana :

L_{wA} = Tingkat kekuatan suara (dB)

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

a, b = Koefisien regresi

Nilai koefisien regresi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Koefisien regresi a dan b untuk arus lalu lintas *steady* dan *unsteady* (Yamamoto, 2010)

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

2. Perhitungan sound pressure level (L_A).

Tingkat tekanan suara (L_A) dalam satuan dB untuk perambatan suara dari sumber suara ke titik prediksi dihitung berdasarkan redaman yang terjadi oleh berbagai faktor. Persamaan tingkat tekanan suara dapat dilihat pada Persamaan 36 dan ilustrasi penentuan jarak titik prediksi kesumber suara.

$$L_A = L_{wA} - 8 - 20 \log r \quad (36)$$

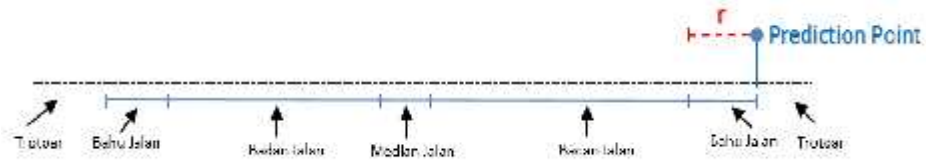
dimana :

L_A = Tingkat tekanan suara (dB)

= Tingkat kekuatan suara (dB)

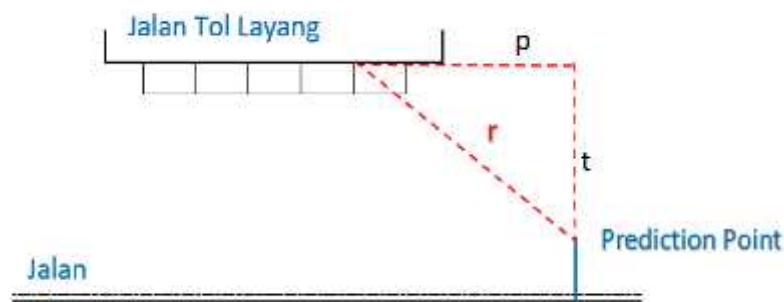
= Jarak titik prediksi ke sumber suara (m)





Gambar 1. Ilustrasi penentuan jarak titik prediksi ke sumber suara

Dari persamaan 36 dapat diprediksi kebisingan pada jalan tol layang dengan mengganti jarak titik prediksi ke sumber suara (r). Maka dari itu perhitungan jarak titik prediksi ke sumber suara pada tol dapat dilihat pada persamaan 37 dan ilustrasi penentuan jarak titik prediksi ke sumber suara dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi penentuan jarak titik prediksi ke sumber suara (Tol Layang)

$$r = \sqrt{p^2 + t^2} \quad (37)$$

dimana :

p = jarak titik prediksi sejajar jembatan

t = Tinggi jembatan mulai dari titik prediksi (dB)

r = Jarak titik prediksi ke sumber suara (m)



3. Perhitungan sound exposure level (L_{AE})

Perhitungan tingkat pemaparan suara dilakukan dengan menggunakan Persamaan 38 dan Persamaan 39.

$$L_{AE} = 10 \log \frac{E_A}{E_0} = 10 \text{ Log } \frac{1}{T} \sum 10^{\frac{L_A}{10}} \Delta t \quad (38)$$

$$\Delta t = \frac{3.6 \Delta l}{V} \quad (39)$$

dimana :

L_{AE} = Tingkat pemaparan suara (dB)

L_A = Tingkat tekanan suara (dB)

T = Jumlah pengamatan dalam sehari

l = Lebar jalan pada titik pengamatan (m)

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

4. Perhitungan equivalent continuous A-weighted sound pressure level (L_{Aeq}).

Dengan memasukkan nilai volume kendaraan dan waktu pengamatan, maka tingkat tekanan suara ekivalen dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 40.

$$L_{Aeq} = L_{AE} + 10 \log \frac{NT}{T} \quad (40)$$

dimana :

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

L_{AE} = Tingkat pemaparan suara (dB)

N = Volume kendaraan (kend/jam)

T = Jumlah pengamatan dalam sehari



5. Persamaan model ASJ-RTN 2008 dengan penambahan jumlah suara klakson kendaraan

Perhitungan suara klakson pada penelitian ini mengacu pada penelitian terdahulu yaitu perhitungan klakson yang dilakukan oleh Asakura dengan menggunakan data pengukuran di Dhaka Bangladesh. Pada penelitian tersebut, data yang diperlukan untuk perhitungan tingkat bising suara klakson kendaraan adalah jumlah bunyi klakson, durasi waktu kendaraan membunyikan klakson, dan jarak dari kendaraan yang membunyikan klakson ke *sound level meter*. Perhitungan tingkat bising suara klakson kendaraan yang mengacu pada penelitian Asakura (2010) dihitung menggunakan Persamaan 41 dan Persamaan 42.

$$LAh = 10 \log 10 (10 \log^{LA/10} t (41 \times 3,6 \times (d/V))) \quad (41)$$

dimana :

LAh = Tingkat tekanan suara klakson (dB)

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

t = Durasi bunyi klakson (detik)

d = Jarak klakson (m)

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

$$LA_{total} = 10 \log 10 (10^{LA_{eq}/10} + 10^{LAh/10}) \quad (42)$$

dimana :

LA_{total} = Tingkat tekanan suara prediksi ASJ-RTN 2008 dengan penambahan suara klakson (dB)

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



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

J. Validasi Hasil Prediksi

Evaluasi hasil prediksi diperlukan guna mengetahui kesesuaian antara hasil prediksi dengan hasil pengukuran. Nilai yang perlu dihitung adalah nilai korelasi *pearson* dan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE). Apabila nilai korelasi tinggi dan nilai RMSE rendah, maka model dikatakan baik (Murlina, 2013). Nilai korelasi *pearson* dan nilai RMSE diperoleh dengan menggunakan Persamaan 43 dan Persamaan 44.

$$R = \frac{n \cdot XY - X \cdot Y}{\sqrt{\{n \cdot X^2 - (X)^2\} \cdot \{n \cdot Y^2 - (Y)^2\}}} \quad (43)$$

$$RMSE = \sqrt{\sum (X - Y)^2 / n} \quad (44)$$

K. Fortran

Fortran adalah sebuah bahasa pemrograman. Pertama kali dikembangkan pada tahun 1956 oleh John Backus di IBM. Digunakan dalam bidang sains selama 50 tahun kemudian. Ditujukan untuk mempermudah pembuatan aplikasi matematika, ilmu pengetahuan, dan tehnik. Pertama kali bernama FORTRAN yang merupakan singkatan dari *Formula Translator/Translation*, tetapi penggunaan huruf besar kemudian ditiadakan sejak versi Fortran 90. Merupakan bahasa aman tingkat tinggi pertama dan prosedural, akan tetapi versi-baru dari Fortran kemudian dikembangkan dengan memasukkan



kemampuan *object-oriented programming*. Unggul pada dukungan dalam menangani bentuk perhitungan, termasuk bilangan kompleks. Kelemahannya pada operasi input/output yang lalu. Kode sumbernya juga sulit dipahami dibanding bahasa pemrograman tingkat tinggi lainnya. Untuk mengembangkan program menggunakan bahasa Fortran, dibutuhkan *software* Text Editor.

L. Penelitian Terdahulu

Hustim, dkk (2011) dengan judul penelitian *Survey on Road Traffic Noise in Makassar City*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai tingkat kebisingan lalu lintas, volume lalu lintas, kecepatan kendaraan dan *power level* klakson, dimana awalnya nilai *power level* klakson merupakan sebuah asumsi. Dengan menggunakan metode ASJ RTN 2008 peneliti mencari nilai tingkat kebisingan prediksi sebelum dan setelah memasukkan suara klakson. Sehingga didapatkan hasil, sebelum memasukkan suara klakson, nilai tingkat kebisingan prediksi lebih rendah dari nilai tingkat kebisingan pengukuran. Setelah memasukkan suara klakson, didapatkan hasil nilai tingkat kebisingan prediksi mendekati nilai tingkat kebisingan pengukuran. Tingkat kebisingan rata-rata pada ruas Jalan Pettarani mencapai 74 dB.

Putri (2012) dengan judul Perancangan Barrier untuk menurunkan

Kebisingan pada Jalur Rel Kereta Api di Jalan Ambengan
a dengan menggunakan Metode Nomograph. Penelitian ini di



bertujuan dengan adanya barrier dapat menurunkan tingkat kebisingan pada Jalur rek kereta api. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisa didapatkan pembangunan pagar (*barrier*) yang diperlukan untuk mengurangi tingkat kebisingan disekitar permukiman penduduk adalah dengan bahan material *brick*, tinggi 4 m, panjang 100 m, tebal antara 23,88 cm 28,9 cm, mampu mereduksi kebisingan sebesar 12,8 dB(A).

Hustim dan Fujimoto (2012a), dengan judul penelitian *Acoustical Characteristics of Horn Sound Vehicle*. Pada penelitian, peneliti mencari nilai power level klakson melalui pengujian kendaraan dengan mempertimbangkan jarak dari bunyi klakson ke SLM. Lalu dilanjutkan dengan pengukuran tingkat bising di 35 jalan di Kota Makassar dan membuat model prediksinya. Metode yang digunakan adalah ASJ-RTN 2008. Selanjutnya tingkat bising hasil pengukuran dibandingkan dengan tingkat bising prediksi tanpa memasukkan suara klakson simulasi, dan power level hasil pengujian. Hasil yang diperoleh dari pengujian power level klakson adalah sepeda motor sebesar 106.1 dB dan kendaraan ringan sebesar 108.5 dB.

Hustim (2012b) dengan judul penelitian *Road Traffic Noise Under Heterogeneous Traffic Condition in Makassar City*. Penelitian ini bertujuan untuk memperlihatkan kondisi kebisingan lalu lintas jalan di Kota Makassar dengan menggunakan metode ASJ RTN 2008. Data yang

an adalah data karakteristik lalu lintas yaitu kendaraan berat,
an ringan dan kendaraan bermotor, menghitung kecepatan



dengan *speed gun* dan merekam kondisi jalan dengan kamera video. Hasil menunjukkan bahwa tingkat kebisingan pada ruas jalan Pettarani mencapai 71,8 dB dan telah melewati batas standar lingkungan dimana kendaraan bermotor menjadi dominan.

Hustim dan Fujimoto (2013), dengan judul *Road Traffic Noise Reduction using TDM-TMS Strategies in Makassar City, Indonesia*. Penelitian ini bertujuan untuk mereduksi tingkat kebisingan dengan melakukan kebijakan berbasis TDM-TMS berupa pengurangan jumlah kendaraan ringan dan sepeda motor, pengurangan suara klakson dan penggunaan BRT. Hasil menunjukkan bahwa kebijakan tersebut mampu mereduksi kebisingan pada ruas jalan Pettarani sebesar 6.2 dB.

Suastawa (2015) Dengan Judul Analisis Penggunaan Bangunan Peredam Bising untuk mengurangi Kebisingan Lalu Lintas (Studi Kasus Jalan Uluwatu Jimbaran). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kebisingan Jalan Uluwatu II yang dilengkapi Bangunan Peredam Bising rancangan Direktorat Bina Marga dalam mengurangi kebisingan. Bangunan Peredam Bising rancangan Direktorat Bina Marga dari bahan ALWA (*Artificial Low Weight aggregate*) dengan ketinggian 2,75 meter dibangun sepanjang jalan dengan jarak 5 meter dari tepi perkerasan mampu mereduksi tingkat kebisingan sebesar 11,38 dB(A).

Zulfiani (2017) dengan judul Model Prediksi dan Simulasi Bangunan Kebisingan Lalu Lintas Heterogen Berbasis Model ASJ-RTN dan RLS 90. Penelitian ini bertujuan untuk Memprediksi kebisingan



yang dihasilkan oleh lalu lintas pada jaringan jalan di Kota Makassar menggunakan Model ASJ-RTN 2008 dan RLS 90 serta menganalisis beban lalu lintas jaringan jalan dalam konteks alternatif penanganan kebisingan berbasis Manajemen Kebutuhan Transportasi, sehingga memperoleh tingkat kebisingan pada jalan A.P Pettarani sebesar 80.4 dB, dan alternatif penanganan kebisingan yang diperoleh dengan menggunakan simulasi pembebanan yaitu pengalihan pete-pete ke BRT (Bus Rapi Transyt) berdasarkan load factor pete-pete, pengurangan volume kendaraan ringan (pribadi) sebesar 20%, dan pengurangan sepeda motor sebesar 30%, menghasilkan simulasi yang dapat mereduksi tingkat kebisingan sebesar 1.57 dB sampai dengan 2.53 dB.

