

ANALISIS KEBISINGAN AKIBAT AKTIFITAS TRANSPORTASI PADA KAWASAN PEMUKIMAN JALAN SUTOREJO-MULYOREJO SURABAYA

Handy Febri Satoto

Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
handyfebri@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu penyebab kebisingan adalah meningkatnya aktifitas transportasi pada suatu kawasan. Pada area studi ini memiliki lebar jalan yang relatif sempit dan jumlah kendaraan yang relatif banyak sehingga aktifitas transportasi menjadi tinggi. Pengukuran tingkat kebisingan diwakili oleh 10 titik sampling. Pengukuran tingkat kebisingan dibagi menjadi dua, yaitu siang hari (Ls) dan malam hari (Lm). Pengukuran siang hari (Ls) pada selang waktu 06.00-22.00 dan malam hari (Lm) pada selang waktu 22.00-06.00. Hasil Lsm merupakan hasil perhitungan Ls dan Lm yang kemudian dibandingkan dengan tingkat baku yang ada di keputusan menteri lingkungan hidup yang tertuang dalam KEP-48/MENLH/11/1996 tentang baku mutu tingkat kebisingan untuk kawasan pemukiman. Hasil pengukuran tingkat kebisingan pada wilayah studi didapatkan nilai Lsm ekuivalen maksimal 74,98 dBA dan Lsm ekuivalen minimum 72,04 dBA. Nilai Lsm tersebut secara umum melebihi baku mutu tingkat kebisingan untuk kawasan pemukiman sebesar 58 dBA. Upaya pengendalian kebisingan dengan menggunakan barrier buatan lebih efektif mereduksi tingkat kebisingan dibandingkan dengan barrier alami. Hasil reduksi kebisingan dengan barrier buatan menjadi 57,28 dBA sehingga memenuhi baku mutu kebisingan untuk kawasan pemukiman.

Kata Kunci: kebisingan transportasi, pemukiman, *barrier*

ABSTRACT

One cause of noise is increased transport activity in a region. In this study area has a relatively narrow road width and the number of vehicles is relatively large so that transport activity becomes high. The measured noise level is represented by 10 sampling points. Measurement of noise level is divided into daytime (Ls) and night (Lm). Daytime measurements (Ls) at 06.00-22.00 and evening (Lm) at intervals of 22.00-06.00. The result of Lsm is the result of the calculation of Ls and Lm which is then compared with KEP-48/MENLH/11/1996 on the standard of noise level for residential area. The result of noise level measurement in the study area obtained the maximum equivalent Lsm value of 74.98 dBA and minimum equivalent Lsm 72.04 dBA. The Lsm value generally exceeds the noise level standard for residential areas of 58 dBA. Noise control measures using artificial barrier are more effective at reducing noise levels than natural barriers. The result of noise reduction with artificial barrier becomes 57.28 dBA so as to meet the noise quality standard for residential area.

Keywords: noise, settlement, barrier

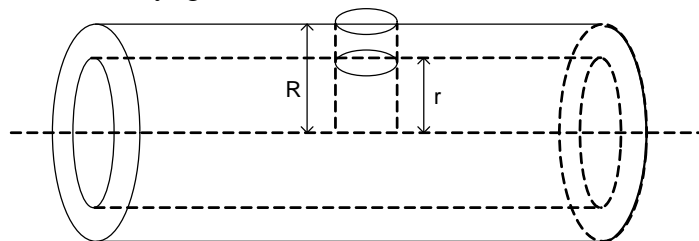
PENDAHULUAN

Beberapa ahli memiliki pengertian yang berbeda tentang definisi kebisingan. Kebisingan adalah suatu istilah yang digunakan untuk menyatakan suatu bunyi yang tidak diinginkan, termasuk bunyi yang merupakan efek samping dari kegiatan-kegiatan seperti kegiatan industri dan transportasi. Bunyi yang dianggap mengganggu, termasuk di dalamnya kegiatan berbicara dan musik yang tidak dikehendaki oleh pendengar juga dapat disebut sebagai kebisingan (Wilson, 1989). Menurut Doelle (1986), kebisingan adalah semua bunyi yang mengganggu, mengalihkan perhatian, atau berbahaya bagi kegiatan sehari-hari (kerja, belajar, istirahat atau hiburan).

Pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI No.48/MENLH/PER/XI/1996, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Definisi lainnya, yang tercantum dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja, Nomor: Kep-51/MEN/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisik di Tempat Kerja, pengertian tentang kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi atau alat-alat kerja pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran.

Laju pertumbuhan transportasi di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Laju pertumbuhan sepeda motor di Indonesia paling tinggi di bandingkan negara ASEAN, yakni 13,2% dibanding moda transportasi lainnya. Penyebab meningkatnya laju pertumbuhan sepeda motor adalah sepeda motor merupakan sarana transportasi yang murah dan terjangkau (Beritatrans, 2015). Untuk laju penjualan mobil pada periode Januari-Juli 2017 sebanyak 618.808 unit atau meningkat 4,17 persen dibandingkan periode yang sama tahun lalu, yakni 594.018 unit (Gumelar, 2017). Sektor transportasi memberikan kontribusi yang potensial dalam meningkatnya kebisingan. Semakin meningkatnya jumlah kendaraan maka aktivitas transportasi yang melintasi pada suatu wilayah akan semakin padat dan diiringi dengan meningkatnya kebisingan.

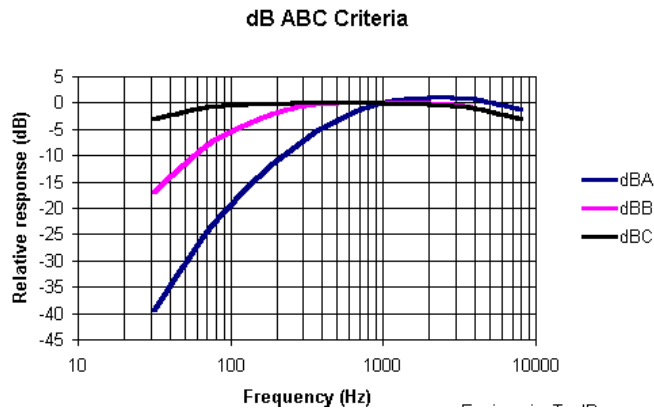
Kebisingan yang diakibatkan kendaraan bermotor sebagai moda transportasi termasuk sebagai sumber garis. Sumber garis adalah sumber titik yang bergerak mengikuti sebuah garis lurus, sebagai contoh gerakan mobil, kereta api dan pesawat terbang pada saat take off dan landing. Sumber bunyi garis diradiasikan dalam bentuk silinder (Harris, 1991).



Gambar 1. Penyebaran Bunyi Sumber Garis

Desibel (dB) merupakan suatu satuan yang digunakan untuk menyatakan intensitas bunyi dalam kehidupan sehari-hari (Basuki, 1986). Skala desibel terdiri atas tiga jenis, yaitu desibel A (dBA), desibel B (dBB) dan desibel C (dBC). Macam-macam desibel ini pada dasarnya mengacu pada frekwensinya. Kebanyakan penilaian tingkat kebisingan dinyatakan dalam dBA (Harris, 1991). Pengukuran kebisingan dengan *sound level meter* dalam skala A menghasilkan pengukuran yang cukup bagus walaupun tidak terlalu murni bagi pendengar (Basuki, 1986). Skala A sering digunakan untuk menunjukkan kerugian

bahwa telinga kita tidaklah sensitif terhadap semua frekwensi bunyi (Harris, 1991). Tingkat bunyi beban A dinyatakan dengan dBA yang merupakan tingkat tekanan bunyi yang sesuai dengan respon subyektif manusia dewasa. Sebuah *sound level meter* pada umumnya akan mempunyai mode respon lambat dan cepat yang mengidentifikasi besarnya sensitivitas terhadap besarnya fluktuasi dan nilai puncak dari suatu tekanan suara. Perbedaan antara dBA, dBB dan dBC dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2 Karakteristik Respon *Sound Level Meter* untuk Perbedaan A, B, dan C

Sound Level Meter (SLM) merupakan salah satu alat untuk mengukur kebisingan yang terjadi. Alat ini digunakan untuk mengukur tingkat suara yang terdiri dari komponen mikropon, *amplifier*, dan layar penunjuk besarnya kebisingan. *Sound Level Meter* dapat menunjukkan tingkat tekanan suara antara 30 dB – 120 dB atau lebih. Cara kerja dari SLM ini mengirim gelombang suara melalui mikropon yang kemudian diubah menjadi sinyal elektrik yang ditunjukkan dalam *display* penunjuk sebagai hasil pengukuran intensitas kebisingan dalam skala desibel (Smith, 1995).

Tabel 1. Kriteria Batas Kebisingan (KLH, 1996)

Peruntukan Kawasan Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan (dBA)
A. Peruntukan Kawasan	
1. Perumahan dan Permukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintah dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
B. Khusus	(d disesuaikan dengan ketentuan Menteri Perhubungan)
1. Bandar Udara	
2. Stasiun Kereta Api	
3. Pelabuhan Laut	70
4. Cagar Budaya	60
c. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah sakit dan sejenisnya	55
2. Sekolah dan sejenisnya	55
3. Tempat ibadah dan sejenisnya	55

Sebuah pemanfaatan lahan pada area tertentu memiliki batas tingkat kebisingan yang berbeda-beda sesuai peruntukannya, yang biasa disebut baku mutu tingkat kebisingan. Beberapa kriteria baku mutu tingkat kebisingan yang digunakan sebagai pedoman kebisingan di Indonesia dapat dilihat Tabel 1.

Kebisingan tidak hanya mempengaruhi kapasitas pendengaran kita tetapi juga fungsi-fungsi tubuh yang lain. Dampak dari kebisingan terhadap tubuh sama seperti pengaruh stress terhadap tubuh manusia. Menurut Siswanto (1998), gangguan kebisingan dapat dibagi menjadi 2 yaitu:

- a. Gangguan pada indera pendengaran
Salah satu dampak negatif dari kebisingan adalah berkurangnya pendengaran akibat bising tetap yang melebihi ambang batas pendengaran dan bersifat irreversible. Gangguan ini sulit untuk dilakukan pemulihan. Hal ini dapat diakibatkan oleh dampak kumulatif pemaparan terhadap bising yang berulang secara terus menerus. Dampak ini memang tidak berdampak langsung namun bila dibiarkan terus-menerus akan mengalami tuli permanen.
- b. Gangguan bukan pada indera pendengaran
Gangguan bukan pada indera pendengaran juga disebut keluhan yang dirasakan oleh seseorang (keluhan subyektif). Gangguan ini dapat berupa gangguan percakapan atau gangguan komunikasi, gangguan tidur, dan gangguan perasaan.

Barrier

Pemasangan penghalang atau *barrier* bertujuan untuk mencegah atau menghalangi transmisi kebisingan dari sumber ke penerima. Pemilihan bahan *barrier* untuk daerah pemukiman sebaiknya memperhatikan berbagai hal, antara lain: lokasi, ukuran kenyamanan, keselamatan, kekuatan dan lain-lain. Hal ini dapat mempengaruhi psikologi dan kesehatan penghuni pemukiman tersebut (Miller dan Wayne, 1978). Jenis-jenis *barrier* dibedakan menjadi dua macam yaitu :

1. *Barrier* Alami

Barrier alami berupa tanaman atau gundukan tanah. Berbeda dengan *barrier* buatan, *barrier* alami mempunyai sifat menyerap gelombang bunyi.

2. *Barrier* Buatan

Barrier buatan biasanya berupa bahan yang rapat dan tak bercelah sehingga gelombang suara lebih banyak yang dipantulkan daripada diteruskan. *Barrier* buatan dapat berupa tembok yang berada antara sumber bunyi dan penerima. Bahan *barrier* buatan terdiri dari berbagai jenis bahan seperti : kayu (papan), pasangan bata, beton, *polywood* (tripleks), batako, asbestos semen, *aluminium sheet*, dan lain-lain.

Dampak kebisingan akibat aktifitas transportasi dapat berupa gangguan penurunan kualitas lingkungan hidup yang dialami oleh permukiman di sepanjang tepi jalan dan pengguna jalan. Dalam jangka waktu pendek efek gangguan ini tidak akan berpengaruh bagi fisiologis manusia yakni fungsi pendengaran. Namun dalam jangka waktu lama akan menimbulkan menurunnya fungsi dari pendengaran serta gangguan berupa psikologis penduduk yang tinggal di kawasan tersebut, seperti mudah marah atau susah tidur.

Pada penelitian ini kawasan yang dipilih adalah kawasan pemukiman di jalan Sutorejo-Mulyorejo Surabaya yang memiliki tingkat kebisingan yang diduga relatif tinggi. Pada area studi ini memiliki lebar jalan yang relatif sempit yakni, dengan lebar jalan ± 8 m untuk 2 arah, dan jumlah kendaraan yang relatif tinggi sehingga aktivitas lalu lintas dari sektor transportasi menjadi tinggi. Laju lalu lintas yang tinggi dari transportasi ini disebabkan karena pada wilayah studi merupakan jalan penghubung antara jalan Mulyosari

(rencana jalan OERR Surabaya) dan jalan Kertajaya Indah Timur (jalan MERR 2C). Berdasarkan hasil pengamatan, sumber kebisingan pada area studi berasal dari kendaraan bermotor roda 2, seperti sepeda motor dan kendaraan bermotor roda >2, seperti mobil, truk, bis, angkutan umum, becak motor, dan motor pengangkut galon air.

Pada studi pendahuluan dilakukan pengukuran kebisingan di beberapa lokasi wilayah studi untuk mengetahui dugaan awal tingkat kebisingan pada wilayah studi apakah melebihi baku mutu kebisingan untuk pemukiman (55 dBA). Pada studi pendahuluan yang telah dilakukan didapatkan beberapa hasil, yakni

1. Di depan rumah penduduk (jalan Mulyorejo) didapatkan kebisingan maksimum sebesar 88,9 dBA dan kebisingan minimum sebesar 64,1 dBA
2. Di Universitas Muhammadiyah Surabaya (jalan Sutorejo) didapatkan kebisingan maksimum sebesar 94,6 dBA dan kebisingan minimum sebesar 62,7 dBA
3. Di depan klinik Dokter Anyoman (jalan Kalisari) didapatkan kebisingan maksimum sebesar 93,5 dBA dan kebisingan minimum sebesar 62,9 dBA.

Dari data tersebut diatas terlihat lebih tinggi bila dibandingkan dengan KepMen LH RI No.48/MENLH/PER/XI/1996. Nilai ambang batas tingkat kebisingan yang dilampaui yaitu peruntukan kawasan perumahan dan permukiman, sekolah dan sejenisnya, dan kegiatan rumah sakit sebesar 55 dBA.

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana tingkat kebisingan Lsm ekuivalen di wilayah studi bila dibandingkan dengan baku mutu dan bagaimana upaya pengendalian tingkat kebisingan akibat transportasi pada wilayah studi. Tujuan yang diharapkan pada penelitian ini adalah menentukan tingkat kebisingan Lsm ekuivalen yang terjadi di wilayah studi dan membandingkan dengan baku mutu tingkat kebisingan serta menentukan upaya pengendalian tingkat kebisingan yang sesuai akibat aktifitas transportasi pada wilayah studi.

Berdasarkan latar belakang di atas diperlukan penelitian pada wilayah studi berupa Analisa Kebisingan Akibat Aktifitas Transportasi Pada Kawasan Pemukiman Jalan Sutorejo-Mulyorejo Surabaya

MATERI DAN METODE

Gambar 3 adalah alur penelitian yang dilakukan:

Persiapan Alat

1. *Sound Level Meter* (SLM)

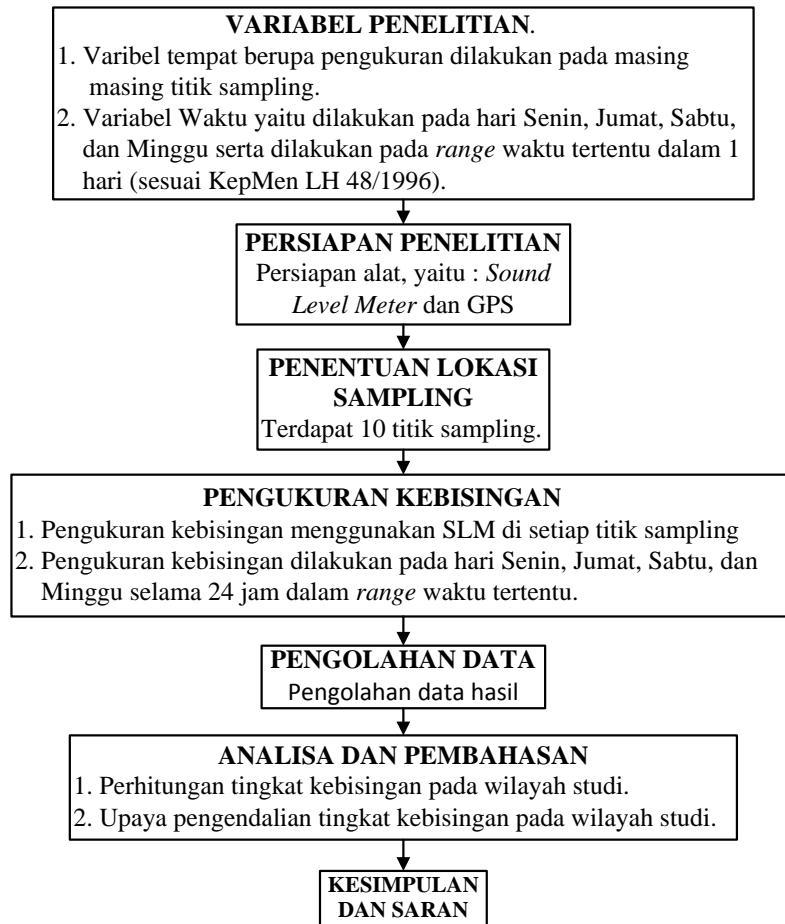
Alat *Sound Level Meter* digunakan untuk mengukur kebisingan wilayah studi. Sebelum digunakan harus dikalibrasi terlebih dahulu. Hal ini dilakukan agar didapatkan tingkat kebisingan yang mencerminkan kebisingan yang sebenarnya pada area studi. Pada penelitian ini menggunakan *Sound Level Meter* dengan merek Lutron tipe SL-4001.

Langkah-langkah pengukuran tingkat kebisingan dilakukan dengan cara:

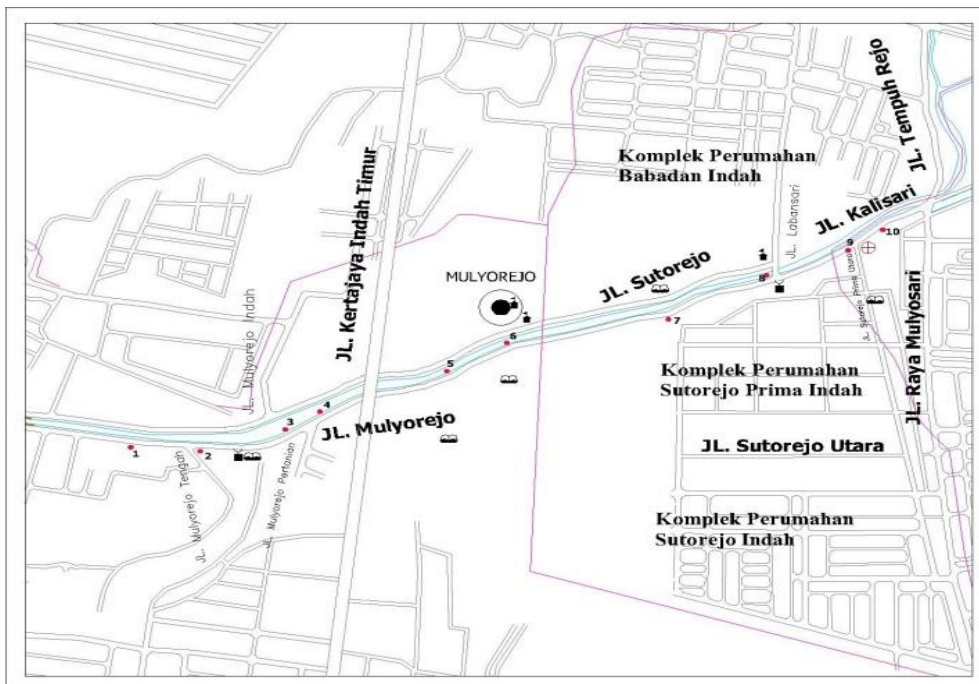
- a. Mengaktifkan SLM, jika pada layar terdapat angka $\geq 94,0$ dBA maka SLM siap untuk digunakan dan bila pada layar terdapat angka kurang dari 94,0 dBA maka SLM mengalami *Low Battery*.
- b. *Microphone* dihadapkan tegak lurus pada sumber bunyi bising
- c. Ketinggian pada *Microphone* 1,2 m sampai dengan 1,5 m dari permukaan tanah.

Microphone berjarak minimal 3,5 meter dari dinding yang memantulkan.

2. GPS untuk mengetahui koordinat titik sampling



Gambar 3. Alur Penelitian



Gambar 4. Peta Wilayah Studi dan Peta Titik Sampling

Titik Sampling

Titik sampling ditentukan agar dapat merepresentasikan keadaan yang sebenarnya pada area studi. Untuk lebih jelasnya mengenai titik sampling dapat dilihat pada Tabel 2 sedangkan untuk gambar lokasi titik sampling dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 2 Lokasi Titik Sampling

Titik Sampling	Lokasi Titik Sampling	Koordinat
1	Depan rumah warga (sebelah Selatan jalan)	7° 15,866' LS dan 112° 46,655' BT.
2	Depan pintu masuk permukiman Mulyorejo Tengah (sebelah Selatan jalan)	7° 15,879' LS dan 112° 46,741' BT
3	Depan pintu masuk permukiman Mulyorejo Indah (sebelah Utara jalan)	7° 15,870' LS dan 112° 46,837' BT
4	Depan pintu masuk permukiman Mulyorejo Pertanian (sebelah Utara jalan)	7° 15,855' LS dan 112° 46,897' BT
5	Depan rumah warga (sebelah Utara jalan)	7° 15,789' LS dan 112° 47,064' BT
6	Depan pintu masuk SMPN 45 (sebelah Utara jalan)	7° 15,759' LS dan 112° 47,108' BT
7	Depan pintu masuk Universitas Muhammadiyah (sebelah Selatan jalan)	7° 15,684' LS dan 112° 47,334' BT
8	Depan Mesjid Thoriqul Jannah (sebelah Utara jalan)	7° 15,617' LS dan 112° 47,508' BT
9	Depan pintu masuk ke Universitas Widya Kartika (sebelah Selatan jalan)	7° 15,570' LS dan 112° 47,615' BT
10	Depan rumah warga (sebelah Selatan jalan)	7° 15,515' LS dan 112° 47,686' BT

Pemilihan Hari untuk Sampling

Pada penelitian ini dilakukan pertimbangan pemilihan hari sampling yang dapat menunjukkan keadaan sebenarnya pada wilayah studi. Pertimbangan pemilihan hari untuk sampling dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Pemilihan Hari untuk Sampling

No.	Hari	Pertimbangan
1	Senin	Pada hari Senin dapat mewakili hari kerja lainnya yaitu hari Selasa, Rabu, dan Kamis.
2	Jumat	Pada hari Jumat adalah hari kerja namun pada siang hari terdapat sholat jumat dan juga merupakan hari pendek.
3	Sabtu	Pada hari Sabtu tidak semua masyarakat bekerja tetapi ada beberapa yang tetap bekerja atau hanya setengah hari bekerja.
4	Minggu	Pada hari Minggu merupakan hari libur.

Peta Wilayah Studi

Peta wilayah studi dan lokasi titik sampling dapat dilihat pada Gambar 4.

Pengukuran Tingkat Kebisingan

Pengukuran kebisingan pada area studi sesuai dengan KEP-48/MENLH/11/1996 yaitu dilakukan dengan cara pengukuran selama 10 menit dengan pembacaan setiap 5 detik. Pada pengukuran kebisingan selama 10 menit (600 detik) dengan pembacaan setiap 5 detik didapatkan 120 data (600 detik/5 detik) pada setiap titik sampling. Pengukuran tingkat kebisingan pada wilayah studi dibagi menjadi beberapa interval waktu yaitu:

L1 = 06.00-10.00 diambil pada rentang puncak yaitu 06.30-08.30

L2 = 10.00-14.00 diambil pada rentang puncak yaitu 10.00-12.00

L3 = 14.00-18.00 diambil pada rentang puncak yaitu 16.00-17.30

L4 = 18.00-22.00 diambil pada rentang puncak yaitu 18.00-20.00

L5 = 22.00-24.00

L6 = 00.00-03.00

L7 = 03.00-06.00

Keterangan :

L= interval ke-...

Pada masing-masing interval terdapat jam puncak yang akan diambil. Hal ini bertujuan agar didapatkan tingkat kebisingan yang optimal pada masing-masing interval dan pada masing-masing hari. Pertimbangan pemilihan waktu puncak tersebut berdasarkan pengamatan secara langsung kondisi pada wilayah studi selama beberapa minggu.

Pengolahan Data Tingkat Kebisingan

Dari 120 data yang dihasilkan kemudian dihitung menggunakan rumus Leq sehingga didapatkan satu data tingkat kebisingan yang mewakili *range* waktu tersebut. Rumus untuk Leq adalah sebagai berikut (Harris, 1991):

$$Leq = 10 \log \frac{1}{T} \sum \{T_i 10^{0,1 L_i}\}$$

Keterangan:

Leq = *Equivalent Continous Noise Level* atau Tingkat kebisingan (dBA)

T = Periode waktu (detik)

T_i = Periode pembacaan (detik)

L_i = Data tingkat kebisingan pada selang waktu tertentu (dBA)

Selanjutnya dilakukan pengolahan data primer dengan menggunakan rumus sesuai dengan KEP-48/MENLH/11/1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan.

1. Data dari waktu pengambilan interval L1 – L4 (siang hari)

$$L_s = 10 \log 1/16 \{T_1 \cdot 10^{0,1 L_1} + \dots + T_4 \cdot 10^{0,1 L_4}\} \text{ dBA}$$

2. Data dari waktu pengambilan interval L5 – L7 (malam hari)

$$L_m = 10 \log 1/8 \{T_5 \cdot 10^{0,1 L_5} + T_6 \cdot 10^{0,1 L_6} + T_7 \cdot 10^{0,1 L_7}\} \text{ dBA}$$

kemudian untuk mengetahui apakah tingkat kebisingan telah melampaui baku tingkat kebisingan maka dihitung nilai L_{sm} . L_{sm} dihitung dengan rumus:

$$L_{sm} = 10 \log 1/24 \{16 \cdot 10^{0,1 L_s} + 8 \cdot 10^{0,1 L_m+5}\} \text{ dBA}$$

langkah terakhir dilakukan evaluasi dengan membandingkan nilai L_{sm} dengan baku tingkat kebisingan yang ditetapkan dengan toleransi +3 dBA.

Upaya Pengendalian Tingkat Kebisingan

Upaya pengendalian tingkat kebisingan pada area studi dilakukan dengan asumsi menggunakan *barrier*. *Barrier* yang digunakan adalah *barrier* buatan (pasangan batu bata) dan *barrier* alami (pohon). Selanjutnya dihitung apakah setelah menggunakan *barrier* dapat memenuhi baku mutu kebisingan untuk kawasan pemukiman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Kebisingan Wilayah Studi

Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan pada lokasi penelitian melalui titik sampling yang telah ditentukan sebelumnya. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan selama 4 hari yaitu: Senin, Jumat, Sabtu, Minggu. Tingkat kebisingan pada wilayah studi diukur dengan cara pengukuran selama 10 menit untuk tiap pengukuran dengan pembacaan setiap 5 detik. Dengan demikian dalam waktu 10 menit akan didapatkan 120 data (600 detik/5 detik) di setiap titik sampling. Hal tersebut diulang pada interval waktu yang lain dan pada titik sampling lainnya. Pengukuran tingkat kebisingan dibagi menjadi siang hari yaitu selama 16 jam (Ls) pada interval waktu 06.00 – 22.00 dan pada malam hari selama 8 jam (Lm) pada interval waktu 22.00 – 06.00.

Setelah dilaksanakan pengukuran kebisingan pada wilayah studi maka diperoleh data hasil pengukuran pada masing-masing titik sampling selama 24 jam pada masing-masing hari. Untuk mengetahui tingkat kebisingan yang terjadi, data diolah dengan menggunakan rumus Leq, Ls, Lm, dan Lsm. Tingkat kesinambungan ekuivalen (Leq) digunakan karena kebisingan pada wilayah studi bersifat kontinu (terus-menerus) dan hasil perhitungannya mendekati sama pada saat sampling. Berikut contoh perhitungan pada titik sampling 1 di hari Senin dengan interval waktu 06.00-10.00:

$$L1 = 10 \log \frac{1}{600} \{ (5 \cdot 10^{0,1 \times 66}) + (5 \cdot 10^{0,1 \times 69,4}) + \dots + (5 \cdot 10^{0,1 \times 73,6}) \}$$

$$L1 = 10 \log \frac{1}{600} (20651105193)$$

$$L1 = 75,37 \text{ dBA}$$

$$Ls = 10 \log \frac{1}{16} \{ 4 \cdot 10^{0,1 \times 75,37} + 4 \cdot 10^{0,1 \times 74,39} + 4 \cdot 10^{0,1 \times 74,01} + 4 \cdot 10^{0,1 \times 75,36} \}$$

$$= 10 \log \frac{1}{16} (485836056,8)$$

$$Ls = 74,82 \text{ dBA}$$

$$Lm = 10 \log \frac{1}{8} \{ 2 \cdot 10^{0,1 \times 70,74} + 3 \cdot 10^{0,1 \times 62,82} + 3 \cdot 10^{0,1 \times 61,34} \}$$

$$= 10 \log \frac{1}{8} (33547307,1)$$

$$Lm = 66,23 \text{ dBA}$$

$$Lsm = 10 \log \frac{1}{24} \{ 16 \cdot 10^{0,1 \times 74,82} + 8 \cdot 10^{0,1 \times (66,23+5)} \}$$

$$= 10 \log \frac{1}{24} (591921956,7)$$

$$Lsm = 73,92 \text{ dBA}$$

Kemudian dengan menggunakan cara yang sama hasil perhitungan Leq, Ls, Lm, dan Lsm pada masing-masing titik sampling, interval, dan hari lainnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Ls, Lm, dan Lsm (dBA)

TS	Senin			Jumat			Sabtu			Minggu		
	Ls	Lm	Lsm	Ls	Lm	Lsm	Ls	Lm	Lsm	Ls	Lm	Lsm
1	74,82	66,23	73,92	75,01	67,46	74,31	74,46	68,23	74,08	73,60	67,51	73,27
2	74,23	66,83	73,57	74,06	68,16	73,78	74,29	68,83	74,14	73,36	68,20	73,30
3	75,60	69,58	75,28	74,93	69,98	74,94	75,09	71,11	75,45	73,52	70,10	74,11
4	74,59	69,22	74,47	74,65	68,95	74,43	74,79	70,19	74,93	73,76	69,09	73,88
5	74,67	61,37	73,22	74,25	62,81	72,96	74,23	62,83	72,94	73,66	62,44	72,39
6	73,97	61,36	72,57	75,03	62,69	73,65	74,57	63,19	73,28	73,25	62,76	72,06
7	75,03	61,51	73,57	74,44	62,59	73,10	74,33	63,09	73,06	75,10	62,67	73,71
8	74,02	62,40	72,71	74,31	63,19	73,05	73,78	63,76	72,66	72,13	63,36	71,20
9	74,40	61,65	72,99	73,38	61,78	72,07	75,15	62,28	73,73	74,11	61,91	72,75
10	71,06	63,38	70,33	72,24	64,65	71,54	72,21	66,41	71,96	74,81	64,69	73,67

Keterangan: TS = Titik Sampling

Pada Tabel 4 menunjukkan Ls maksimum terjadi pada titik sampling 3 di hari Senin dengan tingkat kebisingan sebesar 75,60 dBA dan Ls minimum terjadi pada titik sampling 10 di hari Senin dengan tingkat kebisingan 71,06 dBA. Tingkat kebisingan siang hari Ls pada area studi disebabkan oleh aktifitas masyarakat sekitar dan dari aktifitas transportasi. Berdasarkan hasil pengamatan kebisingan pada area studi lebih dominan disebabkan oleh aktifitas transportasi. Nilai Lm maksimum terjadi pada titik sampling 3 di hari Sabtu dengan tingkat kebisingan 71,11 dBA dan Lm minimum terjadi pada titik sampling 6 di hari Senin dengan tingkat kebisingan 61,36 dBA. Tingkat kebisingan malam hari (Lm) merupakan kebisingan latar (*background*) yang merupakan kebisingan asli wilayah studi dengan sedikit aktifitas transportasi yang dapat mempengaruhi tingkat kebisingan. Nilai Lsm maksimum terjadi pada titik sampling 3 di hari Sabtu dengan tingkat kebisingan 75,45 dBA dan Lsm minimum terjadi pada titik sampling 10 di hari Senin dengan tingkat kebisingan 70,33 dBA. Hal ini menunjukkan bahwa pada malam hari tingkat kebisingan wilayah studi melebihi baku mutu untuk pemukiman yakni 55 dBA sehingga tidak layak untuk digunakan sebagai kawasan pemukiman.

Tingkat kebisingan wilayah studi (Lsm) pada hari Senin, Jumat, Sabtu, dan Minggu menunjukkan nilai yang hampir sama dengan rata-rata tingkat kebisingan (Lsm) 73,30 dBA. Oleh karena itu diperlukan ekivalensi tingkat kebisingan yang dapat mewakili seluruh hari pada area studi. Tingkat kebisingan ekivalen menggunakan rumus berikut dan hasil perhitungan disajikan pada Tabel 5 dengan nilai Lsm dihitung dengan menggunakan

$$\text{Lsm ekivalen} = 10 \log 1/4 \{ 10^{0,1 \text{ Lsm senin}} + 10^{0,1 \text{ Lsm jumat}} + 10^{0,1 \text{ Lsm sabtu}} + 10^{0,1 \text{ Lsm minggu}} \} \text{ (dBA)}$$

Selanjutnya dilakukan evaluasi hasil pengukuran tingkat kebisingan (Lsm) ekivalen pada wilayah studi dengan baku mutu tingkat kebisingan dengan toleransi +3 dbA. Baku mutu tingkat kebisingan pada wilayah studi menggunakan baku mutu untuk permukiman sebesar 55 dBA +3 sehingga 58 dBA. Hal ini sesuai dengan peruntukan wilayah studi yang sebagian besar merupakan kawasan pemukiman. Berikut dapat dilihat hasil perbandingan Lsm ekivalen pada masing-masing titik sampling dengan baku mutu tingkat kebisingan pada Tabel 6.

Tabel 5 Lsm Ekuivalen (dBA) Pada Masing-Masing Titik Sampling

Titik Sampling	Senin Lsm	Jumat Lsm	Sabtu Lsm	Minggu Lsm	Lsm Ekuivalen
1	73,92	74,31	74,08	73,27	73,91
2	73,57	73,78	74,14	73,30	73,71
3	75,28	74,94	75,45	74,11	74,98
4	74,47	74,43	74,93	73,88	74,44
5	73,22	72,96	72,94	72,39	72,89
6	72,57	73,65	73,28	72,06	72,94
7	73,57	73,10	73,06	73,71	73,37
8	72,71	73,05	72,66	71,20	72,46
9	72,99	72,07	73,73	72,75	72,92
10	70,33	71,54	71,96	73,67	72,04

Tabel 6. Perbandingan Lsm dengan Baku Mutu Permukiman

Titik Sampling	Baku Mutu (dBA)	Lsm Ekuivalen (dBA)	Keterangan
1	58	73,91	Melebihi
2	58	73,71	Melebihi
3	58	74,98	Melebihi
4	58	74,44	Melebihi
5	58	72,89	Melebihi
6	58	72,94	Melebihi
7	58	73,37	Melebihi
8	58	72,46	Melebihi
9	58	72,92	Melebihi
10	58	72,04	Melebihi

Pada Tabel 6 di atas didapatkan nilai Lsm ekuivalen maksimum sebesar 74,98 yang terjadi di titik sampling 3 sedangkan Lsm minimum sebesar 72,04 pada titik sampling 10. Pada tabel di atas menunjukkan bahwa tingkat kebisingan pada wilayah studi yang diwakili oleh 10 titik sampling melebihi baku mutu tingkat kebisingan untuk permukiman.

Upaya Pengendalian Kebisingan Wilayah Studi

Upaya untuk mereduksi tingkat kebisingan yang terjadi pada area studi dapat dilakukan dengan pemilihan beberapa alternatif *barrier*. *Barrier* yang digunakan ada 2 jenis yakni *barrier* buatan berupa pasangan batubata dan *barrier* alami berupa pohon, tanaman perdu, dan semak. *Barrier* buatan pasangan batu bata dengan ketinggian ± 2 m dapat mengurangi kebisingan sekitar 17,7 dBA (Krisindarto, 2006) sedangkan untuk *barrier* buatan berupa kaca dapat mereduksi kebisingan hingga 30 dBA (Hobbs, 1995). Penggunaan *barrier* kaca ini dapat digunakan sebagai pintu bangunan. Tingkat kebisingan dapat juga direduksi dengan adanya *barrier* alami. Untuk *barrier* alami dapat mengurangi kebisingan sebesar 4,6 dBA (Krisindarto, 2006). Jenis-jenis *barrier* alami yang dapat

digunakan untuk mereduksi kebisingan adalah seperti pohon, semak, dan tanaman perdu. Menurut Tyagi (2006), beberapa spesies yang biasa digunakan sebagai *barrier* alami adalah *Adhatoda Vasica*, *Adhatoda Zeylancia*, *Grasses*, *Terminalia Arjuna*, dan lain-lain. *Barrier* alami dengan lebar 15 m dapat mereduksi kebisingan hingga 7,4-9,9 dBA. Beberapa jenis spesies tanaman yang bisa digunakan sebagai *barrier* alami dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7 Beberapa Spesies Tumbuhan yang Dapat Digunakan Sebagai *Barrier* (Tyagi, 2006)

No.	Nama Spesies	Jenis Vegetasi
1	<i>Adhatoda Vasica</i>	Shrub
2	<i>Adhatoda Zeylancia</i>	Woody shrub
3	<i>Grasses</i>	Grasses
4	<i>Terminalia arjuna</i>	Tree
5	<i>Acacia nelotica</i>	Tree
6	<i>Fan palm</i>	Shrub
7	<i>Azadirachta indica</i>	Tree
8	<i>Ziziphus</i>	Woody shrub
9	<i>Eichhornia crassipes</i>	Shrub
10	<i>Prospis cineraria</i>	Shrub
11	<i>Acaciasenegal</i>	Woody shrub
12	<i>Cabada fruticosa</i>	Shrub
13	<i>Adhatoda zeylancia</i>	Shrub
14	<i>Datura alba</i>	Shrub
15	<i>Acacia senegal</i>	Woody shrub
16	<i>Accacia auriculata</i>	Shrub
17	<i>Cassia italica</i>	Shrub
18	<i>Cfistula</i>	Tree

Upaya pengendalian kebisingan pada wilayah studi dapat menggunakan *barrier* buatan atau *barrier* alami. Bila menggunakan *barrier* buatan berupa pasangan batu bata maka tingkat kebisingan (Lsm) pada wilayah studi dapat berkurang menjadi:

$$\text{Lsm setelah } \textit{barrier} \text{ buatan} = 74,98 \text{ dBA} - 17,7 = 57,28 \text{ dBA}$$

(Lsm ekuivalen maksimum) (reduksi *barrier* buatan)

Namun bila menggunakan *barrier* alami berupa pohon atau semak-semak maka tingkat kebisingan (Lsm) pada wilayah studi dapat berkurang menjadi:

$$\text{Lsm setelah } \textit{barrier} \text{ alami} = 74,98 \text{ dBA} - 9,9 = 65,08 \text{ dBA}$$

(Lsm ekuivalen maksimum) (reduksi *barrier* alami)

Hasil perhitungan diatas menunjukkan upaya pengurangan kebisingan pada area studi dengan menggunakan *barrier* buatan lebih efektif mereduksi tingkat kebisingan dibandingkan dengan *barrier* alami. Hasil reduksi kebisingan dengan *barrier* buatan menjadi 57,28 dBA sehingga memenuhi baku mutu kebisingan untuk kawasan pemukiman dengan baku mutu $55+3 = 58 \text{ dBA}$. Penempatan *barrier* ini ditempatkan pada lokasi-lokasi yang ingin dilindungi seperti permukiman, tempat ibadah, dan sarana pendidikan agar baku mutu kebisingan sesuai KEP-48/MENLH/11/1996.

Alternatif lain yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat kebisingan adalah dengan rekayasa lalu lintas agar kendaraan yang melewati wilayah studi tidak terlalu padat. Rekayasa lalu lintas yang dapat dilakukan antara lain: penggunaan jalan wilayah studi menjadi satu arah dan pembatasan jenis kendaraan yang melintas, seperti bis dan truk dilarang melewati jalan wilayah studi karena menyebabkan getaran dan kepadatan lalu lintas mengingot jalan wilayah studi hanya $\pm 8\text{m}$ untuk 2 arah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil pengukuran tingkat kebisingan pada wilayah studi didapatkan hasil Lsm ekivalen maksimal 74,98 dBA dan Lsm ekivalen minimum 72,04 dBA. Nilai Lsm tersebut secara umum melebihi baku mutu tingkat kebisingan untuk kawasan pemukiman sebesar 58 dBA.
2. Upaya pengendalian kebisingan pada area studi dengan menggunakan *barrier* buatan lebih efektif mereduksi tingkat kebisingan dibandingkan dengan *barrier* alami. Hasil reduksi kebisingan dengan *barrier* buatan menjadi 57,28 dBA sehingga memenuhi baku mutu kebisingan untuk kawasan pemukiman yakni 58 dBA.

Saran

1. Perlu adanya alat pengukur kebisingan yang lebih banyak agar didapatkan data kebisingan yang serentak dalam satu waktu di setiap titik sampling.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai hubungan tingkat kebisingan dengan jenis dan jumlah kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, H., 1986, *Merancang, Merencanakan Lapangan Terbang*. Penerbit Alumni. Bandung.
- Beritatrans., 2015, *Pertumbuhan Populasi Sepeda Motor Di Indonesia Tertinggi*. Jakarta. <http://beritatrans.com>. diakses 18 Agustus 2015.
- Doelle, L.L., 1986, *Akustik Lingkungan*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Gumelar, G., 2017, *Penjualan Mobil Melaju Hingga 27,92 Persen per Juli 2017*. Jakarta. CNN Indonesia. diakses 21 Agustus 2017.
- Harris, M., 1991, *Handbook of Acoustical Measurement and Noise Control*. Edisi ketiga. Mc Graw Hill Book Company. New York.
- Hobbs, F.D., 1995, *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Edisi Kedua. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Kementerian Lingkungan Hidup RI., 1996, *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan*. Jakarta.
- Kementerian Tenaga Kerja RI., 1999, *Keputusan Menteri Tenaga Kerja, Nomor : Kep-51/MEN/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisik di Tempat Kerja*. Jakarta.
- Krisindarto, A., 2006, *Pemetaan Tingkat Kebisingan Akibat Aktifitas Transportasi Dan Alternatif Pemilihan Barrier Di Wilayah Surabaya Pusat*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP – ITS. Surabaya.

- Miller, R. K. dan Wayne. V. M., 1978, *Handbook of Acoustical Enclosure and Barrier*. The Fair Mont Press Inc. Atlanta.
- Siswanto, A., 1998, *Kebisingan. Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Jawa Timur*. Surabaya.
- Smith, B. J., dkk., 1995, *Acoustics and Noise Control. Addison Editor*. Longman Group Ltd. London.
- Tyagi, V., dkk., 2006, A Study of The Spectral Characteristics of Traffic Noise Attenuation By Vegetation Belts In Delhi. *Applied Acoustics*. 67. 926-935.
- Wilson, C.E., 1989, *Noise Control : Measurement, Analysis and Control of Sound and vibration*. Harper and Row Publisher. Chambridge.