

PREDIKSI KEBISINGAN PADA JALAN KOLEKTOR (Studi Kasus : Jalan Monginsidi Surakarta)

Dewi Handayani¹⁾, Rizky Setyo Rahadi²⁾, Rr. Rintis Hadiani³⁾

^{1) 3)}Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

²⁾Mahasiswa Program S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir. Sutami No. 36A Surakarta 57126. Telp. 0271647069. Email : rizky_krb@yahoo.co.id

Abstract

Noise is one of transportation problem commonly facing the people in big cities. One source of noise is the sound originating from crossing vehicles the number of which increases over times. The objective of research was to find out the relationship between traffic volume, traffic speed, and noise measurement interval on collector road.

This study was taken place in Monginsidi Street of Surakarta constituting the third class street serving as collector road, according to MKJI 1997 belonging to undivided bidirectional (2/2UD) type of road. The condition surrounding the road was residential area, education location, and hospital. The method of collecting data used was survey method recording volume and vehicle speed as well as noise score for 6 hours from 06.00-12.00 a.m at a distance of 0 – 15 meters from the edge of the road. The analysis method employed was a multiple linear regression analysis with noise (Y, dBA) as dependent variable, while independent variables included traffic volume (X1, vehicle/hour), motorcycle speed (X2, km/hour), light vehicle speed (X3, km/hour), heavy vehicle speed (X4, km/hour) and noise measurement interval (X5, meter).

Considering classical assumption test, only independent variable X5 (noise measurement interval) qualified the test. Equation model resulting from simple linear regression was $Y = 83.797 - 0.713X_5$ with r^2 of 0.858. The model means that distance affected noise.

Keywords: *Noise, Traffic Volume, Traffic Speed, Collector Road*

Abstrak

Kebisingan merupakan salah satu masalah transportasi yang banyak dihadapi penduduk kota besar. Salah satu sumber kebisingan adalah suara yang berasal dari kendaraan yang melintas dan jumlahnya semakin lama semakin bertambah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan kebisingan dengan volume lalu lintas, kecepatan lalu lintas, dan jarak pengukuran kebisingan pada jalan kolektor.

Lokasi penelitian berada di Jalan Monginsidi Surakarta merupakan jalan kelas III dengan fungsi jalan kolektor yang menurut MKJI 1997 termasuk jalan tipe 2 arah tak terbagi (2/2UD). Kondisi sekitar jalan adalah permukiman penduduk, lokasi pendidikan, dan rumah sakit. Metode pengumpulan data dilakukan dengan metode survei pencatatan volume dan kecepatan kendaraan serta mencatat nilai kebisingan selama 6 jam dari pukul 06.00-12.00 pada jarak 0 – 15 meter dari tepi jalan. Metode analisis digunakan analisis regresi linear berganda dengan kebisingan (Y, dBA) sebagai variabel terikat dan variabel bebas antara lain volume lalu lintas (X1, kendaraan/jam), kecepatan sepeda motor (X2, km/jam), kecepatan kendaraan ringan (X3, km/jam), kecepatan kendaraan berat (X4, km/jam) dan jarak pengukuran kebisingan (X5, meter).

Berdasarkan uji asumsi klasik, hanya variabel bebas X5 (jarak pengukuran kebisingan) yang memenuhi uji tersebut. Model persamaan dari hasil analisis regresi linear sederhana yaitu $Y = 83,797 - 0,713X_5$ dengan nilai r^2 adalah 0,858. Model tersebut berarti bahwa jarak berpengaruh terhadap kebisingan.

Kata Kunci: *Kebisingan, Volume Lalu Lintas, Kecepatan Lalu Lintas, Jalan Kolektor*

PENDAHULUAN

Perkembangan perekonomian Kota Surakarta, diiringi dengan perkembangan jaringan transportasi yang pesat mengakibatkan peningkatan jumlah atau volume lalu lintas. Hal ini menimbulkan meningkatnya permasalahan di bidang transportasi khususnya lalu lintas, salah satunya kebisingan. Permasalahan kebisingan lalu lintas merupakan pencemaran suara yang paling terasa dan terjadi terus-menerus. Kebisingan yang terus - menerus akan mempengaruhi kesehatan dan kesejahteraan manusia.

Menurut pengertian Departemen Pekerjaan Umum kebisingan diartikan sebagai bunyi yang kehadirannya tidak dikehendaki. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Kep-48/MENLH/11/1996, yang dimaksud dengan kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Sumber kebisingan lalu lintas ini berasal dari suara mesin kendaraan, gesekan ban kendaraan dengan perkerasan jalan, suara klakson, dan kereta api yang melintas.

Jalan Monginsidi merupakan salah satu jalan dengan fungsi kolektor yang menurut MKJI termasuk dalam tipe 2/2UD (dua lajur dua arah tak terbagi) dengan lebar jalan 8 m dan tanpa bahu jalan. Di Jalan Monginsidi terdapat beberapa lokasi yang memiliki aktivitas yang cukup tinggi, seperti permukiman penduduk, lokasi pendidikan, dan rumah sakit. Kebisingan yang diperbolehkan di lokasi permukiman, pendidikan, dan rumah sakit adalah 55 dBA menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 sehingga lokasi permukiman, pendidikan, dan rumah sakit yang berada di dekat jalur transportasi harus memenuhi standar tersebut. Sementara dari observasi awal pada lokasi-lokasi tersebut memiliki kebisingan yang melebihi ambang batas, yaitu berkisar antara 75-85 dBA.

Berdasarkan hal diatas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kondisi kebisingan di lokasi tersebut serta hubungan kebisingan dengan kecepatan lalu lintas, volume lalu lintas, dan jarak pengukuran kebisingan yang terjadi di jalan kolektor.

DASAR TEORI

Bunyi

Bunyi merupakan gelombang mekanis jenis longitudinal yang merambat dan sumbernya berupa benda yang bergetar. Bunyi bisa kita dengar sebab getaran benda sebagai sumber bunyi itu menggetarkan udara di sekitarnya dan melalui medium udara itu bunyi merambat sampai ke gendang telinga (Tri Kuntoro P, 2009).

Kebisingan

Menurut Buchari (2008), kebisingan diartikan sebagai suara yang dapat menurunkan pendengaran, baik secara kualitatif (penyempitan spektrum pendengaran) maupun secara kuantitatif (peningkatan ambang pendengaran), berkaitan dengan faktor intensitas, frekuensi, dan pola waktu.

Klasifikasi Jalan

Berdasarkan MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia), klasifikasi menurut sifat dan pergerakan jalan terdiri atas 3 golongan yaitu:

- 1) Jalan arteri yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- 2) Jalan kolektor yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- 3) Jalan lokal yaitu Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Klasifikasi jalan menurut fungsinya yaitu :

- a. Sistem jaringan jalan primer adalah system jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk pengembangan semua wilayah ditingkat nasional dengan semua simpul jasa distribusi yang kemudian berwujud kota
- b. Sistem jaringan jalan sekunder adalah system jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kota

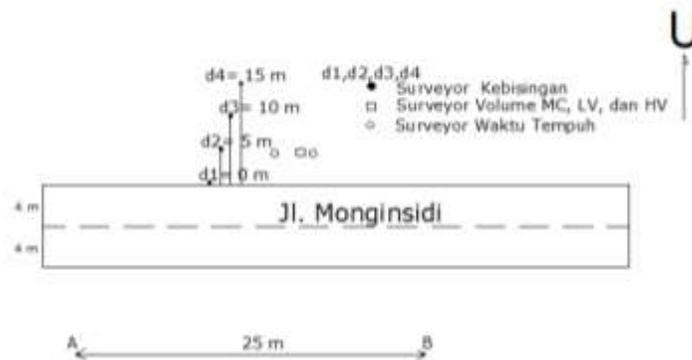
METODE PENELITIAN

Waktu Penelitian dan Tempat Penelitian

Data di lapangan diambil dengan interval 10 menit pada Hari Senin tanggal 21 September 2015. Waktu pengumpulan data selama 6 jam yaitu pukul 06.00 – 12.00 WIB. Lokasi penelitian dilakukan di salah satu jalan kolektor di Kota Surakarta yaitu Jalan Monginsidi.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian



Gambar 2 Sketsa Pengamatan di Lapangan

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas
Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel terikat. Variabel bebas disimbolkan oleh (x). pada penelitian ini yang menjadi variabel bebas yaitu volume kendaraan (x1), kecepatan MC (sepeda motor) (x2), kecepatan LV (kendaraan ringan) (x3), kecepatan HV (kendaraan berat) (x4), dan jarak pengukuran kebisingan (x5).
2. Variabel Terikat
Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat disimbolkan oleh (y). Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat yaitu data kebisingan yang diukur menggunakan alat *Sound Level Meter*.

Surveior dan Peralatan

Surveior yang dibutuhkan pada penelitian ini diantaranya surveior :

1. Volume kendaraan terdiri dari 1 surveior
2. Kecepatan kendaraan terdiri dari 1 surveior
3. Kebisingan terdiri dari 4 surveior

Pada tahapan pengumpulan data ini, digunakan alat – alat pendukung seperti :

1. Meteran, untuk mengukur jarak antara jalan dan titik pengukuran tingkat kebisingan
2. *Hand tally counter*, untuk menghitung jumlah kendaraan yang lewat
3. *Stop watch*, untuk mencatat waktu tempuh kendaraan yang melewati ruas jalan
4. *Sound Lever Meter*, untuk mengukur tingkat kebisingan lalu lintas
5. Alat untuk mencatat data
6. Alat penanda batas pengamatan (lakban/kapur putih).

7. Formulir dalam bentuk tabel survei lalu lintas, untuk mencatat banyaknya kendaraan yang lewat pada bidang pengamatan berdasarkan jenis kendaraan.

Survei Pendahuluan

Sebelum dilaksanakan pengambilan data secara lengkap, perlu dilakukan survei pendahuluan sebagai pertimbangan yang bersifat antisipasi untuk langkah-langkah selanjutnya. Survei pendahuluan yaitu survei yang berskala kecil dan sangat penting dilakukan terutama agar survei utama dapat berjalan dengan efektif dan efisien.

Metode Pengambilan Data dan Analisis Data

Pengambilan data dilakukan menggunakan metode survei, sehingga data yang diperoleh dianggap data primer. Data yang diambil untuk penelitian ini adalah data kebisingan yang diukur menggunakan alat ukur kebisingan (*sound level meter*), data volume lalu lintas yang diperoleh dengan alat penghitung (*band tally counter*), dan data kecepatan lalu lintas yang diperoleh dengan *stopwatch*. Survei volume dan kecepatan kendaraan hanya 1 arah yang terdekat dengan lokasi survey kebisingan. Alat *sound level meter* dipasang dengan bantuan tripod dengan ketinggian 1,2 m di atas permukaan tanah, microphone menghadap ke jalan raya dan diletakkan pada jarak 0 m, 5 m, 10 m, dan 15 m dari tepi jalan. Proses analisa data menggunakan perangkat computer dengan bantuan program *SPSS v.17*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Penelitian

1. Kebisingan

Hasil pengumpulan data memperlihatkan rata-rata kebisingan yang semakin rendah seiring bertambahnya jarak pengukuran dari tepi jalan. Pada jarak pengamatan 0 m dari tepi jalan, kebisingan rata-rata sebesar 84,32 dBA, kebisingan terendah sebesar 82,06 dBA, dan kebisingan tertinggi sebesar 87,83 dBA. Jarak pengamatan 5 m kebisingan rata-rata sebesar 79,78 dBA, kebisingan terendah sebesar 77,72 dBA, dan kebisingan tertinggi sebesar 82,92 dBA. Jarak pengamatan 10 m kebisingan rata-rata sebesar 76,02 dBA, kebisingan terendah sebesar 73,06 dBA, dan kebisingan tertinggi sebesar 79,65 dBA. Jarak pengamatan 15 m kebisingan rata-rata sebesar 73,69 dBA, kebisingan terendah sebesar 70,42 dBA, dan kebisingan tertinggi sebesar 78,76 dBA. Rekapitulasi data dan grafik data kebisingan dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 4.

Tabel 1 Rekapitulasi Kebisingan di Jalan Monginsidi

No.	Jarak Pengamatan (m)	Kebisingan Tertinggi (dBA)	Kebisingan Terendah (dBA)	Kebisingan Rata-rata (dBA)
1	0	87,83	82,06	84,32
2	5	82,92	77,72	79,78
3	10	79,65	73,06	76,02
4	15	78,76	70,42	73,69

Sumber: Data Primer (2015)

2. Kecepatan Lalu Lintas

Berdasarkan hasil survei, kecepatan rata-rata sepeda motor sebesar 43,75 km/jam, kecepatan terendah sepeda motor sebesar 31,63 km/jam, kecepatan tertinggi sepeda motor sebesar 47,89 km/jam, kecepatan rata-rata kendaraan ringan sebesar 37,65 km/jam, kecepatan terendah kendaraan ringan sebesar 33,47 km/jam, kecepatan tertinggi kendaraan ringan sebesar 39,59 km/jam, kecepatan rata-rata kendaraan berat sebesar 32,65 km/jam, kecepatan terendah kendaraan berat sebesar 16,58 km/jam, dan kecepatan tertinggi kendaraan berat sebesar 44,33 km/jam. Rekapitulasi data dan grafik data kecepatan rata-rata dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.2.

Tabel 2 Rekapitulasi Kecepatan Kendaraan

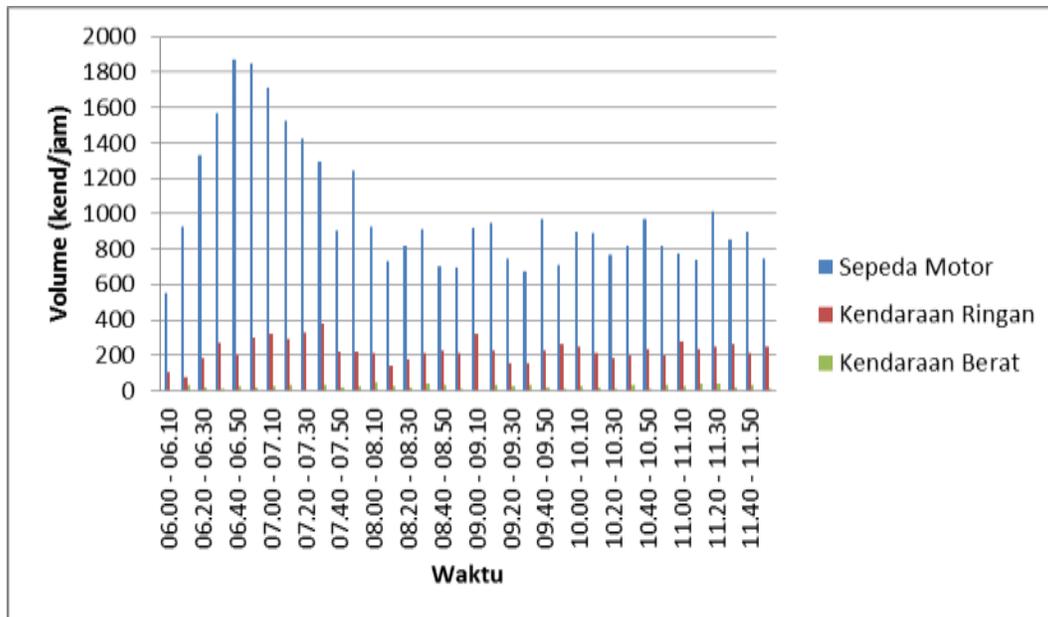
No.	Jenis Kendaraan	Kecepatan tertinggi (km/jam)	Kecepatan terendah (km/jam)	Kecepatan rata-rata (km/jam)
-----	-----------------	------------------------------	-----------------------------	------------------------------

1 Sepeda motor (MC)	47.89	31.63	39.52
2 Kendaraan ringan (LV)	39.59	33.47	34.90
3 Kendaraan berat (HV)	44.33	18.58	33.96

Sumber: Data Primer (2015)

3. Volume Lalu Lintas

Volume kendaraan adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu dalam suatu ruas jalan tertentu dalam satuan waktu tertentu, dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam. Data yang diperoleh dari lapangan memiliki satuan kendaraan/10 menit, untuk itu diubah menjadi satuan kendaraan/jam.



Gambar 3 Grafik Volume Kendaraan di Jalan Monginsidi

Gambar 3 memperlihatkan volume tertinggi sepeda motor terjadi antara jam 06.40 – 06.50 sebesar 1872 kend./jam dan volume terendah sepeda motor terjadi antara jam 06.00 – 06.10 sebesar 552 kend./jam. Volume tertinggi kendaraan ringan terjadi antara jam 07.30 – 07.40 sebesar 376 kend./jam dan volume terendah sepeda motor terjadi antara jam 06.10 – 06.20 sebesar 78 kend./jam. Volume tertinggi kendaraan berat terjadi antara jam 08.00 – 08.10 sebesar 48 kend./jam dan volume terendah kendaraan berat terjadi antara jam 06.00 – 06.10, 07.20 – 07.30, dan 09.00 – 09.10 sebesar 6 kend./jam.

4. Analisis Regresi Linear Berganda Antara Kebisingan dengan Volume Lalu Lintas, Kecepatan Lalu Lintas, dan Jarak Pengukuran Kebisingan

Dari data-data yang telah diolah baik variabel bebas maupun variabel terikat selanjutnya dianalisis dengan bantuan program *Excel* dan *SPSS v.17* untuk mendapatkan model regresi linear berganda.

Berdasarkan hasil analisis model persamaan menggunakan program *Excel* dan *SPSS v.17* menunjukkan hasil yang sama. Model regresi linear yang didapatkan adalah sebagai berikut :

$$Y = 82,4144 - 0,0003X_1 + 0,0354X_2 + 0,0426X_3 - 0,0342X_4 - 0,7128X_5$$

- Keterangan :
- Y = kebisingan (dBA),
 - X₁ = volume lalu lintas (kend./jam),
 - X₂ = kecepatan sepeda motor / MC (km/jam),
 - X₃ = kecepatan kendaraan ringan / LV (km/jam),
 - X₄ = kecepatan kendaraan berat / HV (km/jam),

X_5 = jarak pengukuran kebisingan (m).

Tabel 3 Hasil Analisis Model Persamaan menggunakan Program SPSS v.17

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Sig.
		B	Std. Error	Beta	t	
1	(Constant)	82.415	2.098		39.282	.000
	X1	.000	.000	-.024	-.649	.517
	X2	.035	.040	.029	.886	.377
	X3	.043	.034	.041	1.242	.216
	X4	-.034	.030	-.042	-1.136	.258
	X5	-.713	.024	-.926	-29.430	.000

a. Dependent Variable: Y

Sumber : Input pada SPSS (2015)

Pada model persamaan regresi linear berganda variabel X_1 (volume lalu lintas) (kend./jam) bernilai negatif, yang berarti berbanding terbalik dengan Y (kebisingan) (dBA), yaitu jika volume kendaraan semakin meningkat maka nilai kebisingan akan semakin rendah. Variabel X_2 (kecepatan sepeda motor / MC) (km/jam) bernilai positif, yang berarti berbanding lurus dengan Y (kebisingan) (dBA), yaitu jika kecepatan sepeda motor / MC semakin meningkat maka nilai kebisingan juga semakin tinggi. Variabel X_3 (kecepatan kendaraan ringan / LV) (km/jam) bernilai positif, yang berarti berbanding lurus dengan Y (kebisingan) (dBA), jika kecepatan kendaraan ringan / LV semakin meningkat maka nilai kebisingan juga semakin tinggi. Variabel X_4 (kecepatan kendaraan berat / HV) (km/jam) bernilai negatif, yang berarti berbanding terbalik dengan Y (kebisingan) (dBA), yaitu jika kecepatan kendaraan berat / HV semakin tinggi maka nilai kebisingan semakin rendah. Variabel X_5 (jarak) (m) bernilai negatif, yang berarti berbanding terbalik dengan Y (kebisingan) (dBA), yaitu jika nilai jarak pengukuran kebisingan semakin tinggi maka nilai kebisingan semakin rendah.

Tabel 4 Hasil Analisis Koefisien Determinasi menggunakan Program SPSS v.17

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.929 ^a	.863	.858	1.62467	1.566

a. Predictors: (Constant), X7, X61, X41, X51, X111

b. Dependent Variable: Y

Sumber : Input pada SPSS (2015)

Dari hasil analisis diperoleh nilai koefisien determinasi = 0,863 yang berarti bahwa model persamaan dapat menjelaskan hubungan antar variabel sebesar 86,3% dari keseluruhan populasi.

Model analisis regresi linear berganda antara kebisingan dengan volume, kecepatan lalu lintas dan jarak pengukuran kebisingan kemudian di uji verifikasi untuk mengetahui tingkat kesalahannya. Didapat tingkat kesalahan 23,16 % untuk aplikasi model di Jalan Ir. Juanda sehingga hanya bisa digunakan pada jalan yang mempunyai karakteristik sama dengan Jalan Monginsidi Surakarta yaitu 2/2UD.

5. Analisis Regresi Sederhana Antara Kebisingan dengan Volume Lalu Lintas, Kecepatan Lalu Lintas, dan Jarak Pengukuran Kebisingan

Berdasarkan uji korelasi, variabel bebas yang mempunyai nilai korelasi $> 0,5$ dengan variabel terikat adalah X_5 (jarak) = $0,926$. Berdasarkan hasil uji linearitas, nilai signifikansi variabel $X_5 < 0,05$ maka hubungan antara variabel X_5 dengan variabel Y (kebisingan) adalah linear, sehingga analisis yang dapat digunakan adalah analisis regresi linear sederhana. Model persamaan regresi linear digunakan untuk memprediksi naik turunnya variabel terikat melalui variabel bebas. Model matematis yang akan dicari menggambarkan bagaimana hubungan antara variabel bebas yaitu jarak. Dalam tahap ini akan digunakan dua cara untuk menghitung model persamaan, yaitu menggunakan bantuan perhitungan dengan *Excel* dan program *SPSS v.17* sebagai koreksi. Berdasarkan hasil analisis model persamaan menggunakan program *Excel* dan *SPSS v.17* menunjukkan hasil yang sama. Model persamaan yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

$$Y = 83,797 - 0,713X_5$$

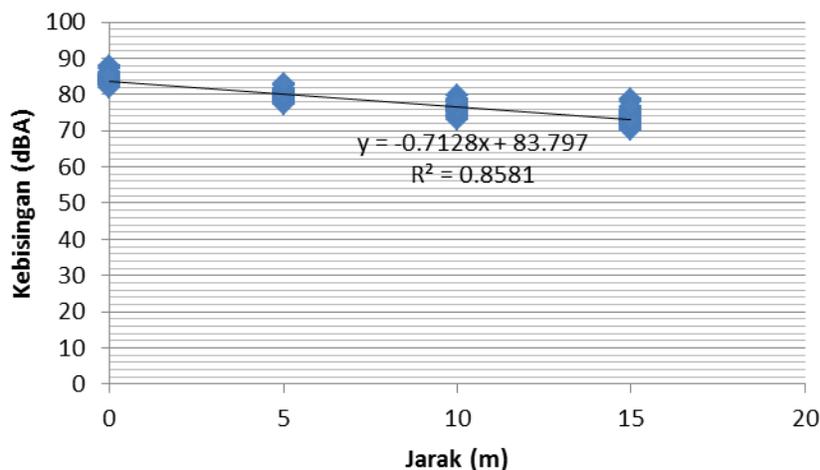
Keterangan : Y = kebisingan (dBA),
 X_5 = jarak pengukuran kebisingan (m).

Tabel 5 Hasil Analisis Model Persamaan menggunakan Program *SPSS v.17*

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
		B	Std. Error	Coefficients		
1	(Constant)	83.797	.228		368.281	.000
	X_5	-.713	.024	-.926	-29.302	.000

a. Dependent Variable: Y

Sumber : Input pada *SPSS (2015)*



Gambar 4 Model Kebisingan di Jalan Monginsidi

Pada model tersebut terdapat satu variabel bebas yang mempengaruhi kebisingan yaitu jarak pengukuran kebisingan (X_5), variabel ini bertanda negatif yang berarti semakin jauh jarak pengukuran kebisingan atau pendengar dari sumber bising kendaraan maka kebisingan lalu lintas (Y) akan menurun. Model analisis regresi linear sederhana yaitu $Y = 83,797 - 0,713X_5$, kemudian di uji verifikasi untuk mengetahui tingkat kesalahannya. Didapat tingkat kesalahan $10,67\%$ untuk aplikasi model di Jalan Ir. Juanda sehingga bisa digunakan pada jalan yang mempunyai karakteristik sama dengan Jalan Ir. Juanda Surakarta yaitu 2/2UD.

Hasil verifikasi antara model analisis regresi linear berganda dan regresi linear sederhana memperlihatkan bahwa tingkat kesalahan pada model regresi linear berganda lebih besar yaitu $23,16\%$ bila dibandingkan dengan tingkat kesalahan model regresi linear sederhana yaitu $10,67\%$. Kondisi tersebut diperkirakan karena pada model analisis regresi linear berganda terdapat ketidak lolosan dalam salah satu uji asumsi klasik yaitu uji linearitas sehingga terdapat bias model dan model menjadi tidak akurat. Maka dalam penelitian ini, model yang terbaik yaitu model analisis

regresi linear sederhana ($Y = 83,797 - 0,713X_5$) dikarenakan model ini sudah memenuhi uji asumsi klasik dan mempunyai tingkat kesalahan yang relatif kecil dibandingkan dengan model analisis regresi linear berganda.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa model terbaik dengan tingkat kesalahan terendah dan lolos uji asumsi klasik adalah model kebisingan dalam bentuk regresi linear sederhana yaitu $Y = 83,797 - 0,713X_5$, dimana Y adalah kebisingan (dBA) dan X_5 adalah jarak pengukuran kebisingan (m).

Saran

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya maka dapat diberikan saran sebagai berikut :

1. Sebaiknya bangunan yang sudah ada diberi penghalang / peredam suara (misalnya : pagar, tanaman, dan lain-lain) untuk mengurangi kebisingan yang terjadi, karena bangunan tersebut tidak memungkinkan untuk mundur sesuai jarak minimum yang memenuhi syarat kebisingan.
2. Sebaiknya dilakukan perbaikan pada metode pengumpulan data kecepatan karena sampel kecepatan yang diambil (terdata) tidak mewakili kebisingan (acak), untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan alat *Speed Gun*.

DAFTAR PUSTAKA

- Buchari. 2008. *Kebisingan Industri dan Hearing Conservation Program USU*. Alfabeta. Bandung
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd T-18-2004-B, Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan di Kawasan Perkotaan
- Direktorat Jendral Bina Marga, Direktorat Pembinaan Jalan Kota. Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas, NO.001/T/BNKT/1990
- Direktorat Jendral Bina Marga, MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia), 1997, Jakarta
- Jonathan, Sarwono. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Pedoman Penulisan Skripsi/Tugas Akhir, Surakarta 2012
- Kementerian Lingkungan Hidup. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, Kep-48/MENLAH/11/1996
- Kuntoro. Tri. dkk, 2009, *Fisika Dasar*, Andi Offset, Yogyakarta
- Morlok. E. K. 1988. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga. Jakarta
- Nur Ali, H., Aripin Lupito. 2009. *Studi Kebisingan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Urip Sumoharjo di Kota Makassar*. Simposium XII FSTPT. Universitas Kristen Petra Surabaya
- Peraturan Daerah Kota Surakarta No. 1 tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah
- Peraturan Pemerintah No. 34 tahun 2006 tentang Jalan
- Saragih, Juara P., Medis S. Surbakti. 2010. *Analisa Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Pada Jalan Tol Ruas Medan-Tanjung Morawa*. The 14th International Symposium Pekanbaru
- Simamora, Putri Juwita, Medis S. Surbakti. 2012. *Analisa Tingkat Kebisingan Pergerakan Lalu Lintas Terhadap Zona Pendidikan di Kota Medan*. Jurnal Teknik Sipil USU
- Sugiyono. Prof. DR. 2014. *Statistika Untuk Penelitian*, Alfabeta. Bandung
- Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Nova. Bandung

- Tamin. Z. Ofyar. 2009. *Pemodelandan Perencanaan Transportasi Edisi pertama*. ITB Press. Bandung
- Trihendradi. C. 2013. *Langkah Mudah Menguasai SPSS 21*. Andi. Yogyakarta
- Wardika, I Ketut, I Gusti Putu Suwarsa, dan D. M. Priyantha W. 2010. *Analisis Kebisingan Lalu Lintas pada Ruas Jalan Arteri (Studi Kasus Jalan Prof. Dr. IB. Mantra pada Km 15 s/d Km 16)*. Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil.