



## Gangguan Pendengaran Akibat Pekerjaan

Rizki Alfalah<sup>1\*</sup>, Indra Zachreini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Malikussaleh  
Aceh Utara, 24351, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen THT-KL, RSU Cut Meutia, Aceh Utara, 24375, Indonesia

\*Corresponding Author : [rizki.alfalah@mhs.unimal.ac.id](mailto:rizki.alfalah@mhs.unimal.ac.id)

### Abstrak

Gangguan pendengaran merupakan salah satu penyakit yang sering terjadi di lingkungan kerja. Gangguan pendengaran akibat kerja adalah keadaan hilangnya sebagian atau seluruh pendengaran secara permanen yang terjadi pada salah satu atau kedua telinga akibat terpapar oleh kebisingan secara terus-menerus di tempat kerja. Paparan kebisingan di tempat kerja sangat umum terjadi di seluruh dunia. Hingga 25% pekerja terpapar kebisingan di tempat kerja dengan tingkat kebisingan di atas 85 Db. *World Health Organization* (WHO) memperkirakan bahwa 466 juta orang hidup dengan gangguan pendengaran pada tahun 2018 dan perkiraan ini diperkirakan akan meningkat menjadi 630 juta orang pada tahun 2030 dan menjadi lebih dari 900 juta pada tahun 2050. Hal tersebut dinyatakan oleh Komite Nasional Penanggulangan Gangguan Pendengaran dan Ketulian pada tahun 2014 yang menyebutkan bahwa gangguan pendengaran karena paparan bising di Indonesia masih tertinggi di Asia Tenggara yaitu dengan jumlah 16,8% atau sekitar 36 juta penduduk. Faktor risiko gangguan pendengaran pada pekerja dibagi menjadi faktor risiko yang tidak dapat diubah dan faktor risiko yang dapat diubah. Faktor risiko yang tidak dapat diubah antara lain usia, jenis kelamin, masa kerja, tingkat pendidikan, status perkawinan, riwayat hipertensi, waktu audiogram awal. Adapun faktor risiko yang dapat diubah yaitu intensitas kebisingan, *shift* kerja, lama kerja atau durasi kerja, penggunaan APD, merokok, tidak konsumsi obat-obatan. Cara paling efektif untuk mencegah gangguan pendengaran akibat kebisingan atau paparan bahan kimia adalah dengan menghilangkan sumber risiko dari tempat kerja melalui pengendalian teknis, mencari alternatif untuk meminimalkan paparan (seperti mengurangi durasi paparan), atau mewajibkan penggunaan alat pelindung diri. Peralatan jika pengendalian teknik atau administratif tidak menghilangkan paparan.

**Kata Kunci :** Gangguan pendengaran, kebisingan, pekerjaan

### Abstract

*Hearing loss is one of the diseases that often occur in the work environment. Occupational hearing loss is a condition of permanent partial or total hearing loss that occurs in one or both ears due to continuous exposure to noise at work. Exposure to noise in the workplace is very common all over the world. Up to 25% of workers are exposed to noise in the workplace with noise levels above 85 Db. The World Health Organization (WHO) estimates that 466 million people lived with hearing loss in 2018 and this estimate is expected to increase to 630 million people by 2030 and to more than 900 million by 2050. This was stated by the National Committee for Combating Hearing Loss and Deafness in 2014 which stated that hearing loss due to noise exposure in Indonesia is still the highest in Southeast Asia, with a total of 16.8% or around 36 million people. Risk factors for hearing loss in workers are divided into non-modifiable risk factors and modifiable risk factors. Risk factors that cannot be changed include age, gender, working age, education level, marital status, history of hypertension, and the time of the initial audiogram. The risk factors that can be changed are noise intensity, work shifts, length of work or duration of work, use of PPE, smoking, not taking drugs. The most effective way to prevent hearing loss due to noise or chemical exposure is to eliminate sources of risk from the workplace through technical controls, find alternatives to minimize exposure (such as reducing the duration of exposure), or require the use of personal protective equipment. Equipment if technical or administrative controls do not eliminate exposure.*

**Keywords :** *Hearing loss, noise, occupation*



## **1. PENDAHULUAN**

Gangguan pendengaran merupakan salah satu penyakit yang sering terjadi di lingkungan kerja. Gangguan pendengaran akibat kerja adalah keadaan hilangnya sebagian atau seluruh pendengaran secara permanen yang terjadi pada salah satu atau kedua telinga akibat terpapar oleh kebisingan secara terus-menerus di tempat kerja. Gangguan pendengaran akibat kebisingan tersebut disebut juga sebagai *Noise Induced Hearing Loss* (NIHL) atau *occupational deafness* (1,2). Selain itu gangguan pendengaran akibat kerja (*occupational hearing loss*) juga dapat disebabkan oleh zat ototoksik (*Chemical Induced Hearing Loss*) dan gangguan pendengaran yang disebabkan oleh interaksi kompleksnya. Namun, NIHL merupakan gangguan pendengaran tersering pada pekerja (3).

Paparan kebisingan di tempat kerja sangat umum terjadi di seluruh dunia. Hingga 25% pekerja terpapar kebisingan di tempat kerja dengan tingkat kebisingan di atas 85 dB (4). *World Health Organization* (WHO) memperkirakan bahwa 466 juta orang hidup dengan gangguan pendengaran pada tahun 2018 dan perkiraan ini diperkirakan akan meningkat menjadi 630 juta orang pada tahun 2030 dan menjadi lebih dari 900 juta pada tahun 2050 (5). Di seluruh dunia, 16% kejadian *hearing loss* pada orang dewasa disebabkan oleh lingkungan kerja yang bising (6). Prevalensi gangguan pendengaran di Indonesia juga termasuk tinggi. Hal tersebut dinyatakan oleh Komite Nasional Penanggulangan Gangguan Pendengaran dan Ketulian pada tahun 2014 yang menyebutkan bahwa gangguan pendengaran karena paparan bising di Indonesia masih tertinggi di Asia Tenggara yaitu dengan jumlah 16,8% atau sekitar 36 juta penduduk (7).

Di banyak industri, pekerja terpapar pada kebisingan dan bahan kimia, termasuk pekerja dibidang percetakan, pengecatan, pembuatan kapal, konstruksi, pembuatan lem, produk logam, bahan kimia, minyak bumi, produk kulit, pembuatan furnitur, pertanian, dan pertambangan. Selain itu, beberapa pekerja keselamatan publik, seperti petugas pemadam kebakaran, juga terpapar kebisingan dan bahan kimia. Kebisingan di tempat kerja merupakan masalah utama bagi pekerja. Ketulian yang terjadi dalam bidang industri menduduki urutan pertama daftar penyakit kelompok tenaga kerja yang terpajan bising selama kerja. Selain itu paparan substansi yang berbahaya juga merupakan factor risiko gangguan pendengaran pada para pekerja (8).

Faktor risiko gangguan pendengaran pada pekerja dibagi menjadi faktor risiko yang tidak dapat diubah dan faktor risiko yang dapat diubah. Faktor risiko yang tidak dapat diubah antara

lain usia, jenis kelamin, masa kerja, tingkat pendidikan, status perkawinan, riwayat hipertensi, waktu audiogram awal. Adapun faktor risiko yang dapat diubah yaitu intensitas kebisingan, *shift* kerja, lama kerja atau durasi kerja, penggunaan APD, merokok, tidak konsumsi obat-obatan (9).

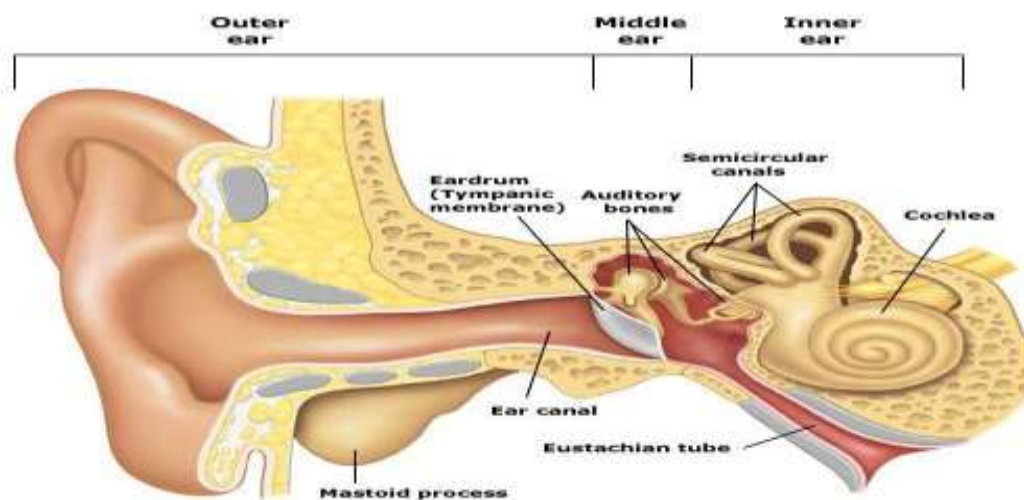
Tatalaksana khusus yang dapat sepenuhnya memperbaiki kerusakan akibat kebisingan ataupun zat kimia berbahaya belum tersedia secara konkrit. Oleh karena itu strategi pencegahan serta peningkatan kesadaran akan kesehatan pendengaran menjadi tindakan preventif utama yang sangat penting. Cara paling efektif untuk mencegah gangguan pendengaran akibat kebisingan atau paparan bahan kimia adalah dengan menghilangkan sumber risiko dari tempat kerja melalui pengendalian teknis, mencari alternatif untuk meminimalkan paparan (seperti mengurangi durasi paparan), atau mewajibkan penggunaan alat pelindung diri. peralatan jika pengendalian teknik atau administratif tidak menghilangkan paparan (10).

## 2. PEMBAHASAN

### A. ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM PENDENGARAN

#### 1) Anatomi Telinga

Telinga merupakan organ yang berfungsi sebagai indera pendengaran dan fungsi keseimbangan tubuh. Telinga terbagi menjadi telinga luar, tengah, dan dalam. Telinga luar terdiri dari daun telinga dan *kanalis akustikus eksternus*. Sepertiga luar *kanalis akustikus eksternus* tersusun atas *kartilago* yang mengandung *folikel* rambut dan kelenjar *seruminosa* sedangkan dua pertiga bagian dalam merupakan bagian tulang yang dilapisi oleh *epitel* (11).



**Gambar 1. Anatomi Telinga**

Telinga luar berfungsi menangkap rangsang getaran bunyi atau bunyi dari luar. Telinga luar terdiri dari daun telinga (*pinna auricularis*), saluran telinga (*canalis auditorius externus*) yang mengandung rambut-rambut halus dan kelenjar sebacea sampai di membran timpani. Daun telinga terdiri atas tulang rawan elastin dan kulit. Bagian-bagian daun telinga lobula, heliks, anti heliks, tragus, dan antitragus (12).

Liang telinga atau saluran telinga merupakan saluran yang berbentuk seperti huruf S. Pada 1/3 proksimal memiliki kerangka tulang rawan dan 2/3 distal memiliki kerangka tulang sejati. Saluran telinga mengandung rambut-rambut halus dan kelenjar lilin. Rambut-rambut halus berfungsi untuk melindungi lorong telinga dari kotoran, debu dan serangga, sementara kelenjar sebacea berfungsi menghasilkan serumen. Serumen adalah hasil produksi kelenjar sebacea, kelenjar seruminosa, epitel kulit yang terlepas dan partikel debu. Kelenjar sebacea terdapat pada kulit liang telinga (12).

Telinga tengah atau *cavum tympani* berfungsi menghantarkan bunyi atau bunyi dari telinga luar ke telinga dalam. Bagian depan ruang telinga dibatasi oleh membran timpani, sedangkan bagian dalam dibatasi oleh foramen ovale dan foramen rotundum. Pada ruang tengah telinga terdapat bagian-bagian sebagai berikut (13) :

**a. Membran Timpani**

Membran timpani berfungsi sebagai penerima gelombang bunyi. Setiap ada gelombang bunyi yang memasuki lorong telinga akan mengenai membran timpani, selanjutnya membran timpani akan menggelembung ke arah dalam menuju ke telinga tengah dan akan menyentuh tulang-tulang pendengaran yaitu maleus, inkus dan stapes. Tulang-tulang pendengaran akan meneruskan gelombang bunyi tersebut ke telinga bagian dalam.

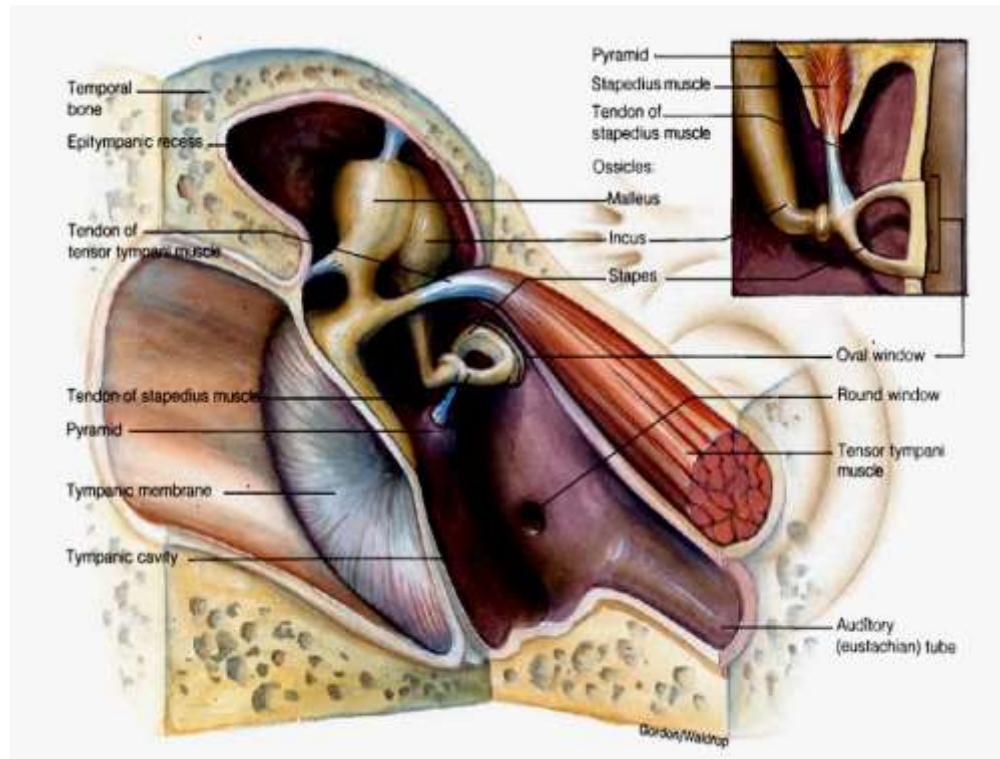
**b. Tulang-Tulang Pendengaran**

Tulang-tulang pendengaran yang terdiri atas *maleus* (tulang martil), *incus* (tulang landasan) dan *stapes* (tulang sanggurdi). Ketiga tulang tersebut membentuk rangkaian tulang yang melintang pada telinga tengah dan menyatu dengan membran timpani.

**c. *Tuba Auditiva Eustachius***

*Tuba auditiva eustachius* atau saluran *eustachius* adalah saluran penghubung antara ruang telinga tengah dengan rongga faring. Adanya saluran eustachius, memungkinkan keseimbangan tekanan udara rongga telinga telinga tengah dengan udara luar. Suplai darah untuk kavum timpani oleh arteri timpani anterior, arteri stylomastoid, arteri petrosal

superficial, arteri timpani inferior. Aliran darah vena bersama dengan aliran arteri dan berjalan ke dalam sinus petrosal superior dan pleksus pterygoideus (11).



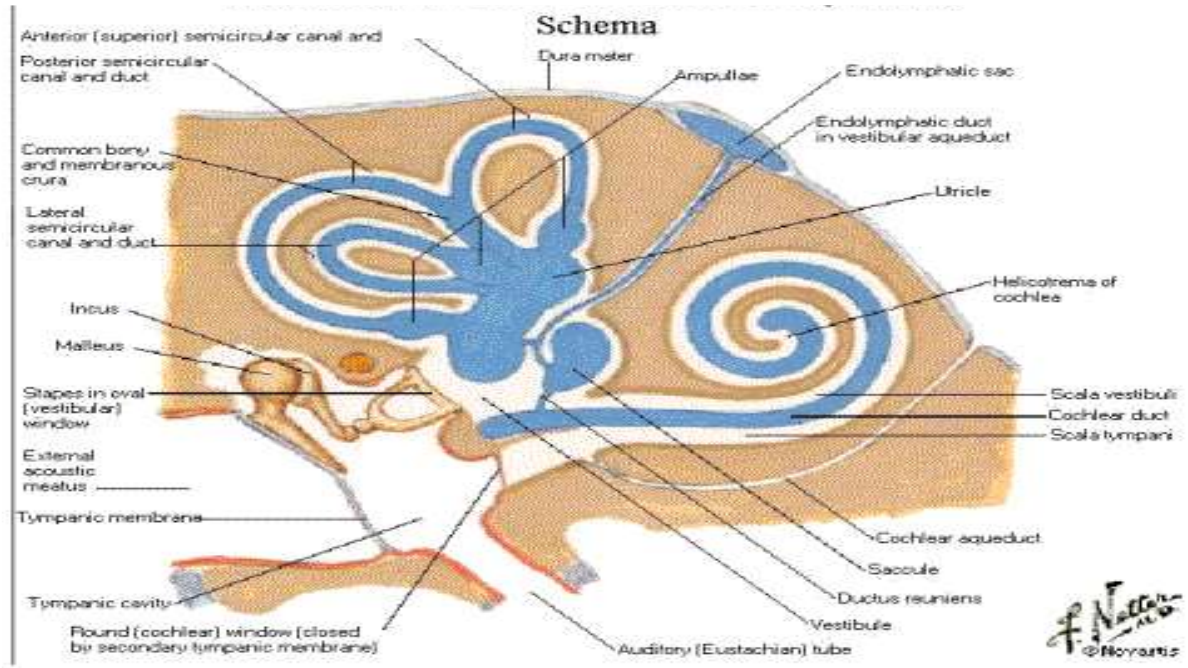
**Gambar 2. Anatomi Telinga Tengah**

Bagian terakhir dari telinga adalah telinga dalam (TD) yang terletak di dalam tulang temporal bagian petrosa, di dalamnya dijumpai labirin periotik yang mengelilingi struktur TD yaitu labirin, merupakan suatu rangkaian berkesinambungan antara tuba dan rongga TD yang dilapisi epitel. Labirin terdiri dari labirin membran berisi endolim yang merupakan satu-satunya cairan ekstraselular dalam tubuh yang tinggi kalium dan rendah natrium. Labirin membran ini di kelilingi oleh labirin tulang, di antara labirin tulang dan membran terisi cairan perilim dengan komposisi elektrolit tinggi natrium rendah kalium. Labirin terdiri dari tiga bagian yaitu pars superior, pars inferior, dan pars intermedia. Pars superior terdiri dari utrikulus dan saluran semisirkularis, pars inferior terdiri dari sakulus dan koklea sedangkan pars intermedia terdiri dari duktus dan sakus endolimpatikus. Telinga Dalam disuplai oleh arteri auditorius interna cabang dari arteri cerebelaris inferior. Aliran darah vena bersama dengan aliran arteri (13).

Fungsi TD ada dua yaitu koklea yang berperan sebagai organ auditus atau indera pendengaran dan kanalis semisirkularis sebagai alat keseimbangan. Kedua organ tersebut saling



berhubungan sehingga apabila salah satu organ tersebut mengalami gangguan maka yang lain akan terganggu (12).



**Gambar 3. Anatomi Telinga Dalam**

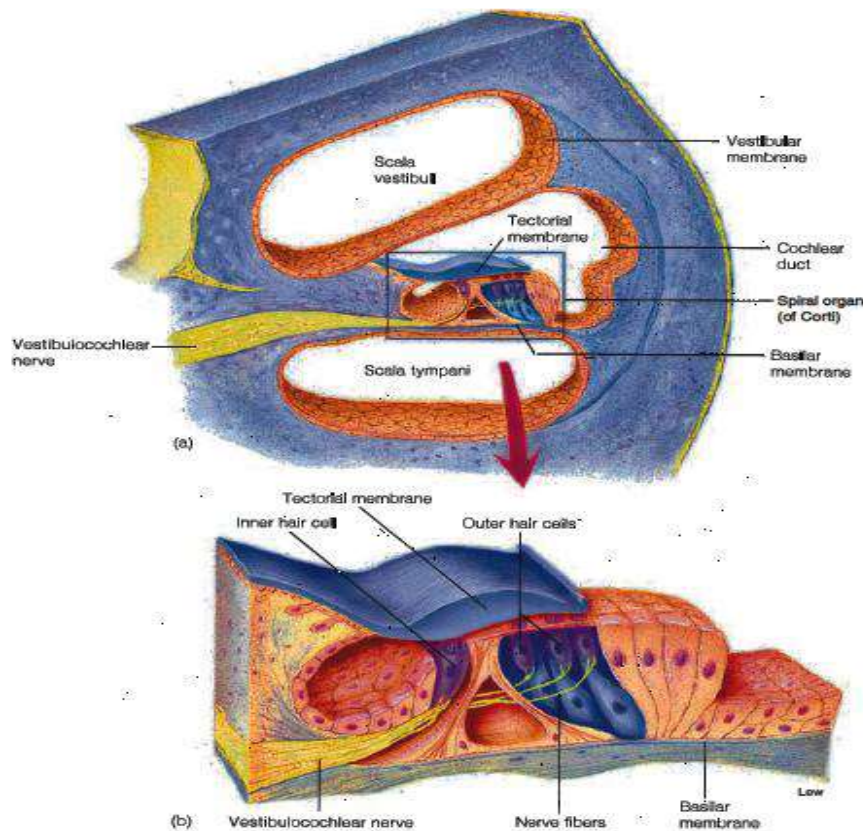
**2) Fisiologi Pendengaran**



**Gambar 4. Proses Pendengaran**

Proses pendengaran diawali saat masuknya gelombang bunyi yang ditangkap oleh daun telinga melewati *meatus acusticus eksternus*. Daun telinga dan *meatus acusticus eksternus* ini

menyerupai pipa berukuran kira-kira sepanjang 2 cm sehingga memiliki mode resonansi dasar pada frekuensi sekitar 4 kHz. Kemudian gelombang suara yang telah ditangkap akan membuat membran timpani telinga bergetar. Seseorang menerima suara berupa getaran pada membran tympani dalam daerah frekuensi pendengaran manusia. Getaran tersebut dihasilkan dari sejumlah variasi tekanan udara yang dihasilkan oleh sumber bunyi dan dirambatkan ke medium sekitarnya, yang dikenal sebagai medan akustik. Variasi tekanan pada atmosfer disebut tekanan suara, dalam satuan Pascal (Pa). Setelah melalui membran tympani, getaran tersebut akan menggetarkan ketiga tulang pendengaran (*malleus, incus, stapes*). Pada saat *malleus* bergerak, *incus* ikut bergerak karena *malleus* terikat kuat dengan inkus oleh ligamen-ligamen. Artikulasi dari *incus* dan *stapes* menyebabkan *stapes* terdorong ke depan pada cairan cochlear. Ketiga tulang pendengaran tadi mengubah gaya kecil dari partikel udara pada gendang telinga menjadi gaya besar yang menggerakkan fluida dalam koklea. *Impedansi matching* antara udara dan cairan koklea ialah sekitar 1 kHz.



**Gambar 5. Gambaran Silia (Rambut Getar) pada Telinga Dalam**

Pada telinga bagian dalam terdapat koklea dan di dalam koklea terdapat membran basiliar yang bentuknya seperti serat panjangnya sekitar 32 mm. Getaran dari tulang pendengaran

diteruskan melalui jendela oval, yang kemudian akan menggerakkan fluida sehingga membran basiliar ikut bergetar akibat resonansi. Bentuk membran basiliar memberikan frekuensi resonansi yang berbeda pada suatu bagian membran. Gelombang dengan frekuensi tertentu akan beresonansi secara sempurna dengan membran basiliar pada titik tertentu, menyebabkan titik tersebut bergetar dengan keras. Prinsip ini sama dengan nada tertentu yang akan membuat garpu tala bergetar. Frekuensi tinggi menyebabkan resonansi pada titik yang berada di dekat jendela oval dan frekuensi rendah menyebabkan resonansi pada titik yang berada lebih jauh dari jendela oval. Organ korti yang terletak di permukaan membran basiliar yang terdiri dari sel-sel rambut ini akan mengubah getaran mekanik menjadi sinyal listrik. Laju firing (*firing rate*) sel rambut dirangsang oleh getaran membran basiliar. Kemudian sel saraf (*afere*) menerima pesan dari sel rambut dan meneruskannya ke saraf auditori, yang akan membawa informasi tersebut ke otak, yaitu korteks serebri area pendengaran (area Brodmann 41 dan 42) dan disadari sebagai rangsang pendengaran (12).

## B. NOISE INDUCED HEARING LOSS (NIHL)

*Noise Induce Hearing Losd* (NIHL) akibat pekerjaan adalah hilangnya fungsi pendengaran akibat paparan kebisingan yang berkelanjutan dan intermiten serta durasi lama dan biasanya berkembang lambat sampai beberapa tahun. NIHL atau gangguan pendengaran akibat kebisingan merupakan gangguan pendengaran bersifat menetap pada satu atau dua telinga baik sebagian atau seluruh pendengaran. Sifat dari gangguan ini bias bersifat ringan, sedang, berat dan terjadi karena paparan bising yang terus menerus dari lingkungan (14).

Breathing	10 dB	<b>Safe sound level</b>
Ticking watch	20 dB	
Average room noise	30-50 dB	
Normal conversation/ background music	60 dB	
Average office noise	70 dB	
Landscaping equipment (inside house)	75 dB	<b>Repeated or prolonged exposure could lead to NIHL over time</b>
Vacuum / inside an airplane	80 dB	
City traffic (inside a car) / noisy restaurant	85 dB	
Subway, shouted conversation	90-95 dB	
Pro sports events/ car horn at 16 ft	95-100 dB	
Motorcycle, stereo	100 dB	
Chainsaw, leafblower, snowmobile	106-115 dB	<b>Can result in immediate and permanent hearing loss after a single close-range exposure</b>
Music concert, ambulance siren	120 dB	
Jet engine taking off	140 dB	
Gun shot	140-60 dB	

**Gambar 1. Contoh Paparan Kebisingan pada Lingkungan Kerja dan Lainnya**



NIHL dapat diklasifikasikan menjadi *Noise Induced Temporary Threshold Shift* (NITTS) dan *Noise Induced Permanent Threshold Shift* (NIPTS). NITTS dapat disebut juga trauma akustik adalah ketulian akibat pajanan bising atau tuli mendadak akibat pajanan bising atau tuli mendadak akibat ledakan hebat, dentuman, tembakan pistol, atau trauma langsung pada telinga. NIPITS adalah ketulian akibat paparan bising yang lebih lama dan atau intensitasnya lebih besar. Jenis tuli ini bersifat permanen (10).

### **1. Epidemiologi**

Kejadian *hearing loss* pada orang dewasa seluruh dunia sebesar 16% disebabkan oleh lingkungan kerja yang bising (6). Prevalensi gangguan pendengaran di Indonesia juga termasuk tinggi. Hal tersebut dinyatakan oleh Komite Nasional Penanggulangan Gangguan Pendengaran dan Ketulian pada tahun 2014 yang menyebutkan bahwa gangguan pendengaran karena paparan bising di Indonesia masih tertinggi di Asia Tenggara yaitu dengan jumlah 16,8% atau sekitar 36 juta penduduk (7).

Berdasarkan laporan *The Global Burden of Disease* tahun 2019 memperkirakan bahwa 1,57 miliar orang, atau 20,3% populasi dunia, terkena gangguan pendengaran, dengan 62% di antaranya berusia di atas 50 tahun (15). NIHL adalah penyebab gangguan pendengaran kedua yang paling umum setelah presbikusis (gangguan pendengaran terkait usia), hal ini memberikan beban yang sangat besar pada individu dan sistem kesehatan. Secara global, NIHL diperkirakan mempengaruhi sekitar 5% populasi dan umumnya lebih sering terjadi pada pria dewasa. Namun, angka ini mungkin terlalu rendah karena prevalensi NIHL sangat bervariasi antar populasi dan kelompok umur (16).

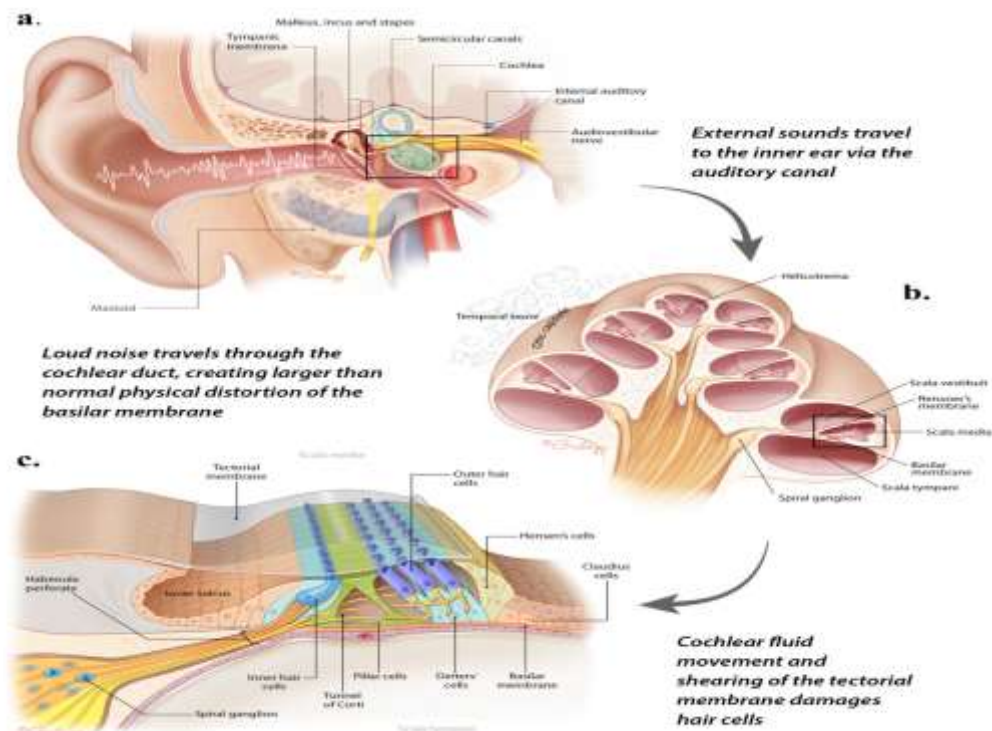
### **2. Faktor Risiko**

NIHL terjadi akibat rusaknya sel silia pada organo corti akibat paparan kebisingan yang terus-menerus. Selain itu, kerusakan pada sel-sel tersebut juga dipengaruhi oleh beberapa factor. Faktor risiko gangguan pendengaran pada pekerja dibagi menjadi faktor risiko yang tidak dapat diubah dan faktor risiko yang dapat diubah. Faktor risiko yang tidak dapat diubah antara lain usia, jenis kelamin, masa kerja, tingkat pendidikan, status perkawinan, riwayat hipertensi, waktu audiogram awal. Adapun faktor risiko yang dapat diubah yaitu intensitas kebisingan, *shift* kerja, lama kerja atau durasi kerja, penggunaan APD, merokok, tidak konsumsi obat-obatan (9).

- Older age, although all ages are at risk
- Repeated occupational noise exposure (construction, machine shop/factory, landscaping, mining, agriculture, musician, etc.)
- Repeated recreational noise exposure (loud music at concerts, loud volume via ear-phones/earbuds)
- Intense blast or explosion exposure
- Shooting firearms (recreational or military)
- Hypertension, smoking
- Lack of hearing protection
- Exposure to organic solvents, heavy metals, pesticides, asphyxiants

**Gambar 7. Faktor Risiko pada NIHL (2)**

### 3. Patofisiologi

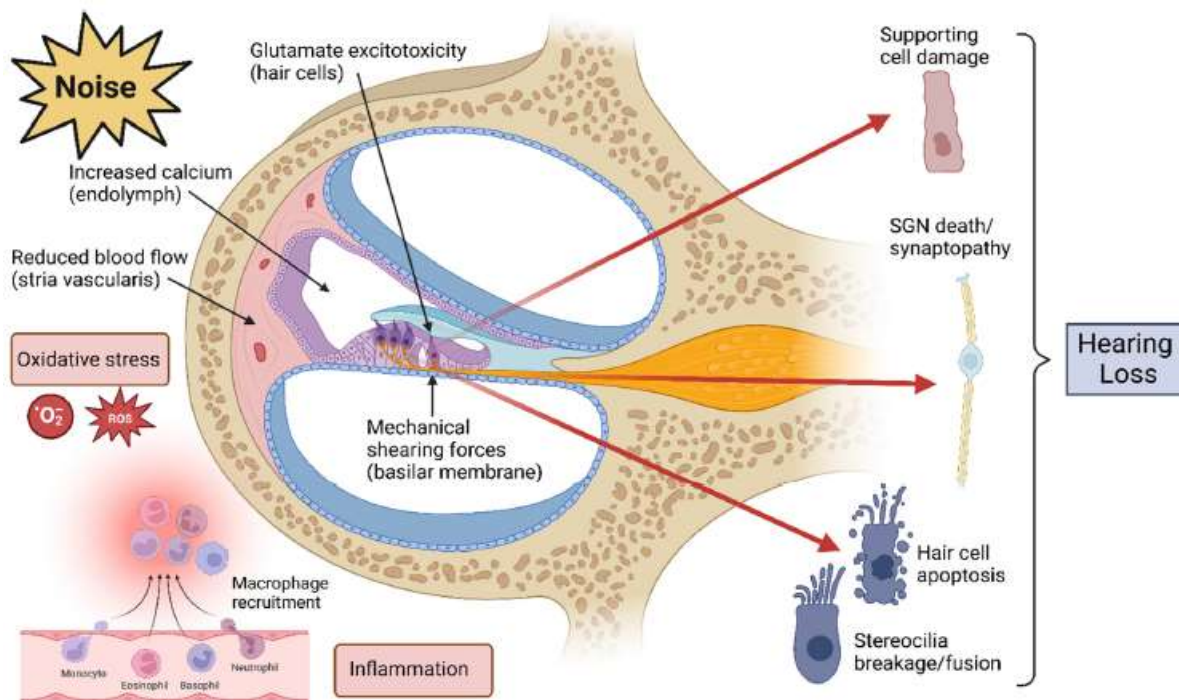


**Gambar 8. Struktur Anatomi Telinga Bagian Dalam yang Terkena Dampak NIHL**

Patofisiologi terjadinya gangguan pendengaran akibat kebisingan dimulai ketika suara berbahaya (keras) disalurkan ke struktur pendengaran dari telinga luar melalui saluran pendengaran. Selanjutnya dapat terjadi mekanisme kerusakan meliputi kerusakan mekanis pada struktur koklea, penurunan aliran darah, peradangan steril dan stres oksidatif serta eksitotoksitas akibat stimulasi berlebih pada sel rambut dan saraf. Hilangnya sel-sel rambut

melalui apoptosis pada akhirnya merupakan cedera paling parah dan berkontribusi terhadap gangguan pendengaran permanen. Kebisingan pada frekuensi tertentu dapat menyebabkan kerusakan sel rambut pada area tertentu yang bermanifestasi sebagai gangguan pendengaran pada frekuensi tertentu (17).

Daerah yang pertama kali terkena adalah daerah basal. Dengan hilangnya stereosilia, sel-sel rambut mati dan digantikan oleh jaringan parut. Semakin tinggi intensitas paparan bunyi, sel-sel rambut dalam sel-sel penunjang juga rusak. Semakin luasnya kerusakan pada sel-sel silia, dapat timbul degenerasi pada saraf yang juga dapat dijumpai di nucleus pendengaran pada batang otak. Sehingga secara histopatologi akan dijumpai gambaran berupa (17) : (1) Kerusakan pada sel sensoris meliputi degenarasi pada daerah basal dari duktus koklearis, pembengkakan dan robekan dari sel-sel sensoris, dan anoksia; (2) Kerusakan pada stria vaskularis, disebabkan oleh penurunan bahkan penghentian aliran darah pada stria vaskularis dan ligament spiralis sesudah terjadi rangsangan suara dengan intensitas tinggi; (3) Kerusakan pada serabut dan ujung saraf; (4) Hidrops endolimfe.



**Gambar 9. Mekanisme Kerusakan Sel pada NIHL**

#### **4. Klasifikasi**

NIHL secara umum dibagi menjadi dua, yaitu (18) :

- 1) ***Noise Induced Temporary Threshold Shift Noise Induced Temporary Threshold Shift*** (NITTS) atau biasa dikenal dengan trauma akustik merupakan ketulian akibat pajanan bising atau tuli mendadak akibat ledakan hebat, dentuman, tembakan pistol atau trauma langsung ke telinga. Trauma ini menyebabkan kerusakan pada saraf di telinga bagian dalam akibat pajanan akustik yang kuat dan tiba-tiba. Seseorang yang pertama kali terpapar suara bising akan mengalami berbagai gejala, gejala awal adalah ambang pendengaran bertambah tinggi pada frekuensi tinggi. Pada gambaran audiometri tampak *acoustic notch* pada frekuensi 4000 Hz. Gangguan yang dialami bisa terjadi pada satu atau kedua telinga. Pada tingkat awal terjadi pergeseran ambang pendengaran yang bersifat sementara, apabila penderita beristirahat diluar lingkungan bising maka pendengarannya akan kembali normal.
- 2) ***Noise Induced Permanent Threshold Shift Noise Induced Permanent Threshold Shift*** (NIPTS) merupakan ketulian akibat pemaparan bising yang lebih lama dan atau intensitasnya lebih besar. Jenis tuli ini bersifat permanen. Faktor-faktor yang merubah NITTS menjadi NIPTS adalah masa kerja yang lama di lingkungan bising, tingkat kebisingan dan kepekaan seseorang terhadap kebisingan. NIPTS terjadi pada frekuensi bunyi 4000 Hz. Pekerja yang mengalami NIPTS mula-mula tanpa keluhan, tetapi apabila sudah menyebar sampai ke frekuensi yang lebih rendah (2000 Hz dan 3000 Hz) keluhan akan timbul. Notch bermula pada frekuensi 3000–6000 Hz setelah beberapa lama gambaran audiogram menjadi datar pada frekuensi yang lebih tinggi. Kehilangan pendengaran pada frekuensi 4000 Hz akan terus bertambah dan menetap setelah 10 tahun dan kemudian perkembangannya menjadi lebih lambat.

## **5. Penegakan Diagnosis**

Berdasarkan pedoman diagnostik Coles, Lutman, dan Buffin, NIHL dapat diidentifikasi dengan terdapatnya notch atau tonjolan ke bawah dalam rentang frekuensi 3–6 kHz selama pengujian Audiometri nada murni. Persyaratan tambahan untuk mendiagnosis NIHL berdasarkan pedoman ini adalah gangguan pendengaran frekuensi tinggi dan paparan kebisingan dalam jumlah yang berpotensi membahayakan. Empat faktor pengubah yang juga perlu dipertimbangkan meliputi (16) : (1) Gambaran klinis (yaitu, cara, sifat, dan usia timbulnya gejala, perkembangan gejala, dan penggunaan perangkat amplifikasi pendengaran); (2)



Kesesuaian dengan usia dan paparan kebisingan; (3) Kriteria Robinson untuk penyebab lain dan (4) Komplikasi seperti gejala asimetri, gangguan campuran, dan gangguan pendengaran konduktif.

NIHL dapat bersifat unilateral (memengaruhi satu telinga) atau bilateral (memengaruhi kedua telinga), dan gangguan pendengaran dapat bersifat sementara atau permanen. Durasi dan tingkat keparahan NIHL bergantung pada luas dan lokasi kerusakan sel, yang berkorelasi dengan intensitas dan durasi stimulus suara. Karena epitel sensorik pendengaran (organ Corti) tidak beregenerasi secara spontan ketika sel-sel sensorik hilang, sel rambut atau degenerasi saraf yang disebabkan oleh kebisingan dapat mengakibatkan gangguan pendengaran permanen terutama jika terjadi paparan berulang-ulang (19).

Diagnosis ditegakkan berdasarkan anamnesis, riwayat pekerjaan, pemeriksaan fisik dan otoskopi serta pemeriksaan penunjang untuk pendengaran (2,7,20) : **(1) Anamnesis** : Pernah bekerja atau sedang bekerja di lingkungan bising dalam jangka waktu yang cukup lama biasanya 5 tahun atau lebih; **(2) Pemeriksaan Otoskopi** : Tidak ditemukan kelainan; **(3) Pemeriksaan Audiologi** : Tes penala didapatkan hasil Rinne positif, Weber lateralisasi ke telinga yang pendengarannya lebih baik, dan Schwabach memendek dengan kesan tuli sensorineural.

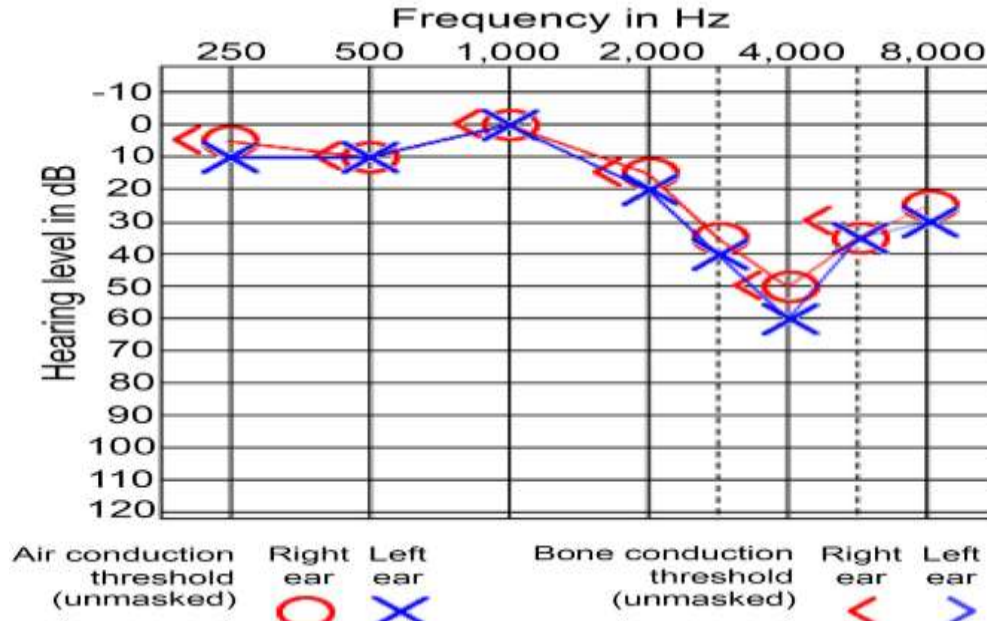
WHO's Grades of hearing impairment

Grade of impairment	Corresponding audiometric ISO value <sup>a,b</sup>	Performance	Recommendattons	Comments added to the previous classification
0: no impairment	25 dB or better	No or very slight hearing problems. Able to hear whispers	None	20 dB also recommended. People with 15 - 20 dB levels may experience hearing problems. People with unilateral hearing losses may experience hearing problems even if better ear normal
1: slight impairment	26-40 dB	Able to hear and repeat words spoken in normal voice at 1 m	Counselling. Hearing aids may be needed	Some difficulty in hearing but can usually hear normal level of conversation
2: moderate impairment	41-60 dB	Able to hear and repeat words using raised voice at 1 m	Hearing aids usually recommended	None
3: severe impairment	61-80 dB	Able to hear some words when shouted into better ear	Hearing aids needed. If no hearing aids available, lip-reading should be taught	Discrepancies between pure-tone thresholds and speech discrimination score should be noted
4: profound impairment including deafness	81 dB or greater	Unable to hear and understand even a shouted voice	Hearing aids may help in understanding words. Additional rehabilitation needed. Lip-reading and sometimes signing essential	Spoken speech distorted, the degree depending on the age at which hearing was lost

dB: decibel; Hz: Hertz; ISO: International Organization for Standardization; m: meter; WHO: World Health Organization.

**Gambar 10. Derajat Gangguan Pendengaran menurut WHO**

(4) **Pemeriksaan Audiometri Nada Murni** : Gambaran audiogram menunjukkan gambaran tuli sensorineural pada frekuensi antara 3000-6000 Hz dan pada frekuensi 4000 Hz sering didapatkan takik (notch) yang patognomonik untuk jenis ketulian ini.



**Gambar 11. Hasil Pemeriksaan Audiometric pada NIHL**

(5) **Pemeriksaan Audiologi Khusus** : SISI (*short increment sensitivity index*), ABLB (*alternate binaural loudness balance*), MLB (*monoaural loudness balance*), audiometri Bekesy, audiometri tutur (*speech audiometry*), hasil menunjukkan adanya fenomena rekrutment (*recruitment*) yang patognomonik untuk tuli sensorineural koklea.

## 6. Tatalaksana dan Pencegahan

Adapun tatalaksana yang dapat dianjurkan pada pasien yaitu (16,21) : (1) **Penderita sebaiknya dipindahkan kerjanya dari lingkungan bising**; (2) **Menggunakan alat pelindung telinga terhadap bising**, seperti sumbat (*ear plug*), tutup telinga (*ear muff*) dan pelindung kepala (*helmet*); (3) **Alat bantu dengar disertai *audioty training* atau *lip reading***; (4) ***Cochlear implant***; (5) **Terapi antioksidan** : Beta Carotene, Vitamin B, C, and E, Zinc dan magnesium memiliki sifat antioksidan terutama bila dikombinasikan, dan telah terbukti mengurangi vasokonstriksi, kematian sel koklea dan gangguan pendengaran pada model hewan bila diberikan sebelum paparan kebisingan; (6) **Antiinflamasi** : Ebselen adalah molekul sintesis yang mengandung selenium yang memiliki sifat anti-inflamasi dan telah dinilai sebagai pengobatan untuk berbagai bentuk SNHL. Kandungan obat ini serupa dengan glutathione

peroksidase, enzim antioksidan utama di koklea dan yang aktivitasnya menurun setelah kebisingan atau cedera ototoksik, dan mengaktifkan jalur sitoprotektif Keap1-Nrf2.

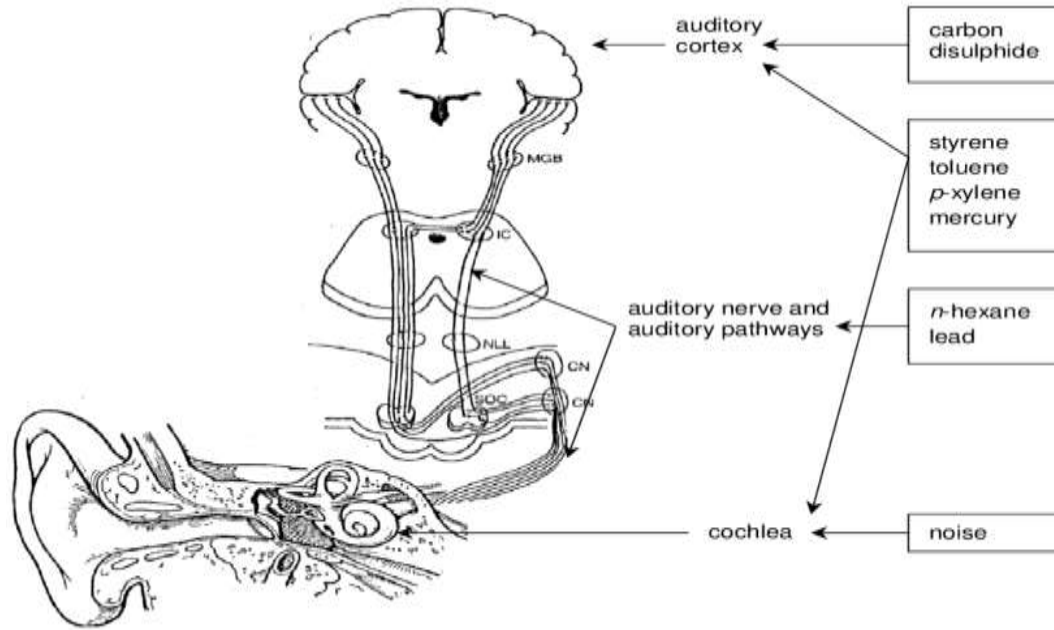
Selain tatalaksana di atas, penting juga melakukan pencegahan. Adapun **pencegahan yang dapat dilakukan** yaitu (20) : (1) **Bising lingkungan kerja harus diusahakan lebih rendah dari 85 dB**. Hal ini dapat diusahakan dengan cara meredam sumber bunyi; (2) **Jika bising ditimbulkan oleh alat-alat seperti mesin tenun, mesin pengerolan baja, kilang minyak atau bising yang ditimbulkan sendiri oleh pekerja, maka pekerja tersebut harus dilindungi dengan alat pelindung bising** seperti sumbat telinga, tutup telinga, dan penutup kepala; (3) **Kombinasi antara sumbat telinga dan tutup telinga memberikan proteksi yang terbaik**; (4) **Selain alat pelindung telinga terhadap bising dapat juga diikuti dengan diterbitkannya ketentuan pekerja** di lingkungan yang berintensitas lebih dari 85 dB tanpa menimbulkan ketulian, sesuai keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi.

Waktu Pemaparan per Hari		Intensitas Kebisingan dalam dBA	Waktu Pemaparan per Hari		Intensitas Kebisingan dalam dBA
8	Jam	85	28,12	Detik	115
4	Jam	88	14,06	Detik	118
2	Jam	91	7,03	Detik	121
1	Jam	94	3,52	Detik	124
30	Menit	97	1,76	Detik	127
15	Menit	100	0,88	Detik	130
7,5	Menit	103	0,44	Detik	133
3,75	Menit	106	0,22	Detik	136
1,88	Menit	109	0,11	Detik	139
0,94	Menit	112			

**Gambar 12. Nilai Ambang Batas Kebisingan Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi**

### C. CHEMICAL INDUCED HEARING LOSS

*Chemical induced hearing loss* adalah gangguan pendengaran yang disebabkan oleh paparan bahan-bahan kimia berbahaya secara terus-menerus dalam jangka waktu yang lama. Selain akibat kebisingan bahan kimia seperti pelarut organik, logam, dan obat sesak napas dikenal karena efek neurotoksiknya pada sistem saraf pusat dan perifer. Agen-agen ini dapat melukai sel-sel sensorik dan ujung saraf tepi koklea. Di tempat kerja, salah satu jenis paparan yang paling umum adalah campuran pelarut (*solvents mixture*). Paparan paling umum tampaknya terjadi di industri di mana pekerja bersentuhan dengan cat, tiner, lak, dan tinta printer (22).



**Gambar 13. Patofisiologi Gangguan Pendengaran Akibat Zat Kimia**

*Chemical induced hearing loss* dapat terjadi ketika pelarut organik terpapar dalam jangka waktu yang panjang dan telah terbukti menyebabkan gangguan pendengaran permanen yang merusak sel-sel rambut koklea sebagai target pertama. Mekanisme cedera akut adalah aksi langsung pelarut pada sel-sel organ Corti, mengakibatkan disorganisasi struktur membrannya, sedangkan efek ototoksik kronis dapat dijelaskan dengan pembentukan zat antara yang reaktif secara kimia dan biologis. Pelarut ini berdampak buruk pada sistem pendengaran perifer dan sentral. Misalnya, toluena dapat meningkatkan respons penghambatan sinaptik sebagai depresan sistem saraf pusat, juga dapat menghambat refleks akustik telinga tengah (sistem eferen kolinergik). Hal ini akan mengakibatkan telinga bagian dalam lebih rentan terhadap paparan bersama bahkan pada intensitas kebisingan di bawah nilai batas yang diperbolehkan (22).

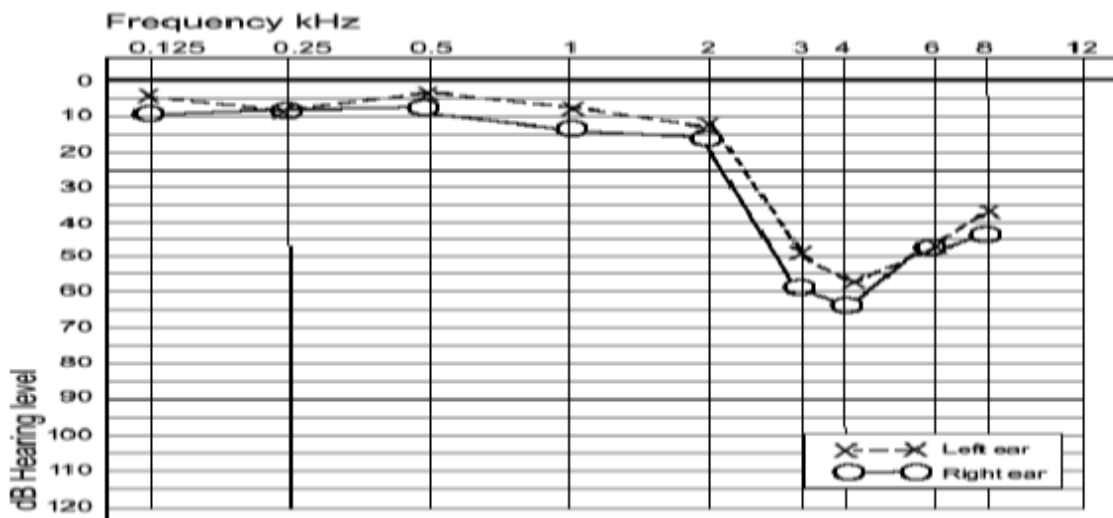


Classification	Criteria	Ototoxic substances
Category 1	Human data indicate auditory effects below or near the existing OELs. There are also robust animal data supporting an effect on hearing resulting from exposure	toluene, styrene, carbon monoxide, carbon disulfide, lead and mercury
Category 2	Human data are lacking, whereas animal data indicate an auditory effect below or near the existing OELs.	p-xylene, ethylbenzene, and hydrogen cyanide
Category 3	Human data are poor or lacking. Animal data indicate an auditory effect well above the existing OELs.	Other substance
<i>OEL: occupational exposure limits.</i>		

**Gambar 14. Klasifikasi dan Substansi Ototoksi**

Dalam penegakan diagnosis, selain anamnesis dapat pula dilakukan beberapa pemeriksaan. Dari penelitian sebelumnya, para peneliti telah menemukan beberapa tes yang berguna untuk membuktikan efek buruk pada sistem pendengaran pusat pada pekerja yang terpapar pelarut campuran (*solvents mixture*). Tes-tes ini dapat dilakukan untuk mengevaluasi kemungkinan efek buruk pelarut pada sistem pendengaran. Adapun tes tersebut adalah (8) :

- 1) *Dichotic listening*: alat yang berguna dalam penilaian pekerja yang terpapar pelarut, khususnya pada mereka yang memiliki tingkat paparan sedang
- 2) Teknik elektrofisiologi (ABR) : peningkatan latensi absolut dan latensi antar puncak (IPL) antara gelombang ABR (I-III IPL; IV IPL; III-V IPL) atau P300 yang berkepanjangan (potensi membangkitkan pendengaran latensi panjang)
- 3) Emisi otoakustik (*Otoacoustic Emission/OAE*): penurunan ambang pendengaran secara bertahap sebelum perubahan audiometric
- 4) Serangkaian prosedur penilaian fungsi pendengaran sentral perilaku yang komprehensif: peserta yang terpapar pelarut menunjukkan hasil yang lebih buruk disesuaikan dengan usia dan ambang pendengaran dibandingkan dengan subjek yang tidak terpapar.



**Gambar 15. Hasil Pemeriksaan Audiometri**

Langkah awal program pencegahan gangguan pendengaran adalah penilaian dan pengendalian bahaya. Penting untuk mempelajari apakah dan paparan berbahaya apa saja yang ada di tempat kerja. Kapanpun kebisingan atau bahan kimia berbahaya terjadi di tempat kerja, tindakan untuk mengurangi tingkat paparan guna melindungi pekerja yang terpapar dan untuk memantau efektivitas intervensi ini diwajibkan oleh hukum. Cara paling efektif untuk mencegah gangguan pendengaran akibat kebisingan atau paparan bahan kimia adalah dengan menghilangkan sumber risiko dari tempat kerja melalui pengendalian teknis, mencari alternatif untuk meminimalkan paparan (seperti mengurangi durasi paparan), atau mewajibkan penggunaan alat pelindung diri. peralatan jika pengendalian teknik atau administratif tidak menghilangkan paparan. Jika penggunaan alat pelindung diri diperlukan, maka harus dipakai sesuai petunjuk (8).

### **3. KESIMPULAN**

Gangguan pendengaran merupakan salah satu penyakit yang sering terjadi di lingkungan kerja. Paparan kebisingan di tempat kerja dikenal sebagai faktor yang paling merugikan terhadap gangguan pendengaran, namun dampak gangguan pendengaran akibat bahan kimia terhadap pekerja juga tidak boleh dianggap remeh. Banyak factor yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan pendengaran, mulai dari yang bisa diubah hingga yang tidk bisa diubah. Anamnesis, pemeriksaan fisik, dan pengujian audiometric mutlak dibutuhkan untuk setiap pekerja yang dilakukan sebelum mulai bekerja dan secara berkala berkala selama bekerja

bekerja dengan tujuan untuk mencegah terjadinya gangguan pendengaran akibat bising terutama bising industri. Cara paling efektif untuk mencegah gangguan pendengaran akibat kebisingan atau paparan bahan kimia adalah dengan menghilangkan sumber risiko dari tempat kerja melalui pengendalian teknis, mencari alternatif untuk meminimalkan paparan (seperti mengurangi durasi paparan), atau mewajibkan penggunaan alat pelindung diri. peralatan jika pengendalian teknik atau administratif tidak menghilangkan paparan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Ralli M, Balla MP, Greco A, Altissimi G, Ricci P, Turchetta R, et al. Work-Related Noise Exposure in a Cohort of Patients with Chronic Tinnitus: Analysis of Demographic and Audiological Characteristics. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2017 Sep 8;14(9):1035. Available from: <http://www.mdpi.com/1660-4601/14/9/1035>
2. Halim W. Gangguan Pendengaran Akibat Bising Pada Pekerja : Review Literature. *J Kesehat Tambusai*. 2023;4(4):6805–11.
3. Kwon J-K, Lee J. Occupational Hearing Loss. In: *Hearing Loss - From Multidisciplinary Teamwork to Public Health* [Internet]. IntechOpen; 2021. p. 13. Available from: <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>
4. Kerns E, Masterson EA, Themann CL, Calvert GM. Cardiovascular Conditions, Hearing Difficulty, and Occupational Noise Exposure within US Industries and Occupations. *Am J Ind Med* [Internet]. 2018 Jun 14;61(6):477–91. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ajim.22833>
5. Olusanya BO, Davis AC, Hoffman HJ. Hearing Loss Grades and the International Classification of Functioning, Disability and Health. *Bull World Health Organ* [Internet]. 2019 Oct 1;97(10):725–8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6796665/>
6. Mayasari D, Khairunnisa R. Pencegahan Noise Induced Hearing Loss pada Pekerja Akibat Kebisingan. *J Agromed Unila*. 2017;4(2):354–60.
7. Septiana N, Widowati E. Gangguan Pendengaran Akibat Bising. *Higeiajournal Public Heal Res Dev*. 2017;1(1):78–82.
8. Campo P, Morata TC, Hong O. Chemical Exposure and Hearing Loss. *Disease-a-Month* [Internet]. 2018 Apr;59(4):119–38. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0011502913000229>
9. Ramadhania B, Herbawani CK. Faktor Risiko Gangguan Pendengaran Pada Pekerja: Tinjauan Literatur. *Media Kesehat Masy Indones* [Internet]. 2022;21(05):340–6. Available from: <http://jurnalmedikahutama.com/index.php/JMH/article/view/432>
10. Winata AA. Faktor Risiko Gangguan Pendengaran pada Pekerja Industri. *J Med Hutama* [Internet]. 2021;03(02):2181. Available from:

- [http://jurnalmedikahutama.com/index.php/JMH/article/view/432%0Afile:///C:/Users/GUEST/4/Downloads/432-Article Text-1005-1-10-20220131.pdf](http://jurnalmedikahutama.com/index.php/JMH/article/view/432%0Afile:///C:/Users/GUEST/4/Downloads/432-Article%20Text-1005-1-10-20220131.pdf)
11. Paulsen F, Waschke J. Atlas Anatomi manusia Sobotta. 24th ed. Kurnia LI, editor. Jakarta: Elsevier; 2019.
  12. Sherwood L. Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem Edisi 9. 9th ed. USA: EGC; 2018.
  13. Netter FH. Atlas Anatomi Manusia Bahasa Latin/ Indonesia. 6th ed. Jakarta: Elsevier; 2016.
  14. Wang T-C, Chang T-Y, Tyler R, Lin Y-J, Liang W-M, Shau Y-W, et al. Noise Induced Hearing Loss and Tinnitus—New Research Developments and Remaining Gaps in Disease Assessment, Treatment, and Prevention. *Brain Sci* [Internet]. 2020 Oct 13;10(10):732. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-3425/10/10/732>
  15. GBD 2019 Hearing Loss Collaborators. Hearing Loss Prevalence and Years Lived with Disability, 1990–2019: Findings from the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2021;397:996–1009.
  16. Natarajan N, Batts S, Stankovic KM. Noise-Induced Hearing Loss. *J Clin Med*. 2023;
  17. Wu P-Z, O'Malley JT, de Gruttola V, Liberman MC. Primary Neural Degeneration in Noise-Exposed Human Cochleas: Correlations with Outer Hair Cell Loss and Word-Discrimination Scores. *J Neurosci* [Internet]. 2021 May 19;41(20):4439–47. Available from: <https://www.jneurosci.org/lookup/doi/10.1523/JNEUROSCI.3238-20.2021>
  18. Salawati L. Noise-Induced Hearing Loss. *J Occup Environ Med*. 2017;45(6):579–81.
  19. Liberman MC. Noise-Induced Hearing Loss: Permanent Versus Temporary Threshold Shifts and the Effects of Hair Cell Versus Neuronal Degeneration. *Adv Exp Med Biol* [Internet]. 2016;875:1–7. Available from: [https://link.springer.com/10.1007/978-1-4939-2981-8\\_1](https://link.springer.com/10.1007/978-1-4939-2981-8_1)
  20. Themann CL, Masterson EA. Occupational Noise Exposure: A review of Its Effects, Epidemiology, and Impact with Recommendations for Reducing Its Burden. *J Acoust Soc Am*. 2019;146(5).
  21. Alvarado JC, Fuentes-Santamaría V, Melgar-Rojas P, Gabaldón-Ull MC, Cabanes-Sanchis JJ, Juiz JM. Oral Antioxidant Vitamins and Magnesium Limit Noise-Induced Hearing Loss by Promoting Sensory Hair Cell Survival: Role of Antioxidant Enzymes and Apoptosis Genes. *Antioxidants* [Internet]. 2020 Nov 25;9(12):1177. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-3921/9/12/1177>
  22. Johnson A-C, Morata T. Occupational Exposure to Chemicals and Hearing Impairment. Vol. 44, *Arbete och Hals*. Karolinska Institutet; 2014. 1–48 p.