

GANGGUAN PENDENGARAN AKIBAT BISING

Fransiska Lintong

Bagian Fisika Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado

Abstract: Noise induced hearing loss is often found among industrial workers all over the world, especially in developing countries, such as Indonesia. The permitted maximum limit of noise for a human being is 80 dB. Noise with a high intensity that occurs for a long time can cause some changes in metabolic processes and the blood supply in the organ of Corti. The impacts of these changes are damage and degeneration of hair cells, and in the long run, the total destruction of this organ and permanent hearing loss. Effects of noise to this sense organ are in the forms of acoustic trauma, noise-induced temporary threshold shift, and noise-induced permanent threshold shift. Noise induced hearing loss is a senso-neural deafness, and is generally bilateral.

Keywords: noise, organ of Corti, permanent loss, senso-neural deafness

Abstrak: Gangguan pendengaran akibat bising sering dijumpai pada pekerja industri di seluruh dunia, terlebih lagi di negara berkembang seperti Indonesia. Ambang batas maksimum aman dari bising bagi manusia adalah 80 dB. Bising dengan intensitas tinggi yang berlangsung dalam waktu lama akan menyebabkan perubahan metabolisme dan vaskuler. Sebagai akibat terjadi robekan sel-sel rambut organ Corti dan kerusakan degeneratif sel-sel tersebut, yang kemudian berlanjut dengan destruksi total dari organ tersebut dan kehilangan pendengaran yang permanen. Efek bising terhadap pendengaran dapat berupa trauma akustik, perubahan ambang pendengaran akibat bising yang berlangsung sementara, dan perubahan ambang pendengaran akibat bising yang berlangsung permanen. Gangguan pendengaran yang terjadi akibat bising adalah berupa tuli *senso-neural* yang biasanya bilateral.

Katakunci: Kebisingan, organ corti, permanen, tuli *senso-neural*

Bising merupakan bunyi yang tidak dikehendaki atau tidak disenangi yang merupakan aktivitas alam dan buatan manusia.¹ Kemajuan peradaban telah menggeser perkembangan industri ke arah penggunaan mesin-mesin kendaraan bermotor, mesin-mesin pabrik, alat-alat transportasi berat, dan lain sebagainya. Gangguan pendengaran akibat bising (NIHL = *Noise Induced Hearing Loss*) sering dijumpai pada pekerja industri di negara maju maupun berkembang. Indonesia dapat disebut sebagai negara industri yang sedang berkembang, sehingga dalam upaya peningkatan pembangunan banyak menggunakan peralatan industri yang dapat menimbulkan kebisingan di lingkungan kerja.²

Bising dapat menyebabkan berbagai gangguan terhadap kesehatan seperti peningkatan tekanan darah, gangguan psikologis, gangguan komunikasi, gangguan keseimbangan dan gangguan pendengaran. Gangguan pendengaran adalah gangguan paling serius karena dapat menyebabkan ketulian. Ketulian dapat bersifat sementara atau menetap.³

Menurut pengamatan Komite Nasional Penanggulangan Gangguan Pendengaran dan Ketulian (PGPKt), kemungkinan adanya resiko gangguan pendengaran pada usia yang lebih muda. Banyaknya tempat permainan anak-anak seperti *time zone* atau *fun stations*, ternyata setelah dilakukan pengukuran, intensitas kebisingan di tempat ini

berkisar antara 80-90 dB. Intensitas kebisingan tersebut, bila terpapar dalam waktu yang lama dapat menyebabkan ketulian. Kemajuan teknologi mendengar musik seperti *ipod*, *mp3*, dengan memakai *headset* (*handsfree*) tanpa kontrol terhadap suara musik dan lamanya pemakaian dapat beresiko terhadap pendengaran.^{4,5}

Sumber bising

Sumber bising bisa tunggal atau ganda. Umumnya kebisingan ditimbulkan oleh beberapa sumber (ganda) seperti lalu lintas, kawasan industri dan pemukiman. Beberapa sumber bising ialah:^{1,5}

1. Lalu lintas. Terjadi di kota-kota besar dan didominasi oleh kendaraan seperti truk, *dump truck* sampah, bis, sepeda motor, generator dan vibrasi kendaraan.
2. Industri. Awalnya pengaruh kebisingan lebih banyak menyangkut lingkungan di dalam industri, tetapi akhirnya dirasakan juga oleh penduduk disekitarnya.
3. Pemukiman. Penyebab utama kegiatan rumah tangga, *fan*, *hair dryer*, *mixer*, gergaji mesin, mesin pemotong rumput, *vacuum cleaner* dan peralatan domestik lainnya.

Pembagian kebisingan

Berdasarkan frekuensi, tingkat tekanan bunyi, tingkat bunyi dan tenaga bunyi, bising dibagi atas tiga kategori:^{6,8}

1. Audible noise (bising pendengaran). Bising ini disebabkan frekuensi bunyi antara 31,5-8000 Hz
2. Occupational noise (bising yang berhubungan dengan pekerjaan). Disebabkan bunyi mesin di tempat kerja, mesin ketik
3. Impulse noise (bising impuls). Bising yang terjadi akibat adanya bunyi menyentak misalnya pukulan palu, ledakan meriam, tembakan bedil, dll

Berdasarkan skala intensitas, tingkat kebisingan di bagi dalam: sangat tenang, tenang, sedang, kuat, sangat kuat dan menulikan (Tabel 1).

Batas kebisingan yang dapat didengar manusia

Manusia memiliki kemampuan mendengar frekuensi suara mulai 20 Hz hingga 20.000 Hz. Manusia juga dapat mendengar suara desibel (intensitas kebisingan) dari 0 (pelan sekali) hingga 140 dB (suara tinggi dan menyakitkan). Bila intensitas kebisingan lebih dari 140 dB bisa terjadi kerusakan pada gendang telinga dan organ-organ dalam gendang telinga. Ambang batas maksimum aman bagi manusia adalah 80 dB, namun pendengaran manusia dapat mentolerir lebih dari 80 dB, asalkan waktu paparannya diperhatikan.

Tabel 1. Daftar skala intensitas kebisingan¹

Tingkat kebisingan	Intensitas	Batas dengar tertinggi
Menulikan	100 - 120	Mesin uap, meriam, halilintar
Sangat kuat	80 -100	Pluit polisi, perusahaan sangat gaduh, Jalan hiruk pikuk
Kuat	60-80	Perusahaan, radio, jalan pada umumnya, kantor gaduh
Sedang	40-60	Radio perlahan, percakapan kuat, Kantor umumnya, rumah gaduh
Tenang	20-40	Percakapan, auditorium, kantor perorangan, rumah tenang
Sangat tenang	0-20	Batas dengar terendah, berbisik, bunyi daun

Tabel 2. Intensitas bunyi dan waktu paparan yang diperkenankan sesuai dengan Departemen Tenaga Kerja 1994-1995.^{13,14}

Intensitas bising (dB)	Waktu paparan per hari dalam jam
80	16
85	8
90	4
95	2
100	1
105	½
110	¼
115	1/8

Dari tabel di atas, bila pekerja yang bekerja di tempat pemotongan logam/besi dengan intensitas kebisingan 122 dB, mereka hanya boleh memotong logam selama kurang dari 1/8 jam (7,5 menit). Setelah itu berhenti beberapa saat baru melanjutkan kembali pekerjaan.

Sumber kebisingan lain adalah suara dari *walkman*, dimana kebisingan yang ditimbulkan adalah setara dengan suara mesin bor yang intensitasnya mencapai 96 dB. Hasil penelitian di Australia menyebutkan anak-anak yang sering mendengar *walkman* sejak usia 10 tahun, kemungkinan akan menderita tuli pada usia 30-an tahun.

Parameter kebisingan^{1,5,9}

1. Parameter dasar:
 - a. Frekuensi dinyatakan dalam *Hertz* yaitu siklus per detik.
 - b. Tenaga bunyi dinyatakan dalam *watt* yaitu energi pancaran bunyi total.
 - c. Tekanan bunyi, dinyatakan dalam *mikropaskal* (uPa), yaitu intensitas sebagai akar dari kuadrat amplitudo
2. Parameter turunan:
 - a. Tingkat tekanan bunyi (*sound pressure level*).

Dinyatakan dalam dB yakni tingkat dalam frekuensi yang berkaitan dengan tekanan bunyi. Kegunaan untuk mengukur pita frekuensi. Hubungan antara tekanan bunyi dengan tingkat tekanan bunyi dapat dilihat

dalam skala desibel (dB) yaitu logaritma dari tekanan bunyi.

$$\text{Sound pressure level (dB)} = 20^{10} \log P_1 / P_0$$

P_1 = Tekanan bunyi (uPa)

P_0 = Tekanan bunyi dasar = 20 uPa (yaitu 0,002 Pa)

Dipakai tekanan dasar 20 uPa (0,0002 dyne/cm² oleh karena bunyi dengan Frekuensi 1000 Hz (nilai ambang pendengaran) dapat didengar oleh telinga Normal

b. Tingkat bunyi

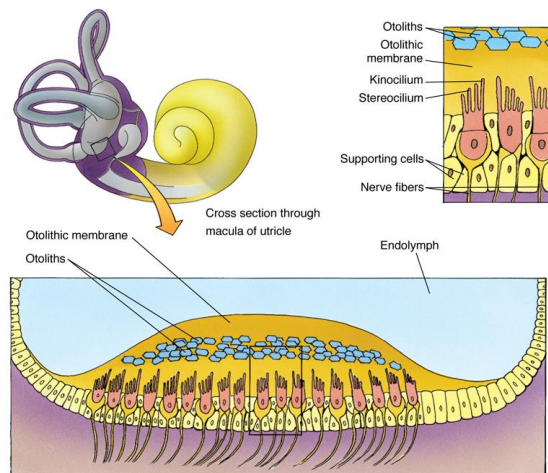
Sama dengan desibel yang mana menunjukkan tingkat linieritas satuan dalam parameter dapat dihitung seperti biasa, tetapi parameter turunan dalam satuan dB tidak bisa.

Pengaruh bising terhadap pendengaran

Efek bising terhadap pendengaran dapat dibagi menjadi tiga kelompok, yakni trauma akustik, perubahan ambang pendengaran akibat bising yang berlangsung sementara, dan perubahan ambang pendengaran akibat bising yang berlangsung permanen. Paparan bising intensitas tinggi secara berulang dapat menimbulkan kerusakan sel-sel rambut organ Corti di telinga dalam. Kerusakan dapat terlokalisasi di beberapa tempat di cochlea.^{1,5,9}

1. Trauma akustik

Pada trauma akustik terjadi kerusakan organik telinga akibat adanya energi suara yang sangat besar. Cedera *cochlea* terjadi akibat rangsangan fisik berlebihan berupa getaran yang sangat besar sehingga merusak sel-sel rambut (Gambar 1).¹⁰ Pada paparan berulang kerusakan bukan hanya semata-mata akibat proses fisika, tetapi juga proses kimiawi berupa rangsang metabolik yang secara berlebihan merangsang sel-sel rambut sehingga terjadi disfungsi sel-sel tersebut. Akibatnya terjadi gangguan ambang pendengaran sementara. Kerusakan sel-sel rambut juga dapat mengakibatkan gangguan ambang pendengaran yang permanen.^{1,5,9}



Gambar 1. Sel-sel rambut dan sel-sel pendukungnya di dalam makula *cochlea*. Sumber: Gartner LP, Hiatt JL; 2007.¹⁰

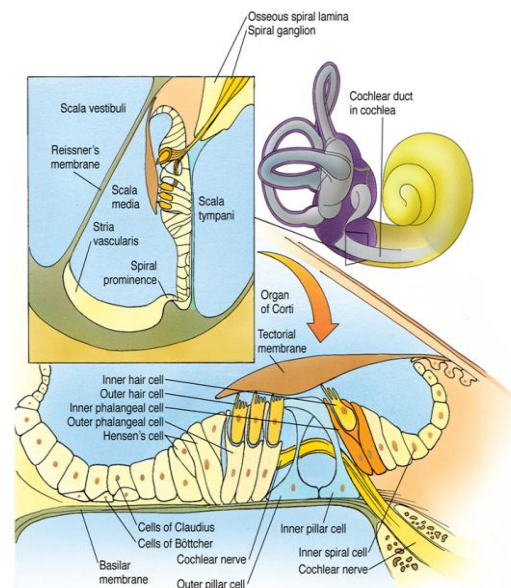
2. *Noise-induced temporary threshold shift*

Pada keadaan ini terjadi kenaikan ambang pendengaran sementara yang secara perlahan-lahan akan kembali seperti semula. Keadaan ini berlangsung beberapa menit sampai beberapa jam bahkan sampai beberapa minggu setelah pemaparan. Kenaikan ambang sementara ini mula-mula terjadi pada frekuensi 4000 Hz, tetapi apabila pemaparan berlangsung lama maka kenaikan nilai ambang sementara akan menyebar pada frekuensi sekitarnya. Makin tinggi intensitas dan lama waktu pemaparan makin besar perubahan nilai ambang pendengarannya. Respon tiap individu terhadap kebisingan tidak sama tergantung sensitivitas masing-masing individu.^{1,5,9}

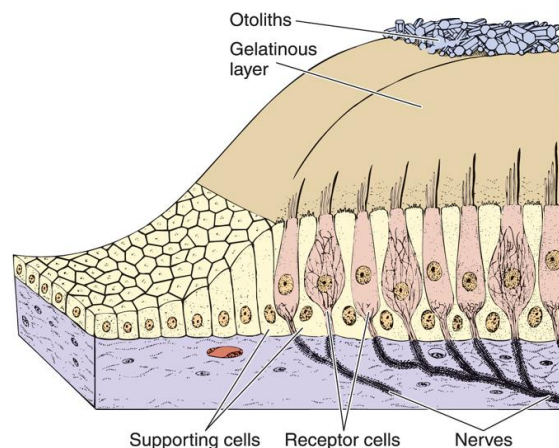
3. *Noise-induced permanent threshold shift*

Kenaikan terjadi setelah seseorang cukup lama terpapar kebisingan terutama pada frekuensi 4000 Hz. Gangguan ini paling banyak ditemukan dan bersifat permanen. Kenaikan ambang pendengaran yang menetap dapat terjadi setelah 3,5 sampai 20 tahun terjadi pemaparan. Penderita mungkin tidak menyadari bahwa pendengarannya telah

berkurang dan baru diketahui setelah dilakukan pemeriksaan audiogram.



Gambar 2. Organ Corti, organ khusus untuk reseptor bunyi, membentang diatas membran basiler dan tersusun dari sel-sel rambut neuroepitel dan beberapa tipe sel-sel pendukungnya. Sumber: Gartner LP, Hiatt JL; 2007.¹⁰



Gambar 3. Struktur macula. Tampak sel reseptor dan sel pendukung dengan mikrovili. Terdapat deposit kristal (otolit) pada permukaan lapisan gelatinosa. Sumber: Junqueira LC, Carneiro J; 2005.¹¹

Hilangnya pendengaran sementara akibat pemaparan bising biasanya sembuh setelah istirahat 1-2 jam. Bising dengan intensitas tinggi dalam waktu yang lama (10-15

tahun) akan menyebabkan robeknya sel-sel rambut organ Corti sampai terjadi destruksi total organ Corti (Gambar 2,3).^{10,11} Proses ini terjadi karena rangsangan bunyi yang berlebihan dalam waktu yang lama dapat mengakibatkan perubahan metabolisme dan vaskuler sehingga terjadi kerusakan degeneratif pada struktur sel-sel rambut organ Corti, akibatnya terjadi kehilangan pendengaran yang permanen. Ini merupakan proses yang lambat dan tersembunyi sehingga pada tahap awal tidak disadari oleh para pekerja. Hal ini hanya dapat dibuktikan dengan pemeriksaan audiometrik. Apabila bising dengan intensitas tinggi tersebut berlangsung dalam waktu yang cukup lama, akhirnya pengaruh penurunan pendengaran akan menyebar ke frekuensi percakapan (500-2000 Hz).^{1,12-14}

Gambaran Klinis

Kekurangan pendengaran dibagi atas:

1. Konduktif: disebabkan adanya gangguan hantaran dari saluran telinga, rongga tympani dan tulang-tulang pendengaran
2. *Senso-neural*: disebabkan kerusakan di telinga dalam seperti organ Corti, nervus cochlearis, N VIII sampai ke otak
3. Campuran (mixed): tuli campuran dari kedua unsur konduktif dan *senso-neural*

Gangguan Pendengaran Akibat Bising (GPAB) atau *Noise Induced Hearing Loss* (NIHL) adalah tuli *senso-neural* dimana terjadi kerusakan sel rambut luar cochlea karena paparan bising terus menerus dalam jangka waktu lama. Ketulian biasanya bilateral dan jarang menyebabkan tuli derajat sangat berat. Stereosilia pada sel-sel rambut luar menjadi atrofi sehingga mengurangi respon terhadap stimulasi. Dengan bertambahnya intensitas dan lamanya paparan akan dijumpai lebih banyak kerusakan seperti hilangnya stereosilia. Daerah yang pertama kali terkena adalah daerah basal. Dengan hilangnya stereosilia, sel-sel rambut mati dan digantikan oleh jaringan parut. Dengan semakin luasnya kerusakan sel-sel rambut dapat timbul degenerasi pada saraf yang dapat

sampai di nukleus pendengaran pada batang otak.¹⁵⁻¹⁹

Gejala awal yang sering dikeluhkan adalah sensasi telinga berdenging (*tinnitus*) yang hilang timbul. *Tinnitus* akan menjadi lebih keras sensasinya bila terpapar bising dengan intensitas yang lebih besar. *Tinnitus* lebih mengganggu bila berada di tempat yang sepi atau saat penderita akan tidur sehingga menyebabkan sulit konsentrasi dan sukar tidur. Pasien akan mengalami penurunan fungsi pendengaran sehingga sulit bercakap-cakap walaupun berada di ruangan yang sunyi. Pendengaran yang terganggu biasanya mudah marah, pusing, mual dan mudah lelah.²⁰

Pencegahan ketulian dari proses bising

Melindungi telinga para pekerja secara langsung dengan memakai *ear muff* (penutup telinga) dapat menurunkan kebisingan antara 25-40 dB atau penggunaan *ear plugs* (sumbat telinga) dapat menurunkan kebisingan 18-25 dB bila bahannya terbuat dari karet. Selain penutup dan penyumbat telinga, dapat digunakan penutup kepala. Mengendalikan suara bising dari sumbernya dapat dilakukan dengan memasang peredam suara dan memampatkan suara bising (*mesin*) dalam ruangan yang terpisah dari pekerja. Perlu dilakukan tes pendengaran secara periodik pada pekerja serta dilakukan analisa bising dengan menilai intensitas bising, frekuensi bising, lama dan distribusi paparan serta waktu total paparan bising. Alat utama dalam pengukuran bising adalah *sound level meter*.^{1,9,21}

KESIMPULAN

Bising dengan intensitas tinggi dan dalam waktu yang lama dapat menyebabkan tuli *senso-neural* yang bersifat permanen. Efek bising terhadap pendengaran dapat dibagi atas tiga jenis, yaitu trauma akustik, perubahan ambang pendengaran akibat bising yang berlangsung sementara, dan perubahan ambang pendengaran akibat bising yang berlangsung permanen.

Gejala awal yang sering dikeluhkan adalah sensasi telinga berdenging (*tinnitus*)

yang hilang timbul, dan akan menjadi terus menerus bila paparan bising ulangan atau terpapar bising dengan intensitas lebih besar. Dengan terjadinya penurunan fungsi pendengaran maka akan sulit bercakap-cakap walaupun berada di ruangan yang sepi.

SARAN

Para pekerja harus diperlengkapi dengan alat pelindung telinga secara benar saat bekerja di tempat bising. Juga dianjurkan pihak pengusaha untuk mengisolasi mesin dengan dinding pembatas, melakukan pemeliharaan mesin secara rutin, memasang peredam suara, dan melakukan tes pendengaran secara rutin pada pekerja

DAFTAR PUSTAKA

1. **Gabriel JF**. Fisika Kedokteran. Jakarta: EGC XV, 1996; hal. 66-94.
2. **Prihatna H**. Hubungan tingkat pengetahuan tentang bahaya kebisingan dengan ketepatan pemakaian alat pelindung telinga pada pekerja pabrik tekstil unit tenun PT Pandatex Magelang. Digital library FK UI [homepage on the Internet]. Nodate. Available from: www.lit.fkuii.org/index
3. **Buchari**. Kebisingan industri dan hearing conservation program [homepage on the Internet]. 2007. Available from: www.libraryusu.ac.id
4. **Nasri**. Teknik pengukuran dan pemantauan kebisingan di tempat kerja, 1997.
5. Bising PLTSa [homepage on the Internet]. 2008. Available from: www.gedehace.blogspot.com/2008/04/bising-pltsa.html
6. **Ballantyne J**. Disease of the ear, nose and throat. Vol 2, 3rd ed. London: Butterworths, 1972.
7. **McMahon IS**. A survey of occupational deafness in an iron foundry. Proceeding of the 3rd Asia Oceania congress of otorhinolaryngology, July 1975; p. 348-359
8. **Cameron J, Skottronick JG**. Medical Physics, 1978; p. 297
9. **Sastrowinoto**. Penanggulangan dampak pencemaran udara dan bising dari sarana transportasi, 1985.
10. **Gartner LP, Hiatt JL**. Color textbook of histology 3rd edition. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2007; p. 529-33.
11. **Junqueira LC, Carneiro J**. Basic Histology text & atlas 11th edition. New York: McGraw Hill Lange, 2005; p. 471-3.
12. **Alan H, Cromer**. Fisika untuk ilmu-ilmu hayati: gelombang, Edisi kedua. Yogyakarta: Gajah Mada University .
13. **Zemansky MW**. Fisika untuk Universitas I: mekanika, panas dan bunyi. Jakarta: Francis Weston Sears, 1962.
14. **Djoyodiharjo B, Sukrawinata T**. Strategi pemeriksaan dan rehabilitasi pada gangguan dengar oleh bising. M.K.B. 1993; 25
15. **Diza M**. Tuli akibat bising di zaman modern [homepage on the Internet]. 2009. Available from: www.Kalbe.Co.id
16. **Adrina**. Gangguan pendengaran akibat bising [homepage on the Internet]. 2008 [updated 2008 17 May]. Available from: www.library.usu.ac.id/download/fk/pdf
17. Bising bisa timbulkan tuli [homepage on the Internet]. 2008 [updated 2008 Mei 17]. Available from: www.mail-archive.com/tlusakti@ypb.or.id/msg00071.html
18. **Hendarmin H, Wasposito D**. Gangguan pendengaran akibat pencemaran bising. Kumpulan naskah Kongres nasional V Perhati Semarang, Oktober 1977.
19. **Suraso B, Soehesi S**. Abstrak penelitian kesehatan seri 24. FK UNAIR, 2006.
20. Gejala tuli akibat bising [homepage on the Internet]. Juli 2008. Available from: www.sinarharapan.co.id/ipetek/kesehatan/2003/031/kes3.html
21. Buletin kualitas kesehatan dan keselamatan kerja [homepage on the Internet]. Juli 2008. Available from: www.ciptapangan.com