

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Gangguan Pendengaran Akibat Bising merupakan gangguan pendengaran yang diakibatkan oleh paparan dengan waktu lama terhadap kebisingan yang keras, biasanya kebisingan di lingkungan kerja. GPAB merupakan gangguan pendengaran yang bersifat tuli sensorineural koklea (Susiyanti and Imanto, 2020). Gangguan pendengaran yang diakibatkan oleh kebisingan dapat berdampak sementara atau permanen dan dapat terjadi pada satu ataupun kedua sisi telinga. Penderita GPAB kerap didapatkan riwayat sempat ataupun sedang bekerja di area yang bising dalam waktu yang lumayan lama atau riwayat pemakaian *earphone* untuk mendengarkan musik dalam jangka waktu yang lama dengan volume yang keras (Nugroho et al., 2021).

*Earphone* merupakan fitur atau alat yang bisa mengubah listrik menjadi gelombang suara. Perangkat ini umumnya digunakan buat mendengarkan audio pada alat komunikasi dan komputer. Adanya gangguan pendengaran terjadi karena karena jarak dari sumber suara ke pendengar lebih kecil dengan *earphone*. *Earphone* tidak sepenuhnya meredam suara dan tidak sepenuhnya menutupi kebisingan eksternal. Oleh karena itu, *earphone* dapat memengaruhi gangguan pendengaran (Rosita, 2020). Ambang batas suara terendah yang dianggap dapat merusak fungsi pendengaran yaitu 85 dB saat pemaparan lebih dari 8 jam sehari. *Earphone* dapat menghasilkan volume sebesar 110 dB. Paparan volume 110 dB lebih dari 1 jam sehari dapat merusak fungsi pendengaran (Erlanda et al., 2022).

Menurut WHO, lebih dari 40 juta orang di Amerika dengan usia sekitar 20 dan 69 tahun menderita GPAB yang tidak dipengaruhi oleh lingkungan kerja. Lebih dari satu miliar anak muda di penjuru dunia berkemungkinan kehilangan pendengaran karena terbiasa memutar musik dalam waktu yang lama dengan volume tinggi. Dalam hal ini, penggunaan *earphone* merupakan prediktor penting

dari perkiraan peningkatan risiko gangguan pendengaran. Memakai *earphone* dapat mendekatkan sumber kebisingan ke telinga, membuat paparan yang diterima jauh lebih besar. Sebuah studi tahun 2015 di India menunjukkan bahwa 36,06% siswa yang memakai *earphone* terpengaruh oleh GPAB. Studi lain oleh Rumampuk et al. di Indonesia pada tahun 2018 ditemukan 26,7 persen siswa yang menggunakan *earphone* mengalami ketulian ringan dan 6,7 persen ketulian sedang (Susiyanti and Imanto, 2020).

Menurut Widen et al. dalam penelitiannya terhadap 280 anak muda yang mendengarkan musik dengan *earphone* setidaknya selama 3 jam sehari, 14,0% (39 siswa) melaporkan gangguan pendengaran subjektif. Selain itu, 7-8% (18-22 siswa) melaporkan masalah pendengaran yang sering atau terus-menerus seperti tinitus, kepekaan terhadap kebisingan atau kelelahan vokal. Perihal ini juga didukung oleh riset yang Laohi et al. lakukan pada tahun 2015 yang menemukan bahwa memakai *earphone* selama lebih dari 30 menit sehari 2.122 kali lebih mungkin menyebabkan gangguan pendengaran (Susiyanti and Imanto, 2020). Menurut Nugroho et al. pada 77 peserta dalam penelitiannya, kebanyakan berusia antara 20 dan 30 tahun ialah 23 orang (30%). Ditemukan kalau 16 orang (20%) memiliki gangguan pendengaran, 18 orang (24%) kerap memakai *earphone* serta 18 orang (23%) bekerja di tempat yang bising (Nugroho et al., 2021).

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Rizal dan Utami melalui 26 orang operator di PT. Infomedia Nusantara Medan yaitu 18 orang (69.0%) terdiagnosa gangguan pendengaran, 16 orang (88.9%) mengalami tuli sensorineural, dengan 17 orang (94.4%) menderita tuli derajat ringan. Hasil penelitian oleh Ramya, dari 640 mahasiswa kedokteran, sebanyak 20 siswa (6,9%) mengalami gangguan pendengaran, 64 siswa (23%) mengalami gejala tinnitus (Rizal, Masliana and Utami, 2017; M R and M, 2022).

Menurut penelitian Komnas PGPKT menjelaskan bahwa volume yang dapat digunakan saat menggunakan *earphone* adalah < 60% dalam 60 menit per hari. Kekuatan 70 dB atau volume 70% SPL menghasilkan respon adaptif yaitu respon kelelahan. Stimulasi suara mode ini adalah fenomena fisiologis saraf

pendengaran akibat bising dengan volume bising yang cukup keras yang menyebabkan peningkatan ambang pendengaran sementara dan dapat pulih selama beberapa menit atau jam. Paparan kebisingan pada volume yang sangat tinggi dalam waktu jangka pendek maupun lama dapat menyebabkan produksi ambang pendengaran berlanjut dan mengakibatkan kerusakan pada struktur koklea, termasuk kerusakan sel rambut, organ corti, stria vascularis (Novita, Mulyati and Rahayu, 2015).

Di Indonesia, gangguan pendengaran akibat penggunaan *earphone* yang beresiko belum mendapat atensi lebih dari pemerintah yang lebih fokus pada gangguan pendengaran diakibatkan cacat lahir atau infeksi telinga tengah (Yunita, Nurannisaa and Valentina, 2021).

Dikarenakan adanya efek negatif terutama efek kesehatan dan berdasarkan observasi semakin banyak siswa/i yang menggunakan *earphone* saat mengerjakan tugas. Maka peneliti tertarik untuk melaksanakan penelitian tentang pengaruh penggunaan *earphone* sebagai faktor risiko terhadap gangguan pendengaran pada siswa/i SMA Negeri 5 Kota Bengkulu tahun 2024.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut :

Apakah ada hubungan penggunaan *earphone* sebagai faktor risiko gangguan pendengaran pada siswa/i SMA Negeri 5 Kota Bengkulu.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Untuk mengetahui hubungan penggunaan *earphone* sebagai faktor risiko gangguan pendengaran di SMA Negeri 5 Kota Bengkulu tahun 2024.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

Yang menjadi tujuan khusus dalam penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui berapa lama penggunaan *earphone* per hari pada siswa/i SMA Negeri 5 Kota Bengkulu tahun 2024.
- b. Untuk mengetahui hubungan lama penggunaan *earphone* per hari dengan gangguan pendengaran akibat bising pada siswa/i SMA Negeri 5 Kota Bengkulu tahun 2024.
- c. Untuk mengetahui gambaran intensitas penggunaan *earphone* per hari pada siswa/i SMA Negeri 5 Kota Bengkulu tahun 2024.
- d. Untuk mengetahui hubungan intensitas volume penggunaan *earphone* dengan gangguan pendengaran akibat bising pada siswa/i SMA Negeri 5 Kota Bengkulu tahun 2024.
- e. Untuk mengetahui hubungan frekuensi penggunaan *earphone* dengan gangguan pendengaran akibat bising pada siswa/i SMA Negeri 5 Kota Bengkulu tahun 2024.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Manfaat bagi Pendidikan**

Diharapkan penelitian ini bisa menjadi referensi dan data terbaru mengenai hubungan penggunaan *earphone* dengan gangguan pendengaran dan menjadi dasar untuk penelitian selanjutnya mengenai gangguan pendengaran akibat bising.

### **1.4.2 Manfaat bagi Peneliti**

Diharapkan dapat menambah pengetahuan, wawasan, dan antisipasi mengenai penggunaan *earphone* dengan frekuensi lama terhadap gangguan pendengaran serta pengalaman untuk melakukan penelitian.

### **1.4.3 Manfaat bagi Responden**

Diharapkan dapat menjadi pengetahuan dan edukasi untuk seluruh siswa/i SMA Negeri 5 Kota Bengkulu agar senantiasa menjaga kesehatan indra pendengaran.

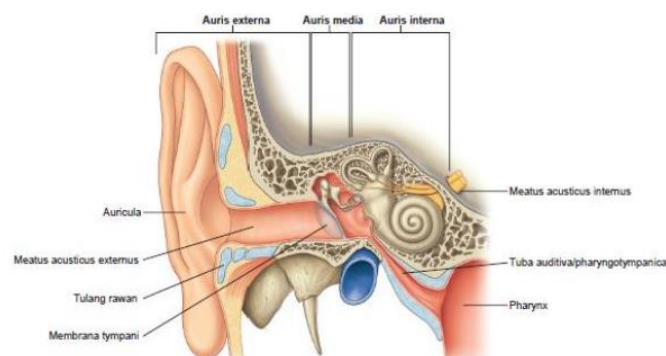
## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Telinga

#### 2.1.1 Anatomi

Telinga/auris ialah organ pendengaran serta penyeimbang. Telinga bisa mengetahui serta menganalisis suara dengan mekanisme transduksi yang merupakan proses mengganti gelombang suara jadi impuls elektrokimia. Telinga memiliki tiga bagian :

- A. Telinga luar berfungsi menangkap rangsang getaran 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.
- B. Telinga tengah atau *cavum tympani* berfungsi menghantarkan bunyi dari telinga luar ke telinga dalam. Bagian depan ruang telinga dibatasi oleh membrane timpani, sedangkan bagian dalam dibatasi oleh *foramen ovale* dan *foramen rotundum*.
- C. Telinga dalam berfungsi menerima getaran bunyi yang dihantarkan oleh telinga tengah. Pada telinga dalam terdapat vestibulum, kanalis semiriskularis, dan koklea. Di dalam koklea inilah terdapat organ corti yang berfungsi untuk mengubah getaran mekanik gelombang bunyi menjadi impuls listrik yang akan dihantarkan ke pusat pendengaran.



Gambar 2.1 Anatomi Telinga

Sumber : *Gray's Basic Anatomy page 523* (Drake, Vogl and Mitchell, 2012)

Telinga dalam (*Auris interna*) tertanam di dalam Pars petrosa ossis temporalis serta memiliki organ pendengaran dan keseimbangan. Di bagian ini pula terdapat labirin membrane (*Labyrinthus membranaceus*) yang berada di dalam labirin tulang (*Labyrinthus osseus*) dengan bentuk yang serupa. Organ pendengaran terdiri atas *Labyrinthus cochlearis* dan *Ductus cochlearis* yang bersama dengan tulang pelindungnya membentuk *Cochlea*. Cochlea mengandung epitel sensorik organ pendengaran (organ Corti). Labirin membran terikat oleh serat-serat jaringan penghubung. Rongga labirin tulang ini diisi oleh cairan perilimfe (rongga perilimfe, warna krem) yang komposisinya merupakan hasil ultrafiltrasi darah. Rongga perilimfe ini terhubung dengan rongga *subarachnoid* melalui *Aqueductus cochlea*. Labirin membran diisi dengan endolimfe (rongga endolimfe, warna biru-hijau), yang komposisi ioniknya mirip dengan cairan intraseluler. Rongga endolimfe organ pendengaran dan organ keseimbangan saling terhubung melalui *Ductus reuniens* dan disambungkan oleh *Ductus endolymphaticus* ke *Saccus endolymphaticus*, kantung epidural pada permukaan posterior Os temporalis di antara *Meatus acusticus internus* dan *Sulcus internus*, tempat cairan endolimfe diserap (Schunke, Schulte and Schumacher, 2017).

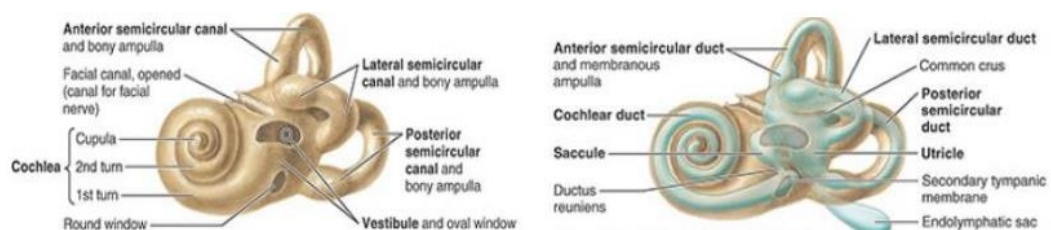
*Canalis spiralis cochlae osseus* (mirip rumah siput) memiliki panjang sekitar 30-35 mm pada orang dewasa. *Cochlea* terdiri atas pilar pusat (*modiolus*) di mana rongga tulang membentuk dua setengah putaran spiral dan mengandung Ganglion spiral (badan sel neuron aferen) (Schunke, Schulte and Schumacher, 2017; Wineski, 2019).

*Cochlea* adalah tabung melingkar yang dibagi menjadi tiga ruang (*chamber*). Scala vestibuli yang membentuk ruang atas koklea dimulai dari jendela vestibular di mana skala vestibuli berlanjut dengan vestibulum dan mengandung *perilymph*. Skala timpani yang membentuk ruang bawah koklea dan mengandung perilimfe. Skala vestibuli dan skala timpani berhubungan di helikotrema. *Cochlear duct (scala media)* yang membentuk ruang tengah koklea. Duktus koklea dipenuhi oleh endolimfe dan berakhir di helikotrema. Saluran

koklea terdapat organ spiral (dari Corti) dimana reseptor suara mengubah getaran mekanis menjadi impuls saraf (Morton, Foreman and Albertine, 2019).

*Ductus cochlearis* dipisahkan dari Scala vestibuli oleh membran Reissner, sedangkan duktus juga dipisahkan dari *Scala tympani* oleh Membrana basilaris. Membrana basilaris muncul dari proyeksi tulang modiolus (Lamina spiralis ossea). Membran basilar memanjang dari tepi membran spiral ke dinding tulang luar, sehingga membagi kanal koklea menjadi Skala vestibuli di atas dan Skala timpani di bagian dasarnya (Schunke, Schulte & Schumacher, 2017; Wineski, 2019).

Frekuensi suara tinggi (mencapai 20.000 Hz) ditangkap oleh Membrana basilaris yang sempit, sedangkan frekuensi rendah (hingga 200 Hz) ditangkap oleh Membrana basilaris lebar (Tonotopik). Membrana basilaris dan Lamina spiralis ossea akan membentuk dasar *Ductus cochlearis*. Di dasar ini terdapat organ pendengaran Corti yang terdiri dari serangkaian sel sensorik dan sel pendukung, yang ditutupi oleh membrana *tectoria* seperti gel dan tidak mengandung sel. Sel sensorik adalah reseptor organ Corti dan mengandung sekitar 50-100 stereosilia, Sel-sel ini bersinaps dengan ujung serabut saraf aferen dan eferen di basalnya. Sel-sel ini dapat mengubah getaran menjadi energi elektrokimia. Organ Corti yang terletak di Membrana basilaris kemudian mengatur getaran menjadi impuls listrik dan mengirimnya ke *N.cochlearis* di otak. Sel rambut bagian dalam mengubah gelombang suara yang ditangkap oleh Membrana basilaris menjadi impuls listrik dan kemudian diteruskan ke *Ganglion cochleare* (Schunke, Schulte and Schumacher, 2017).

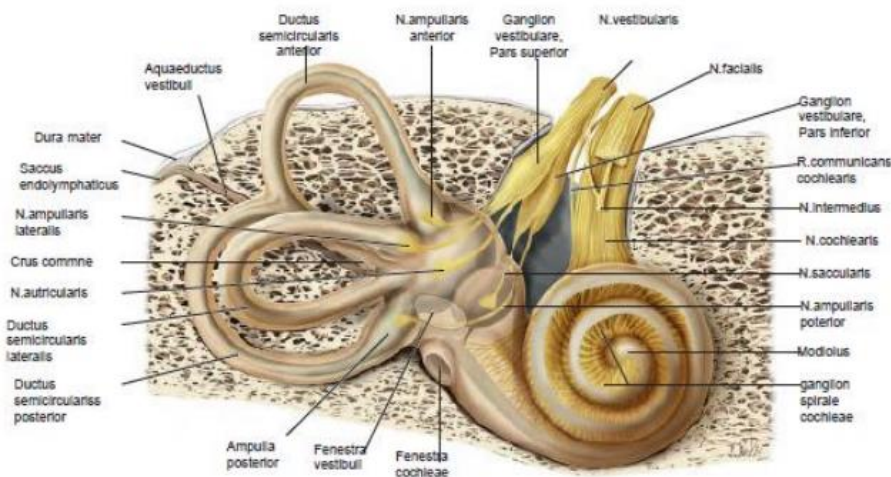


Gambar 2.2 Labyrinths Membranaceus dan Osseus

Sumber : *Moore's Clinically Oriented Anatomy* page 1521 (Dalley, Agur and Moore, 2023)

Impuls aferens dari organ reseptor di *Cochlea* (organ pendengaran) pertama kali dilakukan oleh dendrit (perifer) ke Ganglia spiralia yang berisi badan sel-sel ganglion bipolar. Akson sentralnya membentuk *N.cochlearis*. (Saraf koklea terbagi menjadi cabang-cabang yang memasuki foramen di dasar modiolus. Ganglion sensorik dari saraf ini adalah ganglion spiral memanjang yang bersarang di kanal yang berkelok di sekitar modiolus di dasar lamina spiral. Cabang perifer saraf ini bergerak dari ganglion ke organ *spiral Corti* (Wineski, 2019).

*Ductus cochlearis* merupakan organ yang menyampaikan informasi pendengaran ke *encephalon*. Saraf yang mengatur kegiatan adalah saraf *vestibulocochlearis* [VIII] yaitu saraf vestibularis untuk keseimbangan dan saraf *cochlearis* untuk pendengaran (Drake, Vogl and Mitchell, 2012).



Gambar 2.3 Persarafan Cochlea

Sumber : Atlas Anatomi Manusia Prometheus hal.145 ( Schunke. Schulte, and Schumacher, 2017)

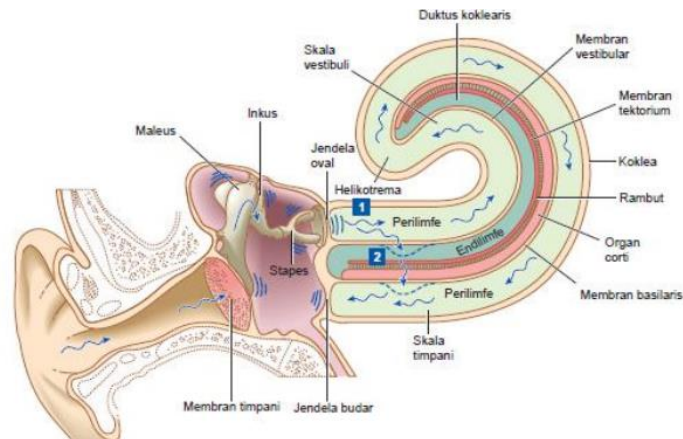
### 2.1.2 Fisiologi Pendengaran

Telinga mengonversi gelombang suara di area luar menjadi potensial aksi di saraf koklearis. Gelombang suara memasuki meatus akustik eksternal dan perjalanan menuju membran timpani. Orientasi meatus ini, atau kanal, memberikan beberapa sensitivitas arah. Gelombang suara yang mendekati sisi tertentu dari kepala memiliki akses langsung ke membran timpani di sisi tersebut.

Suara datang melewati daun telinga atau jaringan tubuh lainnya. Gelombang diterjemahkan oleh membran timpani dan tulang pendengaran membuat gerakan stapes dasar. Gerakan ini memicu gelombang pada cairan di telinga dalam. Efek gelombang organ corti menciptakan potensial aksi di serabut saraf (Sherwood, 2013; Martini, Nath and Bartholomew, 2018).

Gendang telinga bergerak masuk dan keluar selaku respons terhadap pergantian tekanan yang diciptakan oleh gelombang suara di permukaan luarnya. Membran dengan demikian bertindak sebagai generator untuk memproduksi getaran sumber suara. Selaput menyudahi bergetar lekas kala gelombang suara berhenti. Pergerakan membran timpani ditransmisikan ke manubrium malleus. Malleus berosilasi pada porosnya melalui persimpangan proses panjang dan pendeknya yang mengirimkan getaran betis ke inkus. Inkus bergerak untuk mengalirkan getaran yang disalurkan ke kepala stapes (Sherwood, 2013).

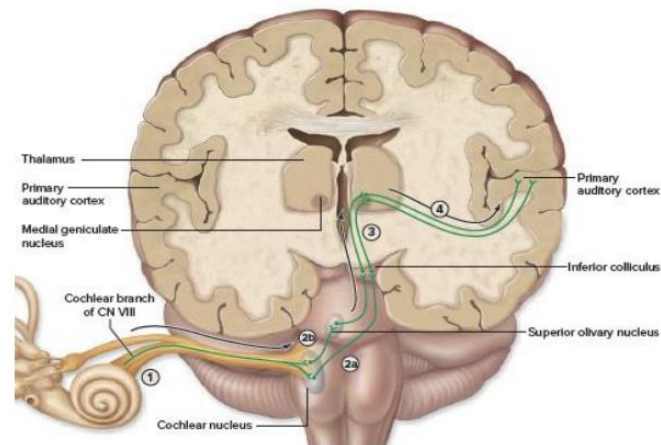
Gerakan *piston stapes* menimbulkan gelombang tekanan di supra kompartemen. Tekanan didistribusikan dalam dua cara yaitu kompresi dan defleksi membran basilar. Sepanjang bagian dini dari jalan ini, gelombang tekanan mendesak perilimfe ke depan di kompartemen atas setelah itu di sekitar helikotrema dan kompartemen bagian bawah ke dalam rongga telinga tengah untuk mengkompensasi kenaikan tekanan. Saat *stapes* bergerak mundur, perilimfe mengalir ke arah yang bertentangan. Jalur ini tidak menimbulkan penerimaan suara, namun hanya menghilangkan tekanan. Gelombang tekanan di kompartemen atas ditransmisikan melewati membran vestibular tipis ke duktus koklea dan setelah itu melewati membran basilaris ke kompartemen bawah. Transmisi gelombang tekanan melewati membran basilaris menimbulkan membran bergerak ke atas serta ke bawah ataupun bergetar sebagai respon terhadap gelombang tekanan. Karena organ *corti* berada di atas membran basilar, sel-sel rambut juga bergetar ke atas dan ke bawah (Sherwood, 2013).



Gambar 2.4 Transisi Gelombang Suara

Sumber : *Introduction to Human Physiology* page 232 (Sherwood, 2013)

Saat membran basilar *stereocilia* bergerak, organ spiral menjadi terdistorsi oleh membran *tectorial*. Hal ini mengawali impuls saraf yang ditransmisikan melalui cabang saraf koklea yang melekat pada sel-sel rambut. Akson sensorik saraf koklea berakhir di nukleus koklea di dalam batang otak. Neuron sensorik ini bersinaps dengan neuron sekunder di nukleus. Setelah proses informasi yang masuk dalam nukleus koklea, akson neuron sekunder di nukleus akan mulai bekerja. Akson dari beberapa neuron sekunder terhubung langsung ke *colliculi inferior* otak tengah sedangkan akson lainnya terhubung ke nukleus olivary superior & bersinaps dengan neuron sensorik lain yang kemudian terhubung ke *colliculi inferior*. Impuls saraf yang mencapai *colliculi inferior* juga terlibat dalam refleksi terhadap suara keras, di mana impuls saraf ditransmisikan ke otot rangka tubuh. Impuls saraf yang mencapai nukleus olivarius superior bekerja sebagai melokalisasi suara dan terlibat dalam refleksi vokal yang keras yang mentransmisikan impuls saraf ke tensor timpani dan stapedius untuk berkontraksi dan mengurangi getaran tulang pendengaran. Impuls saraf ditransmisikan dari *colliculus inferior* menuju nukleus *geniculate medial thalamus* untuk proses awal dan penyaringan informasi sensorik pendengaran. Akson dari neuron tersier di talamus meluas ke korteks pendengaran primer dari lobus temporal di mana impuls saraf dikenali sebagai suara (McKinley, O'Loughlin and Pennefather-O'Brien, 2017).



Gambar 2.5 Jalur Pendengaran di Sistem Saraf Pusat

Sumber : *Human Anatomy 2017 page 594* (McKinley, O'Loughlin and Pennefather-O'Brien, 2017)

Gangguan pendengaran adalah perubahan pada tingkat pendengaran yang berakibat kesulitan dalam melaksanakan kehidupan normal, biasanya dalam hal memahami pembicaraan. Derajat gangguan pendengaran terbagi menjadi:

- Pendengaran normal: 0-20 desibel.
- Masalah pendengaran ringan: 21-40 desibel.
- Masalah pendengaran sedang: 41-55 desibel.
- Masalah pendengaran parah: 71-90 desibel.

### 2.1.3 Jenis Gangguan Pendengaran

Ada tiga jenis gangguan pendengaran, yaitu konduktif, sensorineural, dan campuran. Pada gangguan pendengaran konduktif terdapat masalah di dalam telinga luar atau tengah, sedangkan pada gangguan pendengaran sensorineural terdapat masalah di telinga bagian dalam dan saraf pendengaran. Sedangkan, tuli campuran disebabkan oleh kombinasi tuli konduktif dan tuli sensorineural. Faktor penyebab gangguan pendengaran adalah otitis media suppuratif kronik (OMSK), tuli sejak lahir, pemakaian obat ototoksik, pemaparan bising, dan serumen prop.

#### a. Gangguan Pendengaran Jenis Konduktif

Pada gangguan pendengaran jenis ini, transmisi gelombang suara tidak dapat mencapai telinga dalam secara efektif. Ini disebabkan karena beberapa gangguan atau lesi pada kanal telinga luar, rantai tulang pendengaran, ruang telinga tengah, fenestra ovalis, fenestra rotunda, dan tuba auditiva. Pada bentuk yang murni (tanpa komplikasi) biasanya tidak ada kerusakan pada telinga dalam, maupun jalur persyarafan pendengaran nervus vestibulokoklearis (N.VIII). Gejala yang ditemui pada gangguan pendengaran jenis ini adalah seperti berikut:

1. Ada riwayat keluarnya cairan dari telinga atau riwayat infeksi telinga sebelumnya.
2. Perasaan seperti ada cairan dalam telinga dan seolah-olah bergerak dengan perubahan posisi kepala.
3. Dapat disertai tinitus (biasanya suara nada rendah atau mendengung).
4. Bila kedua telinga terkena, biasanya penderita berbicara dengan suara lembut (*soft voice*) khususnya pada penderita otosklerosis.
5. Kadang-kadang penderita mendengar lebih jelas pada suasana ramai.

#### b. Gangguan Pendengaran Jenis Sensorineural

Gangguan pendengaran jenis ini umumnya irreversibel. Gejala yang ditemui pada gangguan pendengaran jenis ini adalah seperti berikut:

1. Bila gangguan pendengaran bilateral dan sudah diderita lama, suara percakapan penderita biasanya lebih keras. Perbedaan ini lebih jelas bila dibandingkan dengan suara yang lembut dari penderita gangguan pendengaran jenis hantaran, khususnya otosklerosis.

2. Penderita lebih sukar mengartikan atau mendengar suara atau percakapan dalam suasana gaduh dibanding suasana sunyi.
3. Terdapat riwayat trauma kepala, trauma akustik, riwayat pemakaian obat-obat ototoksik, ataupun penyakit sistemik sebelumnya.

#### c. Gangguan Pendengaran Jenis Campuran

Gangguan jenis ini merupakan kombinasi dari gangguan pendengaran jenis konduktif dan gangguan pendengaran jenis sensorineural. Mula mula gangguan pendengaran jenis ini adalah jenis hantaran (misalnya otosklerosis), kemudian berkembang lebih lanjut menjadi gangguan sensorineural. Dapat pula sebaliknya, mula-mula gangguan pendengaran jenis sensorineural, lalu kemudian disertai dengan gangguan hantaran (misalnya presbikusis), kemudian terkena infeksi otitis media. Kedua gangguan tersebut dapat terjadi bersama-sama. Misalnya trauma kepala yang berat sekaligus mengenai telinga tengah dan telinga dalam. Gejala yang timbul juga merupakan kombinasi dari kedua komponen gejala gangguan pendengaran jenis hantaran dan sensorineural.

### **2.1.4 Gangguan Pendengaran Akibat Bising**

#### **2.1.4.1 Definisi Gangguan Pendengaran Akibat Bising**

Gangguan pendengaran akibat kebisingan merupakan gangguan pendengaran yang diakibatkan oleh paparan suara keras dalam jangka waktu lama umumnya diakibatkan oleh area kerja yang bising. Sifat tuli pada gangguan pendengaran adalah sensorineural pada telinga bagian dalam dan umumnya mengenai kedua telinga. Kebisingan umumnya suara yang tidak diinginkan. Secara akustik, kebisingan adalah campuran suara tumpul dengan frekuensi berbeda. Kebisingan minimal 85 desibel (dB) untuk waktu paparan 8 jam sehari dan 40 jam seminggu bisa mengganggu reseptor pendengaran *corti* di telinga bagian dalam. Bagian yang kerap rusak merupakan perangkat *corti* untuk reseptor suara dengan frekuensi 3000 Hz hingga 6000 Hz dan kerusakan terparah adalah

perangkat *corti* untuk reseptor suara dengan frekuensi 4000 Hz (Seopardi et al., 2007).

NIOSH telah menetapkan *Recommended Exposure Limits* (REL) untuk berbagai bahaya berdasarkan bukti ilmiah dan praktik terbaik yang tersedia. NIOSH REL dikembangkan untuk menilai risiko gangguan pendengaran pada pekerja industri dengan paparan tetap sehingga mungkin tidak sepenuhnya berlaku untuk penilaian risiko bagi musisi dan profesional musik lainnya dengan paparan suara yang tidak teratur dan tidak dapat diprediksi (Koskinen, 2015).

Tabel 2.1 *Exposure Level*

<i>Time to reach 100% noise dose</i>	<i>Exposure Level per NIOSH REL</i>
<i>8 hours</i>	85 dBA
<i>4 hours</i>	88 dBA
<i>2 hours</i>	91 dBA
<i>60 minutes</i>	94 dBA
<i>30 minutes</i>	97 dBA
<i>15 minutes</i>	100 dBA

Tabel 2.2 Kekuatan Relatif Suara Umum

Suara	Kekuatan dalam Desibel (dB)
Gemerisik daun	10 dB
Detak Jantung	20 dB
Berbisik	30 dB
Percakapan Normal	60 dB
Blender makanan, mesin pemotong	90 dB
Konser music rock	120 dB
Lepas landas Pesawat Jet	150 dB

Sumber : (Sherwood, 2013; Koskinen, 2015)

*Temporary Threshold Shift* (TTS) adalah perubahan ambang batas yang kembali ke garis dasar dalam beberapa jam, hari, atau minggu dengan batas atas menjadi 30 hari setelah paparan. Tingkat keparahan serangan awal dan waktu pemulihan tergantung pada sejumlah faktor yaitu jenis serangan atau trauma,

intensitas atau durasi serangan dan jenis rangsangan. Eksposur yang lebih merusak dapat menyebabkan hilangnya sensitivitas ambang yang mencakup komponen sementara dan permanen. TTS awal umumnya 40 dB atau lebih dianggap sebagai peningkatan risiko yang signifikan dalam menghasilkan PTS. Paparan kebisingan terus-menerus atau berulang yang hanya menyebabkan TTS, dapat berkembang menjadi PTS (permanent threshold shift) jika berulang, seperti halnya paparan kebisingan di tempat kerja. Oleh karena itu, PTS dapat diartikan sebagai pergeseran ambang yang diinduksi kebisingan yang bertahan diluar periode pemulihan pasca paparan (Ryan et al., 2016; Tougaard and Beedholm, 2021).

PTS bersifat sensorineural dan frekuensinya bervariasi tergantung pada karakteristik paparan, karakteristik permeabilitas telinga luar dan tengah, dan sensitivitas yang melekat pada berbagai daerah koklea terhadap kerusakan. Resonansi di liang telinga menghasilkan amplifikasi frekuensi akustik yang panjang gelombangnya sekitar 4 kali panjang liang telinga yang menghasilkan peningkatan frekuensi sekitar 4 kHz pada manusia. Hal ini mendorong "takik" PTS yang ditingkatkan pada 4–6 kHz untuk paparan rangsangan pita lebar (*broadband*). Seperti banyak bentuk lesi lainnya, koklea basal paling sensitif terhadap kebisingan. Meskipun alasannya tidak sepenuhnya jelas, ini mungkin berkaitan dengan tingkat antioksidan yang lebih tinggi pada sel rambut apikal serta aktivitas metabolisme yang lebih tinggi pada sel rambut basal. Sensitivitas basal ini menyebabkan TTS dan PTS cenderung lebih ekstensif pada frekuensi tinggi. Penyebab PTS yang paling sering adalah kerusakan dan hilangnya sel rambut koklea. Mekanisme terjadinya kerusakan ini belum diketahui secara pasti (Ryan et al., 2016).

#### **2.1.4.2 Faktor Risiko Gangguan Pendengaran Akibat Bising**

##### **1. Usia**

Usia mempunyai pengaruh terhadap gangguan pendengaran. Usia lebih tua relatif akan mengalami penurunan kepekaan terhadap rangsangan suara. Penyebab paling umum terjadinya gangguan pendengaran terkait usia adalah presbycusis. Presbycusis ditandai dengan penurunan persepsi terhadap bunyi frekuensi tinggi dan penurunan kemampuan membedakan bunyi.

##### **2. Masa Kerja**

Kebisingan yang tinggi memberikan efek yang merugikan pada tenaga kerja, terutama pada indera pendengaran. Organ pendengaran yang kita miliki hanya menerima bising pada batas-batas tertentu saja. Jika batas tersebut dilampaui dan waktu paparan cukup lama, maka dapat menyebabkan daya dengar tenaga kerja menurun. Tenaga kerja memiliki risiko mengalami NIHL yang dapat terjadi secara perlahan-lahan dalam waktu lama dan tanpa disadari. Penurunan daya pendengaran tergantung dari lamanya pemaparan serta tingkat kebisingan, sehingga faktor-faktor yang menimbulkan gangguan pendengaran harus dikurang. Gejala klinis penderita gangguan pendengaran akibat bising dikeluhkan pekerja setelah bekerja selama 5 tahun dan inipun baru disadari setelah pihak lain seperti istri, anak dan teman bergaul mengatakan bahwa penderita memerlukan suara yang cukup keras untuk mampu mendengar.

##### **3. Penggunaan Alat Pelindung Telinga**

Pengendalian kebisingan terutama ditujukan kepada mereka yang dalam kesehariannya menerima kebisingan. Karena daerah utama kerusakan akibat kebisingan pada manusia adalah pendengaran (telinga bagian dalam), maka metode pengendaliannya dengan memanfaatkan alat bantu yang bisa mereduksi tingkat kebisingan yang masuk ke telinga bagian luar dan bagian tengah sebelum masuk ke telinga bagian dalam.

#### 4. Riwayat Penyakit Telinga

Keadaan kesehatan, keadaan telinga menyebabkan pengaruh pendengaran yang berbeda. Pekerja yang memiliki riwayat penyakit tuli konduktif yaitu mengalami gangguan telinga luar atau telinga tengah yang mengakibatkan pekerja menjadi agak sulit mendengar. Penyebab tuli konduktif yang paling sering adalah tuli konduktif congenital, otitis media, perforasi akibat traumatik pada gendang telinga, perforasi akibat infeksi di gendang telinga, dan osteosklerosis.

##### **2.1.4.3 Patofisiologi Gangguan Pendengaran**

Bunyi dinyatakan sebagai sensasi pendengaran yang lewat telinga dan timbul karena penyimpangan tekanan udara. Penyimpangan ini biasanya disebabkan oleh beberapa benda yang bergetar karena dipukul. Sewaktu fluktuasi tekanan udara ini membentur gendang pendengaran (membran timpani) dari telinga maka membran ini akan bergetar sebagai jawaban pada fluktuasi tekanan udara tersebut. Getaran ini melalui saluran dan proses tertentu akan sampai di otak kita dimana hal ini diinterpretasikan sebagai suara. Pada kondisi atau aktifitas tertentu, misalnya saat seseorang berpindah dari satu lokasi ke lokasi lain dengan perbedaan tingkat ketinggian lokasi cukup besar dalam waktu relatif singkat, akan timbul perbedaan tekanan udara antara bagian depan dan belakang gendang telinga. Akibatnya gendang telinga tidak dapat bergetar secara efisien, dan sudah barang tentu pendengaran akan terganggu. Telinga manusia hanya mampu menangkap suara yang ukuran intensitasnya 80 dB (batas aman) dan dengan frekuensi suara sekitar berkisar antara 20-20.000Hz. Lebar responden telinga manusia diantara 0 dB-140 dB yang dapat didengar. Dan batas intensitas suara tertinggi adalah 140 dB dimana untuk mendengarkan suara itu sudah timbul perasaan sakit pada alat pendengaran.

##### **2.1.5 Earphone**

*Earphone* adalah fitur audio berdimensi kecil yang digunakan dengan metode diletakkan di liang telinga pengguna. Cara kerja *earphone* pada dasarnya menyerupai *loudspeaker* yaitu dengan mengganti tenaga listrik menjadi gelombang suara (WHO, 2019).

Saat ini, semakin banyak dijumpai anak-anak, remaja, maupun dewasa dengan bermacam fitur elektronik dengan *earphone*. Dengan *earphone* mereka melaksanakan bermacam perihal mulai dari pekerjaan hingga hiburan. Kebanyakan pendengar, terutama anak muda, lebih kerap memakai *earphone* untuk keperluan bersantai. Walaupun *earphone* dapat dipakai untuk bermacam keperluan, sebagian besar pendengar *earphone* memakainya untuk mendengarkan musik. Pertumbuhan teknologi yang memungkinkan terjadinya komunikasi antar waktu dan tempat juga memperluas pemakaian *earphone* hingga kegiatan online seperti belajar, rapat, dialog atau aktivitas berkumpul online lainnya (Rosita, 2020)

Berdasarkan penelitian di Inggris, etnis kulit putih hanya sesekali terpapar kebisingan : 64,7% ( n = 6732) dilaporkan mengalami kebisingan dibawah sebulan sekali. Namun etnis kulit hitam (18,8%, n = 1951) dilaporkan mengalami paparan kebisingan yang berlebihan setidaknya setiap minggu. Para responden juga meyakini bahwa gangguan pendengaran lebih dominan diakibatkan oleh perilaku (Armitage, Loughran and Munro, 2020).

Hasil penelitian Levey et al 27 mengukur volume yang digunakan orang yang memasuki kampus universitas di New York City. Para peneliti menemukan volume rata-rata 92,6 dBA dan dosis kebisingan mingguan rata-rata 157%. Dari kelompok pendengar ini, 51,9% melebihi REL kebisingan NIOSH mingguan 100% dari paparan *earphone* mereka. Dalam studi lanjutan dengan metode serupa, 57,2% pendengar melebihi REL kebisingan mingguan 100%. REL kebisingan yang melebihi 100% umumnya akan membuat individu yang terpapar mengalami gangguan pendengaran. Oleh karena itu, paparan suara tingkat tinggi (>85 dBA) dapat meningkatkan risiko gangguan pendengaran akibat bising (Portnuff, 2016).

Menurut penelitian yang dilakukan di India, sebagian besar siswa dilaporkan menggunakan *earphone* kurang dari 8 jam, mereka menghadapi iritasi pada penggunaan *earphone* dalam waktu yang lama. Dalam penelitian ini, 83,1% siswa memiliki setidaknya satu gejala telinga saat menggunakan *earphone* dan 41,9% siswa memiliki setidaknya salah satu tanda infeksi telinga. Siswa

menunjukkan peningkatan gejala seperti 23% mengalami tinnitus, 17,7% mengalami infeksi telinga dan 19,5% mengalami sekret (M R and M, 2022).

Sebuah penelitian di Korea Selatan ditemukan bahwa prevalensi gangguan pendengaran dikalangan remaja sebesar 22,6% yang menggunakan *earphone* di lingkungan yang bising, dan 16,6% dari subjek tersebut secara subyektif melaporkan beberapa tingkat gangguan pendengaran. Menurut Rhee et al. menemukan jumlah gangguan pendengaran akibat kebisingan pada 2879 siswa usia 13-19 tahun (Byeon, 2021).

### **2.1.6 Audiometri**

Audiometri nada murni berfungsi sebagai tes skrining untuk gangguan pendengaran. Tujuannya adalah untuk menentukan gangguan pendengaran dan jika terjadi kelainan dapat membedakan antara gangguan pendengaran konduktif, sensorineural ataupun campuran. Penilaian audiometri melalui konduksi udara dan konduksi tulang yang akurat akan menunjukkan adanya tingkat gangguan pendengaran. Audiometri lebih baik digunakan bersama dengan timpanometri (Davies, 2016).

Audiometri nada murni dilakukan di ruangan yang kedap suara, karena kebisingan ruangan memiliki pengaruh yang kuat pada ambang frekuensi rendah. Dalam audiometri manual, nada disajikan dalam langkah 5 dB, intensitas meningkat sampai ambang batas tercapai. Subjek diminta untuk menanggapi suara terlembut yang direkam sebagai ambang pendengaran konduktif udara (AC) dan konduktif tulang (BC) untuk frekuensi tersebut. Pemeriksaan audiometri dilakukan pada beberapa frekuensi yaitu 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz dan 8000 Hz (Davies, 2016).

Sebelum melakukan audiometri, edukasi subjek bahwa *earphone* akan diletakkan di telinga dan nada akan diberikan di satu telinga pada frekuensi yang berbeda pada satu waktu. Jelaskan bahwa tujuan tes audiometri adalah untuk menentukan tingkat ambang pendengaran yaitu di mana subjek hanya mendengar nada saja. Mintalah subjek untuk merespon dengan menekan tombol atau

mengangkat jarinya setelah mendengar nada. Nada awal akan diberikan dengan keras sehingga subjek mendengarnya dengan baik. Kemudian suara yang dimainkan menjadi lebih lembut. Subjek harus melepaskan tombol atau menjatuhkan jari segera setelah nada tidak lagi terdengar. Tanyakan apakah pendengaran di kedua telinga berbeda. Jika ada telinga yang sakit, tes harus dimulai dari telinga yang sehat sedangkan jika subjek merasa pendengarannya sama di kedua telinga, maka tes dapat dimulai pada salah satu telinga. Sebelum memulai tes, subjek harus memahami semua instruksi. Selama tes, periksa terus apakah subjek merespons dengan benar. Jika tidak, tes harus dijeda untuk mengulang instruksi sebelum melanjutkan evaluasi (Soer, 2014).



Gambar 2.6 Audiometri Nada Murni  
Sumber : *Pure Tone Audiometry* (Soer, 2014)

Untuk Ambang dasar dihitung dengan cara menjumlahkan intensitas pada frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz dibagi 4.

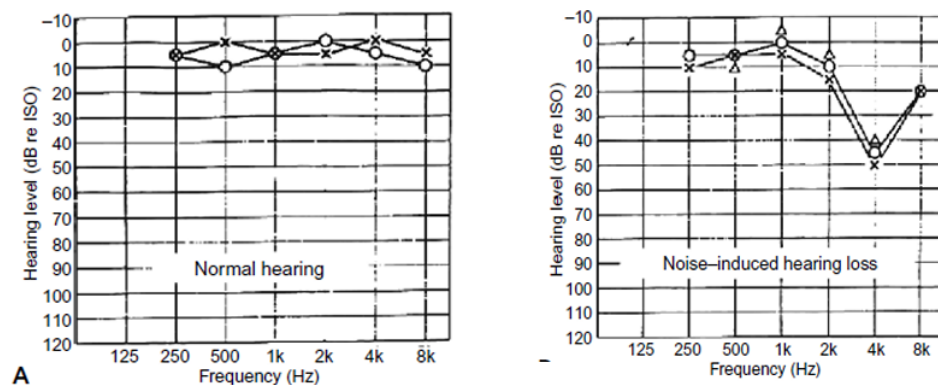
Berikut adalah deskripsi dari hasil audiometri menurut ISO :

Ambang dengar

- Normal :  $\leq 25$  dB HL
- Ringan : antara 26 dan 40 dB HL
- Sedang : antara 41 dan 70 dB HL
- Berat : antara 71 dan 90 dB HL
- *Profound* :  $> 90$  dB HL.

Hasil pengukuran audiometri nada murni diplot sesuai dengan format standar berikut:

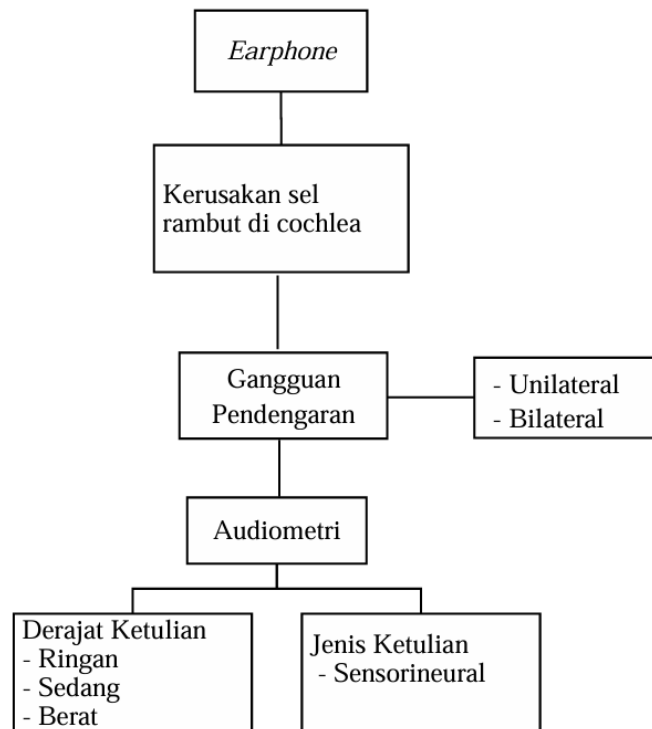
- X = ambang konduksi udara telinga kiri (warna biru)
- O = ambang konduksi udara telinga kanan (warna merah)
- D = membuka kedok ambang konduksi tulang (diplot pada audiogram di sisi tempat tulang konduktor telah ditempatkan)



Gambar 2.7 Gambaran Audiometri

A. Audiometri dengan Pendengaran Normal (Kiri), B. Audiometri dengan Gangguan Pendengaran Akibat Bising (Kanan) Sumber : Audiometry and other hearing test (Davies, 2016)

## 2.2 Kerangka Teori



## 2.3 Hipotesis Penelitian

Ha : Terdapat hubungan penggunaan *earphone* sebagai faktor risiko gangguan pendengaran akibat bising.

Ho : Tidak terdapat hubungan penggunaan *earphone* sebagai faktor risiko gangguan pendengaran akibat bising.

## 2.4 Kerangka Konsep

