

PREDIKSI KEBISINGAN LALU LINTAS DI KOTA MAKASSAR MENGGUNAKAN MODEL ASJ-RTN 2008

Ariyanty K.R. Mahmud
Departemen Teknik Lingkungan
Universitas Hasanuddin
Jln. Perintis Kemerdekaan 10
antymahmud.am@gmail.com

Sakti Adji Adisasmitha
Departemen Teknik Sipil
Universitas Hasanuddin
Jln. Perintis Kemerdekaan 10
adjiadisasmitha@yahoo.com

Muralia Hustim
Departemen Teknik Lingkungan
Universitas Hasanuddin
Jln. Perintis Kemerdekaan 10
muraliahustim@yahoo.com

Abstract

There are several problems related to transportation, including traffic congestion and environmental issues, such as air pollution and noise pollution. This study aims to predict traffic noise on the main commercial-road environment in the City of Makassar using ASJ-RTN 2008 model. The results obtained are that equivalent noise level or LAeq has exceeded the allowable limits, with LAeq noise level $L_{Aeq,day}$ of 79.7 dB. The average noise prediction rate is 78.0 dB (A) and the predicted value is lower than the measured noise level.

Keywords: transportation, noise, noise level, traffic congestion

Abstrak

Terdapat beberapa permasalahan yang berhubungan dengan bidang transportasi, termasuk masalah kemacetan lalu lintas dan masalah lingkungan, seperti polusi udara dan polusi suara atau kebisingan. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kebisingan lalu lintas pada lingkungan jalan utama-komersial di Kota Makassar dengan menggunakan model ASJ-RTN 2008. Hasil yang didapat adalah tingkat kebisingan ekivalen atau L_{Aeq} telah melewati batasan yang diizinkan, dengan tingkat kebisingan $L_{Aeq,day}$ sebesar 79,7 dB. Nilai tingkat kebisingan prediksi rata-rata adalah sebesar 78,0 dB(A) dan nilai prediksi lebih rendah dibandingkan dengan nilai tingkat kebisingan hasil pengukuran.

Kata-kata kunci: transportasi, kebisingan, tingkat kebisingan, kemacetan lalu lintas

PENDAHULUAN

Sarana transportasi yang paling dominan di Indonesia adalah kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor ini menyebabkan terjadinya efisiensi waktu dan tenaga karena kendaraan bermotor diciptakan untuk membantu aktivitas manusia. Jumlah kendaraan bermotor ini selalu bertambah, dan pada tahun 2015 jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mencapai jumlah 121.394.185. Pada tahun 2015 jumlah kendaraan roda 2 meningkat (13-14)% per tahun dan jumlah kendaraan roda 4 meningkat (8-10)% per tahun, sementara pertumbuhan jalan hanya 0,001% per tahun. Kondisi ini terjadi di hampir seluruh kota besar di Indonesia, termasuk di Kota Makassar.

Akibat meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, kebisingan lalu lintas terjadi di jalan-jalan utama dengan tata guna lahan komersial di Kota Makassar. Pada penelitian terdahulu (Hustim, 2012) ditunjukkan bahwa tingkat kebisingan di kota Makassar telah melewati ambang batas yang dipersyaratkan, yakni sebesar 74 dB(A). Nilai kebisingan

yang tinggi ini menandakan perlunya dilakukan pengendalian kebisingan lalu lintas. Pada studi ini dilakukan pengukuran kebisingan dan prediksi kebisingan lalu lintas di lokasi-lokasi yang diperkirakan sebagai tempat terjadinya kebisingan.

Model ASJ-RTN 2008 menggunakan metode teknik untuk menjumlahkan perambatan suara, dengan mempertimbangkan level tekanan suara dijumlahkan dan dikembangkan dengan memodifikasi model sebelumnya yang bernama Model ASJ-RTN 2003 (Yamamoto, 2010). Model ini telah digunakan terlebih dahulu oleh Hustim (2012) untuk memprediksi kebisingan lalu lintas heterogen Kota Makassar.

METODOLOGI PENELITIAN

Titik Pengamatan

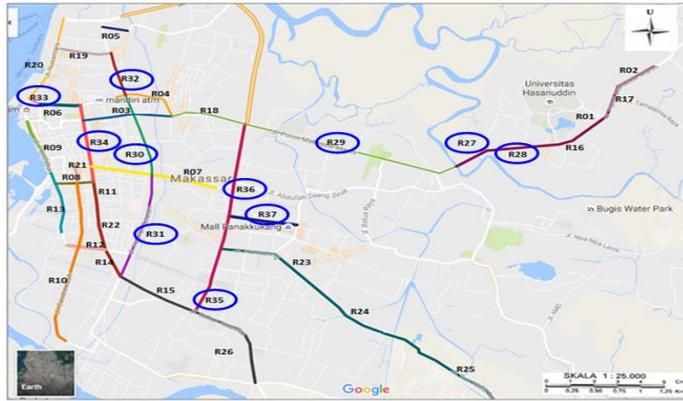
Penelitian dilakukan pada ruas jalan di Kota Makassar dengan jumlah titik pengamatan sebanyak 11 titik. Pada setiap ruas jalan dipilih 1 titik lokasi pengamatan. Titik tersebut dipilih dengan pertimbangan kondisi lokasi yang sesuai dengan kriteria seperti lokasi titik yang tidak terhalangi dan jarak antara alat ukur yang memantulkan bunyi. Kendaraan yang menjadi objek penelitian adalah sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat. Nama dan karakteristik jalan dapat dilihat pada Tabel 1 dan untuk *layout* lokasi titik pengamatan dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1 Nama dan Karakteristik Jalan

No.	Nama Jalan	Kategori Jalan dan Tata Guna Lahan	Titik Pengamatan	Panjang Jalan (km)	Jumlah Lajur	Lebar Jalan (m)	Lebar Median (D)
1	Jln. Perintis Kemerdekaan KM 10	Utama-Komersial	R27	2,76	8	31,31	2,96
2	Jln. Perintis Kemerdekaan KM 11	Utama-Komersial	R28	1,11	6	26,70	2,72
3	Jln. Urip Sumoharjo 2	Utama-Komersial	R29	4,80	6	24,69	1,21
4	Jln. Veteran Utara	Utama-Komersial	R30	2,06	6	22,95	2,11
5	Jln. Veteran Selatan	Utama-Komersial	R31	2,16	6	22,88	2,22
6	Jln. Bandang	Utama-Komersial	R32	0,96	6	22,26	2,05
7	Jln. Riburane	Utama-Komersial	R33	0,22	8	26,28	2,02
8	Jln. Jend. Sudirman	Utama-Komersial	R34	1,74	6	18,58	0
9	Jln. A.P. Pettarani 1	Utama-Komersial	R35	0,35	8	31,46	2,87
10	Jln. A.P. Pettarani 2	Utama-Komersial	R36	3,85	8	39,66	3,45
11	Jln. Boulevard	Utama-Komersial	R37	1,17	6	37,72	3,19

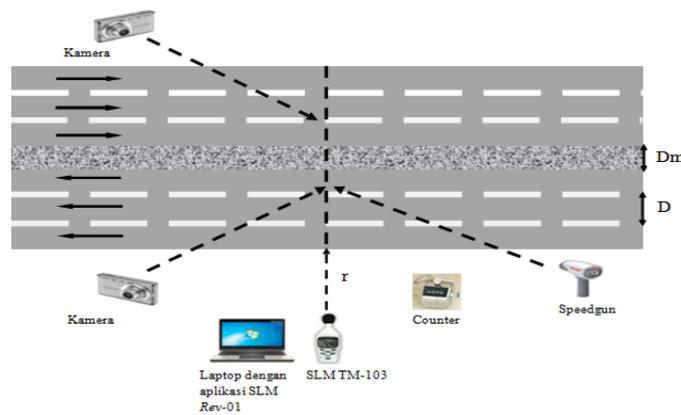
Metode Pengukuran

Pengukuran volume lalu lintas, kecepatan, klakson, dan tingkat kebisingan lalu lintas dilakukan secara bersamaan. Waktu pengukuran dilakukan pada hari-hari Senin-Jumat mulai pukul 06.00-18.00 dan 06.00-21.00 untuk beberapa titik pada ruas jalan yang memiliki volume lalu lintas yang tinggi pada malam hari. Pengukuran volume lalu lintas diukur dengan menggunakan *counter* dan kamera atau *handycam* dengan cara memutar rekaman video hasil pengamatan dan menghitung volume lalu lintas setiap tipe kendaraan yang melewati titik pengamatan. Kamera atau *handycam* yang digunakan sebanyak dua buah karena dimensi jalan yang lebar sehingga volume lalu lintas harus direkam dari dua sisi jalan yang berbeda.



Gambar 1 Peta Lokasi Titik Pengamatan

Pengukuran kecepatan kendaraan dilakukan menggunakan alat *speed gun*. Kecepatan kendaraan yang diukur adalah kecepatan titik ketika kendaraan melewati titik pengamatan. Pengukuran kebisingan dilakukan dengan menggunakan alat SLM sederhana yang diletakkan pada jarak 1 meter dari tepi jalan dan ketinggian 1,2 meter dari permukaan jalan. Gambaran metode pengukuran di lapangan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Metode Pengukuran

Metode Analisis Data

Analisis Kebisingan Hasil Pengukuran

Tingkat kebisingan ekuivalen atau (L_{Aeq}) dihitung menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 2.

$$L_{Aeq} = L_{50} + 0.43 (L_1 + L_{50}) \quad (1)$$

dengan:

L_{Aeq} = tingkat kebisingan ekuivalen (dB),

L_{50} = tingkat bising 50% (dB), dan

L_1 = tingkat bising 99% (dB).

$$L_{Aeq,day} = 10 \log 10 \left[\left(\frac{1}{tn} \right) \cdot \left(10^{\frac{Leq^1}{10}} \right) + \dots + \left(10^{\frac{Leq^{tn}}{10}} \right) \right] \quad (2)$$

dengan:

L_{Aeqday} = tingkat kebisingan ekivalen harian (dB),

L_{eq}^{tn} = tingkat kebisingan harian ke-n (dB), dan

tn = jumlah pengukuran dalam sehari.

Model Prediksi Kebisingan

Metode yang digunakan dalam memprediksi kebisingan lalu lintas adalah model ASJ-RTN 2008. Model ini juga digunakan untuk desain pengukuran pengurangan kebisingan dan memperkirakan lokasi kebisingan yang tepat selama pengawasan lingkungan atau observasi regular (Quartieri et al., 2010).

a. Perhitungan *sound power level* (L_{wA})

$$L_{wA} = a + b \log V \quad (3)$$

dengan:

L_{wA} = tingkat kekuatan suara (dB),

V = kecepatan kendaraan (km/jam), dan

a, b = parameter regresi.

b. 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 4.

$$L_A = L_{wA} - 8 - 20 \log r \quad (4)$$

dengan:

L_A = tingkat tekanan suara (dB),

L_{wA} = tingkat kekuatan suara (dB), dan

r = jarak titik prediksi ke sumber suara (m).

c. Perhitungan *sound exposure level* (L_{AE})

Perhitungan tingkat paparan suara dilakukan dengan menggunakan Persamaan 5 dan Persamaan 6.

$$L_{AE} = 10 \text{ Log} \left(\frac{1}{T} \sum 10^{\frac{L_A}{10}} \Delta t \right) \quad (5)$$

$$\Delta t = \frac{3.6\Delta l}{V} \quad (6)$$

dengan:

L_{AE} = tingkat paparan suara (dB),

L_A = tingkat tekanan suara (dB),

T = jumlah pengamatan dalam sehari,

Δl = lebar jalan pada titik pengamatan (m), dan

V = kecepatan kendaraan (km/jam).

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

Dengan memasukkan nilai volume kendaraan dan waktu pengamatan, maka tingkat tekanan suara ekuivalen dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 7.

$$L_{Aeq} = L_{AE} + 10 \text{ Log } \frac{N_T}{T} \quad (7)$$

dengan:

L_{Aeq} = tingkat tekanan suara ekuivalen (dB),

L_{AE} = tingkat paparan suara (dB),

N_T = volume kendaraan (kend/jam), dan

T = jumlah pengamatan dalam sehari.

Setelah melakukan prediksi, hasil prediksi tersebut dibandingkan dengan nilai yang terdapat pada Pedoman Perhitungan Kapasitas Jalan PU No. 13 tahun 2003 mengenai batas maksimum dan minimum nilai L_{10} dan L_{Aeq} . Perbandingan ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Batasan Teknis Kapasitas Lingkungan Jalan

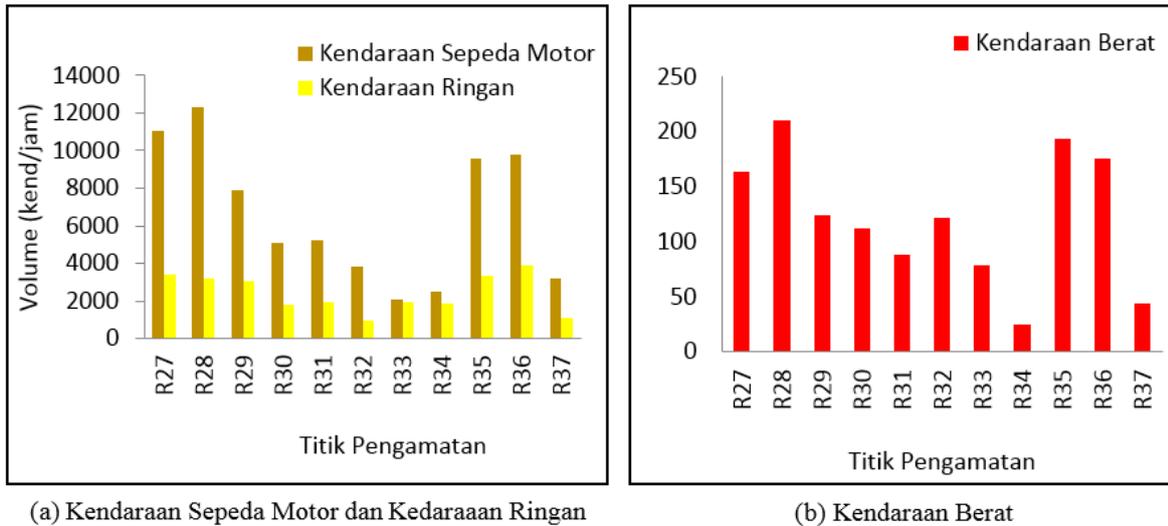
Parameter	Utama-Komersial		Utama-Permukiman		Lokal-Komersial		Lokal-Permukiman	
	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min
L_{10} -1jam, dB(A)	77,9	72,7	77,6	67,1	73,9	66,8	74,1	62,9
L_{Aeq} , dB(A)	76,0	70,1	74,5	64,8	72,1	63,2	71,2	58,4

Sumber: Kementerian PU (2003)

HASIL DAN PEMBAHASAN

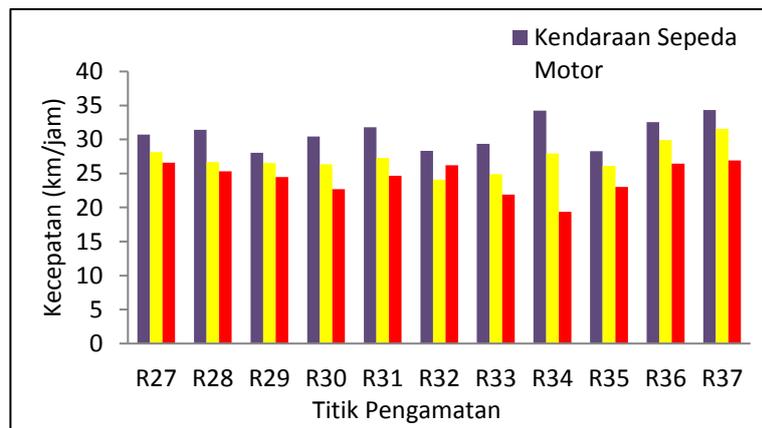
Hasil Pengukuran Karakteristik Lalu Lintas

Pengukuran karakteristik lalu lintas terdiri atas pengukuran volume lalu lintas, kecepatan, dan jumlah klakson (Nababan, 2014). Pengukuran volume lalu lintas dilakukan bersamaan dengan pengukuran kebisingan. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Volume Lalu Lintas

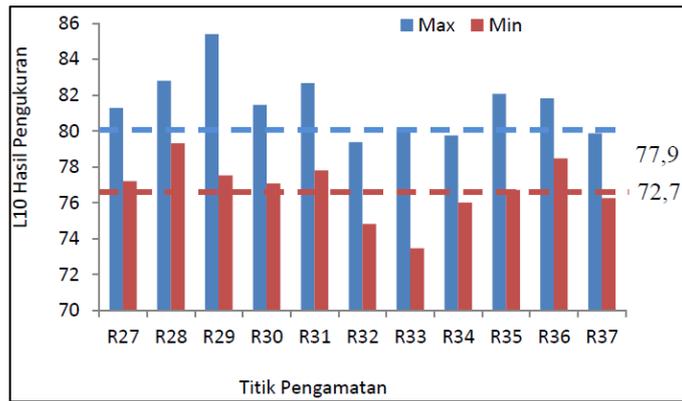
Pengukuran kecepatan dilakukan dengan menembakkan *speed gun* ke 30 kendaraan untuk masing-masing jenis kendaraan yang melintasi titik pengukuran pada setiap ruas jalan. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Kecepatan Rata-Rata Kendaraan

Tingkat Kebisingan

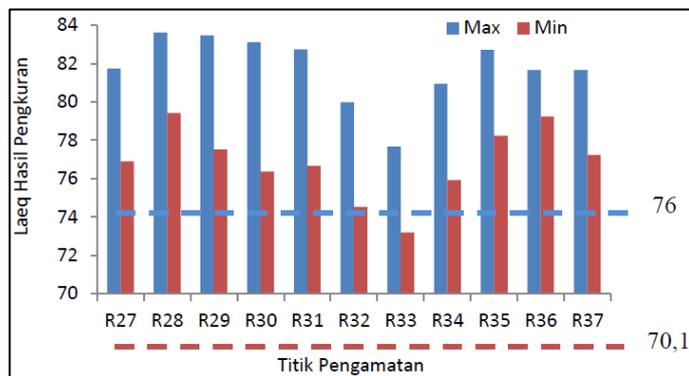
Pengukuran kebisingan di jalan menggunakan alat SLM selama 12 jam dan 15 jam, yang setiap jamnya memberikan 600 data, sehingga jumlah data selama 12 jam adalah 7.200 data dan jumlah data untuk 15 jam adalah 9.000 data. Akan tetapi nilai tingkat bising (L) ini bukanlah nilai tingkat bising ekuivalen rata-rata (L_{Aeq}) yang mewakili pengukuran 10 menit sehingga tahapan selanjutnya adalah menghitung tingkat bising ekuivalen rata-rata satu hari ($L_{Aeq,day}$) dan ($L_{Aeq,night}$). Untuk mengetahui apakah L_{10} untuk setiap titik pengamatan telah memenuhi batasan teknis kapasitas lingkungan jalan yang dipersyaratkan pada Tabel 2, dapat dilihat tampilan yang terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5 Batasan Teknis untuk L_{10}

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai L_{10} maksimum di seluruh titik pengamatan telah melewati batasan teknis yang dipersyaratkan. Nilai L_{10} maksimum tertinggi berada di titik pengamatan R29 dan nilai L_{10} maksimum terendah di titik pengamatan R32. Sedangkan nilai L_{10} minimum tertinggi terdapat di titik pengamatan R28 dan nilai L_{10} minimum terendah berada di titik pengamatan R33. Sebelas titik pengamatan tersebut telah melewati batasan teknis L_{10} yang dipersyaratkan.

Selanjutnya, untuk mengetahui apakah L_{Aeq} untuk setiap titik pengamatan telah memenuhi batasan teknis kapasitas lingkungan jalan, yang dipersyaratkan pada Tabel 2, dapat dilihat hasil yang ada pada Gambar 6. Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai L_{Aeq} maksimum seluruh titik pengamatan tertinggi berada di titik pengamatan R28 dan terendah di titik pengamatan R33. Demikian juga untuk nilai L_{Aeq} minimum tertinggi terdapat di titik pengamatan R28 dan terendah berada di titik pengamatan R33. Semua titik pengamatan tersebut telah melewati batasan teknis L_{Aeq} yang dipersyaratkan. Untuk itu, dilakukan pengujian secara statistika, menggunakan uji t, untuk mengetahui apakah nilai-nilai tingkat kebisingan pada pagi, siang, sore, dan malam hari berbeda. Tabel 3 berisi nilai-nilai kebisingan hasil pengukuran pada pagi, siang, sore, dan malam hari. Hasil uji statistika menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan tingkat kebisingan yang terjadi di pagi, siang, sore, dan malam hari.

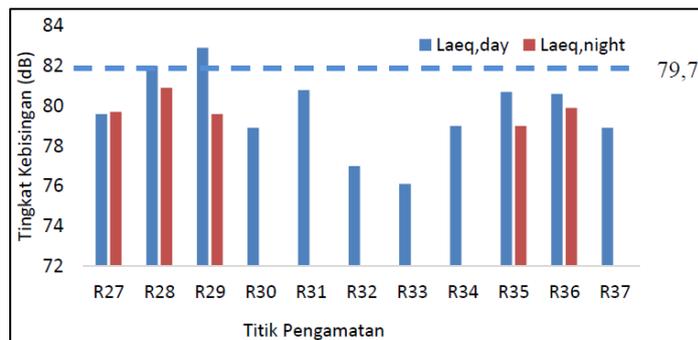


Gambar 6 Batasan Teknis untuk L_{Aeq}

Tabel 3 Nilai Kebisingan Hasil Pengukuran ($L_{Aeq,day}$)

Titik Pengamatan	Pagi	Siang	Sore	Malam
R27	78,85	79,75	79,78	79,25
R28	81,13	82,60	81,92	80,67
R29	82,48	83,65	81,98	79,27
R30	77,66	77,73	80,65	-
R31	79,23	81,16	81,47	-
R32	77,10	75,93	76,79	-
R33	76,47	75,89	75,32	-
R34	78,76	78,60	78,95	-
R35	80,66	80,80	80,11	79,00
R36	80,80	80,43	80,05	79,86
R37	78,84	78,42	78,87	-

Tahapan selanjutnya adalah menghitung tingkat bising ekivalen rata-rata satu hari, yaitu $L_{Aeq,day}$ dan $L_{Aeq,night}$. Hasil pengukuran volume kendaraan, kecepatan kendaraan, dan nilai $L_{Aeq,day}$, dan $L_{Aeq,night}$ dapat dilihat pada Tabel 4 dan grafik tingkat kebisingan seluruh titik pengamatan dapat dilihat pada Gambar 7.

**Gambar 7** Tingkat Kebisingan Seluruh Titik Pengamatan**Tabel 4** Tabel Rekapitulasi

No.	Titik Pengamatan	$L_{Aeq,day}$ (dB)	$L_{Aeq,night}$ (dB)	Volume (kend/jam)			Kecepatan Rata-rata (km/jam)		
				MC	LV	HV	MC	LV	HC
1	R27	79,6	79,7	11046	3405	163	31	28	27
2	R28	82,0	80,9	12272	3214	210	31	27	25
3	R29	82,9	79,6	7924	3068	124	28	27	24
4	R30	78,9	-	5086	1775	112	30	26	23
5	R31	80,8	-	5238	1968	89	32	27	25
6	R32	77,0	-	3828	943	122	28	24	26
7	R33	76,1	-	2052	1940	79	29	25	22
8	R34	79,0	-	2494	1891	25	34	28	19
9	R35	80,7	79,0	9551	3340	193	28	26	23
10	R36	80,6	79,9	9786	3930	175	33	30	26
11	R37	78,9	-	3204	1127	44	34	32	27

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa volume lalu lintas dan kecepatan memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap meningkatnya tingkat kebisingan lalu lintas. Volume

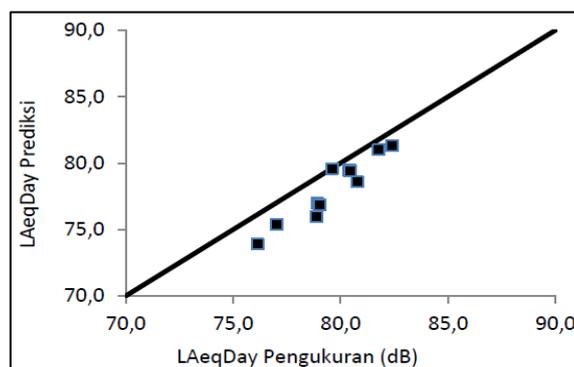
lalu lintas merupakan faktor dominan yang menyebabkan peningkatan kebisingan lalu lintas. Dapat dilihat pula bahwa apabila volume lalu lintas meningkat, tingkat kebisingan lalu lintas pun meningkat.

Pada titik-titik pengamatan di ruas jalan tertentu, yang kendaraannya bergerak lambat akibat macet, kebisingan lalu lintas juga mengalami peningkatan. Oleh karena itu, kecepatan lalu lintas juga memberikan pengaruh terhadap peningkatan kebisingan. Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai $L_{Aeq,day}$ maksimum adalah sebesar 82,09 dB(A) dan nilai $L_{Aeq,day}$ minimum adalah sebesar 76,1 dB(A). Untuk keseluruhan jalan didapat nilai rata-rata $L_{Aeq,day}$ sebesar 79,7 dB(A) dan nilai rata-rata $L_{Aeq,night}$ sebesar 79,82 dB(A).

Prediksi Kebisingan

Prediksi kebisingan menggunakan model ASJ-RTN 2008 untuk keadaan *steady*. Secara bertahap, prosedur perhitungan nilai kebisingan prediksi telah diuraikan sebelumnya pada Persamaan 3 hingga 7. Perbandingan tingkat kebisingan hasil pengukuran dan tingkat kebisingan hasil prediksi dengan suara klakson dapat dilihat untuk penyebaran kebisingan di setiap ruas jalan pada Gambar 8.

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat kebisingan prediksi nilai rata-rata tingkat kebisingan prediksi tanpa klakson adalah sebesar 78,0 dB. Kemudian dilakukan validasi data sehingga dihasilkan nilai korelasi *pearson* (R) sebesar 0,99 dan RMSE 1,64 untuk nilai $L_{Aeq,day}$ prediksi tanpa klakson. Dengan nilai RMSE yang tinggi, model prediksi ASJ-RTN pada lingkungan jalan utama-komersial masih perlu dilakukan perbaikan dan penyempurnaan, seperti penambahan perhitungan jumlah klakson.



Gambar 8 Perbandingan $L_{Aeq,day}$ Pengukuran dengan $L_{Aeq,day}$ Prediksi Tanpa Klakson

KESIMPULAN

Dari hasil analisis data yang dilakukan, diperoleh nilai rata-rata $L_{Aeq,day}$ adalah sebesar 79,7 dB dan nilai rata-rata $L_{Aeq,night}$ sebesar 79,82 dB. Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat kebisingan di lingkungan jalan utama-komersial di Kota Makassar telah melewati batasan teknis yang telah dipersyaratkan. Prediksi menggunakan model ASJ-

RTN 2008 menghasilkan nilai tingkat kebisingan prediksi rata-rata sebesar 76,1 dB(A) dengan nilai korelasi *pearson* (R) sebesar 0,99 dan RMSE sebesar 1,64.

Dari hasil pengukuran dan prediksi didapat bahwa nilai $L_{Aeq,day}$ hasil pengukuran lebih tinggi dibandingkan dengan nilai $L_{Aeq,day}$ hasil prediksi. Hasil validasi memberikan nilai RMSE sebesar 1,64. Hal ini menunjukkan bahwa model belum cukup valid, sehingga perlu dilakukan perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hustim, M. 2012. *Road Traffic Noise under Heterogeneous Traffic Condition in Makassar City*. Journal of Habitat Engineering and Design, 4 (1): 109-118.
- Nababan, D.S. 2014. *Model Prediksi Lalu Lintas Heterogen yang Mempertimbangkan Suara Klakson Kendaraan*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Quartieri, J., Mastorakis, N.E., Iannone, G., Guarnaccia, C., Ambrosio, D.S., Troisi, A., dan Lenza, TLL. 2010. *A Review of Traffic Noise Predictive Models*. Sofia: University of Sofia.
- Yamamoto, K. 2010. *Road Traffic Noise Prediction Model "ASJ RTN-Model 2008": Report of the Research Committee on Road Traffic Noise*. Tokyo: The Acoustical Society of Japan.