

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bunyi atau Suara

2.1.1. Definisi Suara

Bunyi atau suara adalah suatu energi mekanis dari benda yang bergetar dan merambat melalui suatu rangkaian padat – renggang – padat dari suatu media yang dilewatinya (Majalah Kesehatan Masyarakat Indonesia, 2001).

2.1.2. Gelombang Suara

Suatu gelombang suara dapat muncul hanya dalam media yang mempunyai massa atau inerti dan elastisitas. Karena udara mempunyai massa dan elastisitas, sehingga suatu gelombang suara dapat menyebar di dalamnya (MKMI, 2001).

2.1.3. Frekuensi

Frekuensi adalah jumlah gelombang tekanan atau getaran per detik atau jumlah molekul udara dari suatu sumber suara berpindah secara maksimal dari posisi keseimbangan (*equilibrium*) ke sisi berlawanan dan kembali lagi ke posisi awal (Hersoesanto, 1974). Satuan untuk frekuensi adalah *Hertz* (Hz) atau *cycle per second* (cps). Rentang frekuensi pendengaran manusia dengan fungsi pendengaran yang normal berkisar antara 20 – 20.000 Hz. Bunyi atau suara merupakan kombinasi

beberapa frekuensi yang disebut sebagai spektrum suara. Spektrum frekuensi dapat menentukan faktor tingkat gangguan yang diakibatkan oleh kebisingan.

2.1.4. Panjang Gelombang

Panjang gelombang adalah jarak pengukuran antara dua titik yang berjarak sama dari dua gelombang berturut-turut atau panjang gelombang adalah jarak dimana suatu gelombang suara berpindah dalam satu siklus. Lambang dari panjang gelombang adalah lamda (λ) dan satuannya adalah *feet* atau meter

2.1.5. Unit dan Level Suara

Berikut ini adalah unit dan level suara yang biasa dipergunakan dalam perhitungan tingkat kebisingan :

1. *Decible* (dB)

Desibel merupakan satuan ukuran kebisingan untuk menggambarkan intensitas, *power*, dan *pressure* dalam skala level dB yang merupakan konversi dari N/m^2 ke dalam level dB RE $0,00002 N/m^2$ dan dari $watts/m^2$ ke dalam dB. Pada umumnya telinga sanggup menerima bunyi atau suara tanpa kesulitan pada *range* tekanan yang cukup luas. Untuk memudahkan, dipakai satuan desibel (dB) sebagai pengganti ukuran-ukuran tekanan dengan rumus :

$$dB = 20 \log_{10} \frac{P_1}{P_0}$$

Keterangan :

P_1 = tekanan suara yang akan diukur

P_0 = tekanan referensi (*reference pressure*)

Dalam *Industrial Hygiene Work*, *reference pressure* ini umumnya 0,0002 dyne/cm² dan nilai ini disesuaikan dengan bunyi terlemah yang dengar dalam kondisi terbaik untuk menyimak.

2. *Sound Intensity Level*

Adalah satuan ukuran level intensitas kebisingan.

3. *Sound Power Level*

Adalah satuan ukuran level dari kekuatan kebisingan.

4. *Sound Pressure Level*

Adalah satuan ukuran level dari tekanan kebisingan. Tingkat tekanan bunyi diukur dengan skala logaritma dalam satuan desibel (dB).

5. *The Equivalent (average) Sound Pressure Level (Leq = L_{AVG})*

Adalah nilai ekuivalen *sound pressure level* untuk kebisingan yang *continue* dan konstan dalam satuan waktu tertentu berdasarkan pada ER 3 dB.

6. *L_{AVG} (Average Level)*

Adalah level kebisingan rata-rata untuk periode pengukuran berdasarkan pada exchange rate 4, 5, atau 6 dB. Jika ER sebesar 3 dB, maka L_{avg} adalah sama dengan Leq (*level of equivalent*).

7. *Time-Weighted Average (TWA)*

Adalah *Sound Pressure Level* rata-rata hasil pengukuran kebisingan di tempat kerja selama 8 jam / hari.

8. *Exchange Rate (ER)*

Adalah peningkatan level kebisingan tertentu sebagai kompensasi pengurangan separuh waktu pemajanan, atau penurunan level kebisingan tertentu sebagai konsekuensi penambahan 2 kali lipat waktu pemajanan (3, 4, 5, atau 6 dB).

9. *Criterion Level (CL)*

Adalah level kebisingan yang diaplikasikan untuk 8 jam kerja yang diakumulasikan sebagai *dose* (100%).

10. Filter A, B, C, D Linear

Adalah beberapa tipe filter yang digunakan untuk mengukur level dari *power*, intensitas, dan tekanan suara (dBA dan dBC). Filter tipe B dan D jarang dipakai. Filter A sangat sesuai untuk mengukur kebisingan yang mempunyai rentang frekuensi sama dengan frekuensi pendengaran manusia yaitu 500 – 4.000 Hz dengan level kebisingan < 140 dBA. Sedangkan untuk melakukan kalibrasi alat *sound level meter* dan mengukur suara *single tone* dipergunakan filter C.

11. Dosis Bising

Dosis bising (*noise dose*) adalah dosis pemaparan kebisingan (*sound pressure level*, dBA) terhadap pekerja yang diukur dalam satuan waktu tertentu.

Berikut rumus perhitungan dosis :

$$D = 85 + 10 \log (\text{total fraksi})$$

Dimana : D = dosis

$$\text{Total Fraksi} = C_1/T_1 + C_2/T_2 + \dots C_n/T_n$$

Keterangan :

C1-n = total waktu paparan bising pekerja

T1-n = durasi waktu *reference*

Contoh :

Tabel 2.1. Contoh Perhitungan Dosis Paparan Bising

Pajanan	TLV	Fraksi
¼ jam terpajan 91 dBA	2 jam	¼ : 2 = 0.25
2 jam terpajan 88 dBA	4 jam	2 : 4 = 0.50
2 jam terpajan 85 dBA	8 jam	2 : 8 = 0.25
3 ¾ jam terpajan 73 dBA	Diabaikan	Diabaikan
Total Fraksi		0.875

$$D = 85 + 10 \log (0.875) = 84.4 \text{ dBA}$$

Terdapat 2 hal yang harus diperhatikan dalam menghitung dosis bising :

a. Dosis Proyeksi (*projected dose*)

Projected dose adalah proyeksi dosis untuk suatu periode tertentu yang didapatkan dari hasil ekstrapolasi dosis yang didapatkan dari periode waktu tertentu. Contoh : 25 % dosis / 2 jam = 50 % dosis / 4 jam = 100 % dosis / 8 jam.

b. Koreksi untuk latar belakang bising (*correction for background noise*)

Tabel 2.2. Correction for Background Noise

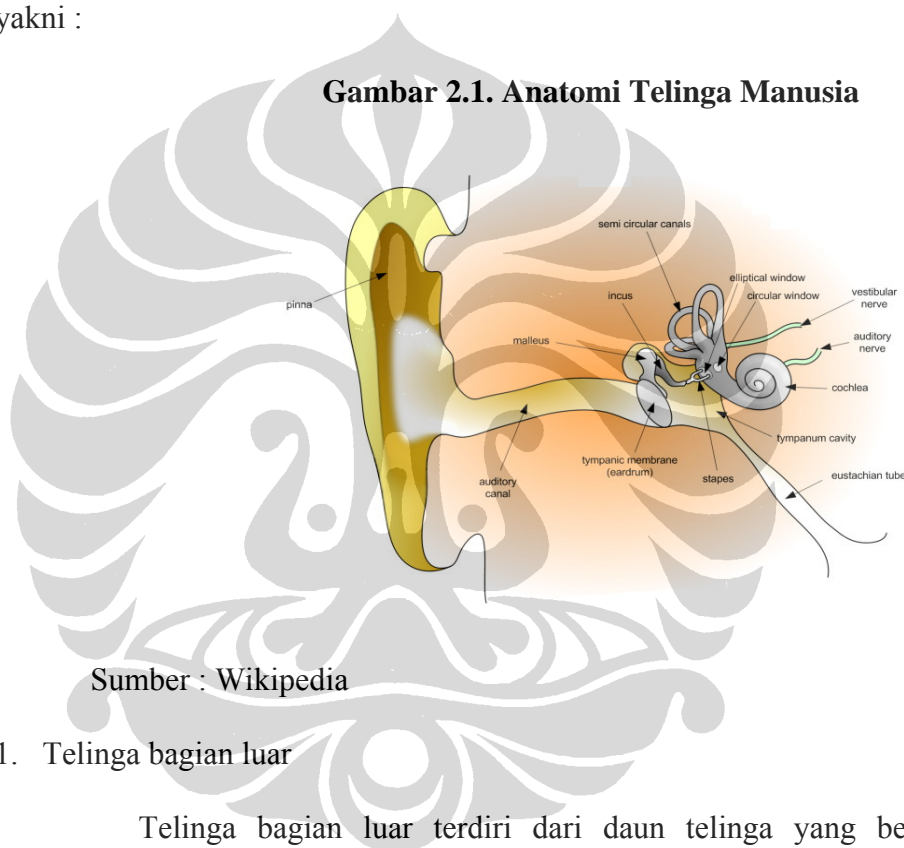
L on – L off (dB)	Correction (dB)
3	- 3
4 – 5	- 2
6 – 9	- 1
10 ≥	- 0

2.2. Anatomi Fisiologis serta Gangguan dan Pemeriksaan Fungsi Pendengaran

2.2.1. Anatomi Alat Pendengaran

Alat pendengaran pada manusia adalah telinga. Manusia memiliki sepasang telinga yaitu telinga kanan dan telinga kiri, yang masing-masing terdiri atas 3 bagian, yakni :

Gambar 2.1. Anatomi Telinga Manusia



Sumber : Wikipedia

1. Telinga bagian luar

Telinga bagian luar terdiri dari daun telinga yang berfungsi untuk mengumpulkan getaran-getaran udara yang menghasilkan bunyi, dan *Meatus Acusticus Externus* yang mengalirkan getaran-getaran tersebut dari dasar daun telinga ke *membrana tymphani* (selaput gendang telinga).

2. Telinga bagian tengah

Telinga bagian tengah terdapat di dalam *Os. Temporale*, terdiri dari *cavum tymphani* dan *recessus epitymphani*. *Cavum tymphani* merupakan suatu ruangan yang berisi udara yang terbawa masuk melalui *ductus auditorius* yang

bermuara di *naso-pharynx*. Di dalamnya terdapat 3 buah tulang pendengaran yaitu *Malleus*, *Incus*, dan *Stapes*, yang secara berantai melanjutkan getaran-getaran yang diterima oleh *membrana tymphani* melintasi *cavum tymphani* menuju ke telinga bagian dalam.

3. Telinga bagian dalam

Telinga bagian dalam terdiri dari 2 bagian. *Bony labyrinth* yang terdiri dari 3 ruangan di dalam *Os. Petrosa*, *Os. Temporale*, *Vestibulum Canalis Semicircularis* dan *Cochlea*. Di dalam bagian-bagian ini terdapat ductus-ductus yang saling berhubungan dan bentuknya sesuai dengan *bony labyrinth*, yaitu *membranous labyrinth* yang berisi endolimfe. Di dalam *cochlea* terdapat spiral organ dari *Corti*, yaitu suatu rangkaian susunan epitel yang terdapat pada membrana basilaris.

2.2.2. Fisiologis Pendengaran

Getaran suara ditangkap oleh daun telinga lalu dialirkan ke liang telinga, mengenai membrana timpani dan menggetarkan membrana timpani tersebut. Getaran membrana timpani akan menggerakkan tulang-tulang pendengaran yang berhubungan satu sama lain. Tulang stapes akan menggerakkan foramen ovale dan perilymfe. Getaran tersebut akan diteruskan atau dibelokkan. Membrana timpani akan mendorong endolimfe dan membran basalis, ujung sel rambut dalam keadaan istirahat yang tadinya berkelok-kelok menjadi lurus. Perubahan rangsangan fisik pada skala media dan skala timpa menjadi rangsangan listrik, karena ada perbedaan ion Kalium dan ion Natrium. Rangsangan listrik akan diteruskan ke cabang-cabang

nervus VII, kemudian diteruskan ke pusat sensorik pendengaran di otak yang berada di lobus temporalis (*The Journal of the Indonesian Public Health Association*, 2001).

2.2.3. Gangguan Fungsi Pendengaran

Umumnya terdapat 3 bentuk gangguan atau kelainan fungsi pendengaran yaitu :

1. Tuli Konduktif

Tuli konduktif terjadi akibat gangguan pada telinga luar atau telinga tengah. Gangguan telinga luar yang menyebabkan tuli konduktif adalah sumbatan oleh serumen, otitis eksterna, dan osteoma liang telinga.

2. Tuli Sensorineural (saraf)

Tuli saraf terbagi atas tuli saraf *cochlea* dan *retrocochlea*. Tuli saraf *cochlea* disebabkan intoksikasi obat ototoksik, alkohol, trauma kapitis, trauma akustik, dan pajanan bising. Tuli saraf *retrocochlea* disebabkan oleh neuroma akustik, tumor, cedera otak, pendarahan otak, dan kelainan otak lainnya.

3. Tuli Gabungan

Tuli gabungan disebabkan oleh kombinasi antara tuli konduktif dan tuli saraf. Tuli gabungan dapat merupakan suatu penyakit, misalnya radang telinga tengah dengan komplikasi ke telinga dalam.

2.2.4. Pemeriksaan Fungsi Pendengaran

Pemeriksaan fungsi pendengaran dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain :

1. Keadaan umum dan pemeriksaan telinga, hidung, dan tenggorokan lengkap.
2. Pemeriksaan telinga luar terdiri dari :
 - a. Liang Telinga → serumen, cairan, sekret, dan pendarahan
 - b. Membran timpani → adanya perobekan, Otitis Media Akut (OMA), Otitis Media Supuratif Kronik (OMSK), hemotimpani, dan retraksi.
3. Pemeriksaan keseimbangan dengan cara : nistagmus posisi, tes kalori, elektronistagmografi (ENG).
4. Pemeriksaan pendengaran kualitatif

Tes Penala yaitu tes pendengaran dengan menggunakan garpu tala 512, 1024, 2048 Hz. Tes yang dilakukan adalah :

- a. Test Rinne

Digunakan untuk membandingkan hantaran melalui udara dan tulang pada telinga yang diperiksa.

- b. Test Weber

Tes ini membandingkan hantaran tulang telinga kiri dan kanan.

- c. Test Schwabach

Digunakan untuk membandingkan hantaran tulang orang yang diperiksa dengan pemeriksa, dimana pendengaran pemeriksa dianggap normal.

(MKMI, 2001).

5. Pemeriksaan pendengaran kuantitatif, digunakan untuk mengetahui derajat ketulian, antara lain sebagai berikut :

- a. Tes berbisik kekerasan suara dapat diperkirakan 30 – 35 dB di atas *Hearing Threshold Level* (HTL) setiap orang dan setiap frekuensi (Hersoesanto, 1974).
- b. Tes Audiometri, bertujuan untuk mengetahui derajat keparahan gangguan pendengaran atau derajat ketulian. Dilakukan dalam ruang kedap suara atau ruang dengan kebisingan dengan kurang dari 40 dB. Derajat ketulian dihitung dengan indeks Fletcher yaitu rata-rata ambang pendengaran pada frekuensi 500, 1.000, dan 2.000 Hz. Hasil pemeriksaan audiometri biasanya direkam dalam grafik yang disebut audiogram (*Journal of the Indonesian Public Health Association*, 2001). Audiogram yang dihitung dengan indeks Fletcher:
- Normal, jika ambang pendengaran pada pemeriksaan audiometri berkisar antara 0 – 25 dB.
 - Tuli Ringan, jika ambang pendengaran pada pemeriksaan audiometri berkisar antara 26 – 40 dB.
 - Tuli Sedang, jika ambang pendengaran pada pemeriksaan audiometri berkisar antara 41 – 60 dB.
 - Tuli Berat, jika ambang pendengaran pada pemeriksaan audiometri berkisar antara 61 – 90 dB.
 - Tuli Sangat Berat, jika ambang pendengaran pada pemeriksaan audiometri >90 dB.

2.3. Kebisingan

2.3.1. Definisi Kebisingan

Definisi sederhana dari kebisingan adalah suara yang tidak diinginkan (Kroemer dan Grandjean, 1997). Kebisingan sering didefinisikan sebagai bunyi yang tidak diinginkan atau mengganggu (*National Safety Council*, 1975) atau kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan yang dapat mengakibatkan kerusakan pendengaran manusia (*Advisory Standard for Noise*, 1999).

Pengertian bising menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 718/PER/X/87 adalah terjadinya bunyi yang tidak dikehendaki, mengganggu, dan atau membahayakan kesehatan. Sedangkan menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. KEP 51/MEN/99 tentang Nilai Ambang Batas faktor fisika di tempat kerja adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran.

2.3.2. Jenis – Jenis Kebisingan

Berdasarkan sifat dan spektrum frekuensi bunyi, bising dapat dibagi atas¹:

1. Bising kontinyu dengan spektrum frekuensi luas

Bising jenis ini merupakan bising yang relatif tetap dalam batas amplitudo kurang lebih 5 dB untuk periode 0,5 detik berturut-turut. Contoh: dalam kokpit pesawat helikopter, gergaji sirkuler, suara katup mesin gas, kipas angin, suara dapur pijar, dan sebagainya.

¹ Ambar W. Rustam. 2008. *Program Konservasi Pendengaran di Tempat Kerja*.
http://www.kalbe.co.id/files/cdk/files/144_12ProgramKonservasiPendengarandiTempatKerja.pdf/144_12ProgramKonservasiPendengarandiTempatKerja.html

2. Bising kontinyu dengan spektrum frekuensi sempit

Bising ini relatif tetap dan hanya pada frekuensi tertentu saja (misal 5000, 1000 atau 4000 Hz), misalnya suara gergaji sirkuler, suara katup gas.

3. Bising terputus-putus

Bising jenis ini sering disebut juga *intermittent noise*, yaitu kebisingan tidak berlangsung terus menerus, melainkan ada periode relatif tenang. Contoh kebisingan ini adalah suara lalu lintas, kebisingan di lapangan terbang dan lain-lain.

4. Bising impulsif

Bising jenis ini memiliki perubahan tekanan suara melebihi 40 dB dalam waktu sangat cepat dan biasanya mengejutkan pendengarnya. Contoh bising impulsif : suara ledakan mercon, tembakan, meriam dan lain-lain.

5. Bising impulsif berulang-ulang

Sama seperti bising impulsif, tetapi terjadi berulang-ulang misalnya pada mesin tempa.

Berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia, bising dapat terbagi atas :

1. Bising yang mengganggu (*irritating noise*), intensitasnya tidak terlalu keras, seperti mendengkur.
2. Bising yang menutupi (*masking noise*), merupakan bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas.
3. Bising yang merusak (*damaging / injurious noise*) adalah bunyi yang intensitasnya melampaui NAB.

2.3.3. Dampak Kebisingan

Menurut *Text Book of Occupational Medicine Practice*, dampak akibat pajanan bising dibagi menjadi dampak non-Auditory dan dampak Auditory.

1. Dampak non-Auditory Akibat Bising

a. Gangguan fisiologis

Pada umumnya, bising bernada tinggi sangat mengganggu, apalagi bila terputus-putus atau yang datangnya tiba-tiba. Gangguan dapat berupa peningkatan tekanan darah (± 10 mmHg), peningkatan nadi, konstriksi pembuluh darah perifer terutama pada tangan dan kaki, serta dapat menyebabkan pucat dan gangguan sensoris.

b. Gangguan psikologis

Gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, susah tidur, cepat marah. Bila kebisingan diterima dalam waktu lama dapat menyebabkan penyakit psikosomatik berupa gastritis, stres, kelelahan, dan lain-lain.

c. Gangguan komunikasi

Kurang pendengaran dengan atau tidak disertai tinnitus mengakibatkan seseorang kesulitan menangkap percakapan. Jika seseorang yang tuli mengatakan lebih senang berkomunikasi pada suasana sunyi atau tenang, maka orang tersebut menderita tuli saraf *cochlea*. Orang yang menderita tuli saraf *cochlea* sangat tergantung oleh latar belakang bising (*background noise*) sehingga jika orang tersebut berkomunikasi pada lingkungan yang ramai akan mendapatkan kesulitan mendengar dan mengerti pembicaraan, kondisi seperti ini dikenal dengan istilah "cocktail party deafness". Gangguan komunikasi biasanya disebabkan *masking*

effect (bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas) atau gangguan kejelasan suara.

Masking adalah suatu proses di mana ambang pendengaran seseorang meningkat dengan adanya suara lain. Pada saat yang bersamaan terdapat lebih dari satu suara dimana frekuensi dan panjang gelombangnya sama tetapi amplitudonya yang berbeda. Hal inilah yang menyebabkan penutupan antara suara yang satu dengan yang lainnya (*masking*). Akibatnya, komunikasi pembicaraan harus dilakukan dengan cara berteriak. Suatu suara dapat menutupi suara lain sehingga menyebabkan terganggunya pekerjaan, sampai pada kemungkinan terjadinya kesalahan karena tidak mendengar isyarat atau tanda bahaya; gangguan komunikasi ini secara tidak langsung membahayakan keselamatan tenaga kerja.

d. Gangguan keseimbangan

Bising yang sangat tinggi dapat menyebabkan kesan berjalan di ruang angkasa atau melayang, yang dapat menimbulkan gangguan fisiologis berupa kepala pusing (*vertigo*) atau mual-mual².

2. Dampak Auditory Akibat Bising

Dampak yang pertama kali timbul adalah rasa berdenging (*tinnitus*) pada telinga dan pendengaran terasa tumpul. Tinnitus merupakan gangguan berupa *ringing in the ears*, penurunan sensitifitas pendengaran, dan iritasi pada telinga (Srisantyorini, 2002). Tinnitus timbul segera setelah terpajan bising dan dapat

² Novi Arifiani. 2008. *Pengaruh Kebisingan terhadap Kesehatan Tenaga Kerja*.
http://www.kalbe.co.id/files/cdk/files/144_11PengaruhKebisinganhdKesehatanTenagaKerja.pdf/144_11PengaruhKebisinganhdKesehatanTenagaKerja.html

menetap bila pajanan bising terus berlangsung. Umumnya tinnitus terjadi karena terpajan oleh bising yang berfrekuensi tinggi. Jika pajanan bising terus berlangsung, maka akan terjadi penurunan kemampuan mendengar nada yang tinggi seperti huruf f, t, k, dan c.

Gangguan pendengaran yang dialami pekerja dapat berupa keluhan pendengaran yang bersifat objektif yaitu keluhan yang berkaitan dengan tingkat pajanan bising dan frekuensi yang didasari atas hasil pemeriksaan audiometri. Keluhan pendengaran subjektif yaitu keluhan yang berkaitan dengan tanggapan pekerja terhadap bunyi atau bising yang bervariasi dan dikaitkan dengan keluhan yang dirasakan atau yang didapat oleh pekerja.

Efek pada pendengaran adalah gangguan paling serius karena dapat menyebabkan ketulian. Ketulian bersifat progresif. Pada awalnya bersifat sementara dan akan segera pulih kembali bila menghindari dari sumber bising. Namun bila terus menerus bekerja di tempat bising, daya dengar akan hilang secara menetap dan tidak akan pulih kembali. Ketulian akibat pengaruh bising ini dikelompokkan menjadi :

a. *Temporary Threshold Shift = Noise-induced Temporary Threshold Shift = Auditory Fatigue*

Penurunan ambang dengar sementara adalah kehilangan fungsi pendengaran yang bersifat sementara, yang pulih kembali setelah bebas dari pajanan bising selama beberapa saat. Waktu untuk terjadinya penurunan ambang dengar sementara dapat bervariasi, bergantung dari intensitas dan durasi pajanan bising. Semakin tinggi intensitas dan semakin lama durasi pajanan, maka semakin besar terjadi penurunan ambang dengar sementara.

Penurunan ambang dengar sementara ini adalah fenomena fisiologik *Temporary Threshold Shift* yang diakibatkan terjadinya perangsangan berlebihan terhadap sel-sel rambut *organ corti* di telinga bagian dalam sehingga terjadi perubahan metabolik pada sel rambut dan perubahan kimia cairan telinga bagian dalam. Gangguan ini bersifat non-patologis, bersifat sementara, waktu pemulihan bervariasi, dan sifatnya *reversible* (bisa kembali normal).

Penderita TTS ini bila diberi cukup istirahat, daya dengarnya akan pulih sempurna. Waktu pemulihan nilai ambang dengar dimulai segera setelah 13 jam bebas dari pajanan bising. Bila penurunan fungsi dengar kurang dari 30 dB, maka pemulihan nilai ambang dengar biasanya akan terjadi dalam waktu 13 jam. Sedangkan bila terjadi penurunan fungsi pendengaran lebih dari 50 dB, pemulihan terjadi setelah 1 hari bebas bising (*Text Book of Occupational Medicine Practice*).

Bila waktu istirahat tidak cukup dan tenaga kerja kembali terpapar bising semula, dan keadaan ini berlangsung terus-menerus maka ketulian sementara akan bertambah setiap hari, kemudian menjadi ketulian menetap. Untuk mendiagnosis TTS perlu dilakukan dua kali audiometri yaitu sebelum dan sesudah tenaga kerja terpapar bising. Sebelumnya tenaga kerja dijauhkan dari tempat bising sekurangnya 14 jam³.

b. *Permanent Threshold Shift (PTS)* atau Tuli Menetap

Tingkat keparahan akibat bising bergantung pada intensitas bising, karakteristik bising, total pajanan yang diterima, dan juga kepekaan individu. Bila

³ Wiyadi. 2008. *Pemeliharaan Pendengaran di Industri*.
http://www.kalbe.co.id/files/cdk/files/10_PemeliharaanPendengarandiIndustri.pdf/10_PemeliharaanPendengarandiIndustri.html

pajanan bising berlangsung lama, bulan atau tahun, dan atau pada tingkat yang lebih tinggi, maka ambang dengar tidak akan kembali pada nilai normal karena terjadi gangguan pada fungsi pendengaran yang bersifat sensori neural. Inilah yang disebut sebagai penurunan ambang dengar permanen akibat kebisingan (*Noise Induce Permanent Threshold Shift*) dan ditunjukkan sebagai hilangnya pendengaran akibat bising (*Noise Induce Hearing Loss*).

Hilangnya fungsi pendengaran akibat bising bersifat *irreversible* dan menetap tanpa adanya pemulihan nilai ambang dengar walaupun telah terbebas dari pajanan bising. Penurunan daya dengar terjadi perlahan dan bertahap sebagai berikut :

- Tahap 1 : timbul setelah 10 – 20 hari terpapar bising, tenaga kerja mengeluh telinganya berbunyi pada setiap akhir waktu kerja. Pada tahap awal penurunan ambang dengar dicirikan dengan adanya ”takik” (DIP or NOTCH) antara frekuensi 3.000 – 6.000 Hz, umumnya pada frekuensi 4.000 Hz (Basyirudin, 2001). Pada tahap ini orang akan merasakan adanya denging di telinga. Telinga terasa tidak nyaman, atau penurunan fungsi pendengaran pada saat bekerja dan setelah pulang dari tempat kerjanya. Gejala-gejala ini akan hilang setelah beberapa jam terbebas dari pajanan bising.
- Tahap 2 : keluhan telinga berbunyi secara *intermittent*, sedangkan keluhan subjektif lainnya menghilang. Tahap ini berlangsung berbulan-bulan sampai bertahun-tahun.
- Tahap 3 : tenaga kerja sudah mulai merasa terjadi gangguan pendengaran seperti tidak mendengar detak jam, tidak mendengar percakapan terutama bila ada suara lain.

- Tahap 4 : gangguan pendengaran bertambah jelas dan mulai sulit berkomunikasi. Pada tahap ini nilai ambang pendengaran menurun dan tidak akan kembali ke nilai ambang semula meskipun diberi istirahat yang cukup.

NIOSH menyatakan bahwa gangguan fungsi pendengaran akibat kebisingan di tempat kerja adalah adanya gangguan pada frekuensi komunikasi pembicaraan (*Pitch Communication*) yaitu pada frekuensi 1.000 Hz, 2.000 Hz, 3.000 Hz, dimana ambang dengar melebihi 25 dB (ANZI, 1969).

2.3.4. Faktor – Faktor yang Berpengaruh terhadap Gangguan Pendengaran

Sebenarnya ketulian dapat disebabkan oleh pekerjaan (*occupational hearing loss*) seperti kebisingan dan trauma akustik, dan dapat pula disebabkan oleh bukan akibat pekerjaan (*non-occupational hearing loss*) (Plog dan Quinlan 2002). Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya gangguan pendengaran antara lain :

1. Intensitas bising (*sound pressure level*)

Intensitas bunyi yang dapat ditangkap oleh telinga berbanding langsung dengan logaritma kuadrat tekanan akustik yang dihasilkan getaran dalam rentang yang dapat didengar.

2. Jenis atau tipe bising (spektrum frekuensi)

Frekuensi yang paling berbahaya adalah frekuensi tinggi. Frekuensi yang didengar oleh manusia antara 20 sampai 20.000 Hz. Frekuensi bicara terletak antara 500 – 2.000 Hz.

3. Lama terpapar bising setiap harinya

Efek bising sebanding dengan lamanya pajanan, berhubungan dengan total energi yang dapat mencapai telinga dalam.

4. *Temporal pattern*

Temporal pattern juga mempengaruhi terjadinya keluhan pendengaran, misalnya berada dalam kebisingan selama 1 jam dari 8 jam kerja tiap hari mempunyai pengaruh yang sangat berlainan dengan keadaan bising yang sama hanya untuk 1 menit tiap jam selama 8 jam kerja sehari.

5. **Total durasi kerja (masa kerja)**

Menurut *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*, adanya gangguan pendengaran akibat kebisingan akan terlihat pada seseorang yang telah bekerja di lingkungan yang bising selama kurang lebih 3 – 4 tahun. Menurut Melnick (1998) penurunan fungsi pendengaran akan terjadi pada frekuensi 4.000 Hz dalam kurun waktu 5 – 9 tahun. Umumnya karyawan yang terpajan bising cukup lama (5 tahun atau lebih) akan mengalami penurunan fungsi pendengaran (Bashiruddin, 2001). Menurut Soetirto (1994) semakin lama seseorang terpajan bising setiap tahunnya, maka semakin besar kerusakan yang terjadi pada fungsi pendengarannya.

Semakin lama masa kerja, maka semakin besar risiko terhadap terjadinya gangguan pendengaran. Pekerja yang bekerja di tempat bising dengan intensitas bising di atas 85 dBA, ada kemungkinan bahwa setelah 5 tahun bekerja 1 % pekerja akan memperlihatkan sedikit gangguan pendengaran. Setelah 10 tahun bekerja, 3% pekerja kehilangan pendengaran. Setelah 15 tahun bekerja, kehilangan pendengaran pada pekerja meningkat menjadi 5 % (WHO, 1996).

6. **Kepekaan individu**

Sensitifitas seseorang terhadap karakteristik bising juga sangat penting pengaruhnya terhadap persepsi subjektif suara yang diterima. Karakteristik suara

yang sama, intensitas, dan frekuensi dapat dipersepsikan berbeda pada orang yang berlainan.

7. Usia pekerja

Usia juga ikut berpengaruh terhadap fungsi pendengaran. Usia lebih tua relatif akan mengalami penurunan kepekaan terhadap rangsangan suara karena adanya faktor *presbicusis* yaitu proses degenerasi organ pendengaran yang dimulai pada usia 30 – 40 tahun ke atas dan penurunan yang terjadi sebanyak 0,5 dBA per tahun (Pedoman Diagnosis dan Evaluasi Cacat karena Kecelakaan dan Penyakit Akibat Kerja, 1993). *Presbicusis* adalah penurunan usia pendengaran karena proses penuaan karena adanya atrofi vaskuler dan *neural degeneration*. *Presbicusis* ditandai dengan adanya perubahan rentang frekuensi pendengaran dari 20 – 20.000 Hz menjadi 50 – 8.000 Hz. Umumnya pada orang usia lanjut, menurunnya kepekaan terhadap frekuensi tinggi terjadi lebih dulu sehingga mereka sulit mendengar suara dengan frekuensi lebih dari 10.000 Hz (*Introduction to Ergonomic chapter Hearing Sound and Noise*).

8. Ketulian sejak lahir dan penyakit infeksi telinga

Faktor penurunan fungsi pendengaran tidak hanya dipengaruhi oleh faktor-faktor luar seperti karakteristik bising dan lamanya pajanan, tetapi dapat juga dipengaruhi oleh faktor dari dalam yang sudah melekat pada seseorang yaitu fungsi pendengarannya yang sudah ada serta kemungkinan adanya beberapa kelainan atau penyakit telinga yang sudah diderita sebelumnya. Penyakit telinga atau otitis media adalah infeksi telinga yang banyak terjadi pada anak-anak usia 2 – 5 tahun. Pada penyakit ini terjadi sekresi aktif dari kelenjar pada lapisan ruang telinga tengah sehingga mengakibatkan terjadinya tuli konduktif. Bila seorang

anak terkena penyakit ini dan tidak mendapatkan pengobatan secara adekuat, maka penyakit ini akan menjadi kronis dan terus berlanjut hingga anak menjadi dewasa. Gejala otitis media kronik adalah keluarnya cairan berwarna kuning abu-abu disertai bau, nyeri, dan gangguan pendengaran yang bersifat konduktif (*Boeif : Fundamental of otolaryngology VI*, 1989).

9. Jarak dari sumber bising

Pengaruh jarak juga ikut berperan terhadap kemungkinan terjadinya risiko penurunan fungsi pendengaran. Semakin dekat jarak seseorang bekerja terhadap sumber bising, semakin besar risiko penurunan fungsi pendengaran. Hal ini dikarenakan dosis pajanan bising yang diterima oleh pekerja akan semakin tinggi walaupun intensitas suara dari sumber bising tidak berubah. Begitu pula sebaliknya, semakin jauh seseorang dengan sumber bising, dosis yang diterimanya akan berkurang (Handoyo F., 2000).

10. Posisi telinga terhadap gelombang suara

Posisi telinga seseorang sangat penting pengaruhnya terhadap pajanan bising. Posisi salah satu atau kedua telinga, kiri atau kanan yang berhadapan langsung dengan sumber bising akan memberikan gambaran pola gangguan fungsi pendengaran yang berbeda pada kedua telinga.

11. Penggunaan obat-obatan yang bersifat ototoksik

Antibiotika streptomisin dan neomysin 200 mg/kg disertai dengan pajanan bising dapat mengakibatkan kerusakan sel-sel yang terdapat didalam *cochlea* (Brown et. al, 1978). Neomysin dilaporkan lebih bersifat ototoksik bila dibandingkan dengan streptomysin karena antibiotika streptomysin diekskresikan dari tubuh lebih lambat bila dibandingkan dengan streptomysin. Canamysin dengan dosis 200

mg/kg/hari dan pajanan bising sebesar 100 dB atau lebih akan mengakibatkan hilangnya sel-sel rambut dalam *cochlea* sehingga mengakibatkan hilangnya fungsi pendengaran menetap (*Permanent Threshold Shift*). Sodium salicylate akan mengakibatkan telinga berdenging sementara (*Temporary Tinnitus*) dan peningkatan ambang dengar pada manusia. Sedangkan aspirin dapat mengakibatkan peningkatan ambang dengar sementara pada manusia.

12. Penggunaan bahan-bahan kimia yang bersifat neurotoksik

Dari beberapa penelitian membuktikan bahwa ada zat-zat kimia tertentu seperti zat pelarut aromatik dan zat-zat kimia yang mempengaruhi fungsi pernapasan (*asphyxiant*) dapat juga mempengaruhi fungsi pendengaran. Johnson et. al (1988) menyatakan bahwa toluene dapat mengakibatkan penurunan fungsi pendengaran. Hal ini terbukti pada binatang percobaan yang diberikan pajanan toluene dan bising ternyata mengalami peningkatan nilai ambang pendengaran pada frekuensi tinggi. Pajanan gas karbon monoksida yang disertai dengan bising, ternyata dapat mengakibatkan *Temporary Threshold Shift* (Peningkatan Ambang Dengar Sementara). Hal ini membuktikan adanya efek sinergis antara bahan kimia tertentu dengan faktor bising terhadap penurunan fungsi pendengaran. Penelitian Berget dan Eksolfan (1984) terhadap beberapa pelarut organik yang banyak dipakai pada proses pengecatan, dilaporkan bahwa zat tersebut berinteraksi dengan bising mengakibatkan terjadinya penurunan fungsi pendengaran.

13. Hobi yang terkait bising

Beberapa penelitian mengemukakan bahwa hobi terkait bising seperti mendengarkan musik keras-keras dapat mengakibatkan ketulian. *Royal National*

Institute For Deaf People (RNID), sebuah lembaga kehormatan Inggris yang meneliti masalah ketulian, melakukan survei pada sejumlah klub malam, ternyata memiliki tingkat kebisingan mencapai 120 dB (Djunafar, 2000). Telinga pengunjung klub malam tersebut tentunya terpapar suara yang jauh di atas ambang batas selama berjam-jam. Kebisingan yang ditimbulkan dari suara *walkman* dengan menggunakan *ear phone* secara terus menerus dengan volume maksimal setara dengan suara mesin bor yang intensitasnya mencapai 96 dB. Bahkan hasil penelitian di Australia menyebutkan, anak-anak yang sering mendengarkan *walkman* sejak usia 10-an tahun, kemungkinan akan menderita tuli pada usia 30-an tahun.

14. Riwayat Paparan Bising

Anamnesis bahwa pernah bekerja atau sedang bekerja di lingkungan bising dalam jangka waktu yang lama (5 tahun atau lebih), pada pemeriksaan otoskopik tidak ditemukan kelainan. Namun pada pemeriksaan audiometri tes penala didapatkan hasil rinne positif dan pada tes weber terjadi laterasi ke telinga yang pendengarannya lebih baik, maka telah terjadi ketulian sensorineural.

2.3.5. Instrumen Pengukuran Kebisingan

Pengukuran kebisingan merupakan bagian dari *Hearing Conservation Program (HCP)*. Pengukuran kebisingan dalam HCP meliputi pengukuran *noise level (area)* dan personal. Instrumen atau alat ukur kebisingan yang paling banyak digunakan di industri adalah *Sound Level Meter* dan *Noise Dosimeter*.

A. *Sound Level Meter*

SLM adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan, yang terdiri dari mikrofon, *amplifier*, *sirkuit “attenuator”* dan beberapa alat lainnya. Alat ini mengukur kebisingan antara 30 – 130 dB dan dari frekwensi 20 – 20.000 Hz. SLM memiliki fungsi sebagai berikut :

- Untuk menentukan TWA *Sound Pressure Level* (SPL) di tempat kerja dan untuk *spot-check* performa dari *noise dosimeter*.
- Untuk membantu menentukan bentuk pengendalian *engineering* yang tepat dan layak untuk masing-masing sumber bising dan mengevaluasi alat pendengaran yang digunakan.

Octave-band Analyzer merupakan alat untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi sumber bising pada frekuensi 31,5 ; 63 ; 125 ; 250 ; 500 ; 1K ; 2K ; 4K ; 8K ; 16K. Alat ini berfungsi untuk :

- Untuk membantu menentukan bentuk pengendalian *engineering* yang tepat dan layak untuk masing-masing sumber bising dan mengevaluasi alat pendengaran yang digunakan.
- Untuk menentukan tipe frekuensi *noise* yang akan dikontrol.

B. *Noise Dosimeter*

Noise dosimeter digunakan untuk mengukur tingkat pajanan bising personal yang diterima oleh pekerja (ANSI Standard SI. 25 – 1978). Alat ini dipasang pada ikat pinggang atau kantong operator dan mikrofon dipasang pada kerah baju dekat dengan telinga. Output yang dihasilkan oleh alat ini adalah TWA, dosis (%), dan *time history* (gambar alat dan metode pengukuran terlampir).

2.3.6. Peraturan – Peraturan yang Berhubungan dengan Bahaya Bising

Untuk membatasi bising di perusahaan atau industri beberapa negara menentukan Nilai Ambang Batas (NAB) yang dikuatkan sebagai undang-undang, sebagian lagi hanya merupakan rekomendasi. Negara yang sudah menentukan NAB tersebut sebagai undang-undang ialah Amerika Serikat, Rusia, Belgia, Kanada dan Yugoslavia. Dalam menentukan NAB, tiap negara memiliki perhitungan NAB yang berbeda-beda, misalnya Belgia dan Brasilia adalah 80 dBA, Denmark, Finlandia, Italia, Swedia, Switzerland dan Rusia adalah 85 dBA. Australia (hanya Tasmania), Canada, Jerman, Inggris, Amerika Serikat, Yugoslavia dan Jepang 90 dBA (Wiyadi, 2008).

Departement of Labor (DOL) OSHA CFR1910.95 menentukan NAB dalam tabel berikut :

Tabel 2.3. Occupational Noise Exposure menurut OSHA tahun 1970

<i>Sound Level (dB)</i>	<i>Duration per day (hours)</i>
90	8
95	4
100	2
105	1
110	½
115	¼

Lain halnya dengan aturan NAB kebisingan berdasarkan TLV & BEI Book 2007, ACGIH dan NIOSH yang menetapkan NAB kebisingan sebagai berikut :

Tabel 2.4. Nilai Ambang Batas (NAB) Pajanan Bising menurut TLV & BEI Book 2007, ACGIH dan NIOSH tahun 2007

Satuan waktu	Lama pemajanan per hari	dBA
Jam	24	80
	16	82
	8	85
	4	88

	2	91
	1	94
Menit	30	97
	15	100
	7.5	103
	3.75	106
	1.88	109
	0.94	112
	Detik	28.12
14.06		118
7.03		121
3.75		124
1.76		127
0.88		130
0.44		133
0.22		136
0.11		139

Lokakarya Hiperkes di Cibogo (Bogor) tanggal 18 sampai dengan 22 Februari 1974 telah memutuskan NAB untuk kebisingan suara di perusahaan-perusahaan di Indonesia sebesar 85 dBA, yang pada waktu itu diusulkan menjadi suatu peraturan Menteri, yang pada akhirnya dibuat menjadi Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja, Transmigrasi dan Koperasi Nomor : SE. 01/MEN/1978 yang berisi : Nilai Ambang Batas yang disingkat NAB, untuk kebisingan di tempat kerja adalah intensitas tertinggi dan merupakan nilai rata-rata yang masih dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan hilangnya daya dengar yang tetap untuk waktu kerja terus-menerus tidak boleh lebih dari 8 jam sehari dan 40 jam seminggu. “NAB untuk kebisingan di tempat kerja ditetapkan 85 dB (A)”.

2.4. Program Konservasi Pendengaran

Program konservasi pendengaran adalah program di lingkungan kerja untuk melindungi tenaga kerja dari pengaruh kebisingan (Majalah Kesehatan Masyarakat Indonesia, 2001). Bising yang berlebihan baik dari intensitas maupun frekuensinya, dapat menyebabkan ketulian. Manfaat program konservasi pendengaran antara lain :

- Bagi Perusahaan
 1. Mengurangi pengeluaran biaya untuk pengobatan akibat terpajan bising.
 2. Mengurangi risiko kemungkinan tuntutan tenaga kerja di pengadilan pada masa-masa yang akan datang karena ketulian.
 3. Mengurangi tuntutan kompensasi perusahaan karena adanya ketulian.
- Bagi Tenaga Kerja

Tenaga kerja terhindar dari ketulian baik secara permanen maupun sementara, pendengaran tetap baik pada masa pensiun, terhindar dari kemungkinan sakit kepala, stres, telinga berdenging, dan gangguan jantung akibat terpajan bising.

2.4.1. Survei dan Analisis Bising

Analisis kebisingan dengan melakukan survei bising di lingkungan kerja.

Tujuan dari survei bising adalah :

1. Survei lingkungan kerja, apakah ada tempat dengan potensial bising dan apakah tingkat bising di lingkungan kerja telah melampaui Nilai Ambang Batas (NAB) yang telah ditetapkan.
2. Survei tentang keluhan dari tenaga kerja akibat terpajan bising.
3. Menentukan apakah alat yang dipakai sudah memenuhi peraturan yang ada mengenai tingkat kebisingan.

4. Mengumpulkan data lingkungan. Pada diagnosis penyakit akibat kerja, lingkungan kerja harus diukur apakah telah melebihi NAB bising atau tidak.
5. Analisis intensitas dan frekuensi suara, sifat, dan jenis kebisingan, terus menerus atau berubah-ubah, dimana sumber suara yang dominan, lama pekerja terpajan bising.
6. Menentukan lingkungan kerja tersebut dapat di jangkau atau tidak.
7. Mendapatkan *noise contour* dari lingkungan kerja.
8. Bising di tempat kerja mengganggu komunikasi atau menimbulkan suara-suara yang tidak disenangi.
9. Menentukan Program Konservasi Pendengaran (PKP) yang tepat untuk lingkungan kerja tersebut.
10. Pada lingkungan kerja tertentu memerlukan alat pendengaran.
11. Pengendalian bising sudah dilaksanakan.
12. Program penanggulangan kebisingan telah berjalan sesuai prosedur yang telah ditetapkan.

2.4.2. Pengendalian Bising secara Engineering

Pengendalian pengurangan level bising dari bangunan dan mesin. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Secara ideal, pengendalian bising ini sudah dirancang pada waktu perencanaan bangunan dengan desain yang terencana, pengoperasian alat yang besar, perawatan mesin, dan penggunaan alat yang teratur.
2. Pemakaian akustik *barrier* untuk melindungi, defleksi, atau absorpsi bising.
3. Pemakaian *partial enclosure* di sekeliling mesin.

4. Pemakaian *complete enclosure*.
5. Pemakaian *booth* (*sound proof room* atau ruang kedap suara) untuk operator mesin.
6. Reduksi dan eliminasi kebocoran penjalaran.
7. Penggunaan *vibration damping material* untuk mereduksi radiasi suara permukaan supaya tidak bergetar.
8. Pemakaian *flexible connector* antara bahan dan bangunan dasar misalnya pipa, listrik.
9. Pemakaian *inertial block*.
10. Mengurangi permukaan radiasi yang luas.
11. Mengurangi pengaruh sistem resonansi pada sistem mekanik / akustik.
12. Mengurangi keadaan tidak seimbang sistem yang berputar.
13. Pemakaian *lined duct* dengan *sound absorbtive material*.
14. Pemakaian *muffler* atau *sound attenuator*.
15. Mengubah waktu *impact*.
16. Mengubah *impact surfaces*.
17. Membatasi penyebab timbulnya *aerodynamic noise*.
18. Membatasi kebocoran yang tidak perlu dari udara atau uap.
19. Pemakaian metode lain, diganti dengan sistem yang kurang bising untuk dapat menjalankan fungsi yang sama.
20. Meredam getaran untuk mengurangi bising.
21. Memasang *shielding* / *double window* untuk menurunkan intensitas bising.

2.4.3. Pengendalian Bising secara Administratif

Pengendalian bising secara administratif bertujuan untuk menjaga agar pajanan bising masih dalam batas aman. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Mengatur waktu kerja atau jadwal kerja di tempat terpajan bising.
2. Membatasi atau mengurangi waktu kerja.
3. Menempatkan tenaga kerja jauh dari sumber bising.

2.4.4. Alat Pelindung Diri

Cara terbaik untuk mengendalikan bising adalah pengendalian bising secara *engineering* pada sumber bising dan pengendalian secara administratif. Namun kedua pengendalian ini tidak cukup untuk dapat mengatasi kebisingan, masing-masing pengendalian tersebut memiliki keterbatasan. Maka dari itu perlu dipertimbangkan juga penggunaan alat pelindung diri terhadap pajanan bising. Beberapa faktor yang mempengaruhi penggunaan alat pelindung telinga :

1. Kecocokan, alat pelindung telinga tidak akan memberikan perlindungan bila tidak dapat menutupi liang telinga rapat-rapat.
2. Nyaman dipakai, tenaga kerja tidak akan menggunakan APD ini bila tidak nyaman dipakai.
3. Penyuluhan khusus, terutama tentang cara memakai dan merawat APD tersebut.

Berikut ini adalah jenis-jenis alat pelindung telinga :

1. **Sumbat telinga** (*earplugs/insert device/aural insert protector*). Dimasukkan ke dalam liang telinga sampai menutup rapat sehingga suara tidak mencapai membran timpani. Sumbat telinga bisa mengurangi bising sampai dengan 30 dB

lebih. Beberapa tipe sumbat telinga : *formable type*, *custom-molded type*, dan *premolded type*.

2. **Tutup telinga** (*earmuff/protective caps/circumaural protectors*). Menutupi seluruh telinga eksternal dan dipergunakan untuk mengurangi bising sampai dengan 40 – 50 dB frekuensi 100 – 8000 Hz.
3. **Helmet** (*enclosure*). Menutupi seluruh kepala dan digunakan untuk mengurangi maksimum 35 dBA pada 250 Hz sampai 50 dBA pada frekuensi tinggi.

Pemilihan alat pelindung telinga :

1. *Earplug* digunakan bila bising antara 85 – 100 dBA.
2. *Earmuff* digunakan bila bising di atas 100 dBA.
3. Kemudahan pemakaian, biaya, kemudahan membersihkan dan kenyamanan.

Tabel 2.5. Pedoman Pemilihan Penggunaan APD

TWA/dBA Pemakaian	APD Pemilihan	APD
< 85	Tidak wajib/perlu	Bebas memilih
85 – 89	<i>Optional</i>	Bebas memilih
90 – 94	Wajib	Bebas memilih
95 – 99	Wajib	Pilihan terbatas
> 100	Wajib	Pilihan sangat terbatas

APD ini harus tersedia di tempat kerja tanpa harus membebani pekerja dari segi biaya karena perusahaanlah yang wajib menyediakan APD ini.

2.4.5. Audiometri

Untuk dapat menilai pengaruh kebisingan terhadap pendengaran dapat dilakukan pemeriksaan / pengukuran pendengaran dengan menggunakan audiometri.

Pemeriksaan audiometri dilakukan pada waktu :

1. *Pre-replacement* atau *pre-employment* audiogram. Pada waktu masuk kerja atau akan ditempatkan di tempat terpajan bising.
2. Monitoring audiogram atau pemeriksaan berkala untuk mengetahui pengaruh bising terhadap pendengaran.
3. *Exit (termination)* audiogram, pekerja yang akan pindah dari/ke tempat terpajan bising, atau akan menjalani pensiun.

2.4.6. Pencatatan dan Pelaporan serta Penilaian Program

Kegiatan yang berkaitan dengan program dicatat secara rinci, supaya hubungan antara satu peristiwa dengan catatan kesehatan dapat dianalisa dengan mudah dan akurat. Pencatatan program ini harus distandarisasi, diperiksa secara silang (*cross check*), dan terpelihara dengan baik. Laporan ini dibuat secara berkala (1 tahun sekali) ditujukan kepada bagian yang terkait dan secara selektif kepada yang berkepentingan (Djunaedi, 2001).

Evaluasi program ditujukan untuk mengevaluasi hasil program-program konservasi, dengan sasaran :

1. Review program dari sisi pelaksanaan serta kualitasnya, misalnya pelatihan dan penyuluhan, kesertaan supervisor dalam program, pemeriksaan masing-masing area untuk meyakinkan apakah semua komponen program telah dilaksanakan.
2. Hasil pengukuran kebisingan, misalnya identifikasikan apakah ada daerah lain yang perlu dikontrol lebih lanjut.
3. Kontrol *engineering* dan administratif.

4. Hasil pemantauan audiometrik dan pencatatannya; bandingkan data audiogram dengan *baseline* (audiogram yang pertama kali dibuat selama seseorang bekerja) untuk mengukur keberhasilan pelaksanaan program.
5. APD yang digunakan.

Di samping itu diperlukan juga audit untuk program ini, antara lain :

1. Audit Eksternal, dapat dilakukan program audit oleh pihak luar untuk mengetahui *cost-effectiveness* dan *cost-benefit* dari program konservasi pendengaran.
2. *Quality Control (QQ) Program* dilakukan secara internal, terus-menerus untuk menilai efektivitas program konservasi pendengaran.

2.4.7. Pendidikan dan Motivasi

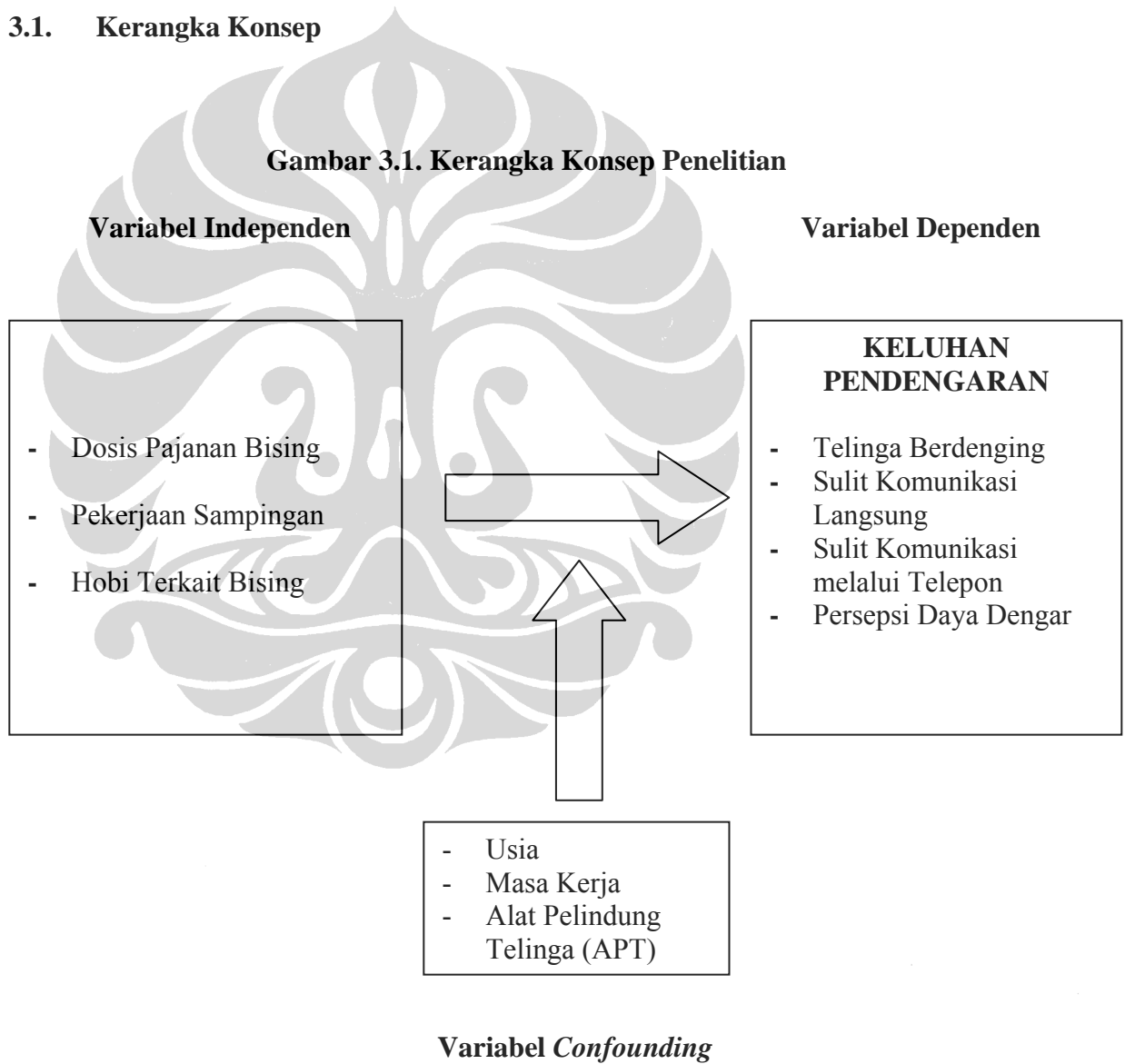
Program pendidikan dan motivasi menekankan bahwa program konservasi pendengaran sangat bermanfaat untuk melindungi pendengaran tenaga kerja, dan mendeteksi perubahan ambang pendengaran akibat paparan bising. Tujuan pendidikan adalah untuk menekankan keuntungan tenaga kerja jika mereka memelihara pendengaran dan kualitas hidupnya.

BAB III

KERANGKA KONSEP

3.1. Kerangka Konsep

Gambar 3.1. Kerangka Konsep Penelitian



3.2. Definisi Operasional

VARIABEL	DEFINISI OPERASIONAL	ALAT UKUR	CARA UKUR	HASIL UKUR	SKALA UKUR
Keluhan Pendengaran	Empat jenis keluhan pendengaran yang secara subjektif sering dirasakan oleh pekerja tanpa mempertimbangkan aspek patologis secara medis, yaitu telinga berdenging, kesulitan berkomunikasi secara langsung, kesulitan mendengar pembicaraan melalui telepon, dan perbedaan persepsi daya dengar, dimana dikatakan terjadi keluhan pendengaran jika keempat jenis keluhan ini dialami oleh pekerja.	Kuisisioner	Memberikan kuisisioner untuk diisi oleh pekerja dan membaca hasil kuisisioner tersebut.	1. Tidak Ada Keluhan 2. Ada Keluhan	Ordinal
Telinga Berdenging	Gejala penurunan ambang dengar yang dirasakan oleh responden yang ditandai dengan adanya bunyi yang sering muncul pada telinga responden terutama setelah terpajan bising.	Kuisisioner	Memberikan kuisisioner untuk diisi oleh pekerja dan membaca hasil kuisisioner tersebut.	1. Ya 2. Tidak	Nominal
Sulit Komunikasi Langsung	Kesulitan secara subjektif yang dialami oleh responden pada saat berkomunikasi dengan orang lain melalui tatap muka dan kesulitan	Kuisisioner	Memberikan kuisisioner untuk diisi oleh pekerja dan membaca hasil kuisisioner tersebut.	1. Ya 2. Tidak	Nominal

	mendengar pembicaraan orang lain akibat terjadinya penutupan antara suara sehingga mengakibatkan orang lain harus berteriak dalam komunikasi jarak dekat dengan responden..				
Sulit Komunikasi melalui Telepon	Kesulitan secara subjektif yang dialami oleh responden pada saat mendengar pembicaraan orang lain melalui pesawat telepon.	Kuisisioner	Memberikan kuisisioner untuk diisi oleh pekerja dan membaca hasil kuisisioner tersebut.	1. Ya 2. Tidak	Nominal
Persepsi Daya Dengar	Persepsi kemampuan mendengar responden secara subjektif antara sebelum dan sesudah bekerja di tempat penelitian dilakukan.	Kuisisioner	Memberikan kuisisioner untuk diisi oleh pekerja dan membaca hasil kuisisioner tersebut.	1. Sama 2. Tidak Sama	Nominal
Dosis Paparan Bising Harian	Banyaknya jumlah paparan bising (%) yang diterima pekerja selama jam kerja per hari.	Noise Dosimeter Quest-400	Melakukan pengukuran dosis paparan bising personal pada pekerja dengan menggunakan alat ukur <i>Noise Dosimeter Q-400</i> kemudian membaca nilai dosis yang terdapat pada <i>print out</i> hasil pengukuran.	1. < 100 % 2. ≥ 100 %	Interval

Pekerjaan Sampingan	Riwayat memiliki pekerjaan lain yang mempunyai bahaya bising selain bekerja di tempat sekarang pada saat pengambilan data penelitian dilakukan.	Kuisisioner	Memberikan kuisisioner untuk diisi oleh pekerja dan membaca hasil kuisisioner tersebut.	1. Ada 2. Tidak Ada	Nominal
Hobi	Kegemaran yang dimiliki pekerja berupa aktivitas yang ada hubungannya dengan pajanan bising seperti mendengarkan musik memakai <i>ear phone</i> .	Kuisisioner	Memberikan kuisisioner untuk diisi oleh pekerja dan membaca hasil kuisisioner tersebut.	1. Ya 2. Tidak	Nominal
Usia	Usia pekerja hingga saat pengambilan data penelitian dilakukan.	Kuisisioner	Memberikan kuisisioner untuk diisi oleh pekerja dan membaca hasil kuisisioner tersebut.	1. ≤ 30 tahun 2. > 30 tahun	Interval
Masa Kerja	Lamanya bekerja sejak terdaftar sebagai pekerja hingga saat pengambilan data penelitian dilakukan.	Kuisisioner	Memberikan kuisisioner untuk diisi oleh pekerja dan membaca hasil kuisisioner tersebut.	1. ≤ 5 tahun 2. > 5 tahun	Interval
Penggunaan APT	Pemakaian Alat Pelindung Telinga (APT) secara rutin oleh pekerja selama berada di area kerja.	Kuisisioner	Memberikan kuisisioner untuk diisi oleh pekerja dan membaca hasil kuisisioner tersebut.	1. Ya 2. Tidak	Ordinal