

Bab V. Metode Pengukuran Akustik #2

Pengantar Akustik ©by: Iwan Yahya
 Grup Riset Akustik & Fisika Terapan (iARG)
 Jurusan Fisika FMIPA UNS
 iwanyy@yahoo.com

DASAR-DASAR PENGUKURAN BISING *

Iwan Yahya**

ABSTRAK

Disajikan secara ringkas konsep-konsep pokok yang mendasari pengukuran bising meliputi konsep fisis, kaitan bising dengan kehilangan pendengaran, regulasi, hingga langkah-langkah penting dalam sebuah survei bising. Penjabaran fisis yang mendetil sengaja dihindari dengan harapan pembaca dapat menelusuri sendiri pada acuan yang disebutkan pada bagian akhir tulisan.

PENDAHULUAN

Kebisingan (dan getaran), seperti halnya penurunan kualitas air dan udara, merupakan salah satu dampak dari kegiatan atau usaha yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan lingkungan sehingga dengan diperlukan upaya pengendalian untuk menjamin kelestarian fungsi lingkungan. Hal ini secara eksplisit disebutkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan. dan Kep-49/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Getaran.

Di Eropa bahkan regulasi terhadap tingkat kebisingan diperlakukan dengan sangat ketat. ISO 9614 tentang *Machinery Directive* (Council Directive 89/392/EEC) yang diberlakukan sejak 1 Januari 1995 menetapkan bahwa setiap produk yang akan dipasarkan di Eropa harus memenuhi persyaratan tingkat kebisingan tertentu. Hal tersebut memaksa produsen, kontraktor, dan industri secara umum untuk menyisihkan sebagian konsentrasi mereka pada pemenuhan jaminan keselamatan publik yang berkaitan dengan kebisingan yang ditimbulkan produk mereka. Karena sejak aturan tersebut dikeluarkan, setiap produk

* Disampaikan pada Pelatihan Bunyi dan Getaran yang diselenggarakan oleh PT. Tamara Overseas Corp. Jkt, 9–12 Juli 2002

** Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNS. Email: iwanyy@fisika.uns.ac.id

mulai produk rumah tangga hingga peralatan kantor dan industri, diwajibkan mencantumkan label tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh produk tersebut.

KONSEP FISIS BISING

Secara harfiah bunyi dapat diinterpretasikan sebagai sebuah sensasi pendengaran yang dapat diindera oleh telinga manusia, sedangkan secara fisis bunyi merupakan gradien tekanan yang diradiasikan dari sumber bunyi. Besaran fisis ini dapat diindera dalam bentuk simpangan, kecepatan maupun percepatan. Bilangan variasi tekanan setiap detik disebut dengan frekuensi bunyi dan dinyatakan dalam Hertz (Hz) dimana dalam hal ini telinga manusia yang sehat dapat mengindera bunyi dalam jangkauan frekuensi 20 Hz hingga 20 KHz (*audible range*).

Bunyi yang kita indra setiap hari sangat jarang terdiri atas frekuensi tunggal (*pure tone*), melainkan merupakan superposisi yang kompleks dari frekuensi yang berbeda. Bahkan nada tunggal pada piano dapat merupakan sebuah bentuk gelombang bunyi yang kompleks. Konsep ini dibicarakan lebih detil di dalam topik nalisasi frekuensi.

Adapun bising merupakan bunyi yang tidak diinginkan. Selain ditentukan oleh parameter fisis terukur, bising juga sangat dipengaruhi oleh *attitude* masing-masing orang terhadap bunyi yang mereka terima. Dalam sudut pandang frekuensi, bising dapat terdiri superposisi (atau dalam bahasa sederhana dapat dipandang sebagai campuran) frekuensi. Bising seperti ini dikenal dengan sebutan *broad band noise*. Jenis bising yang lain adalah *colored noise* dan *white noise* yang secara berturut turut merupakan bising dengan suatu frekuensi tertentu dan bising dengan kandungan frekuensi pada *audible range*.

Medan Bunyi (Sound Field)

Medan (secara fisis) merupakan sebuah kuantitas yang terdefinisi (dapat diukur) disetiap titik di dalam ruangan. Berdasarkan uraian di depan maka medan bunyi merupakan gradien tekanan yang diradiasikan dari sumber bunyi yang terdefinisi di setiap titik di dalam ruang.

Berkait dengan definisi tersebut di atas, berikut disajikan beberapa pengertian atau kategori area yang berkaitan dengan medan bunyi.

Near field merupakan area yang dekat dengan sumber bunyi dimana gerakan medium didominasi oleh aliran hidrodinamik lokal, sehingga sering juga disebut dengan *hydrodynamic near field*. Definisi lain yang juga digunakan adalah daerah yang berdekatan dengan sumber bunyi dimana radiasi bunyi bersifat kompleks akibat interferensi dengan bunyi yang diradiasikan dari sumber lain sehingga disebut juga *geometric near field*.

Pengukuran SPL (*sound pressure level*) pada daerah ini sangat potensial menghasilkan kesalahan. Variasi kecil pada posisi *sound level meter* (SLM) akan memberikan perubahan yang signifikan pada SPL. Acuan sederhana untuk menentukan *near field* adalah panjang gelombang untuk frekuensi terendah yang dipancarkan oleh sumber bunyi.

Far field adalah daerah yang jauh dari sumber bunyi dimana gerakan medium didominasi oleh perambatan gelombang bunyi. *Far field* terbagi menjadi dua yakni *free*

field dan *reverberant field*. *Free field* merupakan daerah dimana tidak terdapat komponen bunyi hasil refleksi. Daerah ini dapat dicirikan dengan mudah dimana nilai SPL akan berkurang 6 dB setiap kelipatan jarak SLM dari sumber bunyi. Pengukuran bising sangat direkomendasikan pada daerah ini.

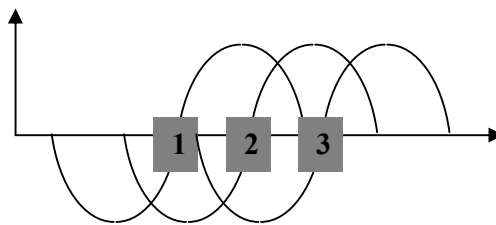
Reverberant field atau disebut juga dengan *diffuse sound field*, merupakan daerah yang didominasi oleh komponen gelombang terpantul dan (hampir) *zero radiated sound energy*. Dalam keadaan pengukuran harus dilakukan pada sebuah kondisi dimana tidak terdapat *free field*, seperti pada ruangan kecil misalnya, maka harus dilakukan pengukuran dengan mengacu pada standar yang mengatur keadaan tersebut. Salah satu yang dapat digunakan adalah ISO 3746 yang mengatur nilai koreksi berkaitan dengan dampak gelombang pantul.

Parameter Fisis Bunyi

Gelombang bunyi merambat dalam medium elastik. Secara spesifik tulisan ini membicarakan gelombang akustik gelombang kompresi (longitudinal) dimana simpangan partikel sejajar dengan arah perambatan (hal ini perlu dipertegas, karena dalam beberapa aplikasi tertentu karena terminologi *acoustic waves* atau *sound waves* juga sering digunakan untuk gelombang transversal seperti misalnya dalam kajian seismik, atau pun gelombang ultrasonik untuk NDT).

Tiga parameter penting yang digunakan untuk menggambarkan bunyi secara fisis adalah simpangan $x(t)$, kecepatan $v(t)$, dan percepatan $a(t)$ yang hubungan antara ketiganya dinyatakan oleh,

$$a(t) = \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} \quad (5.1)$$



Gambar 5.1. Perambatan gelombang

Gambar (5.1) merupakan ilustrasi gerakan partikel dalam sebuah perambatan gelombang, dimana dalam hal ini osilasi lokal partikel pertama mendahului (mencapai puncak lebih dahulu) dari osilasi partikel disebelahnya. Osilasi lokal setiap partikel inilah yang selanjutnya melahirkan fenomena perambatan gelombang.

Kecepatan partikel dapat dijabarkan berdasarkan hubungan yang diberikan oleh hukum kedua Newton,

$$\rho \cdot \frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{\partial p}{\partial r} \quad (5.2)$$

atau

$$v = -\frac{1}{\rho} \int \frac{\partial p}{\partial r} \cdot dt \quad (5.3)$$

Secara fisis hubungan tersebut mengandung pengertian bahwa kecepatan partikel dapat diestimasi dari gradien tekanan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengukur perbedaan tekanan dua buah hidrofon atau mikrofon berdekatan kemudian menggunakan hubungan sebagai berikut,

$$v(t) \approx \frac{1}{\rho} \int \frac{(p_1(t) - p_2(t))}{\Delta r} dt \quad (5.4)$$

Catatan penting yang harus diingat bahwa persamaan (5.4) merupakan komponen kecepatan partikel pada sumbu transducer. Selain itu masih terdapat dua komponen ortogonal kecepatan partikel.

Parameter fisis lain yang banyak digunakan adalah impedansi karakteristik dan intensitas bunyi. Untuk titik yang berada jauh dari sumber bunyi, maka tekanan bunyi dan kecepatan partikel dihubungkan oleh Hukum Ohm untuk Akustik yang diberikan oleh,

$$p = v \cdot Z = v \rho c \quad (5.5)$$

dimana Z , ρ , dan c berturut-turut merupakan impedansi karakteristik, densitas medium dan kecepatan rambat bunyi. Selanjutnya intensitas bunyi dinyatakan oleh,

$$I = p \cdot v = \frac{p^2}{\rho c} \quad (5.6)$$

Monopol dan Dipol Akustik

Berkait dengan sumber bunyi, maka dapat dibedakan monopol dan dipol akustik sebagai sumber yang meradiasi bunyi. Monopol akustik meradiasi bunyi yang terdiri dari osilasi atau aliran lokal energi kearah radial oleh sumber (berupa titik atau biasa disebut pulsating sphere), terkadang juga disebut dengan near fiel seperti yang telah diuraikan di depan, dan perambatan gelombang bunyi yang keluar dari titik sumber. Sehingga kecepatan (radial) partikel diberikan oleh,

$$v = -\frac{ka^2}{r} U_0 \sin(\omega t - kr) + \frac{a^2}{r^2} U_0 \cos(\omega t - kr) \quad (5.7)$$

Suku pertama pada persamaan (5.7) merupakan komponen perambatan sedangkan suku kedua adalah komponen untuk aliran lokal energi (pulsating sphere). Tampak jelas disini bahwa aliran lokal diselarasakan dengan arah perambatan gelombang bunyi.

Adapun dipol akustik ekuivalen dengan dua buah monopol yang dengan beda fase 180° . Sehingga pada sebuah titik yang berjarak yang sama terhadap pusat kedua monopol medan bunyi akan saling meniadakan. Disamping monopol dan dipol dikenal pula terminologi kuadropol yang lebih kompleks. Uraiananya tidak disajikan disini.

SKALA DECIBEL (dB)

Tingkat kebisingan merupakan ukuran energi bunyi yang dinyatakan dengan skala decibel (dB). Skala ini merupakan skala logaritmik dan alasan pemakaiannya karena besarnya rentang tekanan dan intensitas suara di lingkungan kita. Intensitas audible (dapat ditangkap indera manusia) adalah 10^{-12} hingga 10 W/m^2 . Pemakaian skala logaritmik akan berakibat rentang intensitas suara terkompresi. Alasan lain adalah bahwa respon telinga manusia terhadap dua bunyian didasarkan atas nisbah intensitasnya yang merupakan bentuk perilaku logaritmik.

Level intensitas bunyi dengan intensitas I didefinisikan sebagai

$$IL = 10 \log (I/I_{\text{ref}}) \quad (5.8)$$

dimana I_{ref} adalah intensitas referensi. Karena I berbanding langsung dengan kuadrat tekanan P , maka intensitas dalam persamaan (5.8) dinyatakan dalam bentuk berbeda dengan representasi tekanan, suatu besaran yang didefinisikan sebagai *sound pressure level* (SPL) sebagai berikut,

$$SPL = 20 \log (P/P_{\text{ref}}) \quad (5.9)$$

Dimana SPL dinyatakan dalam dB re P_{ref} (*decibel referenced to P_{ref}*). Nilai referensi untuk udara adalah $20 \mu\text{Pa}$ atau setara dengan 10^{-12} W/m^2 , dan untuk air adalah $1 \mu\text{bar} = 10^5 \text{ Pa}$ atau setara dengan $6,76 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2$. (Catatan $1 \text{ atmosfer} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1,013 \times 10^6 \mu\text{bar}$).

FREQUENCY WEIGHTING

Saat kita melakukan pengukuran bunyi dengan SLM, maka kita harus mengetahui *frequency weighting network* dari SLM agar sesuai dengan peruntukan yang diinginkan.

A *weighting* atau biasa ditulis dengan dB(A) diperuntukkan untuk simulasi yang paling sesuai dengan respon telinga manusia (pada 40 phon) dan digunakan sebagai alat prediksi kehilangan pendengaran karena paparan bising. SLM secara umum, *personal sound exposure meter* dan *noise dosimeter* menggunakan A *weighting* untuk menentukan dampak bising terhadap manusia.

B weighting digunakan untuk simulasi telinga manusia pada aras 70 phon. Bilangan ini jarang digunakan. Sedangkan C weighting digunakan untuk simulasi pada aras 100 phon. C weighting memiliki kurva yang mendatar pada hampir semua jangkauan pendengaran dan menurun senilai 3 dB pada frekuensi 31,6 Hz dan 8 kHz. Karena memiliki kurva yang demikian, C weighting banyak digunakan untuk perkiraan emisi akustik mesin. Disamping itu juga digunakan untuk melakukan spesifikasi *hearing protector* serta mengukur puncak SPL.

Besaran lain adalah D weighting yang digunakan untuk mengukur bising dari mesin jet pesawat terbang.

Hubungan antara A, B dan C weighting diberikan oleh persamaan berikut,

$$W_C = 20 \log \left(\frac{A_1 (f F_4)^2}{(f^2 + F_1^2)(f^2 + F_4^2)} \right) \quad (5.10)$$

$$W_A = W_C + 20 \log \left(\frac{A_2 f^2}{\sqrt{(f^2 + F_2^2)(f^2 + F_3^2)}} \right) \quad (5.11)$$

$$W_B = W_C + 20 \log \left(\frac{A_3 f}{\sqrt{(f^2 + F_5^2)}} \right) \quad (5.12)$$

dengan f adalah frekuensi dalam Hz. Nilai untuk koefisien A dan F adalah sebagai berikut,

$A_1=1,007152$	$A_2=1,249936$	$A_3=1,012482$
$F_1=20,598997 \text{ Hz}$	$F_2=107,65265 \text{ Hz}$	$F_3=737,86223 \text{ Hz}$
$F_4=12194,217 \text{ Hz}$	$F_5=158,48932 \text{ Hz}$	

$A_1, \dots, A_3$ dipilih sedemikian rupa sehingga $W_x=0 \text{ dB}$ pada 1000 Hz.

BANDWIDTH

Pada keadaan tertentu tidak jarang diperlukan informasi bising untuk suatu rentang frekuensi tertentu. Hal ini biasanya dilakukan dengan mekanisme tapis secara elektronik yang membagi *audible range* menjadi sejumlah pita frekuensi tertentu. Kategori yang paling banyak digunakan adalah tapis satu oktaf (*octave*) dan satu per tiga oktaf (*one third octave*).

Tapis satu oktaf merupakan pita frekuensi dimana frekuensi tertinggi merupakan kelipatan dua frekuensi terendah dalam pita tersebut. Sedang tapis satu pertiga oktaf menghasilkan pita frekuensi dimana nilai frekuensi tertinggi merupakan 1,26 kali frekuensi terendah.

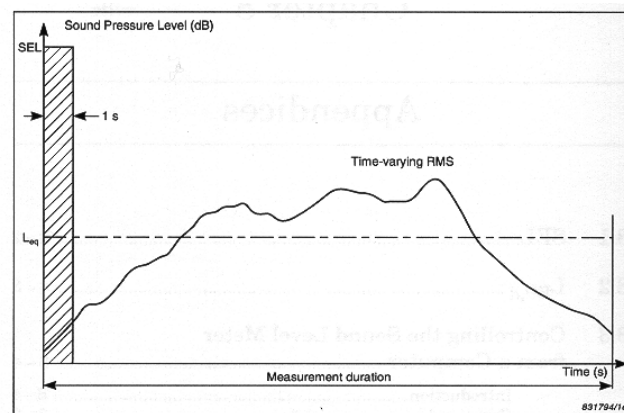
Tabel (5.1) menyajikan faktor bobot untuk dB(A) pada tapis satu oktaf serta contoh perhitungannya.

Tabel (5.1). Contoh perhitungan dB(A) dari octave band level

Octave Band Center Freq. Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
SPL Spectrum in dB	83	85	82	81	76	60	50	44
A-Scale Weighting Factor	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1
Spectrum adjusted to dB(A)	57	69	73	78	76	61	51	43

PARAMETER KEBISINGAN KOMUNITAS

Perekaman secara kontinyu terhadap kebisingan di suatu tempat memungkinkan kita untuk membuat statistik kebisingan dalam suatu komunitas. Dari data hasil rekaman SLM dapat dibuat histogram maupun distribusi kumulatif kebisingan.



Gambar 5. 2.
Perbandingan L_{eq} dan SEL

Berikut beberapa kuantitas atau besaran yang digunakan dalam pengukuran kebisingan.

1. *Equivalent Continuous Sound* (beberapa buku menggunakan kata *Noise*) *Level*, L_{eq} : atau Tingkat Kebisingan Sinambung Setara, yakni tingkat kebisingan dari tingkat kebisingan yang berfluktuasi selama waktu tertentu yang setara dengan tingkat kebisingan yang ajeg (*steady*) pada selang waktu yang sama.
2. *Daytime average sound level* (L_{d12}): L_{eq} yang dihitung dari jam 07.00 hingga jam 19.00.
3. *Evening average sound level* (L_e): L_{eq} yang dihitung dari jam 19.00 - 22.00.
4. *Hourly average sound level* (L_h): L_{eq} yang dihitung dalam periode satu jam.
5. *Night average sound level* (L_n): L_{eq} yang dihitung mulai jam 22.00 - 07.00.
6. *Day-Night averaged sound level* (L_{nd}): L_{eq} 24 jam yang diperoleh setelah penambahan 10 dB(A) pada pembacaan dari jam 22.00 - 07.00.
7. *x-percentile-exceeded sound level* (L_x): dB(A) yang nilainya sama atau melampaui x persen dari waktu paparan (pada respons cepat). Yang paling banyak dipakai adalah L_{10} , L_{50} , dan L_{90} (level yang melampaui berturut-turut 10, 50 dan 90 persen waktu).

8. *Community noise equivalent level (CNEL)*: L_{eq} 24 jam yang diperoleh setelah penambahan 5 dB(A) pada hasil pembacaan jam 19.00 - 22.00 dan penambahan 10 dB pada hasil pembacaan jam 22.00 - 07.00.
9. *Noise exposure level (L_{ex})*: (atau disebut juga *Sound exposure level, SEL*) adalah dB(A) yang diperoleh dari normalisasi (integral dari kuadrat hasil pembacaan pada suatu waktu yang ditentukan) mengacu pada $(1s) \times (20\mu Pa)^2$. Dalam kalimat berbeda dapat dikatakan sebagai pembacaan konstan selama satu sekon yang memiliki jumlah energi akustik yang sama dengan suara asli.
10. *Single event exposure level (SENEL)*: L_{ex} yang ditentukan untuk suatu event tunggal.

Berikut disajikan hubungan antara L_n , L_{nd} , dan L_{eq} .

$$L_{nd} = 10 \log \frac{1}{24} \left[15 \cdot 10^{(L_{d12}/10)} + 9 \cdot 10^{((L_n+10)/10)} \right] \quad (5.13)$$

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{24} \left[15 \cdot 10^{(L_{d12}/10)} + 9 \cdot 10^{(L_n/10)} \right] \quad (5.14)$$

Gambaran lebih detail disajikan pada Tabel (5. 2).

Tabel (5.2). Hubungan antara L_n , L_{nd} , dan L_{eq} (dalam dB(A))

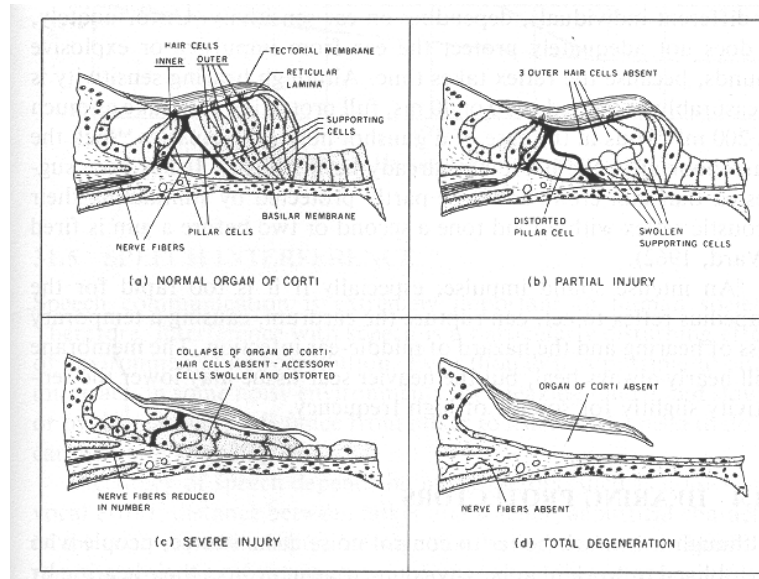
$L_{d12} - L_n$	Add to L_{d12} for L_{nd}	Add to L_{d12} for L_{eq}
-4	10	+2
-2	8	+1
0	6,6	0
2	5	-0,7
4	3,5	-1
6	2	-1,5
8	1	-1,7
10	0	-1,8

BISING DAN KEHILANGAN PENDENGARAN

Kehilangan pendengaran akibat kebisingan dapat terjadi dalam dua cara berbeda yakni: (1). *Trauma*; kerusakan yang terjadi akibat suara dengan intensitas yang tinggi yang berakibat rusaknya gendang telinga, atau *collapse*-nya organ corti. Kerusakan jenis ini terjadi seketika dan berkaitan dengan suatu jenis kegiatan tertentu, misalnya ledakan atau suara mesin jet. (2). *Kronis*: terjadi akibat paparan kebisingan dengan aras di bawah aras kebisingan yang menimbulkan trauma namun berlangsung secara berulang dalam waktu yang lama.

Besaran yang digunakan untuk menyatakan kehilangan pendengaran (*hearing loss*) maupun kerusakan pendengaran (*hearing impairment*) adalah *permanent threshold*

shift (PTS) dan *temporary threshold shift* (TTS). Keduanya merupakan fungsi frekuensi. Karena sifatnya yang sangat kompleks terutama untuk kebisingan yang berfluktuasi, maka pengukuran TTS selalu dilakukan dua menit setelah paparan berlangsung.



Gambar 5.2. Proses kerusakan permanen organ corti akibat paparan kebisingan.

REGULASI OSHA

Berdasarkan hasil penelitian selama 10 tahun terhadap kebisingan oleh industri dengan jam kerja 8 jam per hari, maka OSHA (*Occupational Safety and Health Act*) bersama pemerintah federal Amerika Serikat pada bulan Agustus 1981 telah menetapkan regulasi yang meliputi *hearing conservation program*, *engineering control*, dan *administrative control*.

Hearing Conservation Program

Aturan yang berlaku bagi dosis paparan bising untuk satu hari kerja (8 jam) terhadap pekerja adalah,

$$D = \sum \frac{C_i}{T_i} \leq 50\% \quad (5.15)$$

dimana c_i dan T_i berturut-turut adalah paparan aktual pada suatu tingkat kebisingan tertentu dan waktu paparan maksimum yang diijinkan untuk tingkat paparan tersebut seperti dinyatakan dalam Tabel (5.3).

Tabel (5.3). Nilai T_i yang diijinkan untuk Conservation Program

dB(A)	T (jam)	dB(A)	T (jam)	dB(A)	T (jam)
80	32,0	88	10,6	96	3,5
81	27,9	89	9,2	97	3,0
82	24,3	90	8,0	98	2,6
83	21,1	91	7,0	99	2,3
84	18,4	92	6,2	100	2,0
85	16,0	93	5,3	101	1,7
86	13,9	94	4,6	102	1,5
87	12,1	95	4,0	103	1,4

Contoh perhitungan:

Jika seorang pekerja terkena paparan bising 85 dB 5 jam, 87 dB 2 jam, dan 80 dB ½ jam, maka

$$D = 100 \left[\left(\frac{5}{16} \right) + \left(\frac{2}{12,1} \right) + \left(\frac{0,5}{32} \right) \right] = 49,34\%$$

Nilai $D < 50\%$, sehingga masih dapat diterima.

Criteria for Engineering or Administrative Controls

Aturan yang berlaku adalah,

$$D = \sum \frac{c_i}{T_i} \leq 1 \quad (5.16)$$

dengan nilai untuk T_i yang diijinkan diberikan pada Tabel (5.4).

Tabel 5.4. Niali T_i yang diijinkan untuk Administrative Controls

durasi (jam)	dB(A) slow	durasi (jam)	dB(A) slow
8	90	1,5	102
6	92	1	105
4	95	0,5	110
3	97	≤ 0,25	115
2	100		

PROSEDUR DASAR PENGUKURAN BISING

Survei dampak kebisingan merupakan bagian dari kegiatan pengawasan kebisingan yang dimaksudkan untuk pengumpulan data kebisingan di suatu daerah tertentu. Survei ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kebisingan di daerah survei dalam rangka memberi masukan untuk penyusunan atau perbaikan rencana tata ruang maupun analisis mengenai dampak lingkungan dari suatu kegiatan atau usaha.

Berikut disajikan hal-hal pokok yang harus diperhatikan dalam pengukuran kebisingan. Contoh prosedur operasional dapat dilihat dalam Lampiran II Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.: Kep-48/MENLH/11/1996.

1. Langkah pertama yang harus diperhatikan adalah **penentuan standar** yang akan diacu dalam survei. Standar ini dapat berupa aturan tentang baku mutu yang berlaku atau standar lain yang sesuai dengan kegiatan atau usaha yang akan dikembangkan, misalnya ISO 2204 (*Acoustic-Guide to International Standards on the measurement of airborne noise and evaluation of its on human being*), IEC 651, ANSI S1.4-1983, dan lain-lain.
2. Pemeriksaan instrumen. Hal ini meliputi pemeriksaan batere sound level meter (SLM) dan kalibrator, serta aksesoris misalnya *windscreen*, *rain cover*, dan lain-lain. Dalam keadaan pengukuran dilakukan dengan kontrol komputer, maka harus dipastikan bahwa semua perangkat keras dan perangkat lunak pendukung dalam keadaan baik.
3. Kalibrasi instrumen. Hal ini harus selalu dilakukan **sebelum dan sesudah** pengukuran berlangsung.
4. Pembuatan denah lokasi dan titik dimana pengukuran dilakukan. Sesuaikan prosedur dengan jenis respon mikropon terhadap medan yang akan diukur; apakah mengikuti standar IEC atau ANSI.
5. Dalam keadaan operator ragu terhadap sumber kebisingan di suatu tempat pengukuran, maka pemakaian headphone yang dihubungkan ke SLM dapat membantu dalam identifikasi suara.
6. Bila pengukuran dilakukan dengan free-field microphone (standar IEC) maka SLM diarahkan lurus ke sumber. Sedangkan jika mikropon yang digunakan merupakan random incidence microphone (ANSI), maka SLM harus diorientasikan sekitar 70° - 80° terhadap sumber bising.
7. Dalam keadaan kebisingan berasal dari lebih dari satu arah, maka sangat penting untuk memilih mikropon dan *mounting* yang tepat yang memungkinkan untuk mencapai karakteristik *omnidirectional* terbaik.
8. Pemilihan *weighting network* yang sesuai. Umumnya digunakan A.
9. Pemilihan respons detektor yang sesuai, F atau S untuk mendapatkan pembacaan yang akurat. Jika bising yang dipantau bersifat impulsif, maka harus digunakan impulsive sound level meter. Jika diperlukan maka L_{eq} dan SEL harus dipantau pula.
10. Hindarkan refleksi baik dari tubuh operator maupun *blocking* suara dari arah tertentu. Bila tidak menggunakan tripod, maka SLM harus dipegang dalam keadaan lengan terulur.
11. Saat pengukuran berlangsung, selalu perhatikan hal-hal berikut: (a) Hindari pengukuran dekat bidang pemantul; (b). Lakukan pengukuran pada jarak yang tepat, sesuai dengan standar atau baku mutu yang diacu; (c). Cek bising latar; (d). Pastikan

- tidak terdapat perintang terhadap sumber bising yang diukur; (e). Selalu gunakan *windshield* (*windscreen*), dan (f). Tolak pembacaan *overloud*.
12. Laporan harus terdokumentasi dengan baik. Laporan ini sedikitnya harus terdiri dari: (a). Sket pengukuran (meliputi orientasi dan kedudukan SLM, luas ruangan atau tempat pengukuran dilakukan serta kedudukan sumber bising); (b). Standar yang diacu; (c). Identitas instrumen; jenis dan nomor seri; (d). Metode kalibrasi; (e). Weighting network dan respons detektor yang digunakan; (f). Deskripsi jenis suara (impulsif, kontinyu, atau tone); (g). Data bising latar; termasuk *chart* yang digunakan untuk perhitungan; (h). Kondisi lingkungan; tekanan atmosfer; (i). Data obyek yang diukur (jenis mesin, beban, kecepatan, dll); (j). Tanggal pengukuran dan nama operator.

ACUAN

- Anonim. 1984. *Measuring Sound*. Bruel&Kjaer. Naerum-Denmark
- Anonim. 1995. *Microphone Handbook*. Bruel&Kjaer. Naerum-Denmark
- Anonim. 1996. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Kep-48/MENLH/11/1996. Tentang Baku Kebisingan.
- Anonim. 1995. Petunjuk Pelaksanaan Pengawasan Kebisingan. Dirjen Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Departemen Kesehatan
- Crocker, M. J., and Jacobsen, F. 1997. *Sound Intensity*. Encyclopedia of Accoustics. Malcolm J Crocker (ed). John Wiley and Sons. Singapore
- Hassal, J.R., and Zaveri, K. 1988. *Acoustic Noise Measurements*. Bruel&Kjaer. Naerum-Denmark
- Hirshorn, M. 1989. *Noise Control Reference Handbook*. Industrial Acoustic Company. Hampshire UK.
- Kinsler, L. E., Frey, A. R., Coppens, A. B., and Sanders, J. V., 1982. *Fundamnetal of Acoustics*. 3rd Edition. John Wiley and Sons. Singapore
- Krug, R. W. 1997. *Sound Level Meter*. Encyclopedia of Accoustics. Malcolm J Crocker (ed). John Wiley and Sons. Singapore
- Moser, M. 1997. *Vibration Measurements and Instrumentation*. Encyclopedia of Accoustics. Malcolm J Crocker (ed). John Wiley and Sons. Singapore
- Nedzelnitsky, V. 1997. *Calibration of Pressure and Gradient Microphones*. Encyclopedia of Accoustics. Malcolm J Crocker (ed). John Wiley and Sons. Singapore
- Rossing, T. D. 1990. *The Science of Sound*. Addison-Wesley Co. Reading, Massachusetts.