

MANAJEMEN PENGENDALIAN BISING



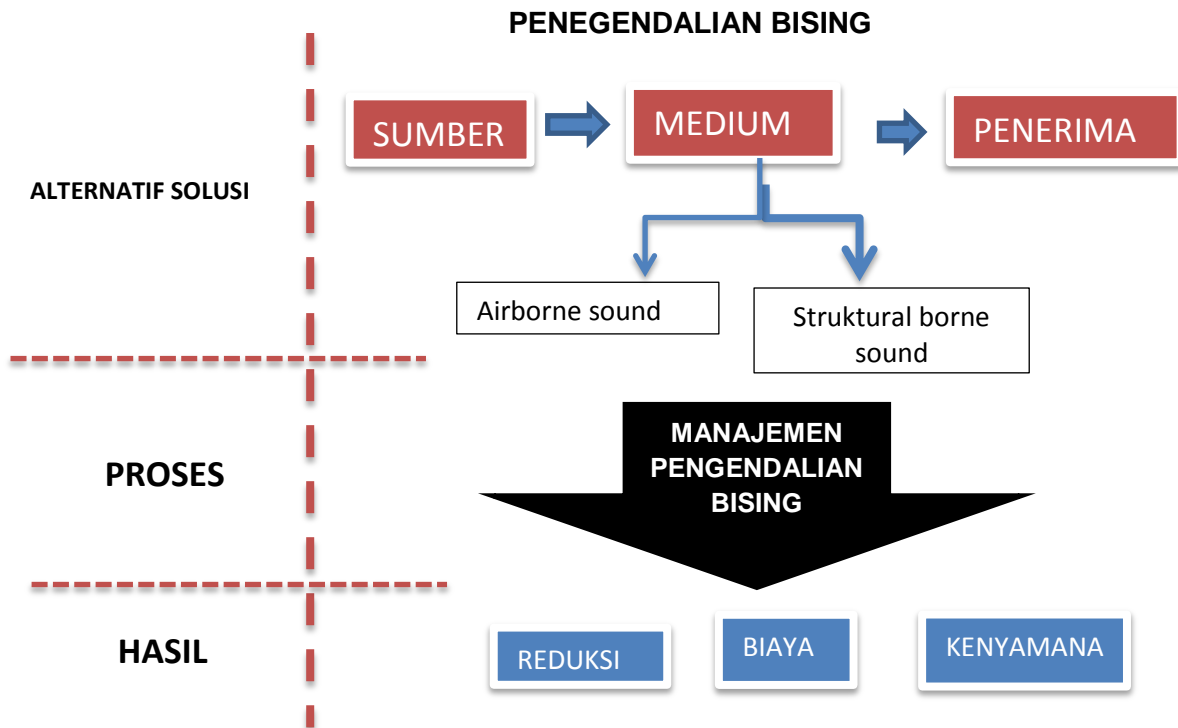
Dosen : Latar Muhamad Arief, Ir.MSc
Mata kuliah : Higiene Industri (IKK.354)

Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Program Studi Kesehatan Masyarakat, Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Univ. Esa Unggul

Bagian - 1 PENDAHULUAN

Kebijakan perusahaan dalam pelayanan keselamatan kerja dan kesehatan kerja di industri harus bersifat dinamis dan progresif sesuai dengan perkembangan teknologi dan kekuatan ekonomi, menurut ukuran masing-masing perusahaan.

Manajemen Pengendalian Bising adalah merupakan salah satu kebijakan perusahaan yang bertujuan mengurangi noise /bising di sumber atau jalur perambatan suara di area pekerja, sesuai Undang- Undang No.1 tahun 1970, tentang Keselamatan Kerja,



Gambar.1. Skema Manajemen Pengendalian Bising

Suara berawal dari sumber dan berakhir ditelilah. Kebisingan yang tinggi sebagai sumber bising. Bising yang dihasilkan merambat melalui udara atau benda padat. Medium propagasi adalah factor penting dalam pengendalian bising, oleh karena itu suara yang merambat diudara (airborne sound), dan suara yang merambat melalui benda padat (structural-borne sound) harus dibedakan

Manajemen Pengendalian Bising, adalah alternatif pengendalian bising yang paling tepat digunakan yang menghasilkan pengurangan bising pada tingkat yang di inginkan, sesuai rujukan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.PER. 13/MEN/X/2011, tentang NAB/Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja), dan atau standar ;

- (1) **Threshold Limit Value (TLV)** American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH 2010 - 2011),
- (2) **OSHA Noise standard**, 29 CFR 1910,95 OSHA (Occupational Safety and Health Administration), adalah sebuah biro/devisi/badan bagaian dari Departemen tenaga Kerja Amerika Serikat, yang bertujuan untuk mencegah kecelakkan kerja, penyakit, dan kematian saat kerja dengan membuat peraturan/standard yang berkekuatan untuk hukum keselamatan dan kesehatan kerja
- (3) **ISO International Standards**, Technical Committees ISO TC43/SC-1 Noise (ISO/DIS 128 untuk main engine room noise level 90 dBA - TWA = 4 jam kerja)

Bising adalah suara yang tidak diinginkan yang berasal dari sumber suara, yang merupakan arus energi yang berbentuk gelombang suara dan mempunyai tekanan yang berubah-ubah tergantung pada sumbernya (kebisingan) hingga sampai pada telinga dan merangsang pendengaran. Bising yang dihasilkan merambat dengan kecepatan bunyi melalui udara, zat cair, zat padat/kayu dan logam

Suara yang dapat diterima/ didengar oleh telinga manusia dalam rentang 20 Hz sampai dengan 20.000 Hz (20k Hz), sedangkan percakapan antar manusia antara 250 Hz sampai dengan 3.000 Hz (3k Hz). Telingah manusia umumnya memiliki sensitifitas pada frekwensi antara 1000 Hz hingga 4000 Hz

Bagian - 2

KEBIJAKAN PIHAK MANAJEMEN

Untuk pelaksanaan Program Manajemen Pengendalian Bising ditempat kerja, maka perlu adanya kebijakan dari pihak manajemen perusahaan meliputi:

- (i) Kebijakan yang menyangkut keselamatan dan kesehatan kerja pekerja,
- (ii) Kebijakan yang menyangkut plant dan equipment/alat,
- (iii) Kebijakan-kebijakan yang menyangkut bahan/material,
- (iv) Kebijakan yang menyangkut tentang prosedur,
- (v) Kebijakan yang menyangkut tentang pelestarian lingkungan

Dari kebijakan-kebijakan diatas maka pelaksanaan program Noise Control Management atau Manajemen Pengendalian Bising terdiri dari 5 (lima) komponen dasar, meliputi :

1. Pengenalan bahaya resiko bising (Noise Hazard Regenition).
2. Idenfikasi bahaya bising (Noise Hazard Identification),
3. Evaluasi bahaya bising (Noise Hazard Evaluation),
4. Pengendalian bahaya bising (Noise Hazard Control), dan
5. Pendidikan dan pelatihan karjawan.

Pelaksanaan kegiatan sebagai mana dalam "System Safety Process" atau Hirarki Kontrol mulai dari ; antisipasi, rekognisi, evaluasi dan control, dimana tujuan evaluasi pemaparan (exposed) bising udara lingkungan kerja, yaitu adalah ingin mengetahui apakah tingkat pemaparan yang sedang berjalan masih dibawah dari nilai batas pemaparan yang diperbolehkan oleh perundang- undangan.

Dalam skema gambar -2, memperlihatkan Manajemen Program Bising ;

STEP 1 – Identiflkasi bahaya kebisingan,

Mengidentifikasi daerah-daerah dengan menggunakan chek list atau bagian-bagian dalam rencana menurut dugaan kemungkinan terjadinya resiko kebisingan. Dalam identifikasi sumber bising dan membuat perangkat kebisingan, diperlukan pemahaman dasar mengenai (i) Jumlah dB (ii) Pembebanan dB(A), (iii) Pengukuran tingkat bising (iv), Perilaku suara dalam ruang.

Lakukan kuantifikasi terhadap suara airborne, dan structural-borne sound serta arah perambatnya. Tiap tipe suara ini mempunyai pendekatan pengendalian bising yang berbeda-beda. Lakukan pengukuran berulang-kali untuk menghindari kesalahan pembacaan data dan memastikan mesin bekerja dengan konsisten.

STEP 2 – Perencanaan Penanggulangan Bising & Tindakan Pengendalian

Gunakan pemikiran dari sumber yang ada dalam merancang pengukuran, pengambilan data, dan melakukan analisa data hasil pengujian kebisingan yang intensitasnya melebihi Nilai Ambang Batas, menurut ; (i) Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.PER. 13/MEN/X/2011, tentang NAB/Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja (ii) TLV (ACGIH 2010 - 2011), (iii) OSHA Noise standard, 29 CFR 1910,95 dan (iv) ISO TC43/SC-1.

Setelah melakukan idenfikasi masalah kebisingan, dibuat perencanaan penanggulangan bising dan tindakan pengendalian, dengan urutan langkah yang diambil sebagai berikut :

- Melakukan studi kelayakan
- Memilih metode, bahan-bahan, termasuk desain dan intalasi berbagai prototipe yang dibutuhkan.

STEP 3 - Pelaksanaan

Kemudian di implementasikan dengan memusatkan perhatian pada daerah yang paling dianggap sangat kritis yang mungkin menimbulkan resiko bahaya bising,

- Mengimplementasikan semua yang direncanakan
- Melakukan evaluasi terhadap metode pengendalian bising yang hendak diaplikasikan
- Melakukan modifikasi yang dianggap perlu
- Mengimplementasikan perubahan dan modifikasi final



Gambar -2, Skema Alur kerja Manajemen Program Bising

STEP- 4 –Pengkajian dan Tindakan Perbaikan

Penilaian resiko dimulai dari perkiraan : Potensiko resiko bahaya bising, dan jumlah dan karakteristik tingkat pemaparan.

Melakukan evaluasi terhadap metode pengendalian bising yang hendak diaplikasikan dan melakukan dan melakukan modifikasi yang dianggap perlu

STEP -5 - Tinjau Ulang Secara Priodik

tinjauan manajemen dilakukan agar pihak manajemen mengetahui perkembangan dalam sistem “Manajemen Pengendalian Bising” yang telah dibangun. Pihak manajemen harus tahu hasil “ Noise Audit “ yang telah dilakukan, kinerja sistem, kecelakaan-kecelakaan yang terjadi dan sebagainya.

Kebisingan di industri telah lama menjadi perhatian dan permasalahan, pemaparan bising di tempat kerja, diperkirakan 120 juta orang memiliki masalah kehilangan daya dengar, di Amerika Serikat, tahun 1981 lebih dari 9 Juta orang terpapar bising ditempat kerja pada tingkat 85 dB atau lebih setiap harinya, pada tahun 1990 angka ini meningkat hingga 30 juta orang, yang umumnya adalah pekerja pada industry produksi dan manufaktur, sedangkan Jerman dan Negara- Negara berkembang lainnya sebanyak 4 - 5 juta, 12 – 15 % dari keseluruhan pekerja terpapar bising pada tingkat 85 dB atau lebih

3.1. DASAR-DASAR AKUSTIK

Bising/noise adalah suara yang tidak diinginkan yang berasal dari sumber suara, yang merupakan arus energi yang berbentuk gelombang suara dan mempunyai tekanan yang berubah-ubah tergantung pada sumbernya (kebisingan) hingga sampai pada telinga dan merangsang pendengaran.

Frekuensi (f)

Dinyatakan dalam waktu getaran per-detik (cycle per second- cps) atau disebut Hertz (Hz), dari kurva gelombang/panjang gelombang yang mempunyai intensitas sampai ketelinga setiap detik. Untuk menentukan tinggi rendahnya nada suara tergantung atas besarnya frekuensi yang diberikan oleh sumber suara.

Suara yang dapat diterima/ didengar oleh telinga manusia dalam rentang 20 Hz sampai dengan 20.000 Hz (20k Hz), sedangkan percakapan antar manusia antara 250 Hz sampai dengan 3.000 Hz (3k Hz).

Telingah manusia umumnya memiliki sensitifitas pada frekuensi antara 1000 Hz hingga 4000 Hz

Velocity/kecepatan

Kecepatan bunyi (V) tergantung pada jumlah panjang gelombang (λ) dan sebesar frekuensi (f) :

$$V = f \cdot \lambda$$

kecepatan bunyi melalui temperatur 20 °C untuk udara 344 m/det, zat cair 1.433 m/det zat padat/kayu 3.962 m/det dan logam 5.200 m/det.(Stephan A.Konz. 1992 : 1.047).

Intensitas

Intensitas yaitu energi persatuan luas, biasanya dinyatakan dalam satuan logaritma yang disebut desibel (dB) dengan perbandingan tekanan dasar sebesar 0,0002 dyne/cm² dengan frekuensi 1.000 Hertz, (atau 0,00002 Pascal dengan frekuensi 1k Hz) yang tepat dapat didengar oleh telinga normal (WHO, 1993). Besarnya tekanan yang membuat fluktuasi tekanan atmosfer ini, merupakan ukuran dari kekuatan gelombang suara, dengan satuan mikropascal (μ Pa), Newton per meter kodrat (N/m²), mikrobars (μ bars), atau dyne per centimeter kodrat (dyne/cm²).

Ukuran Pascal ini teramat kecil bagi telingah kita, kerana telinga mampu menerima kekuatan gelombang suara lebih dari 1 MPa. Oleh sebab itu skala Pa (berupa skala linear) dikonversikan menjadi skalah logaritma, yang disebut skala Bel.

$$\begin{aligned} \log_{10} Pa &= n \text{ Bel} \\ &= 10 n \text{ decibel (dB)} \end{aligned}$$

catatan :

$$1 \mu \text{ bars} = 1 \text{ dyne/cm}^2 = 0,1 \text{ N/m}^2 = 0,1 \text{ Pa}$$

Ukuran tekanan gelombang suara dikatakan "**Intensitas suara-I**" yaitu kurang keras - lemahnya suara

$$I = \frac{W}{S}$$

$$I = \text{intensitas suara} = \text{watt/m}^2$$

Intensitas suara menggambarkan kerapatan energi suara persatuan luas penyebaran

$$W = \text{daya suara/power} = \text{watt}$$

Daya suara merupakan besaran fisis akustik yang tidak dipengaruhi oleh jarak

$$S = \text{luas penyebaran} = 4\pi r^2 \cdot (\text{m}^2)$$

Sound Pressure Level-SPL

Pengukuran tingkat tekanan suara diekspresikan oleh rasio logaritmis dalam besaran Sound Pressure Level. Sound Pressure Level adalah 20 kali dari logaritmis basis 10 dari perbandingan tekanan suara yang diukur dengan tekanan referensi ($20 \mu\text{N/m}^2$).

$$\text{SPL (dB)} = 20 \log_{10} (p/p_0)$$

Dimana ;

- p = diukur akar-mean-square (rms) tekanan suara
- p_0 = referensi rms (root mean square) tekanan suara ($20 \mu\text{Pascals} (\mu\text{Pa})$)

Suara referensi tekanan 20 micropascals mendekati ambang batas normal pendengaran manusia pada 1.000 Hz.

Catatan:

multiplier atas adalah 20 dan bukan 10 (seperti dalam kasus dengan tingkat kekuatan suara). Hal ini karena kekuatan suara sebanding dengan kuadrat tekanan suara dan $10 \log p^2 = 20 p \log$.
Ada keuntungan yang signifikan untuk menggunakan notasi desibel dari pada berbagai tekanan atau power/kekuatan.

Catatan:

Suatu perubahan dalam tekanan suara dengan faktor 10 dapat disamakan dengan perubahan tingkat tekanan suara 20 dB:

$$p = 40 \mu\text{Pa} : \text{SPL} = 20 \log (40/20) = 6 \text{ dB}$$

$$p = 400 \mu\text{Pa} : \text{SPL} = 20 \log (400/20) = 26 \text{ dB}$$

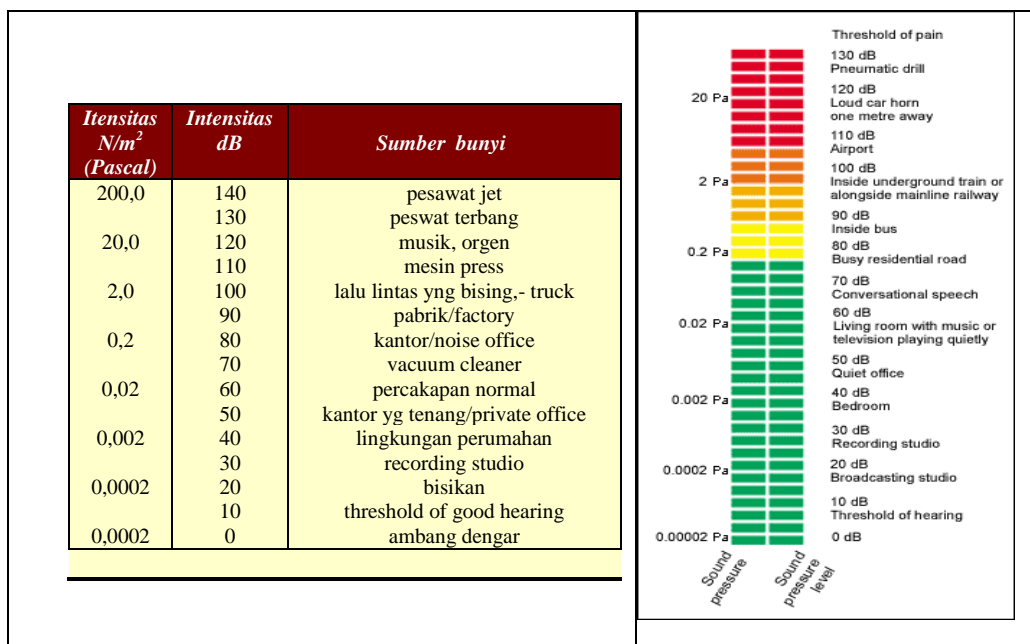
Mengandakan hasil tekanan suara dalam peningkatan 6 dB di tingkat tekanan suara:

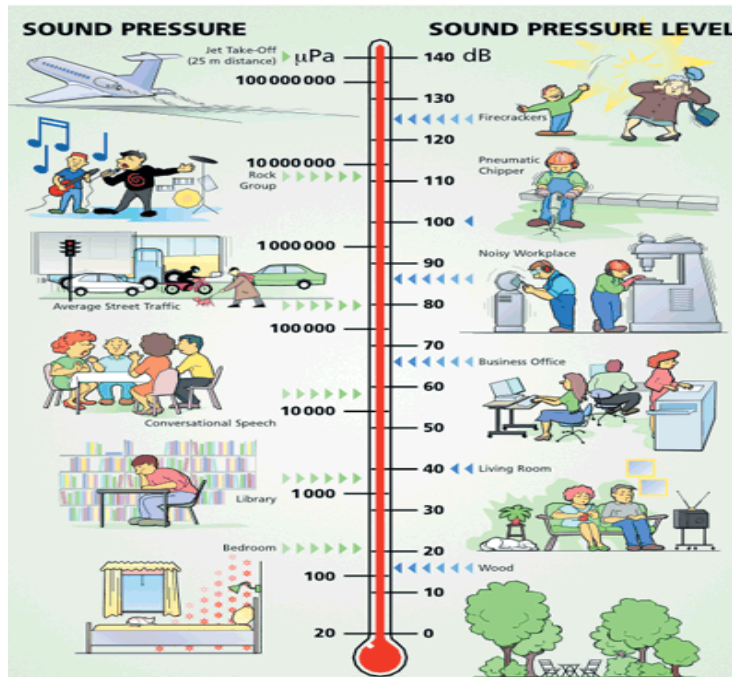
$$p = 40 \mu\text{Pa} : \text{SPL} = 20 \log (40/20) = 6 \text{ dB}$$

$$p = 80 \mu\text{Pa} : \text{SPL} = 20 \log (80/20) = 12 \text{ dB}$$

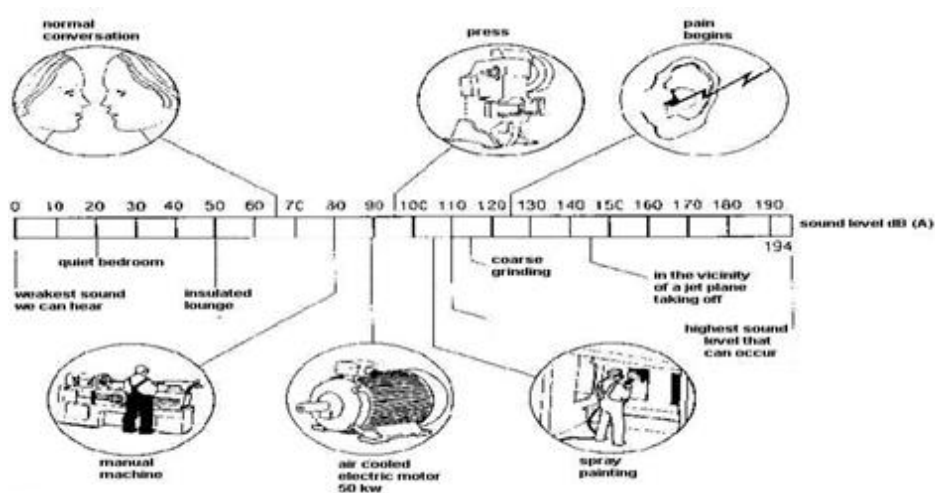
Tabel.1, dengan menggunakan skala logaritme, maka ambang dengar adalah 0 dB, sedangkan yang tertinggi adalah 140 dB yaitu suara pesawat jet, 130 dB yaitu suara pesawat terbang, dan seterusnya.

Tabel ,.1 : Tingkat Kebisingan dari Beberapa





Gambar.3. Identifikasi bising, http://www.acson-international.com/faq_page.html



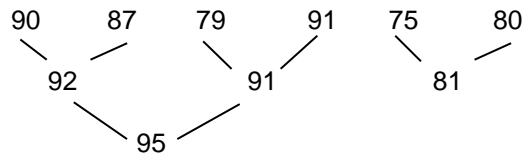
Gambar.4 Tipe intensitas kebisingan (dBA), Zenz,C.(1994) Occupational medicine (2en ed) p.260

Menurut (Waldron, H.A 1989 :119), Occupational health practice, 3rd Ed, London; Butterworths, menyatakan bahwa untuk kombinasi sound level (dB) dengan nilai intensitas yang bervariasi dapat di gabungkan dalam satu parameter (sound level -dB) sesuai hukum invers multi intensitas (rule of thumb for adding or subtracting decibels), seperti terlihat pada Tabel..2

Tabel..2. aturan dasar menambah atau mengurangi tingkat decibel (dB)

Diference	Nilai
0 – 1 dB	3 dB
2 – 3 dB	2 dB
4 – 9 dB	1 dB
10 dB keatas	0 dB

Dengan contoh sebagai berikut,



Waldron, H.A (1989), *Occupational health practice, 3rd Ed, London; Butterworths & Co.*halaman.119

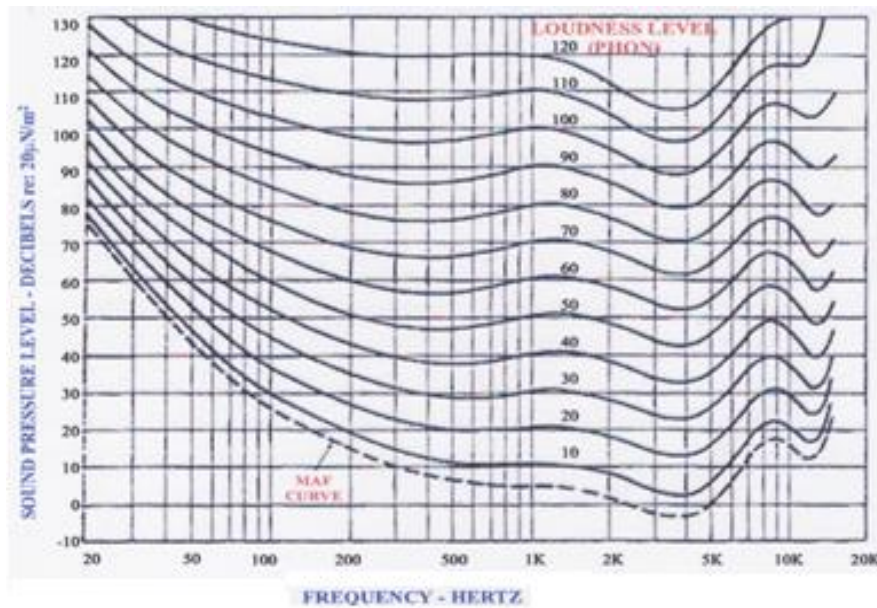
Dari Tabel.2 untuk menggabungkan sound level (dB) dengan nilai intensitas suara pada suatu jarak kelas yang sama dalam suatu area dengan data ; 90 dB, 87 dB, 79 dB, 91 dB, 75 dB, dan 80 dB, dengan sound level akhir sebesar 95 dB.

$$\begin{aligned}
 87 \text{ dB} &= 90 \text{ dB} = 92 \text{ dB} \\
 79 \text{ dB} &= 91 \text{ dB} = 91 \text{ dB} \\
 91 \text{ dB} &= 92 \text{ dB} = 95 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Catatan : Penambahan pada intensitas yang lebih tinggi
 Banyak pendekatan yang digunakan untuk perhitungan intensitas bunyi/sound level (dB) dengan decibel logaritme, bukan dihitung dengan rata-rata.

Respos Telingah dan Pembobotan Frekuensi

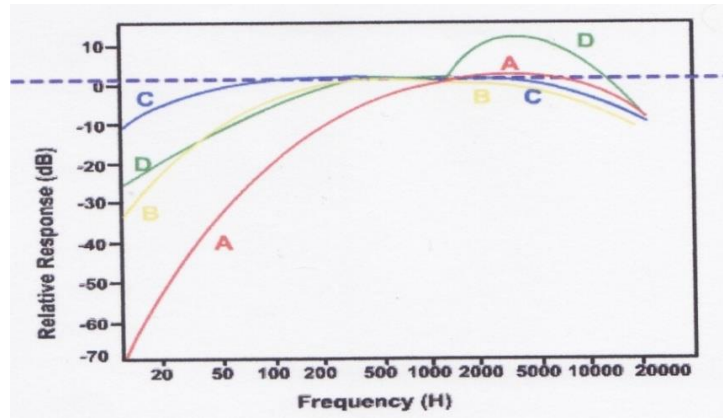
Pendengaran manusia kurang sensitive terhadap frekuensi yang sangat tinggi dan sangat rendah. Dan rentang frekuensi dimana manusia paling sensitive berada pada frekuensi 3 kHz hingga 5kHz. Berikut ini adalah gambaran respon telinga manusia terhadap frekuensi yang tidak linear.



Gambar.5. Karakteristik frekuensi pendengaran manusia– Kurva Loudness, Waldron, H.A (1989), *Occupational health practice, 3rd Ed, London; Butterworths & Co.*halaman.124

Rangkaian filter pembobotan digunakan dalam pengukuran suara. Ada empat filter yang dipakai, masing-masing disesuaikan keadaan telinga manusia, filter tersebut adalah :

- dBA , untuk bising lingkungan luar dan dalam bangunan
- dB B , untuk tingkat bising yang lebih tinggi
- dB C , untuk bising industri yang sangat tinggi dari mesin
- dB D , untuk tingkat bising pesawat udara



Gambar. 6. Karakteristik Frekuensi- atenuasi rangkaian pembobot. Waldron H.A (1989) Occupational health practice (3rded). London : Butterworths & Co.halaman.125

Tabel dibawah ini akan menggambarkan perhitungan dengan menggunakan rangkaian pembobotan

Tabel. 3. Kurva dB

Frekuensi	Kurva A (dB)	Kurva B (dB)	Kurva C (dB)	Kurva D (dB)
16	-56,7	-28,5	-8,5	-22,4
31,5	-39,4	-17,1	-3,0	-16,5
63	-26,7	-9,3	-0,8	-11
125	-16,1	-4,2	-0,2	-6,0
250	-8,6	-1,3	0	-2,0
500	-3,2	-0,3	0	0
1000	0	0	0	0
2000	+1,2	-0,1	-0,2	+8,0
4000	+1,0	-0,7	-0,8	+11,0
8000	-1,1	-2,9	-3,0	+6,0
16000	-6,6	-8,4	-8,5	-4,0

3.2. JENIS PAPARAN BISING

Secara garis besar sumber kebisingan terdiri dari :

- Kontinu Noise/Bising Tunak
Yaitu noise secara terus menerus dengan level spektrum yang konstan dengan lama waktu pemaparan selama 8 jam kerja per-hari atau 40 jam per-minggu.
- Intermittent Noise
Yaitu noise secara terputus-putus dalam selang waktu tertentu.
- Impact-Type Noise
Yaitu Noise secara impulsif yang sifatnya berupa kejutan. (Olishifsky, J.B 1988 : 176)
- Bising Fluktuatif
Tingkat kebisingan naik turun secara cepat
- Bising Nada Tunggal
Merupakan bising yang dominan pada sebuah frekwensi, Contoh ; bising motor pada mesin, gear box, fan dan pompa
- Bising Frekwensi Rendah
Dominan pada rentang frekwensi 8 – 100 Hz, tipe ini terdapat pada mesin-mesin diesel besar, kereta api, power plant

3.2.1. Kontinu Noise/Bising Tunak

Pengukuran bising kontinu relatif mudah, yaitu dengan menentukan beberapa titik pengukuran pada suatu lokasi kerja. Hasil akhir pengukuran adalah kadar suara paling rendah dan kadar paling tinggi yang akan digunakan sebagai hasil analisa terhadap standard yang digunakan. Bising jenis ini dihasilkan oleh mesin beroperasi tanpa interupsi pada jangka waktu tertentu, sebagai contoh sumber bising tersebut misalkan; blower, pompa, dan peralatan proses.

Kriteria yang penting dalam mengkatagorikan sebuah kebisingan adalah bising tunak, adalah ketika fluktuasi dari SPL=Sound Pressure Level bising tersebut tidak lebih dari 3 dB dalam sebuah jangka waktu yang telah ditentukan .

Pengukuran dengan durasi waktu beberapa menit dengan sound level meter adalah untuk menentukan intensitas kebisingan

3.2.2. Noise Implusive/bising impulsive

Bising jenis ini diakibatkan oleh sumber suara tumbukan atau ledakan seperti ; pile driver, punch press ataupun suara tembakan senapan.

Suaranya sangat jelas terdengar,dimana efek ketika suara tersebut mulai berbunyi menyebabkan gangguan yang sangat nyata.

Kriteria yang menyebabkan suatu kebisingan dapat dimasukan dalam kriteria bising impulsive adalah fluktuasi dari SPL=Sound Pressure Level bising tersebut tidak lebih dari 10 dB, pada durasi kurang dari satu detik . Untuk pengukuran bising bising implusive diukur dalam selang waktu tertentu yang terdapat pada sumber bising implusive

3.2.3. Bising Nada Tunggal



Gambar.5.7 Jarak ukur

Bising nada tunggal merupakan bising yang dominan pada sebuah frekuensi. Contoh sumber bising dari; motor pada mesin, gearbox, fan dan pompa. Mesin yang sedang beroperasi kerap kali menimbulkan gesekan dan tumbukan antar permukaannya. Tumbukan yang berulang bisa terdengar sebagai bising nada tunggal akibat transmisi oleh udara dari permukaan yang terkena tumbukan

Jarak antara alat ukur dengan sumber bising adalah sama dengan jarak antara sumber bising dengan pekerja yang bertugas pada sumber bising tersebut

3.2.4. Bising Frekuensi Rendah

Energi akustik untuk bising frekuensi rendah dominan pada rentang frekuensi 8 – 100Hz.

Bising tipe ini terdapat pada mesin-mesin **diesel besar, Kreta api. Power plants.**

Bising jenis frekuensi rendah masih terdengar untuk jarak yang cukup jauh dan lebih mengganggu secara psikologis

3.2.5. Bising Fluktuatif

Bising ini terjadi ketika sebuah kendaraan atau pesawat terbang berlalu, dimana tingkat kebisingan naik dan turun secara cepat. Salah satu kriteria yang penting dalam mengkatagorikan sebuah bising

dalam bising fluktuatif adalah fluktuasi dari SPL=Sound Pressure Level bising tersebut tidak lebih dari 3 sampai 10 dB, dalam sebuah jangka waktu tertentu

3.3. INSTRUMEN PENGUKURAN

Sebagai identifikasi awal dari adanya kebisingan adalah apabila sudah mengganggu dalam berkomunikasi, yaitu berbicara tidak dapat lagi dengan cara biasa tetapi harus berteriak. Untuk mengetahui besarnya intensitas kebisingan di tempat kerja digunakan alat “**Sound level meter**”, dan “**Dosimeter**” dipakai untuk menghitung paparan bising yang selama jam kerja, sedangkan alat untuk menguji pendengaran dinamakan “**Audiometer**” yang diujikan pada kedua belah telinga secara bergantian. Hasil pengujian dapat berupa “audiometric sheet”

3.3.1. Sound Level Meter

Alat ini digunakan untuk mengukur besarnya tingkat intensitas kebisingan di lingkungan kerja, yang bagian-bagiannya terdiri dari: microphone, amplifier, cablirated attenuators, weighting networks dan metering system.

3.3.2. Noise Dosimeter

Dosimeter adalah penggunaan instrument pengukur (dosimeter) yang dapat dipakai/dikenakan untuk menghitung paparan bising yang diterima selama jam kerja. Dosimeter akan mencatat tingkat kebisingan yang diterima oleh pekerja dan durasi paparan kebisingan. Metode ini adalah metode yang akurat untuk mengukur tingkat paparan kebisingan yang diterima pekerja. Pengukuran dilakukan di daerah pendengaran pekerja, kira-kira 15 – 30 cm dari telinga pekerja.

3.3.3. Audiometer Testing Program

Tujuan melakukan program uji ambang dengar adalah :

- Untuk mengetahui ambang dengar, yaitu kadar suara (dalam dB) minimal yang masih bisa didengar oleh telinga,
- Untuk mengetahui apakah kerusakan pendengaran (pergeseran ambang dengar memang disebabkan oleh kebisingan (NIHL- Noise Induced Hearing Loss)
- Memberikan rekomendasi kepada pihak manajemen untuk perbaikan lingkungan kerja

3.4. EFEK BISING PADA TENAGA KERJA

3.4.1. Anatomi Telingah Manusia

Telingah manusia terbagi atas 3 bagian yaitu : (i) Telingah bagian luar. Terdiri dari; daun telinga dan liang telinga, (ii) Telingah bagian tengah. Terdiri dari, gendang telinga, dan susunan tulang-tulang (disebut, ossicles), (iii) Telingah bagian dalam

Suara yang keras mempunyai potensi mengganggu seluruh sistem pendengaran, karena pengaruh langsung kepada telinga bagian tengah, yaitu : ossicular, tympanic membrane, oval window, dan cochlear (bila rusak tidak dapat disembuhkan lagi, karena terjadinya perubahan syaraf dengar).

3.4.2. Efek Kebisingan Terhadap Pendengaran

Efek bising : (i)Suara yang keras mempunyai potensi merusak bagian - bagian tepi dan pusat sistem pendengaran, kebisingan dapat berpengaruh langsung terhadap telinga tengah dan telinga dalam seperti ossicular, tympanic membrane, oval window dan cochlear. (ii) Cochlear apabila rusak tidak dapat sembuh kembali. Kerusakan cochlear ini dapat juga disebabkan oleh kebisingan level lemah yang kontinyu yang memberikan tekanan terus – menerus (iii) Akibatnya kemampuan sel - sel sensor penerima suara jadi berkurang dan akhirnya terjadi perubahan pada pada syaraf dengar. Adanya perubahan pada syaraf dengar ini akan menimbulkan perubahan atau kehilangan ambang pendengaran (the loss hearing thershold), (iv) Hilang ambang pendengaran yang disebabkan oleh pemaparan kebisingan ini dinamakan noise induced sensorineural hearing loss atau disederhanakan

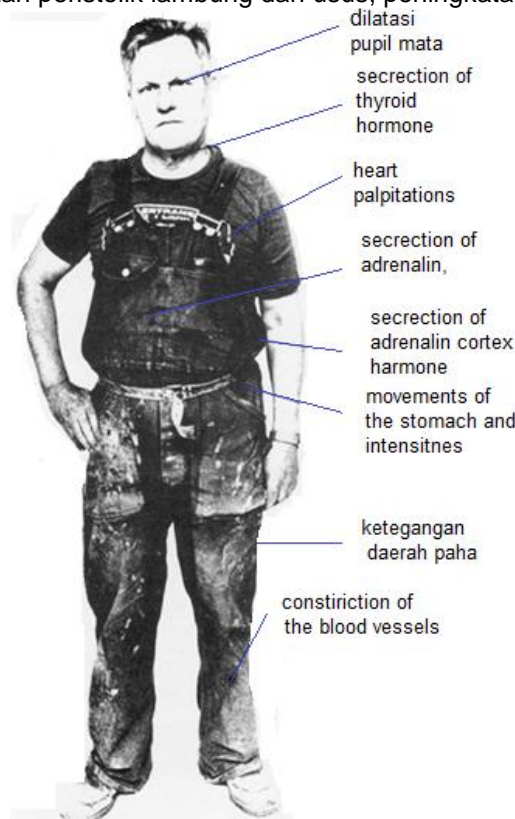
menjadi noise induced hearing loss disingkat NIHL, (v) Kebisingan yang relatif hebat dihubungkan dengan acoustic trauma. Hal ini dapat terjadi apabila puncak kebisingan lebih dari 160 dB, (vi) Orang yang terpapar kebisingan ini akan menderita rasa sakit pada gendang telinga (tympanic membrane), segera terjadi kehilangan pendengaran dan kemampuan bicara berkurang, (viii) Kebisingan lebih dari 120 dB sudah dapat menyebabkan rasa gatal - gatal di dalam telinga, pendengaran mulai berkurang dan juga akan terjadi kerusakan permanent apabila pemaparan berlangsung lama, (ix) Bagi pendengaran yang masih baik / normal suara – suara dapat di dengar pada level yang paling lemah yaitu antara 0 s/d 10 dB pada berbagai frequensi, terutama pada 4.000 Hz karena pendengaran manusia paling peka pada frequensi tersebut

3.4.3. Efek Kebisingan Terhadap Daya Kerja Dan Pekerjaan

Efek pemaaran bising terdaya kerja tenaga kerja, meliputi ; (i) Kebisingan dapat mengganggu konsentrasi dimana pada suatu lokasi kerja konsentrasi ini diutamakan terutama untuk pekerjaan - pekerjaan yang memerlukan banyak berpikir, berperan meningkatkan kelelahan (ii) Berbicara di dalam suasana bising akan memerlukan energi yang lebih banyak karena harus berteriak – teriak, (ii) Salah memahami perkataan, perintah, atau peringatan keamanan yang penting menyangkut pekerjaan, sehingga akibatnya akan terjadi kecelakaan

3.4.4. Dampak Kesehatan

(gangguan pendengaran, gangguan psikologis, cepat marah, mudah tersinggung, perut mual, kepala pusing, dilatasi pupil mata, susah tidur, gangguan tubuh lainnya : Kosentrasi pembuluh darah, prifer, t.u tungkai bawah, penigkatan kadar adremail darah, ketegangan otot daerah paha, peningkatan peristolik lambung dan usus, peningkatan sekresi hormon thyrold) .



Gambar, 7. efek pemaparan bising

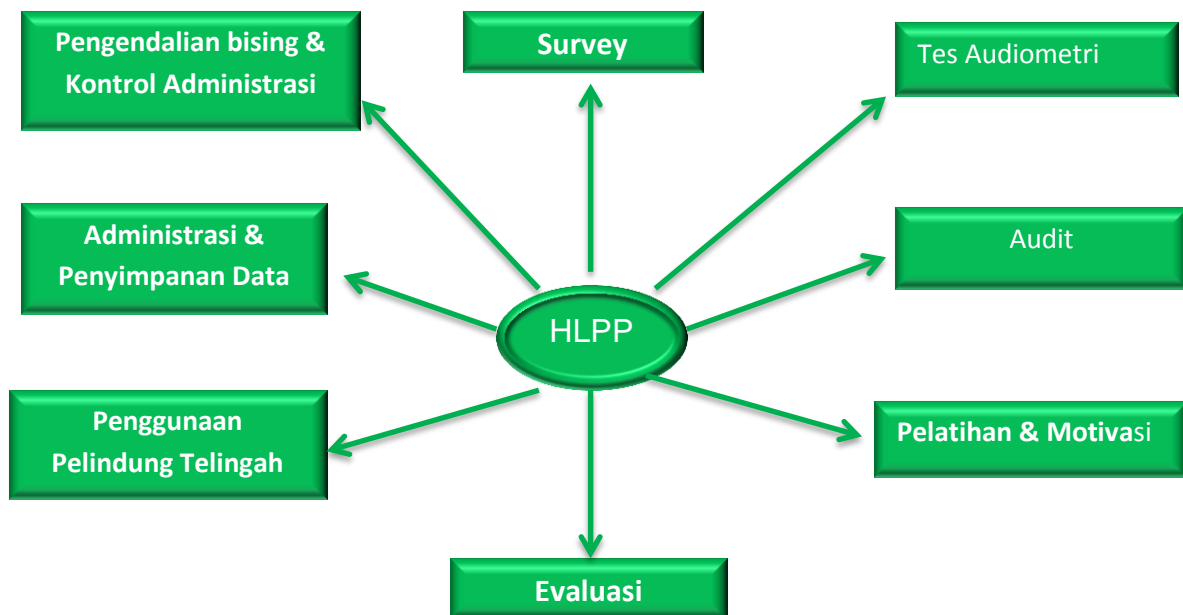
Bagian- 4
PELAKSANAAN MANAJEMEN PENGENDALIAN BISING

Pelaksanaan Manajemen Pengendalian Bising merupakan bagian dari Hearing Loss Prevention Program (HLPP), atau Hearing Conservation Programme (HCP) yang sangat berhubungan dengan kebijakan perusahaan, yang akan mempengaruhi produktivitas, pemeliharaan, dan prosedur operasi mesin. Noise Control Management atau Manajemen Pengendalian Bising sangat berhubungan dengan berbagai devisi atau unit didalam suatu industry proses, yaitu antara devisi human resources/Occupational Health Safety & Enviromental=HSE (safety,medical, industrial hygiene) devisi produksi, devisi maintenance, dan devisi engineering Lembaga internasional seperti OSHA, NIOSH, dan CAOHC, mendefenisikan usaha perlindungan ini sebagai Hearing Conservation Program/HCP yang kemudian perkembangannya menjadi Hearing Loss Prevention Program/HLPP



Gambar.8. Skema Hearing Conservation Programme (HCP)

Dari skema gambar 8, dikembangkan menjadi gambar.9 yaitu menjadi Hearing Loss Prevention Program/HLPP yang sesuai dari elemen-elemen program akan terlaksana dengan teratur. HLPP, sekurang-kurangnya terdiri dari 8 komponen



Gambar.9. Delapan komponen HLPP

Delapan komponen

1. Survey dan pengawasan paparan kebisingan industri
2. Tes dan evaluasi audiometri
3. Audit prosedur disaat inisiasi dan kemudian diteruskan
4. Pelatihan bagi pekerja
5. Evaluasi efektifitas dari program yang telah dijalankan
6. Penggunaan perlindungan telinga
7. Admistrasi dan penyimpanan data
8. Pengendalian kebisingan

Untuk melindungi pekerja dari kebisingan industri (lingkungan tempat kerja), NIOSH = National Institute of Occupational Safety and Health (adalah bagian dari pusat pencegahan dan penendalian penyakit/Center for Disease Control and Prevention di dalam departemen pelayanan kesehatan Amerika Serikat) menyerankan waktu maksimum untuk tiap paparan kebisingan tertentu, dan di Indonesia sendiri waktu paparan kebisingan diatur dalam Permennakertrans No.13/MEN/X/2011 , tentang NAB (Nilai Ambang Batas) Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja

Kebutuhan Hearing Loss Prevention Program (HLPP), akibat kerugian dari terpaparnya bising di tempat kerja, antara lain , untuk perkerja dan pihak perusahaan

Pekerja :

Kehilangan kemampuan :

- Pendengaran secara parmanen,
- Tinnitus parmanen,
- Masalah berkomunikasi di tempat kerja yang bising,
- Meningkatnya kemungkinan terjadinya kecelakaan, dan,
- Kelelahan dan stress

Perusahaan :

Dari klaim kompensasi, kerugian dari perusahaan akibat bising tidaklah seberapa karena biaya kompensasi jauh lebih rendah dari pada biaya yang dikeluarkan untuk melakukan Hearing Loss Prevention Program (HLPP),

- Klaim kompensasi Ketika seorang pekerja didiagnosa mengalami kehilangan kemampuan pendengaran akibat kebisingan, perusahaan menanggung kompensasi untuk pekerja,
- Produktivitas. Bising dapat secara langsung mempengaruhi tingkat produktivitas dengan memperlambat performansi kerja dan meningkatnya jumlah kesalahan saat bekerja,
- Resiko kecelakaan. Bising dapat menjadi kontribusi dalam kecelakaan industry, yaitu saat keselamatan pelaksanaan pekerjaan bergantung pada komunikasi suara, dan bising akan menjadi ancaman untuk keselamatan

Keuntungan dari Hearing Loss Prevention Program (HLPP)

- Ketika sebuah perusahaan telah menjalankan Hearing Loss Prevention Program (HLPP) dengan efektif, semua pihak baik pekerja maupun perusahaan akan mendapatkan hasilnya.
- Bagi perusahaan akan mendapatkan keuntungan finansial, dan bagi pekerja adalah mendapatkan hak-hak perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja, dan kemampuan berkomunikasi terjaga dengan baik.

4.1. SISTEM SAFETY PROSES

Pelaksanaan kegiatan sebagai mana dalam "System Safety Process" atau Hirarki Kontrol mulai dari ; antisipasi, rekognisi, dan identifikasi sumber bising dan membuat perangkat kebisingan dan mengambil tindakan pengendalian bising yang paling efektif

4.1.1. PLANT SURVEI (dengan daftar periksa) :

Dalam identifikasi sumber bising dan membuat perangkat kebisingan, diperlukan pemahaman dasar mengenai (1) Jumlah dB (2) Pembebanan dB(A), (3) Pengukuran tingkat bising (4), Perilaku suara dalam ruang

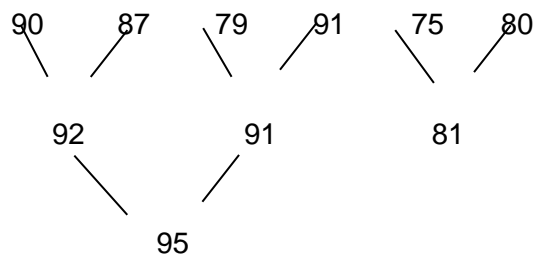
Jumlah dB

Menurut (Waldron, H.A 1989 :119), Occupational health practice, 3rd Ed, London; Butterworths, menyatakan bahwa untuk kombinasi sound level (dB) dengan nilai intensitas yang bervariasi dapat digabungkan dalam satu parameter (sound level -dB) sesuai hukum invers multi intensitas (rule of thumb for adding or subtracting decibels), seperti terlihat pada Tabel, 3

Tabel. 2 rule of thumb for adding or subtracting decibels

Diference	Nilai
0 – 1 dB	3 dB
2 – 3 dB	2 dB
4 – 9 dB	1 dB
10 dB keatas	0 dB

Dengan contoh sebagai berikut



Waldron, H.A (1989), Occupational health practice, 3rd Ed, London; Butterworths & Co.p.119

Dari Tabel,-3 untuk menggabungkan sound level (dB) dengan nilai intensitas suara pada suatu jarak kelas yang sama dalam suatu area dengan data ; 90 dB, 87 dB, 79 dB, 91 dB, 75 dB, dan 80 dB, dengan sound level akhir sebesar 95 dB.

$$\begin{aligned}
 87 \text{ dB} &= 90 \text{ dB} = 92 \text{ dB} \\
 79 \text{ dB} &= 91 \text{ dB} = 91 \text{ dB} \\
 91 \text{ dB} &= 92 \text{ dB} = 95 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Catatan : Penambahan pada intensitas yang lebih tinggi

Banyak pendekatan yang digunakan untuk perhitungan intensitas bunyi/ sound level (dB) dengan decibel logaritme, bukan dihitung dengan rata-rata.

Pengukuran Tingkat Bising

Untuk mengetahui besarnya intensitas kebisingan di tempat kerja digunakan alat "Sound level meter", dan "Dosimeter" dipakai untuk menghitung paparan bising yang selama jam kerja, sedangkan alat untuk menguji pendengaran dinamakan "Audiometer" yang diujikan pada kedua belah telinga secara bergantian. Hasil pengujian dapat berupa "audiometric sheet"

a. Survey per- area tingkat bising

Survei dilakukan dengan pengukuran beberapa titik pada tempat yang timbul tingkat paparan yang tinggi, dengan menggunakan **Sound Level Meter**, Alat ini digunakan untuk mengukur besarnya tingkat intensitas kebisingan di lingkungan kerja, (yang bagian- bagiannya terdiri dari : microphone, amplifier, calibrated attenuators, weighting networks dan metering system) Hasil akhir survey area adalah pemetaan kontur kebisingan (Noise Mapping)

b. Survei per- individu

Survei perindividu dapat dilakukan dengan dosimeter atau menggunakan SLM dan stopwatch. **Dosimeter**, adalah penggunaan instrument pengukur (dosimeter) yang dapat dipakai/dikenakan untuk menghitung paparan bising yang diterima selama jam kerja. Dosimeter akan mencatat tingkat kebisingan yang diterima oleh pekerja dan durasi paparan kebisingan. Metode ini adalah metode yang akurat untuk mengukur tingkat paparan kebisingan yang diterima pekerja. Pengukuran dilakukan di daerah pendengaran pekerja, kira-kira 15 – 30 cm dari telinga pekerja.

Perhitungan Tingkat Energi Bising dan membuat Peringkat Kebisingan

Sebuah pabrik dengan sumber bising, dengan adalah :

pompa, = 93 dBA,

kipas, = 90 dBA,

motor, = 88 dBA

,maka total kebisingan dihitung dengan rumus sebagai berikut ,

$$10 \cdot \log(10^{93/10} + 10^{90/10} + 10^{88/10}) = 95,6 \text{ dBA}$$

4.1.2. TES DAN EVALUASI AUDIOMETRI

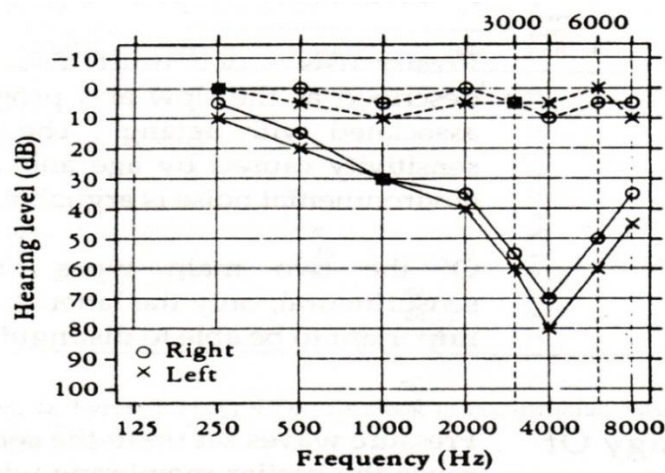
Gangguan penderangan akibat kebisingan atau Noise Induced Hearing Loss (NIHL), bersifat pergeseran ambang dengar temporer atau Temporary Threshold Shift (TTS) atau menetap Permanent Threshold Shift (PTS), dengan kemampuan manusia yang paling peka terhadap frekuensi suara 4.000 Hz.

Dalam gambar.10, periode pertama hilang pendengaran terjadi pada frekuensi antara 3.000 Hz sampai dengan 6000 Hz, dan paling banyak terpusat pada 4.000 Hz, akibatnya frekuensi menengah yaitu antara 250 Hz sampai dengan 3.000 Hz ikut terpengaruh.

Pada gambar 10, frekuensi 4.000 Hz (paling peka), dimana semestinya suara dapat didengar pada level 10 dB, maka bagi yang sudah terganggu pendengarannya baru dapat mendengar setelah kadar suara diperkuat hingga 80 dB. Pergeseran pendengaran dari suara level lemah ke- suara level kuat disebut " threshold shift" atau pergeseran ambang dengar.

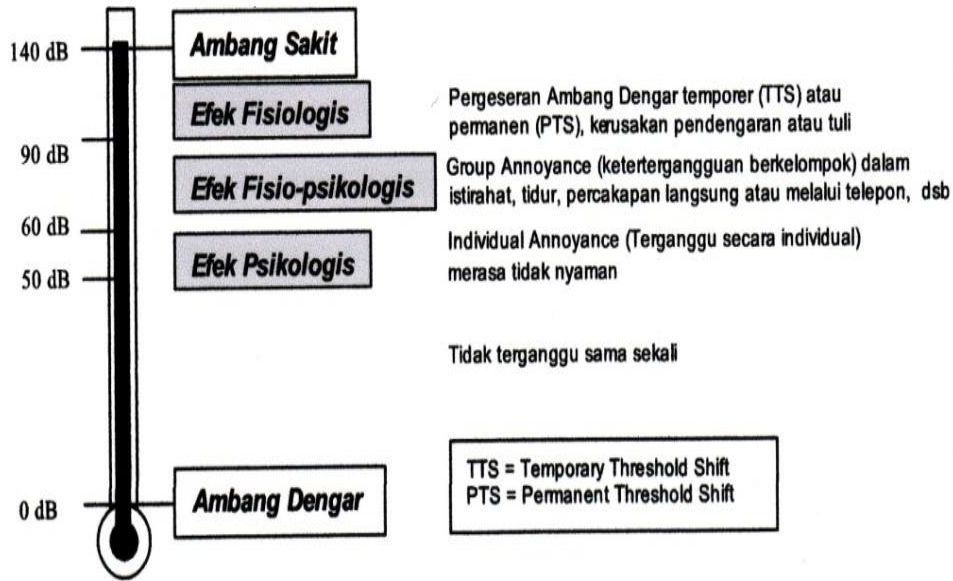
Pergeseran ambang dengar sebagai akibat pemaparan kebisingan level lemah, pada mulanya hanya bersifat sementara dan berangsur- angsur akan pulih kembali apabila pemaparan dihentikan.

Apabila Temporary Threshold Shift (TTS) diabaikan dan pemaparan berlangsung terus setiap hari dalam periode beberapa tahun , maka akan mengalami Permanent Threshold Shift (PTS), dan tidak dapat disembuhkan lagi.



Gambar .10 Contoh audiogram form, Levy, B.S. & Wegman, D.H. Occupational health –recognizing and preventing work related diseases. Beton: Little, Brown & Co. halaman.255

Efek Bising pada Manusia



Gambar.11 Meter tingkat bising

1. Evaluasi Audiometri



Pemaparan bising yang mempunyai intensitas yang tinggi, menyebabkan kerusakan kemampuan pendengaran secara parmanen disebut trauma akustik.

Audimetri adalah tes kemampuan pendengaran, selain menentukan tingkat pendengaran, juga mengukur kemampuan membedakan intensitas suara, mengenali pitch, sedangkan alat untuk menguji pendengaran dinamakan "Audiometer" yang diujikan pada kedua belah telinga secara bergantian. Hasil pengujian dapat berupa "audiometric sheet"



Tujuan

Evaluasi audiometri adalah kebutuhan indicator kebutuhan Hearing Loss Prevention Program (HLPP). Kehilangan kemampuan pendengaran terjadi secara bertahap, sehingga pekerja tidak merasakan perubahan pada pendengaran mereka

Metode :

Melakukan tes batas Pendengaran tiap telinga pada frekwensi : 500,1000,2000,3000, 4000 dan 6000 Hz (NIOSH 1998)

2. Waktu Pelaksanaan

Audiometri dilakukan pada :

- (1) Masa rekrutmen pekerja
- (2) Masa sebelum penempatan di lingkungan kerja bising
- (3) Pemeriksaan berkala di tempat kerja bising (85 – 100 dBA), atau 2 kali setahun untuk pemaparan tingkat bising diatas 100 dBA

Pemaparan	Resiko
100 dBA	Para
95 dBA	Tinggi
90 dBa	Sedang
85 dBA	Rendah
80 dBA	Sangat rendah

- (4) Saat akan ditempatkan di luar area bising
- (5) Saat pemutusan hubungan kerja

Analisa Hasil Perhitungan Audiometri:

Contoh perhitungan :

Catatan,

Kehilangan daya dengar , Nilai maximal (92 dB = 100 % loss)

Nilai manimal (20 dB = 0 % loss)

1. Kehilangan daya dengar/slight bilateral hearing loss

Telingah	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz
Kanan	15	15	20	30
Kiri	20	20	30	40

Rata - rata gangguan penderangan akibat kebisingan, dihitung sbb :

Telingah Kanan :

$$\frac{15 + 15 + 20 + 30}{4} = 20 \text{ dB} = 0 \% \text{ loss}$$

Telingah Kiri :

$$\frac{20 + 20 + 30 + 40}{4} = 27,5 \text{ dB} = 3,75 \% \text{ loss}$$

Cacat daya dengar

Bilangan terkecil (better ear)

$$0 \% \times 5 = 0$$

Bilangan terbesar (poorer ear)

$$3,75 \% \times 1 = 3,75 \%$$

$$\text{Total} : 3,75 : 6 = 1 \% \text{ loss}$$

Maka kehilangan daya dengar sebeas 1 %

4.2. NOISE CONTROL PROGRAM

1. Teknik pengendalian bising

Setelah melakukan identifikasi bahaya bising, urutan langkah yang diambil dalam melakukan teknik pengendalian kesisingan adalah sebagai berikut :

- 1) Melakukan studi kelayakan
- 2) Memilih metode, bahan-bahan termasuk desain dan instalasi berbagai protipe yang dibutuhkan
- 3) Melakukan evaluasi terhadap metode pengendalian bising yang hendak diaplikasikan dan melakukan modifikasi yang dianggap perlu
- 4) Mengimplementasikan perubahan dan modifikasi final
- 5) Melakukan evaluasi terhadap sistem yang akan digunakan terhadap peraturan-peraturan yang berlaku

Teknik pengendalian bising biasanya dikategorikan berdasarkan sasaran pengendalian ada tiga tahap dasar pengendalian kebisingan/noise (sumber, medium, atau perantara), seperti dibahas oleh NIOSH

- a. Sumber : Dengan cara isolasi, substitusi, enclosure, silencers dan barrier
- b. Medium/path : Ventilasi sistem, exhaust vent, blower sistem dan barrier
- c. Penerima/receiver : Pengaturan lama waktu kepaparan/shift-work dan alat pelindung diri

Metoda Pengontrolan



Sumber	Lingkungan Kerja	Penerima
<ul style="list-style-type: none">• Substitusi bahan• Perubahan proses• Menutup proses• Isolasi proses• Metoda basah• Ventilasi lokal LEV	<ul style="list-style-type: none">- pemeliharaan lingk..bersih- ventilasi umum- perlebar jarak S&P- pemantauan menerus- program maintenance yang menerus- pembatas	<ul style="list-style-type: none">- training, penyuluhan- rotasi pekerja- ruangan khusus (AC)- alat pemantauan film badge- perlindungan individu (respirator)- pemeliharaan kesehatan

Catatan :

- *Barrier, adalah material yang ditempatkan diantara pekerja dan sumber suara, biasanya berdiri sendiri dilantai, yang berfungsi untuk memantulkan energy akustik menjauh dari pekerja---ketebalan barrier = 3 kali panjang gelombang---mereduksi = 8-10 dB*
- *Enclosure partial, adalah ketika barrier menutupi sebagian besar mesin --- menurunkan = 12 – 15 Db*

2. Modifikasi bentuk desain

Perubahan desain peralatan atau mesin dan perubahan metode dan proses kerja dapat diefektifkan untuk menurunkan tingkat paparan kebisingan. Untuk menurunkan kebisingan yang sederhana sebagai berikut :

- a. **Pemeliharaan**
Mesin yang rusak atau tidak dirawat akan lebih bising dibandingkan dengan mesin-mesin yang dirawat dengan baik.

Hal-hal penting dalam Maintenance Mesin :

- Dalam bekerja selalu diawali dan diakhiri dengan budaya Pemilahan, Penataan, Pembersihan dan Keselamatan kerja (6S = Managing working place)
- Prinsip penting dalam pemeliharaan adalah mengetahui kondisi mesin saat prima menghasilkan produk yang berkualitas (Setting, Parameter, Kondisi fisik)
- Adanya catatan mesin (historical & operation records) yang akurat, mudah ditemukan dan mudah dianalisa, yaitu catatan pada getaran, suhu, tekanan, kebisingan, konsumsi spare-parts, bahan bakar, performa kerja (mutu dan hasil)
- Adanya perawatan harian, mingguan dan periodik sesuai jadwal dengan pencatatan yang rapih dan benar
- Tahu benar titik kritis perawatan, struktur konstruksi mesin, sistem kontrol dari sebuah mesin/alat kerja
- Mesin yang bagus akan dengan mudah diketahui ketidak normalannya (berisik, tetesan, retakan, panas, pemborosan)
- Mesin yang baik selalu memiliki perlindungan keselamatan kerja
- Adanya cadangan spare-part (inventory tidak selalu disimpan didalam perusahaan), mudah didapat dan tersedia saat diperlukan.

b. Modifikasi ruangan

Kehadiran permukaan pantul (dinding, lantai, atap, dan permukaan mesin) dalam tempat kerja akan menghasilkan suara tambahan.

Dengan mengendalikan/mencegah suara pantul, medan suara pantul dapat dikurangi beberapa dB. Biasanya suara pantul dicegah dengan menggunakan material absorber pada dinding, atap atau lantai. Kemungkinan reduksi pada ruangan adalah 0 sehingga 12 dB.

c. Penggantian peralatan

Pemilih alat yang lebih diam. Pemilihan peralatan harus mempertimbangkan spesifikasi untuk batas kebisingan atau data performa kebisingan alat

DAFTAR PUSTAKA

ACGIH TLV,2010 - 2011

`American Conference of Governmental Industrial Hygienists ()

E,Granjen (1995),

Fitting the task to the man-4th

ISO International Standards Technical Committees ISO TC43/SC-1 Noise

Joe Riordan- Charperson (1995)

Occupational Health and Higiene. Brisbane ; D, Grantham

Jullian B. Olishifski (1988)

Fundamentals of Industrial Hygiene (3rdED). New Yourk : National Safety Council .655-666.

Jullian B. Olishifski (1988)

Industrial noise (revused by standard) Fundamentals of Industrial Hygiene (3rdED). New Yourk : National Safety Council, chapter. 9 hlmn 163 -2003

Olishifski Julian, McElroy, Frank E. eds.,(1997),

“Fundamentals of Industrial Hygiene.”, Chicago L Natâ€™ Safety Council

OSHA (Occupational Safety and Health Administration),

Noise standard, Occupational Noise Exposure; Hearing Conservation Amendment, 29 CFR 1910.95

NIOSH (1988)

Introduction to Occupational Safety 508. U.S Departemen of Health,

Stephan A.Konz. (1992),

Departemen of industrial Engineering,Kansan State University Manhattan, International Ergonomic Association

Waldron, H.A (1989),

Occupational health practice, 3rd Ed, London; Butterworths & Co.

Zenz.C. (1994).

Occupational medicine principles and practical approaches, (2nd Ed.)Chicago ; Mosby Year Book Medical Publishers.