

TUGAS AKHIR

ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA BUNDARAN DI KAWASAN MAMINASATA



Disusun Oleh:

MAITSA FIKRI NABILA

D121 14 011

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS

TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN



2018

TUGAS AKHIR

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA BUNDARAN DI
KAWASAN MAMINASATA**



Disusun Oleh:

MAITSA FIKRI NABILA

D121 14 011

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS

TEKNIK



UNIVERSITAS HASANUDDIN

2018



Optimization Software:
www.balesio.com



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

JL. POROS MALINO, KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

LEMBAR PENGESAHAN

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

Judul : Analisis Tingkat Kebisingan Pada Bundaran di Kawasan Maminasata

Disusun Oleh :

Nama : Maitsa Fikri Nabila

D121 14 011

Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 14 Januari 2019

Pembimbing I

Pembimbing II


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


Dr. Eng. Muh. Isran Ramli, ST. M.T.
NIP. 19581228 1986012001

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan


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

TL - Unhas 657/10.1/2019



KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Alhamdulillahirobil 'alamin. Puji syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT. Karena atas rahmat, hidayah, dan izin-Nya lah, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul : **ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA BUNDARAN DI KAWASAN MAMINASATA**. Shalawat serta salam kepada junjungan kita, Rasulullah SAW, yang telah mengantar umat manusia menuju masa yang terang benderang.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan kelulusan pada jenjang Strata-1 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari, banyak hambatan dan kesulitan pada saat penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan bimbingan, nasehat, dan doa dari segala pihak, membuat penulis mampu dan tetap semangat hingga akhir pengerjaan tugas akhir ini.

Terima kasih terkhusus penulis sampaikan untuk kedua orangtua penulis yang senantiasa mencurahkan perhatian, kasih sayang dan dukungannya terhadap penulis yakni Papa Ir. Abdul Kadir .S. serta Mama Ir. Rini Marlina. Terima kasih pula untuk adikku tersayang Fahmi Achmad Nurfaizi yang sangat berbakti pada kakaknya.

Pada kesempatan kali ini pula, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof Dr Dwia Aries Tina Pulubuhu M, selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak. Prof.Dr Muh. Wihardi Tjaronge, S.T., M.Eng Ketua Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T, selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin, dan Pembimbing I, yang



selalu memotivasi dan menanyakan progress penulis selama penyelesaian tugas akhir.

5. Bapak Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T selaku pembimbing II yang memberbaik hati untuk direpotkan dalam pembuatan penyelesaian tugas akhir
6. Seluruh Bapak/Ibu dosen Departemen Teknik Lingkungan, yang telah banyak memberikan pengetahuan kepada penulis.
7. Seluruh staff dan karyawan Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu dalam proses admininstrasi,
8. Nur Asya, *partner* yang sama-sama berjuang sejak penyusunan laporan laboratorium hingga penyusunan tugas akhir.
9. Nurkhairah Yustisi Irkan, S.Kg, Andi Multazam Idris, dan Nurul Hikmayani, yang turut memotivasi dan membantu sejak awal perintisan Tugas Akhir tanpa mengenal waktu dan lelah.
10. Fitrayanto, A.Md, *partner* ketawa yang selalu mendukung dan memotivasi hampir seluruh aktivitas penulis.
11. Kanda Fahmi yang dipanggil Ilo, yang sangat berjasa dalam mengembalikan data-data skripsi yang pernah hilang dan membantu penyusunan skripsi sesuai bidangnya.
12. Denissa Yuliana ,S.T yang memiliki banyak jasa selama penyusunan skripsi ini mulai dari penelitian hingga print-print skripsi ketika H-1 sidang, serta telah menjadi tempat berbagi keluh kesah penulis di tahun-tahun terakhir penulis sebagai mahasiswa, terutama saat berbagi cerita sampai nangis-nangis didekat mesin pompa air haha.
13. Desy Nurhidayanti, S.T, kawan yang paling penulis sayangi, kawan berbagi keluh kesah, cerita, suka, duka, candaan, hinaan, bahkan diam-diaman sejak penulis masih mahasiswa baru. Maaf atas 1 tahun yang tidak menyenangkan.
14. Arlis Radiatullah, S.T, Muhammad Arif Rahman, S.T, dan A. Muh. Fahri Rauzi Idrus, kawan berbagi cerita, mengajarkan dan membantu



menganalisa data sesuai bidangnya.

15. Terimakasih kepada kak Anti , kak Echa , atas bimbingannya dan bantuannya dalam menyusun tugas akhir.
16. Evianista, adik angkatan yang paling setia sejak zaman maba, kawan berbagi cerita dan selalu ada setiap musim laporan laboratorium hingga penyusunan Tugas Akhir.
17. Dzikri Fajriah Saleh, Kicoy, adik angkatan rasa teman angkatan, *partner* cerita dan berbagi informasi, hehe.
18. Helmi Handika dan Nurbahrunnisa, teman serumahku yang telah menjadi teman hidup di Gowa selama 2 tahun.
19. Herliani, teman bareng ke kampus sejak mahasiswa baru, yang selalu membimbing penulis untuk menyeberang jalan agar tidak tertabrak kendaraan (tanganku dipegang terus sampai nda lepas-lepas hingga kampus), teman berbagi cerita tentang '*something*' hehe.
20. Antari Ruanda yang sudah membantu sesuai dalam penyelesaian skripsi ini dengan bidangnya.
21. Ade Poetra Sam yang sudah membelikan es kepal milo sebagai teman menganalisa data saat di Pangkep.
22. Marquez, Markonah, Jennifer, kucing-kucing manja di Gowa yang sangat setia menunggu didepan pintu Kost dan selalu tiba-tiba datang ketika pintu dibuka.
23. Untuk kawan-kawan dari Enviro14, yang telah membantu dan mendukung dalam pengambilan data untuk penyusunan Tugas Akhir ini.

Serta kepada rekan-rekan dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu,. Semoga Allah SWT berkenan membalas kebaikan kalian. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun, penulis berharap tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pembaca. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan guna melengkapi segala kekurangan dan keterbatasan dalam penyusunan tugas akhir ini. Akhir kata semoga tugas akhir ini memberikan manfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan dan



lingkungan.

Gowa, Desember 2018 Penulis,

Maitsa Fikri Nabila

D121 14 011

ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA BUNARAN DI KAWASAN MAMINASATA

Maitsa Fikri Nabila

*Mahasiswa S1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea
Makassar. 90245 Telp/Faks: 0411-587636
maitsafikrinabila@gmail.com*

Dr. Eng. Muralia Hustim, ST., MT

*Dosen Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea
Makassar 90245 Telp/Faks: 0411-587636*

Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., MT

*Dosen Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea
Makassar 90245 Telp/Faks: 0411-587636*

ABSTRAK

Pesatnya pertumbuhan suatu negara dipengaruhi oleh berbagai hal, salah satunya di bidang transportasi dimana transportasi berpengaruh signifikan terhadap pembangunan dan sebagai penunjang aktivitas masyarakat. Penelitian ini dilaksanakan di Bundaran Mandai, Bundaran Riburane, dan Bundaran Samata.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kebisingan pada 3 titik tersebut, serta memprediksi tingkat kebisingan dengan menggunakan metode (*Calculation of Road Traffic Noise*) berbasis *Software Vissim* pada tahun 2018. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan selama 12 jam dari pukul 06.00 sampai dengan pukul 19.00 dengan pengambilan sampel selama 10 menit per



jam menggunakan SLM tipe TM-103. Sedangkan untuk prediksi hasil kebisingan digunakan variabel data volume dan kecepatan kendaraan. Untuk prediksi kecepatan kendaraan digunakan variable volume kendaraan yang ditambahkan 7% per tahun lalu di *running* pada *Software Vissim*. Hasil ukur tingkat kebisingan dimana dibagi menjadi 3 lokasi yaitu Bundaran Mandai sebesar 76,21 dB; Bundaran Riburane sebesar 75,82 dB; dan Bundaran Samata sebesar 80,09 dB dimana ketiga nilai tingkat kebisingan tersebut melebihi standar baku mutu KepmenLH No. 48 tingkat kebisingan untuk kawasan perdagangan dan jasa yakni 70 dB. Hasil prediksi tingkat kebisingan berbasis model CoRTN pada bundaran di kawasan Maminasata hasilnya memiliki perbedaan dengan perhitungan menggunakan rumus Leq yaitu 73,47 dB untuk Bundaran Mandai; 70,07 dB untuk Bundaran Riburane; dan 73,40 dB untuk Bundaran Samata. Sedangkan perbedaan hasil prediksi 2019-2023, pada tahun 2019 sudah terdapat selisih ≥ 3 dB yakni 4,1 dB pada Bundaran Mandai, sehingga perlu dilakukan penanganan kebisingan terhadap kawasan ini.

Kata Kunci : Tingkat kebisingan, *Calculation of Road Traffic Noise*, *Software Vissim*, Bundaran

ANALYSIS OF NOISE LEVEL AT ROUNDABOUT IN MAMINASATA AREA

Maitsa Fikri Nabila

*Undergraduate Student of Environmental Engineering Department
Faculty of Engineering Hasanuddin University
Jl.Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea
Makassar. 90245 Telp/Faks: 0411-587636
maitsafikrinabila@gmail.com*

Dr. Eng. Muralia Hustim, ST., MT

*Lecturer of Environmental Engineering Department
Faculty of Engineering Hasanuddin University
Jl.Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea
Makassar 90245 Telp/Faks: 0411-587636*

Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., MT

*Lecturer of Civil Engineering Department Faculty
of Engineering Hasanuddin University
Jl.Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea
Makassar 90245 Telp/Faks: 0411-587636*

ABSTRACT

The rapid growth of a country by various things, one of which is in the field of transportation while transportation is important for development and as a medium for community activities. This research was conducted at the Mandai



Optimization Software:
www.balesio.com

Roundabout, Riburane Roundabout, and the Samata Roundabout. This study discusses to analyze the level at 3 observation points, as well as predict the level by using the CoRTN method (Traffic Noise Calculation) based on Vissim Software in 2019-2023. Level measurements were carried out for 12 hours from 07.00 until 19.00 by taking samples for 10 minutes per hour using the SLM type TM-103. While for the prediction results, the variable data volume and vehicle speed are used. For vehicle speed predictions, used variable volume vehicles are added 7% per year and then run on Software Vissim. The results of the division level measurement are divided into 3 locations, namely the Mandai Roundabout about 76.21 dB; Riburane Roundabout about 75.82 dB; and the Samata Roundabout about 80.09 dB where the value level is higher than the standard quality standard KepmenLH No. 48 about levels of increase for trade and service areas of 70 dB. The results of the estimated participation rate are based on the CoRTN model on the roundabout in the Maminasata area as a result of calculations using the Leq formula, which is 73.47 dB for the Mandai Roundabout; 70.07 dB for Riburane Roundabout; and 73.40 dB for the Samata Roundabout. While the difference in the predicted results from 2019-2023, in 2019 there has been a difference of ≥ 3 dB which is 4.1 dB at the Mandai Roundabout, so that improvements need to be made to this region.

Keywords: Noise level, Calculation of Road Traffic Noise, Software Vissim, Roundabout

DAFTAR ISI

	halaman
SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PENGANTAR	iii
DAFTAR K	v



ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Ruang Lingkup	5
E. Manfaat Penelitian	5
F. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Kebisingan	8
1. Pengertian Kebisingan	8
2. Jenis-jenis Kebisingan	9
3. Kebisingan Akibat Lalu Lintas	10
4. Zona Kebisingan	11
5. Baku Mutu Kebisingan	12
B. Pengukuran Tingkat Kebisingan	13
1. Metode Pengukuran	13
2. Baku Mutu Kebisingan	13
3. Teknik Pengukuran	14



4. Baku Mutu Kebisingan	12
C. Perhitungan Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran	15
1. Distribusi Frekuensi	15
2. Tingkat Kebisingan <i>Equivalent</i>	16
3. Pengujian Statistik	20
D. Model Prediksi Kebisingan Metode <i>Calculation of Road Traffic Noise</i> (CoRTN)	20
1. Kriteria-Kriteria Variabel Berpengaruh	21
2. Tahap Perhitungan	21
E. Bundaran	26
F. Bundaran di Kawasan Maminasata	30
1. Bundaran Samata	30
2. Bundaran Riburane	31
3. Bundaran Mandai	31
G. PTV Vissim	32
1. PTV Vissim	32
2. Konsep Kalibrasi dan Validitas Model Simulasi	32
H. Uji Statistik <i>T-Test</i>	34

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Kerangka Penelitian	35
B. Rancangan Penelitian	36
Waktu dan Lokasi Penelitian	
. Waktu Penelitian	38



2. Lokasi Penelitian	38
D. Alat Pengukuran	38
E. Jenis Data	40
F. Teknik Pengumpulan Data	40
G. Analisis Data	40
1. Analisis Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran	43
2. Analisis Prediksi Tingkat Kebisingan dengan metode CoRTN (<i>Calculation of Road Traffic Noise</i>)	44
3. Metode Mikro – Simulasi Menggunakan Vissim	45
4. Analisis prediksi jumlah kendaraan selama 5 tahun	46
H. Kalibrasi dan Validasi Menggunakan Uji Statistik GEH	47

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi	48
B. Hasil Analisa Data dan Pembahasan	49
1. Tingkat Kebisingan	49
2. Pengukuran Volume Kendaraan	52
3. Kecepatan Kendaraan	55
D. Uji Statistik	59
E. Hasil Analisa Prediksi Volume dan Kecepatan berbasis <i>Software Vissim</i>	60
1. Kalibrasi Model Mikro – Simulasi	60
2. Prediksi Kecepatan Kendaraan berdasarkan <i>Software Vissim</i>	64
3. Prediksi Tingkat Kebisingan Tahun 2019-2023 dengan metode	



CoRTN	66
4. Hasil Rekapitulasi Prediksi Tingkat Kebisingan	77
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	81
B. Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	halaman
1. Proporsi Kebisingan yang Mengganggu	11
2. Baku Mutu Kebisingan	12
3. Rumus Statistik <i>GEH</i> (<i>Geoffrey E. Havers</i>)	34
4. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Volume Kendaraan Bundaran Mandai	52
5. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Volume Kendaraan Bundaran Riburane	53
6. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Volume Kendaraan Bundaran Samata	54
7. Hasil Rekapitulasi Kecepatan Kendaraan	56
8. Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Mandai	57
l analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Riburane	57
l analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Samata	58



11. Perbandingan hasil analisa pengukuran tingkat kebisingan dan prediksi tingkat kebisingan	58
12. Uji T Hasil Pengukuran Langsung dengan Hasil Prediksi CoRTN	60
13. Nilai Kalibrasi Pada Simpang Bundaran	61
14. Hasil Kalibrasi Uji <i>Geoffrey E. Havers</i> pada Volume Arus Lalu Lintas Bundaran Mandai	62
15. Hasil Kalibrasi Uji <i>Geoffrey E. Havers</i> pada Volume Arus Lalu Lintas Bundaran Mandiri	62
16. Hasil Kalibrasi Uji <i>Geoffrey E. Havers</i> pada Volume Arus Lalu Lintas Bundaran Samata	62
17. Volume Kendaraan Bermotor Tahun 2018 – 2023 di Bundaran Mandai	64
18. Volume Kendaraan Bermotor Tahun 2018 – 2023 di Bundaran Riburane	65
19. Volume Kendaraan Bermotor Tahun 2018 – 2023 di Bundaran Samata	65
20. Kecepatan Kendaraan Tahun 2018 – 2023	66
21. Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Mandai 2019	67
22. Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Mandai 2020	67
23. Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Mandai 2021	68
24. Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Mandai 2022	69
25. Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Mandai 2023	69

Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Riburane 2019	70
--	----



Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Riburane 2020	71
--	----



28. Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Riburane 2021	71
29. Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Riburane 2022	72
30. Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Riburane 2023	73
31. Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Samata 2019	73
32. Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Samata 2020	73
33. Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Samata 2021	74
34. Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Samata 2022	75
35. Hasil analisa prediksi tingkat kebisingan Bundaran Samata 2023	76
36. Hasil Rekapitulasi Prediksi Tingkat Kebisingan di kawasan Bundaran Maminasata 2019-2023	77
37. Uji T Hasil Prediksi 2018 dan 2019	77
38. Uji T Hasil Prediksi 2019 dan 2020	78
39. Uji T Hasil Prediksi 2020 dan 2021	78
40. Uji T Hasil Prediksi 2021 dan 2022	79
41. Uji T Hasil Prediksi 2022 dan 2023	79



DAFTAR GAMBAR

	halaman
1. Pembagian Segmen Simpang 4 berdasarkan metode <i>CoRTN</i>	22
2. Grafik yang digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan berdasarkan sumbu X dan Y	25
3. Contoh-contoh Persimpangan Sebidang Kaki-Banyak dan Bundaran	27
4. Kawasan giratory	28
5. Mikrosimulasi Bundaran	32
6. Bagan Alir Penelitian	35
7. Proses <i>Survey</i> Bundaran Mandai	36
8. Proses <i>Survey</i> Bundaran Riburane	37
9. Proses <i>Survey</i> Bundaran Samata	37
 pengukuran kebisingan	38
 Diagram alir perhitungan nilai tingkat kebisingan	43

12. Diagram alir prosedur perhitungan nilai prediksi tingkat bising dengan menggunakan metode CoRTN	44
13. Diagram Alir Micro-Simulasi PTV Vissim	45
14. Prediksi jumlah kendaraan yang menggunakan jalan tol layang selama 5 tahun	46
15. Peta lokasi pengamatan	48
16. Grafik tingkat kebisingan Bundaran Mandai	50
17. Grafik tingkat kebisingan Bundaran Riburane	50
18. Grafik tingkat kebisingan Bundaran Samata	51
19. Grafik Komposisi Kendaraan	55
20. Visualisasi 3D Mikro – Simulasi Vissim Simpang Bundaran Mandai	63
21. Visualisasi 3D Mikro – Simulasi Vissim Simpang Bundaran Mandiri	63
22. Visualisasi 3D Mikro – Simulasi Vissim Simpang Bundaran Samata	64



DAFTAR LAMPIRAN

1. Pembagian Segmen
2. Contoh Analisis Data
3. Data Pengukuran
4. Hasil Simulasi Kecepatan Berbasis *Software Vissim*
5. Tutorial PTV Vissim 9
6. Dokumentasi



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pesatnya pertumbuhan suatu negara dipengaruhi oleh berbagai hal, salah satunya di bidang transportasi dimana transportasi berpengaruh signifikan terhadap pembangunan dan sebagai penunjang aktivitas masyarakat.

Berkembangnya suatu negara di bidang transportasi ditandai dengan semakin meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, termasuk di Indonesia. Kota Makassar merupakan salah satu kota di Indonesia dengan tingkat kegiatan perekonomian yang tinggi melihat jumlah penduduknya yang telah mencapai 1.429.242 penduduk pada tahun 2014 dengan persentase pertumbuhan dari tahun sebelumnya sebesar 1,50% dan produk domestik regional bruto perkapita pada tahun 2014 sebesar 100.026,50 milyar rupiah (BPS Provinsi Sul-Sel, 2015).

Pertumbuhan jumlah penduduk yang tiap tahunnya meningkat akan diikuti dengan pertumbuhan kepemilikan kendaraan demi memenuhi kebutuhan akan transportasi yang memudahkan dalam melakukan setiap kegiatan. Berdasarkan data Samsat Makassar, jumlah kendaraan bermotor pada tahun 2016 tercatat 1.425.151 unit atau bertambah 87.009 unit dibandingkan tahun 2015. Adapun pada tahun 2014 jumlah kendaraan bermotor baru berkisar 1.252.755 unit. Artinya, dalam dua tahun terakhir tercatat penambahan sebanyak 172.395 unit. Pertumbuhan kendaraan bermotor di Makassar rata-rata berkisar 7% setiap tahunnya. Laju pertumbuhannya didominasi oleh kendaraan roda dua yang sejak 2014 mencapai angka satu juta unit (Samsat Makassar, 2017). Berbeda dengan tingkat pertumbuhan jalan di Kota

hanya 1,51% pertahunnya (Warta Ekonomi, 2017). Dengan demikian jumlah kendaraan bermotor menjadi salah satu pemicu kemacetan di Kota ; karena laju pertumbuhan kendaraan bermotor tidak sebanding dengan



pertumbuhan jalan.

Semakin banyaknya kendaraan bermotor tentu akan menimbulkan masalah transportasi dan memberikan dampak untuk lingkungan. Masalah transportasi yang kerap terjadi yakni kepadatan lalu lintas hingga kemacetan. Sedangkan dampak yang diberikan pada lingkungan yakni polusi udara dan polusi suara atau kebisingan.

Kemacetan umumnya terjadi di persimpangan, baik simpang tiga, simpang empat, maupun simpang lima. Pengaturan persimpangan berupa rambu, bundaran, maupun lampu lalu lintas sangat diperlukan sebagai upaya dalam membantu pergerakan kendaraan pada persimpangan agar tidak terjadi titik konflik yang berlebihan antar tiap kendaraan saat memasuki persimpangan. Bundaran lalu lintas adalah suatu persimpangan dimana lalu lintas searah mengelilingi suatu pulau jalan yang bundar dipertengahan persimpangan. Bundaran lalu lintas mempunyai kapasitas sama seperti persimpangan yang dikendalikan dengan lampu lalu lintas.

Bundaran (*roundabout*) merupakan salah satu jenis pengendalian persimpangan yang umumnya dipergunakan pada daerah perkotaan dan luar kota sebagai titik pertemuan antara beberapa ruas jalan dengan tingkat arus lalu-lintas relatif lebih rendah dibandingkan jenis persimpangan bersinyal maupun persimpangan tidak bersinyal (MKJI, 1997). Namun simpang bersinyal (simpang dengan lalu lintas) masih dapat menimbulkan antrian kendaraan yang panjang dan adanya pelanggaran lalu lintas. Antrian kendaraan yang panjang dapat menyebabkan kebisingan. Kebisingan di jalan akan kian meningkat pada antrian kendaraan yang panjang dan sifat agresif pengendara yang menekan gas berlebihan dan menekan klakson.

Terdapat beberapa bundaran yang berada di kota Makassar antara lain, bundaran Tugu Mandiri, bundaran Mandai, dan bundaran Samata Gowa.

Bundaran Tugu Mandiri merupakan salah satu bundaran yang penting di Kota Makassar. Bundaran ini melayani arus lalu lintas dari berbagai arah, yaitu arus lalu lintas berasal dari Jalan. Nusantara, Jalan Ujung Pandang, dan Jalan Riburane. Sekitar bundaran Tugu Mandiri merupakan salah satu daerah komersial di Makassar karena berada di kawasan pantai. Di sekitar persimpangan tersebut



merupakan daerah perkantoran, pertokoan, kuliner dan wisata yang arus lalu lintasnya cukup padat. Dari arah Jalan Ujung Pandang, simpang Bundaran Tugu Mandiri terhubung dengan tempat-tempat wisata seperti benteng Fort Rotterdam dan Pulau Lae-Lae, selain itu terdapat juga banyak tempat kuliner dan pertokoan di sepanjang jalan. Dari arah Jalan Nusantara, simpang Bundaran Tugu Mandiri terhubung dengan pelabuhan dan perkantoran. Sedangkan dari arah Jalan Riburane terdapat banyak perkantoran dan pertokoan di sisi jalan. Tingginya volume lalu lintas yang melewati bundaran ini menyebabkan antrian dan tundaan terutama pada jam-jam sibuk. Penyebab kemacetan ini tidak lain adalah banyaknya kendaraan yang terparkir di depan perkantoran, pertokoan dan tempat kuliner (Rizky Zulqaidah Ihamahu, 2017).

Bundaran Mandai adalah simpang terbesar pertama yang ditemui setelah Kabupaten Maros dan sebaliknya, keluar dari Bandara Internasional Sultan Hasanuddin, keluar dari Tol Ir. Sutami, dan dari arah Jalan Dakota. Bundaran Mandai merupakan bagian dari jalan provinsi di Sulawesi Selatan. Disekitar bundaran tersebut terdapat pertokoan dan jalan bawah tanah (*underpass*) di sepanjang jalan poros Maros-Makassar, terhubung kearah Jalan Tol Ir. Sutami dan Bandar Udara Sultan Hasanuddin. Kemacetan pada bundaran ini biasa terjadi pada saat jam pergi dan pulang kantor yakni pagi dan petang hari.

Bundaran Samata adalah simpang yang menghubungkan antara Kota Makassar dan Kabupaten Gowa. Bundaran ini melayani arus lalu lintas dari arah Jalan Syahrul Yasin Limpo, jalan Abd. Kadir Dg. Suro, jalan Mustafa Dg. Bunga dan jalan Tun Abdul Razak. Jalan Syahrul Yasin Limpo terhubung kearah Kampus 2 Universitas Alauddin atau biasa disebut UIN Samata dan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa, jalan Mustafa Dg. Bunga terhubung dengan jalan poros malino, jalan Tun Abdul Razak terhubung dengan Makassar menuju Kecamatan Panakukkang, sedangkan jalan Abd. Kadir Dg. Suro terhubung dengan Makassar menuju TPA Tamangapa dan jalan Urip Sumoharjo Makassar.

an pada bundaran ini biasa terjadi pada petang hari yakni pada saat jam kampus dan pulang kerja..

di terdahulu menunjukkan tingkat kebisingan rata-rata 40 ruas jalan arteri



dan kolektor yang ada di Kota Makassar melebihi baku mutu dengan nilai L_{eq} rata-rata setiap jalan yakni 78,60 dB (Dewi Sriastuti Nababan, 2014). Sebuah studi yang dilakukan pada simpang empat bersinyal jalan Jendral Sudirman – G. Tinggi Mae sebesar 78,90 dB dan simpang empat jalan Jendral Sudirman – S. Saddang sebesar 77,18 dB (Fachreza, 2016). Melihat hal ini, tingkat kebisingan yang terjadi telah melampaio standar lingkungan yang berada pada rentan 55 sampai 70 dB sesuai untuk peruntukannya.

Bundaran-bundaran di kawasan Maminasata merupakan salah satu jalan protokol yang menjadi pusat aktivitas transportasi masyarakat dalam menjalankan kebutuhannya. Seperti bundaran Mandai yang menghubungkan daerah kota menuju kabupaten, jalan tol, dan bandar udara; bundaran samata yang menghubungkan daerah kota menuju lokasi perkuliahan, kantor, dan sekolah; dan bundaran tugu riburane yang menghubungkan daerah perdagangan, perkantoran, dan pariwisata. Bundaran-bundaran kerap kali memiliki antrian kendaraan yang panjang. Sifat agresif pengendara juga kerap kali memicu kemacetan namun kondisi ini tidak berlangsung lama.

Berdasarkan latar belakang diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul :

“Analisis Tingkat Kebisingan di Bundaran di Kawasan Maminasata”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan diantaranya :

- 1). Berapa besar tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh lalu lintas bundaran di Kawasan Maminasata?
- 2). Bagaimana model prediksi kebisingan pada daerah bundaran di Kawasan

Maminasata menggunakan metode CoRTN (*Calculation of Road Traffic Noise*) dengan simulasi lalu lintas berbasis *Software Vissim*?



C. Tujuan Penelitian

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

- 1). Menganalisis tingkat kebisingan lalu lintas bundaran di Kawasan Maminasata.
- 2). Memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas bundaran di Kota Makassar menggunakan metode CoRTN (*Calculation of Road Traffic Noise*) dengan simulasi lalu lintas berbasis *Software Vissim*.

D. Ruang Lingkup Wilayah

Adapun batasan – batasan dari penelitian ini ialah :

- 1). Kebisingan yang akan dianalisis berasal dari lalu lintas kendaraan bundaran di Kota Makassar.
- 2). Kendaraan yang ditinjau adalah sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat.
- 3). Pengukuran tidak mempertimbangkan faktor meteorologi berupa kecepatan angin dan arah angin.
- 4). Penelitian ini merupakan data kondisi tingkat kebisingan pada saat itu yang belum tentu relevan untuk waktu selanjutnya.

E. Manfaat Penelitian

Apun manfaat dari penelitian analisis tingkat kebisingan di bundaran Kota



Makassar yaitu :

1). Bagi Penulis

Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapat gelar ST (Sarjana Teknik) di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

2). Bagi Universitas

Dapat dijadikan sebagai referensi bagi generasi-generasi selanjutnya yang berada di Departemen Teknik Lingkungan khususnya yang mengambil konsentrasi dibidang Kualitas Udara dan Bising atau sejenisnya dalam pengerjaan tugas, pembuatan laporan praktikum, atau dalam tahap penyusunan tugas akhir.

3). Bagi Masyarakat

Memberikan pengetahuan bagi pengguna jalan di area bundaran mengenai tingkat kebisingan yang telah dihasilkan oleh kendaraan bermotor pada Bundaran Mandai, Bundaran Samata, dan Bundaran Tugu Mandiri.

F. Sistematika Penulisan

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

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, identifikasi permasalahan objek tugas akhir, maksud dan tujuan, batasan masalah, dan bagaimana sistematika penulisannya.

BAB II LANDASAN TEORITIS

Bab ini memuat uraian tentang konsep dan teori yang dibutuhkan dalam penelitian. Bab ini terdiri dari: jalan, kendaraan, kebisingan, baku mutu, zona kebisingan, dampak kebisingan terhadap kesehatan, alat pengukur, metode pengukuran tingkat kebisingan, mengukur tingkat kebisingan,



perhitungan tingkat kebisingan hasil pengukuran, pengujian statistik, model prediksi kebisingan CoRTN, dan *Software Vissim*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan mengenai langkah-langkah atau prosedur pengambilan dan pengolahan data hasil penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyajikan data-data hasil penelitian yang telah dikumpulkan, analisis data, hasil analisis data dan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis data yang telah dilakukan serta saran.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kebisingan



ertian Kebisingan

Kebisingan atau polusi suara (Noise Pollution) sering disebut sebagai suara atau bunyi-bunyian yang tidak dikehendaki atau dapat diartikan pula sebagai suara yang salah pada tempat dan waktu yang salah. Kebisingan merupakan salah satu penyebab utama timbulnya gangguan kesehatan bagi para pekerja maupun masyarakat di sekitar tempat bekerja dan seringkali menimbulkan protes dan kemarahan warga yang bertempat tinggal di dekat sumber kebisingan. Sumber kebisingan dapat berasal dari kendaraan bermotor, kawasan industri atau pabrik, pesawat terbang, kereta api, tempat umum, dan niaga. (Chandra, 2009)

Suara atau bunyi-bunyian dapat diukur dengan suatu alat yang disebut “*sound level meter*” yaitu berupa intensitas atau kekerasan suara dihitung dengan satuan desibel dan frekuensi atau gelombang suara dihitung dengan satuan Hertz, telinga manusia hanya mampu menangkap frekuensi suara berkisar antara 20-20.000 Hertz dan aman pada intensitas suara sekitar 80 desibel, paparan suara atau bunyi-bunyian melampaui kemampuan diatas dalam waktu yang lama dapat menyebabkan terjadinya ketulian sementara atau permanen. Efek kebisingan terhadap kesehatan dilaporkan meningkatkan sensitivitas tubuh berupa peningkatan sistem kardiovaskuler seperti kenaikan tekanan darah dan denyut jantung. Apabila hal ini terjadi dalam waktu yang lama akan menyebabkan reaksi psikologis berupa menurunnya konsentrasi dan kelelahan (Chandra, 2009).

2. Jenis-jenis Kebisingan

Berdasarkan sifat dan spektrum frekuensi bunyi (Buchari, 2007) menjelaskan bahwa kebisingan dapat dibagi atas:

- a. Kebisingan dengan spektrum frekuensi yang luas dan terjadi secara terus menerus. Kebisingan ini relatif tetap dalam batas kurang lebih 5 dB untuk periode 0,5 detik berturut-turut. Contohnya adalah suara kipas angin.
- b. Kebisingan dengan spektrum frekuensi yang sempit dan terjadi secara terus menerus. Kebisingan ini mempunyai frekuensi tertentu dan relatif tetap. Kebisingan ini berada pada frekuensi 500, 1000, dan 4000 Hz. Contoh kebisingan seperti ini adalah gergaji serkuler dan katup gas.



c. Bising yang kontinyu

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

(1) *Wide Spectrum* adalah bising dengan spectrum frekuensi yang luas. Bising ini relatif tetap dalam batas kurang dari 5 dB untuk periode 0,5 detik berturut-turut, seperti suara kipas angin.

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

d. Kebisingan terputus - putus merupakan kebisingan yang tidak terjadi secara terus menerus, melainkan ada waktu yang relative tenang. Contohnya adalah suara lalu lintas kendaraan dan kebisingan di lapangan terbang.

e. Kebisingan *impulsive* merupakan kebisingan yang memiliki perubahan tekanan suara melebihi 40 dB dalam waktu sangat cepat dan biasanya mengejutkan pendengarnya. Contohnya adalah suara tembakan, suara ledakan mercon, dan meriam.

f. Kebisingan Impulsif berulang sama dengan kebisingan *impulsive* hanya saja disini terjadi berulang-ulang misalnya mesin tempa.

Berdasarkan pengaruhnya terhadap aktivitas dan kesehatan manusia, kebisingan dapat dibagi atas:

a. Kebisingan yang mengganggu, yaitu kebisingan yang intensitasnya tidak terlalu keras tetapi terasa cukup mengganggu kenyamanan manusia. Kebisingan ini biasa terjadi di dalam ruangan seperti mendengkur.

b. Kebisingan yang menutupi, yaitu bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas. Kebisingan ini biasanya terjadi di pabrik yang mana kebisingan berasal dari suara mesin yang ada di pabrik. Secara tidak langsung bunyi ini akan membahayakan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja, karena teriakan atau isyarat tanda bahaya tidak terdengar karena tenggelam dalam kebisingan dari sumber lain.



- c. Kebisingan yang merusak, yaitu bunyi yang intensitasnya telah melalul ambang batas normal dan menurunkan fungsi pendengaran serta merusak pendengaran.

3. Kebisingan Akibat Lalu Lintas

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

Kendaraan berat merupakan sumber bising utama di jalan raya. Untuk jenis kendaraan berat yang bermesin diesel menghasilkan tingkat kebisingan lebih besar 15 dBA dari kendaraan pribadi (AASHTO dalam Arlan, 2011). Kontribusi besar dari kebisingan kendaraan berat berasal dari bunyi pembakaran yang terjadi pada mesin. Kendaraan ringan seperti mobil pribadi cenderung tidak menimbulkan tingkat kebisingan yang tinggi, akan tetapi karena jumlahnya yang banyak maka akumulasi kebisingan menjadi besar.

Tingkat kebisingan yang tinggi dari mesin terjadi apabila mesin dinyalakan dan akan melakukan percepatan maksimum. Namun apabila kendaraan telah melaju dengan kecepatan tinggi maka sumber utama kebisingan berasal dari bunyi gesekan roda dan perkerasan jalan. Kebisingan jalan raya memberikan proporsi frekuensi kebisingan yang paling mengganggu jika dibandingkan dengan kebisingan anak-anak, manusia, hewan, kereta api maupun faktor-faktor lainnya.

Tabel 1. Proporsi Kebisingan yang Mengganggu

Penyebab Kebisingan	Kebisingan Pada Pendengaran (%)	Kebisingan Yang Mengganggu (%)
an	91	74



Lapangan Terbang	72	8
Anak-anak	13	4
Orang dewasa	12	3
Binatang	13	1
Kereta Api	8	3
Lainnya	5	1

Sumber : Arlan, 2011

4. Zona Kebisingan

Adapun peraturan tentang tingkat kebisingan yang dianjurkan di dalam satu kawasan terdapat pada peraturan keputusan MENKES No. 718/Men.Kes/Per/XI/1987 yang dibagi kedalam empat zona dengan tingkat kebisingan yang dianjurkan:

- a. Zona A (Kebisingan antara 35 dB sampai 45 dB), zona yang diperuntukkan bagi penelitian, rumah sakit, tempat perawatan kesehatan atau sosial dan sejenisnya.
- b. Zona B (Kebisingan antara 45 dB sampai 55 dB), zona yang diperuntukkan bagi perumahan, tempat pendidikan, rekreasi dan sejenisnya.
- c. Zona C (Kebisingan antara 50 dB sampai 60 dB), zona yang diperuntukkan bagi perkantoran, pertokoan, perdagangan, pasar dan sejenisnya.

Zona D (Kebisingan antara 60 dB sampai 70 dB), Zona yang diperuntukkan bagi industri, pabrik, stasiun kereta api, terminal bus dan sejenisnya.

5. Baku Mutu Kebisingan

Baku mutu kebisingan adalah batas maksimal tingkat Baku mutu kebisingan diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Kep.Men 8 Tahun 1996). Tingkat kebisingan adalah ukuran energi bunyi yang



dinyatakan dalam satuan *Decible* disingkat dB. *Decible* adalah ukuran energi bunyi atau kuantitas yang dipergunakan sebagai unit-unit tingkat tekanan suara berbobot A. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP.48/MENLH/11/1996, tanggal 25 Nopember 1996 tentang baku tingkat kebisingan Peruntukan Kawasan atau Lingkungan Kegiatan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Baku Mutu Kebisingan

Peruntukan Kawasan / Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan (dBA)
a. Peruntukan Kawasan	
1. Perumahan dan pemukiman	55
2. Perdagangan dan jasa	70
3. Perkantoran dan perdagangan	65
4. Ruang hijau terbuka	50
5. Industri	70
6. Pemerintah dan fasilitas umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus	
- Bandar udara ^{*)}	
- Stasiun kereta api ^{*)}	
- Pelabuhan laut	70
- Cagar budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat Ibadah atau sejenisnya	55

Sumber: (KEPMENLH No.48,1996)

B. Pengukuran Tingkat Kebisingan

Metode Pengukuran



Dalam KEP-48/MENLH/11/1996 dijelaskan mengenai metode pengukuran tingkat kebisingan. Pengukuran tingkat kebisingan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- Cara Sederhana

Dengan sebuah *Sound Level Meter* biasa, lalu diukur tingkat tekanan bunyi dB(A) selama 10 menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 detik.

- Cara Langsung

Dengan sebuah *Integrating Sound Meter* yang mempunyai fasilitas pengukuran Ltm5, yaitu *Leq* dengan waktu ukur setiap 5 detik, dilakukan pengukuran selama 10 menit.

2. Alat Pengukuran Tingkat Kebisingan

Saat ini telah banyak alat yang dikembangkan untuk mengukur tingkat kebisingan, diantaranya yaitu *M-28 Noise Logging Dosimeter*, *Sound Level Meter*, *Sound Pressure Lever*. Alat standar untuk pengukuran kebisingan adalah *Sound Level Meter* (SLM). SLM dapat mengukur tiga jenis karakter respon frekuensi, yang ditunjukkan dalam skala A, B, dan C. Skala A ditemukan paling mewakili Batasan pendengaran manusia dan respon telinga terhadap kebisingan, termasuk kebisingan akibat lalu lintas, serta kebisingan yang dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Skala A dinyatakan dalam satuan dBA (Djalante, 2011).

Mekanisme kerja dari SLM adalah apabila ada benda bergetar maka akan menyebabkan terjadinya perubahan tekanan udara yang dapat ditangkap oleh alat. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan menggunakan *Sound Level Meter* yaitu untuk mengukur tingkat tekanan bunyi selama 10 menit untuk setiap 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.

Sound Level Meter sebaiknya dipasang pada *tripod* agar posisinya stabil.

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*.

3. Teknik Pengukuran

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan pengukuran, tahapan tersebut diawali dari tahap persiapan hingga tahap pelaksanaan pengukuran.. Adapun tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menetapkan ruas jalan berdasarkan peta jaringan 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.



C. Perhitungan Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran

1. Distribusi Frekuensi

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

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

$$\text{Data Max} - \text{Data min} \quad (1)$$

Dimana :

Data max = data nilai terbesar

Data min = data nilai terkecil

- b. Banyaknya kelas

$$K = 1 + 3.3 \log(n) \quad (2)$$

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

$$I = \frac{(\text{max} - \text{min})}{k} = \frac{T}{k} \quad (3)$$

Dimana :

I = *Interval*

max = Nilai maksimum data

min = Nilai minimum data

k = Banyaknya *Interval* kelas

- d. Tanda kelas adalah titik tengah interval kelas. Tanda kelas diperoleh dengan cara membagi dua jumlah dari batas bawah dan batas atas suatu interval kelas, seperti pada persamaan :

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

Dimana :

BB = Batas bawah suatu interval kelas



BA = Batas atas suatu interval kelas
(Hustim dkk, 2016)

2. Tingkat Kebisingan *Equivalent*

Perhitungan angka penunjuk secara manual diawali dengan menghitung L_{90} , L_{50} , L_{10} , L_1 . L_{90} adalah persentase kebisingan yang mewakili tingkat kebisingan mayoritas atau kebisingan yang muncul 90% dari keseluruhan data. L_{10} adalah persentase kebisingan yang mewakili tingkat kebisingan minoritas atau kebisingan yang muncul 10% dari keseluruhan data. Sedangkan L_{50} merupakan kebisingan rata-rata selama pengukuran. Tahap selanjutnya adalah perhitungan angka penunjuk ekivalen (L_{Aeq}) yang mana L_{Aeq} ini merupakan angka penunjuk tingkat kebisingan yang paling banyak digunakan. Pada pengukuran kebisingan lalu lintas di jalan raya, L_{90} menunjukkan kebisingan latar belakang yaitu kebisingan yang banyak terjadi sedangkan L_{10} merupakan perkiraan tingkat kebisingan maksimum. Persamaan 5 hingga 17 berikut ini (Fadilah, 2016).

Untuk L_{90} :

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

$$\text{Nilai } A = 100\% \times I \quad (5)$$

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

10% : Hasil pengukuran dari 100%
N : Jumlah data keseluruhan

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



: Interval data
: Jumlah data yang tidak diketahui

B_0 : Jumlah % sebelum 90

B_1 : % setelah 90

$$L_{90} = I_0 + X \quad (7)$$

Dimana:

I_0 : Interval akhir

Untuk L_{50} :

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

dengan persamaan:

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

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

50% : Hasil pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

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

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B_0 : Jumlah % sebelum 50

B_1 : % setelah 50

$$L_{50} = I_0 + X \quad (10)$$

Dimana:

I_0 : Interval akhir

Untuk L_{10} :

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

dengan persamaan:

$$\text{Nilai } A = 90\% \times N \quad (11)$$

digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

Hasil 90 % pengukuran dari 100%



N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } L_{10\text{awal}} = I (B_0) + (B_1) X = 0,9 \times I \times 100 \quad (12)$$

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ : Jumlah % sebelum 10

B₁ : % setelah 10

$$L_{10} = I_0 + X \quad (13)$$

Dimana:

I₀ : Interval akhir

Untuk L₁:

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 10% dari data pengukuran(L₁)

dengan persamaan:

$$\text{Nilai } A = 99\% \times N \quad (14)$$

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

99% : Hasil 99% pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } L_{1\text{awal}} = I (B_0) + (B_1) X = 0,99 \times I \times 100 \quad (15)$$

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ : Jumlah % sebelum 1

B₁ : % setelah 1

$$L_1 = I_0 + X \quad (16)$$

Dimana:

I₀ : Interval akhir

Nilai L_{Aeq} dapat dihitung seperti pada persamaan 2.17 dibawah ini

$$L_{Aeq} = L_{50} + 0,43 (L_1 - L_{50}) \quad (17)$$



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 18.

$$\text{Rumus } L_{Aeq,day} = 10 \times \log(10) \times \frac{1}{\text{jam/hari}} \times 10^{\left(\frac{L_{Aeq1}}{10}\right)} + \dots + 10^{\left(\frac{L_{Aeq(n+1)}}{10}\right)} \quad (18)$$

3. 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 nol (H_0) berbunyi sama dengan dan hipotesis alteratifnya (H_a) berbunyi tidak sama dengan. Dalam pengujian hipotesis dua pihak, bila t hitung berada pada daerah t table, maka hipotesis nol (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_a) ditolak.

D. Model Prediksi Kebisingan Metode *Calculation of Road Traffic Noise* (CoRTN)

Model CoRTN merupakan metode prediksi dan evaluasi tingkat kebisingan akibat lalu lintas yang dinyatakan dalam L_{10} atau Leq . Model CoRTN dapat digunakan di jalan perkotaan dan antara kota. Dalam perhitungan, model ini telah mempertimbangkan beberapa faktor berpengaruh seperti volume dan komposisi kendaraan, kecepatan, *gradient*, jenis pekerasan, jenis permukaan tanah, jarak horizontal dan vertikal, kondisi lingkungan jalan dan kehadiran bangunan atau dinding penghalang kebisingan.

Prosedur perhitungan dibagi kedalam bentuk persamaan matematis dan grafik. Perhitungan dapat dipakai selama jarak dari sisi jalan tidak lebih dari 300 meter dan kecepatan angin dibawah 2 m/s.



1. Kriteria-Kriteria Variabel Berpengaruh

Kriteria-kriteria variable berpengaruh dalam menggunakan CoRTN adalah :

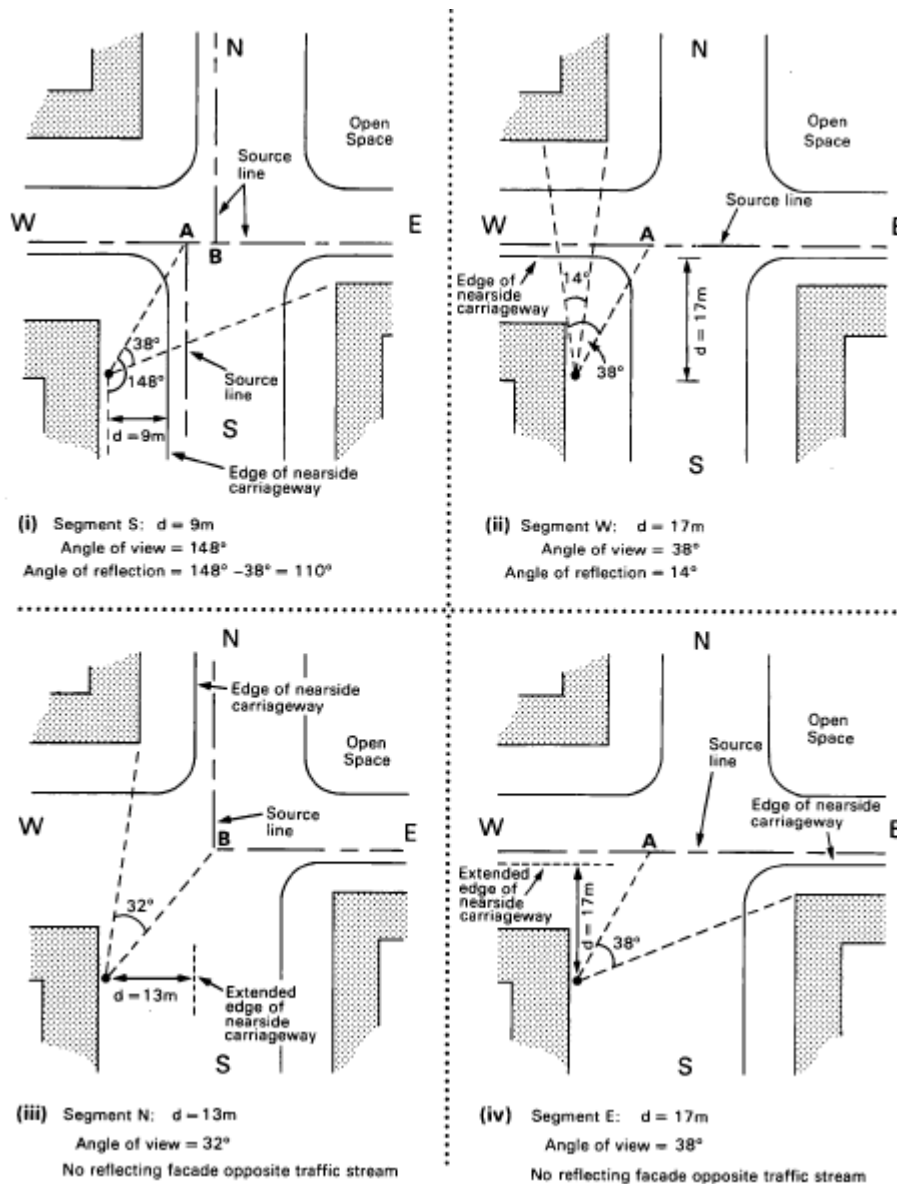
- Rentang kecepatan rata-rata kendaraan yang dapat digunakan sebagai faktor koreksi adalah 20 km/jam sampai 300 km/jam.
- Volume lalu lintas diukur dalam waktu 1 jam atau 18 jam.
- Presentase kendaraan berat berkisar antara 0% sampai 100%
- Geometrik jalan, dengan memperhatikan lebar jalan, panjang segmen, dan superlevansi jalan.
- Gradien jalan yang digunakan sebagai faktor koreksi berkisar antara 0% sampai 15%
- Jenis permukaan jalan dikelompokkan kedalam *chip seal* beton semen portllan, beton aspal gradasi padat, beton aspal gradasi terbuka.
- Efek pemantulan dikelompokkan dalam lapangan terbuka, 1 meter didepan Gedung, dan dikiri kanan sepanjang jalan erhadap dinding menerus.
- Bangunan peredam bising, dengan memperhatikan tinggi bangunan peredam bising, jarak bangunan peredam dari tepi jalan terdekat, dan bahan bangunan peredam terbuat dari bahan yang solid/kepad suara.
- Sudut pandang dengan memperhatikan homogenitas lingkungan sekitar.

2. Tahap Perhitungan

- Tahap 1

Tahap pembagian ruas jalan ke dalam segmen-segmen. Tahap ini bisa merupakan tahap awal dalam melakukan prediksi kebisingan apabila kondisi lingkungan dan geometris jalan berubah/tidak homogen dan menghendaki hasil yang akurat dan teliti. Jika tidak, maka dapat dilanjutkan pada tahap ke-2.





Gambar 1. Pembagian Segmen Simpang 4 berdasarkan metode *CoRTN*

Setelah dibagi dalam beberapa segmen maka garis sumber efektif untuk persimpangan lengan W dan E diperpanjang atau diteruskan hingga memotong garis sumber N-S pada titik A dan B secara berurutan. Setiap lengan persimpangan dianggap sebagai segmen yang terpisah, dengan ketentuan bahwa titik A ditentukan

as antara segmen W, S, dan E sementara B dianggap sebagai batas untuk [unclear], sebagaimana diilustrasikan pada gambar 1. Tujuan untuk membagi dalam beberapa segmen adalah untuk mengetahui jarak dari sumber



penerima ke masing-masing segmen, mengetahui beberapa derajat sudut panjang masing-masing segmen ke sumber penerima dan beberapa derajat sudut dari pojok gedung masing-masing segmen yang berada ada depan sumber penerima.

- Tahap 2

Tahap perhitungan tingkat bising dasar/tingkat bising di sumber diasumsikan bahwa pada segmen atau ruas jalan tersebut volume kendaraan, kecepatan rata-rata kendaraan (v) = 75 km/jam, presentase kendaraan berat (p) = 0%, jarak titik penerima 10 meter dan *gradient* jalan (G) = 0%. Data yang diperlukan dalam tahap ini adalah data volume lalu lintas 1 jam atau 18 jam sesuai dengan tingkat bising prediksi yang dikehendaki L_{10} 1 jam atau 18 jam. Berikut persamaan yang digunakan untuk tahap perhitungan bising dasar.

- Volume Lalu Lintas selama jam/hari (Q)

$$L_{10} (18 \text{ jam}) = 29,1 + \log Q \text{ dB(A)}$$

(19)

Keterangan :

Q = Volume lalu lintas

- Kecepatan Lalu Lintas (km/jam)

$$\text{Koreksi} = 33 \log_{10} \left(\frac{V+40+50}{v} \right) + 10 \log_{10} \left(\frac{1,5 \times p}{v} \right) - 68,8 \text{ dB}$$

(20)

Keterangan :

V = Kecepatan kendaraan gabungan

P = Presentase kendaraan berat

- Kendaraan Berat ($p\%$)

$$P\% = \frac{\text{jumlah kendaraan berat per segmen}}{\text{total kendaraan berat}} \times 100$$

(21)

- Kecepatan Kendaraan Gabungan

$$V = \frac{((V_{rmc} \times n_{mc}) + (V_{rlv} \times n_{lv}) + (V_{rhv} \times n_{hv}))}{(n_{mc} + n_{lv} + n_{hv})}$$

(2)

Keterangan :

V_{rmc} = Kecepatan rata-rata sepeda motor



- Vrlv = Kecepatan rata-rata *light vehicle*
- Vrhv = Kecepatan rata-rata *heavy vehicle*
- nmc = Jumlah sepeda motor
- nlv = Jumlah *light vehicle*
- nhv = Jumlah *heavy vehicle*

- Tahap 3

Tahap koreksi dimana hasil perhitungan pada tahap 2 dikoreksi dengan beberapa faktor seperti koreksi jarak horizontal, *gradient* jalan, jenis permukaan jalan, propagasi akibat jarak, adanya dinding/ bangunan peredam/ penghalang, efek pemantulan, dan sudut pandang. Data yang dibutuhkan untuk tahap ini disesuaikan dengan faktor koreksinya. Berikut persamaan yang digunakan untuk tahap koreksi perambatan.

- Koreksi Jarak Horizontal

$$\text{Koreksi} = -10 \log_{10} \left(\frac{d'}{13,5} \right)$$

(23)

Dimana d' dapat kita ketahui menggunakan persamaan

$$d' = ((d + 3,5)^2 + h^2)^{0,5}$$

(24)

Keterangan :

d' = Jarak signifikan terdekat

d = Jarak sumber ke penerima

h = Tinggi relative ke sumber

- Koreksi Akibat Pantulan dari Gedung Depan

$$\text{Koreksi} = 1,5 \left(\frac{\theta'}{\theta} \right) \text{ dB(A)}$$

(25)

Keterangan :

θ' = Sudut Pantul

θ = Sudut Pandang

Koreksi Akibat Sudut Pandang :



$$\text{Koreksi} = 10 \log 10 \left(\frac{\theta}{180} \right)$$

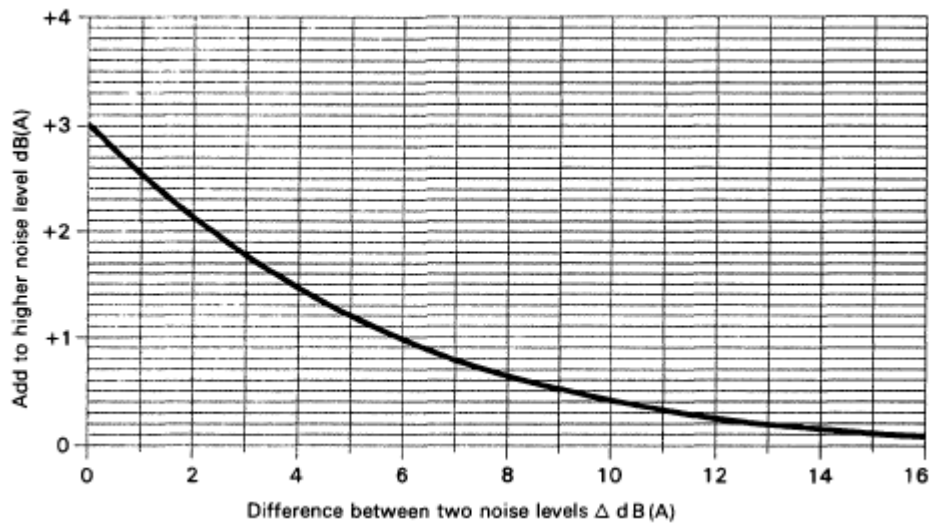
(26)

Keterangan :

Θ = Sudut Pandang

- Tahap 4

Berdasarkan data yang telah diolah sampai pada tahap 3, segmen yang memiliki kontribusi memiliki tingkat kebisingan yang paling besar dijadikan patokan dalam perhitungan tingkat kebisingan gabungan. Pada perhitungan kali ini, kita akan menggunakan gambar grafik sebagai acuan untuk menentukan besar kebisingan.



Gambar 2. Grafik yang digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan berdasarkan sumbu X dan Y

Tahap penggabungan tingkat bising prediksi merupakan tahap akhir perhitungan, dimana tingkat bising yang diperoleh dari masing-masing segmen digabung menjadi satu untuk menghasilkan tingkat bising prediksi akhir. Tingkat kebisingan gabungan dapat dihitung dengan persamaan

$$L_{gab} = 10 \log 10 \left(\sum \text{antilog } 10 \left(\frac{L_n}{10} \right) \right) \text{ dB (A)}$$



an :

bisingan yang terjadi pada setiap segmen

Evaluasi hasil prediksi diperlukan guna mengetahui kesesuaian antara hasil prediksi dengan hasil pengukuran dengan cara mengetahui selisih angka dari tingkat kebisingan hasil pengukuran dan hasil prediksi. Semakin sedikit selisih tingkat kebisingan hasil pengukuran dan hasil prediksi, maka prediksi tingkat kebisingan dapat dikatakan baik (Murlina, 2013).

E. Bundaran

Bundaran lalu lintas adalah suatu persimpangan dimana lalu lintas searah mengelilingi suatu pulau jalan yang bundar dipertengahan persimpangan. Bundaran lalu lintas mempunyai kapasitas sama seperti persimpangan yang dikendalikan dengan lampu lalu lintas.

Bundaran (*roundabout*) dapat dianggap sebagai kasus istimewa dari kanalisasi yang pulau di tengahnya dapat bertindak sebagai pengontrol pembagi dan pengarah bagi sistem lalu lintas berputar satu arah. Pada cara ini gerakan penyilangan hilang dan digantikan dengan gerakan menyiap berpindah-pindah jalur. Bundaran bisa diterapkan pada banyak kendaraan yang sangat berguna untuk pertemuan cabang banyak (tiga atau lebih) serta memerlukan suatu areal yang luas dan datar. Makin besar volume lalu lintas yang dilayani, semakin besar pula diameter bundarannya akan tetapi disesuaikan dengan keadaan topografi yang ada. Jari-jari minimum sebuah bundaran ditentukan sebesar 10 m (I Nyoman Alit Mertha Yasa, 2016).

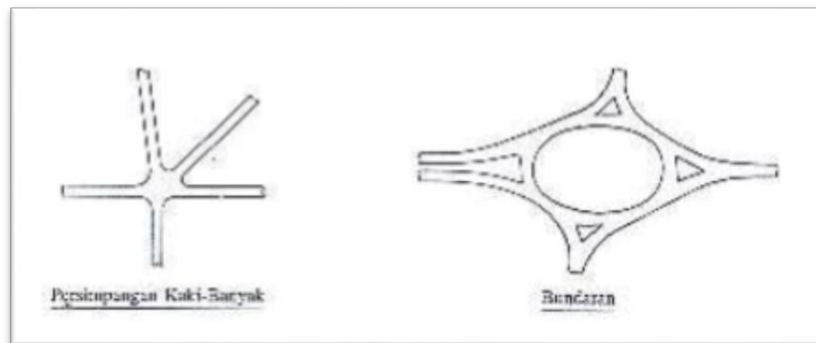
Sejak tahun 1964 berbagai eksperimen menunjukkan bahwa bundaran, dengan aturan prioritas samping, dapat melayani lalu lintas yang lebih banyak dengan bundaran yang lebih kecil dibandingkan dengan yang ada sekarang ini. Hal ini membawa pengenalan terhadap bundaran kecil dengan pulau ditengah

ter antara 5 dan 15 meter dan membesar dibagian pendekatan dan jalur

undaran atau pulau ditengah persimpangan dapat bertindak sebagai



pengontrol, pembagi, pengarah bagi sistem lalu-lintas berputar satu arah. Pada cara ini gerakan penyilangan hilang dan digantikan dengan gerakan jalinan. Pengemudi yang masuk bundaran harus memberikan prioritas kepada kendaraan yang berada disisi kanannya. Tujuan utama bundaraan adalah melayani gerakan yang menerus, namun hal ini tergantung dari kapasitas dan luas daerah yang digunakan.



Gambar 3. Contoh-contoh Persimpangan Sebidang Kaki-Banyak dan Bundaran

Penggunaan bundaran yang paling efektif yakni untuk persimpangan jalan yang tingkat arus dan arusnya sama sehingga bundaran sesuai untuk persimpangan antara jalan 2 lajur atau 4 lajur. Untuk persimpangan antar jalan yang lebih besar, penutupan daerah jalinan mudah terjadi dan keselamatan bundaran menurun. Meskipun dampak lalu lintas bundaran berupa tundaan selalu lebih baik dari tipe simpang yang lain misalnya simpang bersinyal, pemasangan sinyal masih disukai untuk menjamin kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan dalam keadaan arus jam puncak.

Bundaran yang besar dapat mengatasi kekurangan, seperti situasi berhenti bergerak (stop/start) pada pertemuan jalan yang berkanalisasi. Tujuan utama bundaran adalah melayani gerakan yang menerus, namun hal ini tergantung dari kapasitas dan luas area yang dibutuhkan.

Dalam pembahasan mengenai bundaran, beberapa hal yang perlu diketahui adalah :

a. Bentuk Bundaran

ada beberapa bentuk bundaran yang biasa digunakan dalam pengendalian lalu lintas dipersimpangan, yaitu (Bangkit, 2013) :

Bundaran Kapasitas Kecil



Merupakan bundaran dengan ukuran diameter yang lebih kecil atau sama dengan 4 meter. Bundaran yang demikian ini bermanfaat bila tingkat disiplin pemakai jalan tinggi, dan kapasitasnya tidak terlalu tinggi, tetapi masih lebih baik apabila dibandingkan dengan simpang prioritas.

- Bundaran Lalu Lintas Sedang

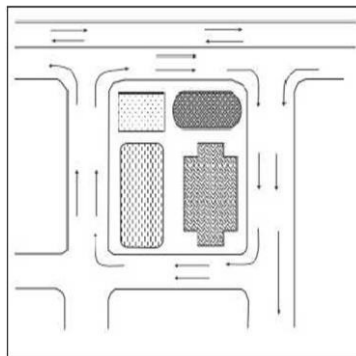
Merupakan bundaran lalu lintas dengan ukuran diameter 4 s.d 25 meter. Bundaran yang demikian paling banyak di gunakan di Indonesia.

- Bundaran Konvensional

Merupakan bundaran dengan ukuran diameter lebih dari 25 meter. Bundaran konvensional ini biasanya oleh Pemerintah Daerah dikombinasikan dengan monumen/patung/air mancur tertentu untuk memberi nilai estetika pada simpang. Hal ini dilakukan selama objek tidak mengganggu jarak pandang pada saat melalui bundaran.

- Kawasan Giratory

Adalah kawasan tertentu yang dikelilingi oleh jalan, yang dapat diperlakukan prinsip bundaran untuk mengendalikan lalu lintas disekitar kawasan tersebut dengan menggunakan prinsip giratory, dimana arus lalu lintas dijadikan satu arah mengelilingi kawasan tersebut



Gambar 4. Kawasan giratory (Bangkit, 2013)

b. Karakteristik Bundaran

Bundaran sangat tepat ditempatkan pada persimpangan dengan karakteristik seperti dibawah ini (underwood, 1990):

Pendekat-pendekat persimpangan tersebut seluruhnya merupakan jalan kolektor maupun jalan lokal.



- Pada jalan arteri dan sub-arteri dimana terjadi pergerakan memutar yang tinggi, dan persimpangan yang bersangkutan tidak terkait dengan ATCS (*Area Traffic Controlled System*).
- Terdapat empat atau lebih pendekat simpang.

c. Perencanaan Bundaran

Sebagai prinsip umum, bundaran mempunyai kapasitas tertinggi jika lebar dan panjang jalinan sebesar mungkin. Beberapa saran umum lainnya tentang perencanaan bundaran antara lain (Departemen PU, 1997) :

- Bagian jalinan bundaran mempunyai kapasitas tertinggi jika lebar dan panjang jalinan sebesar mungkin.
- Bundaran dengan hanya satu tempat masuk adalah lebih aman daripada bundaran berlajur banyak.
- Bundaran harus direncanakan untuk memberikan kecepatan terendah pada lintasan di pendekat, sehingga memaksa kendaraan menyelesaikan perlambatannya sebelum masuk bundaran.
- Radius pulau bundaran ditentukan oleh kendaraan rencana yang dipilih untuk membelok didalam jalur lalu lintas dan jumlah lajur masuk yang diperlukan. Radius yang lebih kecil biasanya mengurangi kecepatan pada bagian luar yang menguntungkan bagi keselamatan pejalan kaki yang menyebrang. Radius yang lebih kecil juga memaksa kendaraan masuk memperlambat kendaraannya sebelum masuk daerah konflik, yang mungkin menyebabkan tabrakan dari belakang dibandingkan dengan bundaran yang lebih besar. Radius lebih besar dari 30-40 m sebaiknya dihindari.
- Bundaran dengan satu lajur sirkulasi (direncanakan semi trailer) sebaiknya dengan radius minimum 10 m, untuk dua lajur siklus radius minimum 14m.

Daerah masuk masing-masing jalinan harus lebih kecil dari lebar bagian jalan.

Pulau lalu lintas tengah pada bundaran sebaiknya ditanami dengan pohon atau objek lain yang tidak berbahaya terhadap tabrakan yang membuat



simpang mudah dilihat oleh kendaraan yang datang pada radius kecil mungkin dapat dilewati.

- Lajur terdekat dengan kereb sebaiknya lebih lebar dari biasanya untuk memberikan ruang bagi kendaraan tak bermotor dan memudahkan kendaraan belok kiri lewat tanpa menjalani didalam bundaran.
- Pulau lalu lintas sebaiknya dipasang dimasing-masing lengan untuk mengarahkan kendaraan yang masuk sehingga sudut menjalin antara kendaraan yang masuk sehingga sudut menjalin antara kendaraan menjadi kecil.

F. Bundaran di Kawasan Maminasata

1. Bundaran Samata

Bundaran Samata adalah simpang yang menghubungkan antara Kota Makassar dan Kabupaten Gowa. Bundaran ini melayani arus lalu lintas dari arah Jalan Syahrul Yasin Limpo, jalan Abd. Kadir Dg. Suro, jalan Mustafa Dg. Bunga dan jalan Tun Abdul Razak. Jalan Syahrul Yasin Limpo terhubung kearah Kampus 2 Universitas Alauddin atau biasa disebut UIN Samata dan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa, jalan Mustafa Dg. Bunga terhubung dengan jalan poros malino, jalan Tun Abdul Razak terhubung dengan Makassar menuju Kecamatan Panakukkang, sedangkan jalan Abd. Kadir Dg. Suro terhubung dengan Makassar menuju TPA Tamangapa dan jalan Urip Sumoharjo Makassar. Kemacetan pada bundaran ini biasa terjadi pada petang hari yakni pada saat jam pulang kampus dan pulang kerja.

2. Bundaran Riburane

Bundaran Tugu Mandiri merupakan salah satu bundaran yang penting di Kota Makassar. Bundaran ini melayani arus lalu lintas dari berbagai arah, yaitu arus lalu lintas yang berasal dari Jalan. Nusantara, Jalan Ujung Pandang, dan Jalan Riburane. Daerah sekitar bundaran Tugu Mandiri merupakan salah satu daerah



komersial di kota Makassar karena berada di kawasan pantai. Di sekitar persimpangan tersebut merupakan daerah perkantoran, pertokoan, kuliner dan wisata yang arus lalu lintasnya cukup padat. Dari arah Jalan Ujung Pandang, simpang Bundaran Tugu Mandiri terhubung dengan tempat-tempat wisata seperti benteng Fort Rotterdam dan Pulau Lae-Lae, selain itu terdapat juga banyak tempat kuliner dan pertokoan di sepanjang jalan. Dari arah Jalan Nusantara, simpang Bundaran Tugu Mandiri terhubung dengan pelabuhan dan perkantoran. Sedangkan dari arah Jalan Riburane terdapat banyak perkantoran dan pertokoan di sisi jalan. Tingginya volume lalu-lintas yang melewati bundaran ini menyebabkan antrian dan tundaan terutama pada jam-jam sibuk. Penyebab kemacetan ini tidak lain adalah banyaknya kendaraan yang terparkir di depan perkotoan, perkantoran dan tempat kuliner (Rizky Zulqaidah Ihamahu, 2017).

3. Bundaran Mandai

Bundaran Mandai adalah simpang terbesar pertama yang ditemui setelah Kabupaten Maros dan sebaliknya, keluar dari Bandara Internasional Sultan Hasanuddin, keluar dari Tol Ir. Sutami, dan dari arah Jalan Dakota. Bundaran Mandai merupakan bagian dari jalan provinsi di Sulawesi Selatan. Disekitar bundaran tersebut terdapat pertokoan dan jalan bawah tanah (*underpass*) di sepanjang jalan poros Maros-Makassar, terhubung kearah Jalan Tol Ir. Sutami dan Bandar Udara Sultan Hasanuddin. Kemacetan pada bundaran ini biasa terjadi pada saat jam pergi dan pulang kantor yakni pagi dan petang hari.

G. PTV Vissim

1. PTV Vissim

PTV Vissim adalah perangkat lunak yang digunakan untuk simulasi arus lalu lintas secara mikroskopis terkemuka yang dikembangkan oleh PTV Planung Transportasi Verkehr AG di Karlsruhe, Jerman. Vissim pertama kali dikembangkan di Jerman pada tahun 1992 yang saat ini



menjadi perangkat lunak transportasi yang paling sekarang sedang digunakan di seluruh dunia oleh *sector public*, perusahaan dan universitas. Vissim alat mikro-simulasi lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan dan pemodelan lalu lintas untuk perkotaan mau pun pada pedesaan baik untuk analisis arus kendaraan atau pun arus pejalan kaki serta memiliki kemampuan untuk mensimulasi berbagai jenis moda lalu lintas secara bersamaan.



(Sumber : PTV Vissim guide first steps)

Gambar 5. Mikrosimulasi Bundaran

2. Konsep Kalibrasi dan Validitas Model Simulasi

Kalibrasi pada *Vissim* merupakan proses dalam membentuk nilai-nilai parameter yang sesuai sehingga model dapat mereplikasi lalu lintas hingga kondisi yang semirip mungkin. Proses kalibrasi dapat dilakukan berdasarkan perilaku pengemudi dengan mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya mengenai kalibrasi dan validasi menggunakan *Vissim*. Validasi pada *Vissim* merupakan proses pengujian kebenaran dari kalibrasi dengan membandingkan hasil observasi dan hasil simulasi. Proses kalibrasi dan validasi dilakukan berdasarkan jumlah volume arus lalu lintas dan panjang antrian (Putri, 2015).

Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan rumus dasar *Chi-squared* dan rumus statistik *Geoffrey E. Havers (GEH)*. Uji *Chi-square* dilakukan dengan membandingkan antara *mean* hasil simulasi dengan *mean* hasil observasi. Rumus umum *Chi-square* (χ^2) dapat dilihat pada persamaan 2.15 sebagai berikut. (Sudjama dalam Saputra, 2016)

$$= \sum_{i=1}^k \left| \frac{o_i - E_i}{E_i} \right|^2 \quad (3)$$



dimana :

O_i = Tundaan Geometri (det/smp);

E_i = Tundaan lalu lintas (det/smp);

Tingkat signifikan dengan derajat keyakinan Uji *Chi- square* sebesar 95 % atau $\alpha = 0.05$ dan kriteria uji yaitu hasil diterima apabila hasil hitung \leq hasil tabel *Chi- square*.

Sedangkan rumus *GEH* merupakan rumus statistik modifikasi dari *Chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Rumus *GEH* sendiri dapat dilihat pada persamaan 2.15 dan memiliki ketentuan khusus dari nilai error yang dihasilkan seperti pada Tabel 3.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}} \quad (4)$$

dimana :

q = Data volume arus lalu lintas (kendaraan/jam)

Tabel 3. Rumus Statistik *GEH* (Geoffrey E. Havers)

Nilai	Keterangan
$GEH < 5,0$	Diterima
$5,0 \leq GEH \leq 10,0$	Peringatan : kemungkinan model error atau data buruk
$GEH > 10,0$	Ditolak

H. Uji Statistik *T-Test*

Pengujian statistik dapat dilakukan berbagai macam uji salah satunya adalah uji t yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan dari data yang diperoleh. Pengujian hipotesis menggunakan uji kesamaan dua rata - rata satu pihak dengan statistik yaitu menggunakan Uji-t (Bambang, 2013). Uji t 2 sampel independen (bebas) adalah metode yang digunakan untuk menguji kesamaan rata - rata dari 2 populasi yang bersifat independen, dimana peneliti tidak memiliki informasi mengenai ragam populasi.

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

