

KAJIAN KEPMEN LINGKUNGAN HIDUP NO. 48 TAHUN 1996 DARI HASIL PENGUKURAN KEBISINGAN LINGKUNGAN TAHUN 2009

REVIEW OF MINISTER LIVING ENVIRONMENT NO. 48/1996 USING RESULTS OF ENVIRONMENTAL NOISE MEASUREMENT IN 2009

**Dodi Rusjadi Tatang-Endi^{*)} dan Maharani Palupi
Subbid Metrologi Akustik dan Getaran, Puslit KIM-LIPI
Gedung 420, Setu, Tangerang Selatan, Banten
*e-mail: dodi@kim.lipi.go.id**

Abstrak

Pada tahun 1996, Kementerian Negara Lingkungan Hidup mengeluarkan Kepmen No 48 sebagai peraturan untuk mengendalikan kebisingan yang mengganggu kegiatan manusia dan mengancam tingkat kenyamanan dan kesehatan manusia. Tujuan makalah ini adalah untuk meninjau dan mengevaluasi metode waktu sampling yang terlampir pada Kepmen No. 48 dengan menganalisis hasil pengukuran kebisingan per jam di beberapa kota di Indonesia dan untuk mengusulkan sebuah pedoman standar pengukuran. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan dengan dua cara, yaitu cara sederhana dan langsung. Cara sederhana dilakukan oleh 2 orang, seorang untuk melihat waktu dan memberikan aba-aba pembacaan tingkat kebisingan sesaat setiap lima detik dalam waktu pengukuran 10 menit. Orang kedua mencatat pembacaan tingkat tekanan bunyi sesaat dB(A) dari sound level meter (SLM). Cara langsung dilakukan dengan sebuah *integrating sound level meter* yang mempunyai fasilitas pengukuran L_{TMS} , yaitu L_{eq} dengan waktu ukur setiap 5 detik, dalam waktu pengukuran 10 menit. Hasil perbandingan dua kali perhitungan hasil pengukuran (pertama dengan 24 data, dan kedua dengan menggabungkan 4 data pada siang hari dengan 3 data pada malam hari) menunjukkan bahwa simpangan terbesar adalah 1,8 dB(A) dengan simpangan baku 0,8 dB(A). Nilai ini masih dalam batas toleransi yang diberikan oleh Kepmen LH No 48 yaitu sebesar 3 dB(A).

Kata kunci: Kepmen LH, kebisingan lingkungan, pengukuran, sampling, baku mutu

Abstract

By 1996 the State Ministry of Living Environment issued the Minister Decree No. 48 as a guideline to control noise, which disturbed human activities and threatened the comfort level and human health. The objectives of this paper were to review sampling method that was attached to Minister Decree No. 48 by analyzing hourly noise measurement results in several cities in Indonesia; and to propose a measurement standard guideline. Measurement of noise levels were made in two ways, namely a simple way and a direct way. The simple way was done by two people. One person watched the time and gave signs for noise level recording in every five seconds during 10 minute measurement time. The second person measured the sound pressure level in dB(A) using sound level meter (SLM). Direct way was done using an *integrating sound level meter*, which had L_{TMS} measurement facility. L_{TMS} is L_{eq} value, which was measured very 5 seconds in the measurement time of 10 minutes. Results of the comparison of two calculations of measured data (firstly with 24 data, and secondly by combining 4 data at daytime with 3 data at night randomly) showed that the largest deviation was 1.8 dB(A) with a standard deviation of 0.8 dB(A). This value was still within the tolerance limit, of 3 dB(A), as stipulated by the State Ministry of Living Environment Decree No. 48.

Keywords: Minister Decree, environmental noise, measurement, sampling, quality standard

1. PENDAHULUAN

Salah satu dampak negatif dari meningkatnya pembangunan adalah kebisingan. Kebisingan merupakan suatu masalah yang sangat terasa langsung mengganggu kegiatan manusia bahkan mengancam tingkat kenyamanan dan kesehatan. Sehubungan dengan hal tersebut, untuk menjaga kenyamanan dan kelestarian lingkungan, diperlukan usaha-usaha yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif tersebut (Rusjadi, 2009)

Ada dua cara pengendalian kebisingan pada sumber, yaitu dengan mengganti atau menciptakan mesin dan perkakas yang ramah lingkungan. Selain itu kebisingan dapat dikendalikan dengan cara membuat baku mutu. Menteri Negara Lingkungan hidup, telah mengeluarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48/MENLH/11-/1996 tentang baku mutu kebisingan (Rusjadi, 2009).

Intensitas bunyi atau tekanan bunyi diukur dengan menggunakan skala logaritma yang mempunyai satuan decibel (dB). Hal ini dikarenakan sensasi pendengaran manusia mempunyai rentang intensitas bunyi yang sangat lebar, yaitu energi maksimum ke minimum mempunyai perbandingan lebih dari 1013 : 1. Skala logaritmik pada dasarnya merupakan perbandingan dua tekanan bunyi p dan p_0 , yang disebut Bell, tetapi hal itu masih terlalu kecil maka kemudian satuan sepuluh kalinya digunakan. Persamaan 1 memperlihatkan definisi dari satuan bunyi yang disebut decibel (dB) (ISO 1996-1: 2003 dan Gabriel, J.F. (1996)).

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{p}{p_0} \right) \text{dB} \quad (1)$$

Tekanan yang terukur (p) adalah nilai rms (*root mean square*) tingkat tekanan bunyi yang berhubungan langsung dengan energi bunyi yang terkandung. Tingkat tekanan bunyi referensi p_0 adalah ambang batas

pendengaran rata-rata orang dewasa yang normal ($2 \times 10^{-5} \text{ (N/m}^2\text{)} = 20 \mu \text{ Pa}$ atau $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$).

Pada penggunaan secara luas dan jika kebisingan bersifat fluktuatif dengan waktu pengambilan sampel yang berbeda, maka analisis distribusi statistik dapat digunakan. Perhitungan $L_{Aeq,T}$ dapat dilakukan dengan mengukur tingkat tekanan bunyi sesaat L_{pAi} dengan waktu sampling Δt dalam interval waktu t_2-t_1 . Pengukuran kebisingan di atas dapat dievaluasi dengan persamaan (2).

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1 \cdot L_{pAi}} \right] \quad (2)$$

di mana:

N = jumlah total sampel pengukuran
 $\left(N = \frac{t_2 - t_1}{\Delta t} \right)$

L_{pAi} = nilai tingkat tekanan bunyi sampel dalam decibel-A

Δt = interval waktu sampling pengukuran

Jika kebisingan tidak fluktuatif dalam interval waktu tertentu, tetapi muncul dengan nilai yang mudah dibedakan maka tingkat tekanan bunyi sinambung setara dapat dihitung dengan domain waktu seperti pada persamaan (3) yang merupakan dasar untuk mengevaluasi kebisingan lingkungan.

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N T_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_{pAi}} \right] \quad (3)$$

di mana:

T = interval waktu total ($T = \sum T_i$)

L_{pAi} = tingkat tekanan bunyi sinambung setara bobot-A dalam interval waktu T_i

Permasalahan yang dihadapi adalah bahwa sejak tahun 1996, cara sampling menurut keten-tuan Kepmen tersebut belum pernah dievaluasi. Selain itu, belum ada metode baku pengukuran kebisingan lingkungan yang dapat dilaksanakan oleh instansi maupun pengguna.

Makalah ini mengkaji ulang Kepmen LH Nomor 48 tahun 1996 dengan melakukan pengukuran ulang yang lengkap pada setiap jam dan sosialisasi pemecahan permasalahan kebisingan yang terjadi di daerah-daerah Indonesia. Kemudian dilakukan evaluasi sampling untuk pengukuran tingkat kebisingan Kepmen LH Nomor 48 tahun 1996 tersebut dengan data yang diperoleh. Diharapkan hasil ini dapat dijadikan sebagai usulan pembuatan metoda pengukuran baku yang akan dijadikan rujukan bagi pemerintah daerah dan instansi terkait (Rusjadi, 2009).

2. METODA

Teori Perhitungan Hasil Pengukuran

Kebisingan ialah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Kebisingan lingkungan kebanyakan disebabkan dari banyak sumber bunyi dan tebaran dari sumber bising yang berbeda dan berubah dari waktu ke waktu. Kebisingan lingkungan umumnya adalah kebisingan di tempat terbuka yang berbeda dengan kebisingan di industri. Kebisingan lingkungan diatur oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup, sedangkan kebisingan di industri diatur oleh Keputusan Menteri Tenaga Kerja. Menteri Negara Lingkungan Hidup telah membuat keputusan nomor: KEP-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat

Kebisingan Lingkungan. Ukuran energi bunyi kebisingan lingkungan dinyatakan dalam satuan desibel-A atau disingkat dB(A). Baku mutu tingkat kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan terjadi di lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Pengukuran kebisingan lingkungan paling umum digunakan adalah dengan tingkat tekanan bunyi sinambung setara (L_{eq}) dengan referensi waktu 24 jam ($T = 24$) sehingga L_{eq} (24 jam) dapat dihitung dengan persamaan 4 (Jacobsen, 2008).

Tingkat Kebisingan Siang-Malam L_{SM} (Kep-48/MENLH/11/1996)

Dengan pertimbangan bahwa pada malam hari orang lebih sensitif dari pada siang hari terhadap kebisingan, maka pada malam hari energi bunyi disetarakan dengan siang hari ditambah 5 dB sebagai koreksi. Koreksi tersebut berdasarkan kepada bukti empiris di mana di Amerika atau Eropa koreksi ini sebesar 10 dB dan pembagian waktu siang malampun berbeda. Pada Kepmen LH Nomor 48, kebisingan siang hari (L_S), yaitu dari jam 06.00-22.00 malam sedangkan kebisingan malam hari (L_M) dari jam 22.00 malam hingga jam 06.00 pagi. Menurut Yulyanto (1999), persamaan 5, 6 dan 7 berturut-turut adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung L_S , L_M dan L_{SM} menurut Kepmen LH No. 48.

$$L_{eq}(24 \text{ jam}) = L_{SM} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{24} (\sum_{i=1}^{24} t_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_i}) \right] \quad (4)$$

$$L_{eq}(\text{siang}) = L_S(16 \text{ jam}) = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{16} (\sum_{i=1}^4 t_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_i}) \right] \quad (5)$$

$$L_{eq}(\text{malam}) = L_M(8 \text{ jam}) = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{8} (\sum_{i=5}^7 t_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_i}) \right] \quad (6)$$

$$L_{eq}(\text{siang} - \text{malam}) = L_{SM}(24 \text{ jam}) = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{24} (16 \cdot 10^{0,1 \cdot L_S} + 8 \cdot 10^{0,1 \cdot (L_M + 5)}) \right] \quad (7)$$

di mana:

t_i = adalah selang waktu pengukuran

L_i = adalah L_{eq} pada selang waktu tertentu

Tabel 1. Baku Tingkat Kebisingan (Lampiran Kepmen LH No. 48 tahun 1996)

Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan		Tingkat Kebisingan dB(A)
A. Peruntukan Kawasan		
1.	Perumahan dan Pemukiman	55
2.	Perdagangan dan Jasa	70
3.	Perkantoran dan Perdagangan	65
4.	Ruang Terbuka Hijau	50
5.	Industri	70
6.	Pemerintahan 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

Keterangan:

*) disesuaikan dengan ketentuan Menteri Perhubungan

Baku Tingkat Kebisingan menurut KEP-MENLH 48

Menurut Lampiran Kepmen LH No. 48 tahun 1996, baku mutu tingkat kebisingan dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu untuk peruntukan kawasan dan peruntukan lingkungan kegiatan. Artinya lingkungan kegiatan mungkin saja berada pada peruntukan kawasan yang berbeda. Peruntukan kawasan dibagi menjadi delapan peruntukan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Metoda Pengukuran Pengambilan Sampel (Kep-48/MENLH/11/1996)

Pengukuran tingkat kebisingan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu cara sederhana (Gambar 1) dan langsung (Gambar 2). Cara sederhana dilakukan oleh 2 orang. Orang pertama melihat waktu dan memberikan aba-aba pembacaan tingkat kebisingan sesaat per lima detik dalam waktu 10 menit, sedangkan orang kedua mencatat pembacaan tingkat kebisingan sesaat dari *sound level meter* (SLM). Tingkat tekanan bunyi sesaat dB(A) selama 10 menit, untuk tiap pengukuran, diukur dengan sebuah SLM. Pembacaan dilakukan setiap lima detik. $L_{eq}(10 \text{ menit})$

yang mewakili interval waktu tertentu sehingga didapat 120 data. Kemudian dihitung dengan rumus 8 sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48/MENLH/11/1996.

Cara Langsung dilakukan dengan sebuah *integrating sound level meter* yang mempunyai fasilitas pengukuran L_{TM5} , yaitu L_{eq} dengan waktu ukur setiap 5 detik, dilakukan pengukuran selama 10 menit. Dengan fasilitas ini $L_{Aeq,T}$ sudah didapat dibaca langsung pada SLM.

Waktu Pengukuran (Kep 48/MENLH/11/1996)

Waktu pengukuran dilakukan selama aktifitas 24 jam (L_{SM}). Pada siang hari dilakukan pengukuran tingkat aktifitas yang paling tinggi selama 16 jam (L_S) pada selang waktu 06.00-22.00 dan pada aktifitas malam hari selama 8 jam (L_M) pada selang 22.00-06.00. Setiap pengukuran harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan menetapkan paling sedikit ada 4 waktu pengukuran pada siang hari dan pada malam hari paling sedikit ada 3 waktu pengukuran.

$$L_{Aeq,T}(10 \text{ menit}) = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{120} \sum_{i=1}^{120} 10^{0,1 \cdot L_{pA_i}} \right] \quad (8)$$



Gambar 1. Pengukuran Secara Sederhana (Rusjadi, 2009)



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Contoh Integrating Sound Level Meter, (b) Pengukuran Secara Langsung dan Posisi Pengukuran (Rusjadi, 2009)

Contoh sampling yang diberikan dalam Kepmen tersebut adalah: (1) L_1 diambil pada jam 07.00 mewakili jam 06.00-09.00, (2) L_2 diambil pada jam 10.00 mewakili jam 09.00-14.00, (3) L_3 diambil pada jam 15.00 mewakili jam 14.00-17.00, (4) L_4 diambil pada jam 20.00 mewakili jam 17.00-22.00, (5) L_5 diambil pada jam 23.00 mewakili jam 22.00-24.00, (6) L_6 diambil pada jam 01.00 mewakili jam 24.00-03.00, dan (7) L_7 diambil pada jam 04.00 mewakili jam 03.00-06.00. Pengukuran ulang dilakukan dengan lengkap, yaitu setiap jam. Pengukuran dilakukan di

Jakarta pada peruntukan permukiman dan rumah sakit, serta di Surabaya dan di Makassar pada peruntukan rumah sakit. Peruntukan rumah sakit lebih banyak diambil karena beraktivitas selama 24 jam per hari. Pengambilan sampling pada setiap titik ukur dilakukan dua kali 24 jam, yaitu hari kerja dan hari libur. Cara pengambilan sampling dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan mengukur L_{eq} (10 menit) secara langsung setiap jam dan perekaman menggunakan *recorder* untuk mendapatkan data 24 jam terus menerus.

Penelitian ini menganalisis data yang diambil setiap jam dengan menggunakan Kepmen LH Nomor 48 tahun 1996. Evaluasi dilakukan dengan menghitung tingkat kebisingan siang dengan menggunakan 16 data siang dari jam 07.00 sampai dengan jam 22.00 dan menghitung tingkat kebisingan malam untuk 8 data malam dari jam 23.00 sampai dengan 06.00. Selanjutnya menghitung tingkat kebisingan siang-malam dengan hasil tersebut di atas dengan koreksi 5 dB(A) untuk malam sesuai dengan Kepmen LH Nomor 48 tahun 1996.

Hasil perhitungan data di atas kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan yang tercantum seperti pada contoh yang diberikan pada Kepmen LH No. 48 tahun 1996. Hal tersebut dilakukan dengan mengambil data acak pada siang hari sebanyak empat kali dan data pada malam hari sebanyak 3 kali. Kemudian menganalisis baku tingkat kebisingan Kepmen LH Nomor 48 tahun 1996 tersebut dengan data yang terakhir. Diharapkan hasil ini dapat dijadikan sebagai usulan pembuatan metoda pengukuran baku yang akan dijadikan rujukan bagi pemerintah daerah dan instansi terkait.

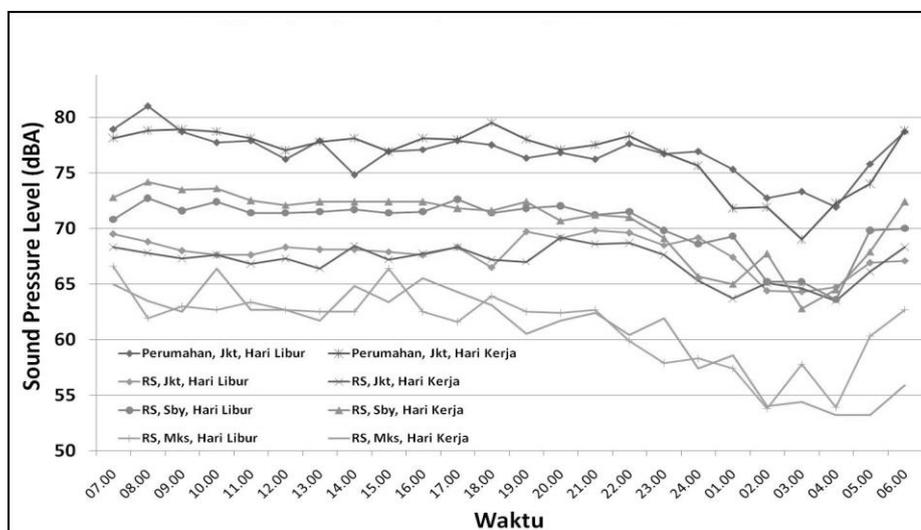
Data pengukuran yang banyak dan data untuk peruntukan yang lain selain perumahan/pemukiman dan rumah sakit diperlukan untuk

memperoleh hasil yang lebih baik. Hasil tersebut digunakan untuk memeriksa apakah semua peruntukan mempunyai karakteristik yang sesuai atau tidak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kebisingan pada tiap jam dapat dilihat pada Gambar 3 dan analisis pengukuran kebisingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. Grafik pada Gambar 3 memperlihatkan empat titik ukur baik hari libur maupun hari kerja mempunyai pola tingkat kebisingan yang relatif sama, yaitu mulai jam 07.00 sampai dengan jam 22.00 berfluktuasi tidak terlalu besar. Mulai jam 23.00 sampai dengan jam 06.00 mempunyai tingkat kebisingan yang relatif kecil. Tingkat kebisingan terkecil berbeda antara lokasi satu dengan yang lainnya, tetapi umumnya terkecil antara jam 02.00, 03.00 atau 04.00.

Setelah dihitung tingkat kebisingan siang-malam (L_{SM}) untuk seluruh lokasi baik hari libur maupun hari kerja dengan menggunakan seluruh data, yaitu 24 data sehari semalam, mempunyai perbedaan yang kecil. Perbedaan tersebut, yaitu terbesar 1,8 dB(A) dibandingkan dengan hasil perhitungan dari sampling yang acak seperti pada contoh yang diberikan dalam Kepmen No. 48 tahun 1996.



Gambar 3. Grafik Seluruh Pengukuran Tiap Jam

Tabel 2. Analisis Data Pengukuran

Kota dan Peruntukan	L_{SM} tiap jam	Rerata L_{SM} acak	Simpangan baku	Simpangan maksimum
Jkt, Perumahan,Hari-libur	78,94	78,87	0,58	1,32
Jkt, Perumahan,Hari-kerja	78,74	78,68	0,61	1,20
Jkt, RS Hari-libur	69,96	69,93	0,36	1,07
Jkt, RS, Hari-kerja	69,06	69,02	0,48	1,26
Sby, RS, Hari-libur	72,30	72,25	0,47	1,15
Sby, RS, Hari-kerja	72,57	72,50	0,64	1,31
Mks, RS, Hari-libur	63,40	63,31	0,74	1,80
Mks, RS,Hari-kerja	63,08	63,04	0,65	1,75

Sumber: Rusjadi, 2009

Perbedaan ini masih lebih kecil dari toleransi yang diberikan pada kepmen tersebut, yaitu sebesar 3 dB(A). Simpangan baku merupakan ketidakpastian tipe-A yaitu dengan mengambil 100 kombinasi data secara acak dengan interval seperti pada contoh lampiran Kepmen No. 48 tahun 1996. Simpangan baku terbesar adalah di lokasi rumah sakit kota Makasar pada hari libur dengan nilai 0,8 dB(A), maka sampling yang diberikan pada contoh Kepmen LH Nomor 48 tahun 1996 masih dapat digunakan.

Tingkat kebisingan siang-malam (L_{SM}) didapat dari semua lokasi sudah melewati baku tingkat kebisingan lingkungan yang diberikan pada Kepmen LH Nomor 48 tahun 1996. Terlebih lagi salah satu perumahan mewah di Jakarta didapat 79 dB(A), berarti 24 dB(A) lebih besar dari baku mutu perumahan, yaitu 55 dB(A). Kebisingan yang tinggi ini berakibat lebih dari 50 % rumah tidak dapat digunakan lagi sebagai tempat tinggal. Sedangkan paling kecil adalah peruntukan rumah sakit di Makasar dengan nilai 63 dB(A), itupun masih di atas baku mutu tingkat kebisingan lingkungan, yaitu 55 dB(A). L_{SM} rumah sakit di Surabaya mempunyai tingkat kebisingan lebih tinggi dari Jakarta karena titik ukur di Surabaya diambil pada titik yang dilalui lalu lintas ramai sedangkan di Jakarta mengambil lokasi yang tidak terlalu ramai.

4.KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengambilan sampel pengukuran dengan menggunakan contoh yang diberikan pada

Kepmen LH Nomor 48 tahun 1996 masih dapat digunakan, karena mempunyai perbedaan paling besar 1,8 dB(A) dengan simpangan baku 0,8 dB(A). Simpangan tersebut masih lebih kecil dari toleransi yang diberikan pada Kepmen LH No. 48 tahun 1996, yaitu sebesar 3 dB(A). Maka sampling yang diberikan pada Kepmen tersebut dapat dijadikan sebagai metoda analisis pada pedoman baku yang diusulkan.

Tingkat kebisingan pada semua lokasi yang diukur sudah melampaui baku mutu Kepmen LH No. 48 tahun 1996. Oleh sebab itu perlu direncanakan program pengendalian kebisingan pada lokasi tersebut, terutama peruntukan rumah sakit dan permukiman. Selain itu perlu pemantauan tingkat kebisingan lingkungan pada lokasi-lokasi yang rawan kebisingan agar dapat dikendalikan.

Data yang lebih banyak diperlukan untuk mendapatkan hasil yang mendekati kebenaran pada Kepmen LH tersebut. Dengan demikian seluruh peruntukan dapat dianalisis tingkat kebisingannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Crocker, M. J. (1998). Handbook of Acoustics. John Wiley and Sons, Inc., Canada.
- Gabriel, J. F. (1996). Fisika Kedokteran. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- ISO 1996-1: 2003. Acoustics–Description, Measurement and Assesment of Environmental Noise–Part 1: Basic Quantities and Assesment Procedures, Genève.

- ISO 1996-2: 2007. Acoustics–Description, Measurement and Assesment of Envi-ronmental Noise–Part 2 : Determination of Environmental Noise Levels, Genève.
- Jacobesen, F. (2008). Fundamental of Acoustics and Noise Control. Departement of Electrical Engineering. Technical Uni-versity of Denmark, Denmark.
- Kementrian Lingkungan Hidup (2000). Kep-48/MENLH/11/1996 Tentang Kebisingan Lingkungan, Jakarta.
- Rusjadi, D. T. (2000). Dasar-dasar Teori Akustik. Diktat-Pelatihan Akustik PPI-KIM. Puslit KIM-LIPI, Serpong.
- Rusjadi, D. T. (2009). Pengukuran, Analisis dan Pembuatan Standar Ukur Kebisingan Lingkungan. Laporan Akhir Penelitian Program Sinergi Penelitian Bidang Iptek Dikti-LIPI tahun Anggaran 2009. Puslit KIM-LIPI, Serpong.
- Yulyanto, W. E. (1999). Dasar-dasar Pengukuran Kebisingan. Diktat-pelatihan Akustik Lingkungan. Pusarpedal. Serpong.