

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bunyi

A. Definisi Bunyi

Bunyi 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).

B. Gelombang Suara

Suatu gelombang suara dapat muncul hanya mempunyai massa atau inerti dan elastisitas. Oleh karena udara memiliki massa dan elastisitas, sehingga suatu gelombang suara dapat menyebar di dalamnya (Majalah Kesehatan Masyarakat, 2001).

C. 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) kesisi 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 merupakan kombinasi beberapa frekuensi yang disebut sebagai spektrum suara. Spektrum frekuensi dapat menentukan faktor tingkat gangguan yang diakibatkan oleh kebisingan.

D. 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 dengan satuan adalah *feet* atau meter.

E. Unit dan Level Suara

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

1. Decibel (dB)

Decibel merupakan suatu ukran kebisingan untuk menggambarkan intensitas, power, dan pressure dalam skala level dB yang merupakan konversi

dari N/m^2 ke dalam level dB RE $0,00002 \text{ N/m}^2$ dan dari watts/m^2 ke dalam dB. Pada umumnya telinga sanggup menerima bunyi atau suara tanpa kesulitan pada *range* tekananyang cukup luas. Untuk memudahkan, dipakai satuan *decibel* (dB) sebagai pengganti ukuran-ukuran tekanan dengan rumus :

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

Keterangan :

P_1 : tekanan suara yang akan diukur.

P_0 : tekanan referensi (*reference pressure*)

Dalam *Industrial Hygiene Work*, *reference pressure* ini umumnya $0,00002 \text{ dyne/cm}^2$ dan nilai ini disesuaikan dengan bunyi terlemah yang dengar dalam kondisi terbaik untuk menyimak.

2. **Sound Intensity Level**

Suatu ukuran level intensitas kebisingan.

3. **Sound Power Level**

Suatu ukuran level dari kekuatan kebisingan.

4. **Sound Pressure Level**

Suatu ukuran level dari tekanan kebisingan. Tingkat tekanan bunyi diukur dengan skala logaritma dalam suatu *decibel* (dB)

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

Nilai *equivalent sound pressure level* unuk kebisingan yang *continue* dan konstan dalam satuan waktu tertentu berdasarkan pada ER 3 dB.

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

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

7. **Time-Weighted Average (TWA)**

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

8. *Exchange Rate (ER)*

Peningkatan level kebisingan tertentu sebagai kompetensi 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)*

Level kebisingan yang diaplikasikan untuk 8 jam kerja yang diakumulasi kan sebagai *dose* (100%)

10. *Filter A,B,C,D Linear*

Beberapa jenis filter yang digunakan untuk mengukur level dari power, intensitas, dan tekanan suara dBA dan dBC). Filter tipe B dan D jarang di pakai. Filter A sangat sesuai untuk mengukur kebisingan yang mempunyai rentang 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. *Noise Dose (Dosis Bising)*

Dosis pemaparan kebisingan (*sound pressure level*, dBA) terhadap pekerja yang dikur dalam satuan waktu tertentu.

Berikut rumus perhitungan dosis :

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

Keterangan :

D : dosis

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

Keterangan :

C_{1-n} : total waktu paparan bising pekerja.

T_{1-n} : durasi waktu *reference*

Ada dua hal yang harus di perhatikan dalam menghitung dosis bising, yaitu:

- Dosis Proyeksi (*projected dose*)

Proyeksi dosis untuk suatu periode tertentu yang didapatkan dari hasil ekstrapolasi dosis yang didapatkan dari periode waktu tertentu.

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

Tabel 2.1. Correction for Background Noise

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

2.2. Anatomi Fisiologi serta Gangguan dan Pemeriksaan Fungsi Pendengaran

2.2.1 Anatomi Alat pendengaran

Telinga merupakan alat pendengaran pada manusia. Pada keadaan normal manusia memiliki sepasang telinga yang terletak di sisi kanan dan kiri kepala. Telinga terdiri dari 3 bagian besar, yaitu:

1. Telinga Bagian Luar.

Telinga bagian luar terdiri dari daun telinga dan *Meatus Acusticus Externus*. Daun telinga berfungsi sebagai pengumpul getaran-getaran udara yang menghasilkan bunyi, sedangkan *Meatus Acusticus Externus* berfungsi 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*. Bagian ini terdiri dari *cavum tymphani* dan *recessus epitymphani*. *Cavum tymphani* merupakan suatu ruangan yang berisi uara 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 dua bagian yaitu *bony labyrinth* dan *cochlea*. Pada *bony labyrinth* terdapat tiga ruangan yaitu *Os. Petrosa*, *Os. Temporale*, *Vestibulum Canalis Semicircularis*. Pada bagian-bagian ini terdapat *ductus-ductus* yang saling berhubungan dan bentuknya sesuai dengan *bony labyrinth*, yaitu *membranous labyrinth* yang berisi *endolimfe*. Pada *cochlea* terdapat spiral organ dari *corti*, suatu rangkaian susunan epitel yang terdapat pada *membrana basilaris*.

2.2.2 Fisiologis Pendengaran

Getaran suara ditangkap oleh daun telinga lalu disampaikan ke liang telinga, mengenai membran timpani dan menggetarkan membran timpani tersebut. Getaran membran timpani akan menggerakkan tulang-tulang pendengaran yang berhubungan satu sama lain. Tulang stapes akan menggerakkan foramen ovale dan perilimfe. Getaran tersebut akan diteruskan atau dibelokkan. Membran timpani akan mendorong endolimfe dan membran basalis, ujung sel rambut dalam keadaan istirahat yang jadinya berkelok-kelok menjadi lurus. Perudahan 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 Indonesia Public Association.,2001*)

2.2.3 Gangguan Fungsi Pendengaran

Umumnya terdapat tiga bentuk gangguan atau kelainan fungsi pendengaran yaitu:

1. 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 ini terbagi atas dua jenis yaitu *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 ini disebabkan oleh kombinasi antara tuli konduktif dan tuli saraf. Tuli ini dapat berupa suatu penyakit, misalnya radang telinga tengah dengan komplikasi ke telinga dalam.

2.3. Kebisingan

2.3.1. Definisi Kebisingan

Menurut Kroemer dan Grandjean secara sederhana bising di artikan sebagai suara yang tak diinginkan (Kroemer dan Grandjean, 1997). Sering juga di definisikan sebagai bunyi yang tidak diinginkan atau mengganggu (National Safety Council, 1975).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI no. 718/PER/X/87 bising di artikan sebagai bunyi yang tidak dikehendaki, mengganggu dan atau membahayakan kesehatan. Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. KEP 51/MEN/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika bising 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 Kebisingan

Menurut Ambar W Rustam (2008), berdasarkan sifat dan spektrum frekuensi bunyinya bising di bagi menjadi lima jenis yaitu :

1. Bising kontinyu dengan sepektrum frekuensi luas.

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

2. Bising kontinyu dengan sepektrum frekuensi sempit.

Pada bising jenis ini frekuensi yang dihasilkan relatif tetap hanya pada frekuensi tertentu saja. Sebagai contoh suara gergaji sirkuler, suara katup gas.

3. Bising terputus-putus.

Jenis bising ini sering disebut juga *intermittent noise* yaitu kebisingan tidak berlangsung terus menerus, melainkan ada periode relatif tenang. Sebagai contoh kebisingan ini adalah suara lalu lintas, kebisingan di lapangan terbang.

4. Bising impulsif.

Jenis bising ini memiliki perubahan tekanan suara yang melebihi 40 dB dalam waktu sangat singkat dan biasanya mengejutkan pendengarannya. Sebagai contoh suara ledakan mercon, tembakan meriam.

5. Bising impulsif berulang-ulang.

Sama dengan jenis bising impulsif, namun jenis bising ini terjadi berulang-ulang, seperti pada mesin tempa.

Berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia, bising dapat dibagi atas:

- ***Irritating Noise***

Bising jenis ini intensitasnya tidak terlalu keras namun mengganggu kenyamanan pendengarnya.

- ***Masking Noise***

Bising jenis ini bunyi yang dihasilkan menutupi pendengaran yang jelas.

- ***Injurious Noise (Damaging)***

Bising jenis ini bunyi yang dihasilkan mempunyai intensitas yang tinggi melampaui NAB sehingga merusak pendengaran.

2.3.3. Dampak Kebisingan

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

1. Dampak *non- Auditory*

a. Gangguan Fisiologis

Bising bernada tinggi sangat mengganggu pendengaran, apalagi bila terputus-putus atau yang datangnya tiba-tiba. Gangguan dapat berupa peningkatan tekanan darah (± 10 mmHg), peningkatan denyut nadi, kontraksi pembuluh darah

perifer terutama pada tangan dan kaki, serta dapat menyebabkan pucat dan gangguan sensoris.

b. Gangguan Psikologis

Gangguan ini biasanya berupa perasaan tidak nyaman, berkurangnya tingkat konsentrasi, susah tidur, cepat marah dan bila kebisingan diterima dalam waktu lama dapat menyebabkan penyakit psikosomatik berupa gastritis, stress, kelelahan dan sebagainya.

c. Gangguan Komunikasi

Pengurangan pendengaran dengan atau tanpa disertai *tinnitus* mengakibatkan seseorang kesulitan menangkap percakapan. 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 ini dikenal dengan istilah ” *cocktail party deafness*”. Gangguan komunikasi biasanya disebabkan *masking effect* atau gangguan kejelasan suara.

Masking adalah suatu proses dimana 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 berbeda. Hal inilah yang menyebabkan penutupan antara suara yang satu dengan suara yang lain. Akibatnya, komunikasi pembicaraan harus dilakukan dengan 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

Menurut Novi Arifiandi (2008), bising yang sangat tinggi dapat mengakibatkan kesan berjalan di ruang angkasa atau melayang, hal ini dapat menimbulkan gangguan fisiologis berupa kepala pusing atau mual-mual.

2. Dampak Audotory

Menurut Srisantyorini (2002), dampak 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.

Tinnitus timbul segera setelah terpajan bising dan dapat menetap bila pajanan bising terus berlangsung. Umumnya *tinnitus* terjadi karena terpajan oleh bising yang berkuensi tinggi. Jika pajanan bising terus berlangsung maka akan terjadi penurunan kemampuan mendengar nada yang tingi 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 batas dengan 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 pada intensitas dan durasi pajanan bising. Semakin tinggi intensitas dan semakin lama durasi pajanan, maka semakin besar terjadinya penurunan ambang dengar sementara.

Penurunan ambang dengar sementara ini adalah fenomena fisiologis *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 bersifat dapat kembali atau *reversible*.

Penderita *Temporary Threshold Shift* ini bila beristirahat dengan cukup, 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 30dB, 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*).

Menurut Wiyadi (2008), bila waktu istirahat 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 *Temporary Threshold Shift* perlu dilakukan dua kali audiometri yaitu sebelum dan sesudah tenaga kerja terpapar bising. Sebelumnya tenaga kerja dijauhkan dari bising sekurang-kurangnya 14 jam.

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 pajanan bising berlangsung lama 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*) yang ditunjukkan sebagai hilangnya pendengaran akibat bising (*Noise Induce Hearing Loss*).

Penurunan daya dengar terjadi perlahan dan bertahap sebagai berikut:

- Tahap 1

Penurunan daya dengar timbul setelah 10-20 hari terpapar bising. Biasanya pada tahap ini pekerja mengeluh telinga berdenging setelah bekerja. Telinga tidak nyaman atau penurunan fungsi pendengaran pada saat bekerja dan setelah pulang

dari tempat kerjanya. Gejala yang dirasakan pekerja akan berkurang setelah beberapa jam terbebas dari pajanan bising.

- Tahap 2

Penurunan daya dengar dirasakan dengan adanya keluhan telinga berbunyi secara intermettent, sedangkan keluhan subjektif lainnya menghilang. Tahap ini biasanya berlangsung lama hingga bertahun-tahun.

- Tahap 3

Penurunan daya dengar ini ditandai pekerja mulai merasa terjadi gangguan pendengaran seperti tidak mendengar detak jam dan tidak mendengar percakapan bila ada suara yang lain.

- Tahap 4

Penurunan daya dengar semakin bertambah jelas dan mulai sulit berkomunikasi dan fungsi pendengaran tidak dapat kembali seperti semula meskipun telah beristirahat 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 Mempengaruhi Pendengaran

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 antara lain adalah:

1. **Intensitas bising (*sound pressure level*)**

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

2. **Spektrum frekuensi**

Manusia memiliki kemampuan menangkap bunyi dengan frekuensi antara 20 – 20.000 Hz. Frekuensi bicara pada manusia terletak pada tingkat 500 – 2.000

Hz. Frekuensi yang membahayakan fungsi pendengaran adalah yang memiliki frekuensi tinggi.

3. Lama terpapar bising setiap hari

Lama pajanan bising sebanding dengan efek bising yang dialami, berhubung dengan total energi yang dapat mencapai telinga bagian dalam.

4. Temporal pattern

Temporal pattern mempengaruhi terjadinya keluhan pendengaran. Contoh berada dalam kebisingan 90 dBA selama 1 menit dalam rentang waktu 8 jam kerja setiap hari menimbulkan efek yang berbeda dengan keadaan bising yang sama pada paparan selama 1 menit setiap jam dalam rentang waktu 8 jam kerja sehari.

5. Masa kerja

Gangguan pendengaran akibat kebisingan akan terlihat pada individu setelah bekerja selama 3-4 tahun menurut *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*. Sedangkan menurut Melnick (1998), penurunan fungsi pendengaran akan terjadi pada frekuensi 4.000 Hz dalam kurun waktu 5-9 tahun. Bashiruddin (2001) mengatakan, umumnya karyawan yang terpajanan bising cukup lama (5 tahun atau lebih) akan mengalami penurunan fungsi pendengaran. Soetirto (1994) semakin lama seseorang terpajan bising setiap tahunnya, maka semakin besar kerusakan yang terjadi pada fungsi pendengarannya.

WHO (1996), 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, 1% pekerja berpotensi memperlihatkan sedikit gangguan pendengaran setelah bekerja selama 5 tahun. 3% pekerja kehilangan pendengaran setelah bekerja setelah bekerja selama 10 tahun dan meningkat menjadi 5 % pekerja kehilangan pendengaran setelah bekerja setelah bekerja selama 15 tahun.

6. Sensitifitas Individu

Sensitifitas antara individu terhadap bising tidak dapat disamakan. Sensitifitas seseorang terhadap karakteristik juga mempengaruhi terhadap persepsi subjektif suara yang di terima. Karakteristik suara sama dengan intensitas sama dan frekuensi sama dapat dipersepsikan berbeda pada individu yang berbeda.

7. Usia kerja

Usia juga berpengaruh terhadap fungsi pendengaran. Menurut Pedoman Diagnosis dan Evaluasi Cacat karena Kecelakaan dan Penyakit Akibat Kerja (1993), 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 pertahun. *Presbicusis* adalah penurunan usia pendengaran karena proses penuaan karena adanya perubahan rentang atrofi *vaskuler* dan *neural degeneration*. *Presbicusis* ditandai dengan adanya perubahan rentang pendengaran dari 20 – 20.000 Hz menjadi 50 – 8.000 Hz. Umumnya pada lanjut usia, 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 dari lahir dan penyakit infeksi telinga

Faktor penurunan fungsi pendengaran tidak hanya dipengaruhi oleh faktor eksternal saja tapi juga dipengaruhi oleh internal yang sudah dimiliki seseorang seperti fungsi pendengaran yang sudah melekat sejak lahir. Serta adanya kelainan dan penyakit telinga yang telah diderita sebelumnya.

9. Jarak dari sumber

Pengaruh jarak ikut berperan dalam kemungkinan terjadinya risiko penurunan fungsi pendengaran. Semakin dekat jarak seseorang terhadap sumber bising, semakin besar risiko penurunan fungsi pendengaran. Hal ini dikarenakan dosis pajanan dising 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 terhadap bising sangat berpengaruh terhadap pajanan bising. Posisi salah satu atau kedua telinga yang berhadapan langsung dengan sumber bising akan memberikan gambaran pola gangguan fungsi pendengaran yang berbeda pada kedua telinga.

11. Hobi terkait bising

Royal National Unstitute For Deaf People (RNID), sebuah lembaga kehormatan di Inggris yang meneliti masalah ketulian, melakukan survei pada sejumlah klub malam, ternyata memiliki tingkat kebisingan mencapai 120 dB. (Djunafar,2000). Beberapa penelitian menyatakan hobi terkait bising seperti mendengarkan musik keras-keras dapat mengakibatkan ketulian.

12. Riwayat pajanan bising

Anamnesa bahwa pernah bekerja atau sedang bekerja di lingkungan bising dalam jangka waktu yang lama (5 tahun atau lebih), pada pemeriksaan otoskopik tidak di temui 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. Alat Pengukuran Kebisingan

a. *Sound Level Meter*

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 frekuensi 20 – 20.000 Hz. *Sound Level Meter* berfungsi sebagai berikut:

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

b. *Noise Dosimeter*

Alat ini digunakan untuk mengukur tingkat pajanan bising personal yang diterima oleh pekerja (ANSI Standard SI.-25-1978). Alat ini dipasang pada pekerja dan dibawa kemana saja selama pekerja melakukan kegiatannya. *Output* yang dihasilkan oleh alat ni adalah TWA, dosis (%) dan *time history*.

2.3.6. Peraturan-peraturan yang Berhubungan dengan Bahaya Bising yang Berlaku di Indonesia

Peraturan yang membahas tentang bahaya bising terdapat pada:

- a. Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. KEP 51/MEN/1999 tentang Nilai Ambang Batas. Pasal 3.
 - (1). NAB kebisingan ditetapkan sebesar 85 desibel A (dBA).
 - (2). Kebisingan yang melampaui NAB, waktu pajanan ditetapkan sebagai tercantum pada lampiran II.

Tabel 2.2. Nilai Ambang Batas (NAB) Pajanan Bising menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. KEP 51/MEN/1999

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	115
	14.06	118
	7.03	121
	3.75	124
	1.76	127
	0.88	130
	0.44	133
	0.22	136
0.11	139	

- b. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 261/MENKES/SK/II/1998 Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja tentang kebisingan ruangan. Tingkat pajanan kebisingan maksimal pada 1 hari pada ruangan proses produksi adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3. Tingkat paparan kebisingan maksimal pada 1 hari pada ruangan proses produksi menurut Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 61/MENKES/SK/II/1998 Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja tentang kebisingan ruangan.

No.	TINGKAT KEBISINGAN (dBA)	PEMAPARAN HARIAN
1	85	8 jam
2	92	6 jam
3	88	4 jam
4	97	3 jam
5	91	2 jam
6	94	1 jam
7	97	30 menit
8	100	15 menit

- c. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor. 48 tahun 1996, tentang Baku Tingkat Kebisingan.

Tabel 2.4. Baku Tingkat Kebisingan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor. 48 tahun 1996

Peruntukan Kawasan / Lingkungan Kesehatan	Tingkat Kebisingan dB (A)
e. Peruntukan Kawasan	
2. Perumahan dan pemukiman	55
3. Perdagangan dan Jasa	70
4. Perkantoran dan Perdagangan	65
5. Ruang Terbuka Hijau	50
6. Industri	70
7. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
8. Rekreasi	70
9. Khusus:	
• Bandar udara	60
• Stasiun kereta api	70
• Pelabuhan Laut	
• Cagar Budaya	
f. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

d. Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor

555.K/26/M.PE/1995 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Pertambangan Umum. Bagian 3, kebisingan dan getaran. Pasal 85.

(1).Kepala Teknik Tambang harus mengambil tindakan untuk mengurangi kebisingan dan getaran sampai pada batas yang dapat diterima dan harus menyediakan alat pelindung pendengaran.

(2).Kepala Teknik Tambang harus mengatur pembatasan jam kerja pekerja yang disesuaikan dengan tingkat kebisingan pada tempat kerja apabila memakai alat pelindung kebisingan.

(3).Pekerja yang tak terlindung terhadap kebisingan yang melebihi nilai ambang batas harus memakai alat pelindung pendengaran.

(4).Kepala Pelaksana Inspeksi Tambang menetapkan batasan yang dipakai sebagai kriteria atau petunjuk tentang tingkat kebisingan dan getaran yang di perbolehkan dalam lingkungan tempat kerja.

(5).Berdasarkan keadaan lingkungan tempat kerja Kepala Pelaksana Inspeksi Tambang mengatur :

- Program pengukuran tingkat kebisingan dan getaran pada tempat kerja harus dibuat dan dilaksanakan.
- Pengukuran dan cara yang dilakukan dan digunakan pada program tersebut, termasuk peralatan dan metode analisis yang dipakai.
- Waktu dan kekerapan pengukuran.
- Tempat pengukuran dilakukan

2.4. Program Konservasi Pendengaran

Program konservasi pendengaran merupakan program yang bertujuan untuk melindungi tenaga kerja dari dampak kesehatan yang disebabkan oleh pengaruh kebisingan. Bising yang berlebihan dapat mengakibatkan penurunan fungsi pendengaran bahkan bisa mengakibatkan ketulian. Manfaat program ini antara lain :

- Bagi Perusahaan
 1. Mengurangi pengeluaran untuk biaya pengobatan akibat terpajan bising.

2. Mengurangi risiko kemungkinan tuntutan tenaga kerja di pengadilan pada masa yang akan datang dikarenakan ketulian yang dialami pekerja.
 3. Mengurangi tuntutan kompensasi perusahaan karena adanya ketulian pada pekerja.
- Bagi Tenaga Kerja
 1. Terhindar dari kemungkinan terkena penyakit yang dikarenakan oleh terpajan bising, seperti sakit kepala, stress, telinga berdenging dan gangguan jantung.
 2. Terhindar dari ketulian baik secara permanen maupun sementara sehingga pendengaran para pekerja tetap baik seperti sebelum bekerja di tempat yang memiliki bahaya bising.

Survei dan Analisis Bising

Tujuan dari survei bising dilingkungan kerja adalah:

1. Dapat mengetahui keadaan lingkungan kerja, apakah ada tempat dengan potensial bising dan apakah tingkat bising di lingkungan kerja telah melampaui Nilai Ambang Batas (NAB) yang telah ditetapkan pemerintah.
2. Dapat mengetahui keluhan pekerja yang terpapar bising
3. Dapat mengevaluasi apakah alat yang dipakai sudah memenuhi peraturan yang berlaku.
4. Dapat mengumpulkan data lingkungan untuk mencegah terjadinya penyakit akibat kerja.
5. Dapat mengetahui jenis dan lama pekerja terpapar bising dan letak sumber bising yang dominan.
6. Dapat menentukan lingkungan kerja yang memiliki potensi bising tersebut terdapat pekerja atau tidak disekitarnya.
7. Dapat mengetahui *noise contour* dari lingkungan kerja.
8. Dapat mengetahui adanya gangguan komunikasi atau tidak.
9. Dapat menentukan program konservasi pendengaran yang tepat untuk lingkungan kerja.
10. Dapat menentukan alat pelindung diri yang tepat.
11. Dapat menentukan pengendalian yang tepat.

Pengendalian Engineering

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengendalian *engineering* adalah:

1. Idealnya pengendalian bising ini sudah dilakukan sejak tahap perencanaan, pengoperasian alat, perawatan mesin dan penggunaan alat yang teratur.
2. Menggunakan akustik barrier untuk mendeteksi, melindungi dan mengurangi bising.
3. Menggunakan *partial enclosure* di sekeliling mesin.
4. Menggunakan *complete enclosure*.
5. Menggunakan ruangan kedap suara untuk operator.
6. Reduksi dan eliminasi kebocoran penjalaran.
7. Menggunakan *vibration damping material* untuk mereduksi radiasi suara permukaan supaya tidak bergetar.
8. Menggunakan *flexible connector* antara bahan dan bangunan dan sebagainya

Pengendalian Administrasi

Pengendalian bising secara administrasi bertujuan untuk menjaga agar pajanan bising masih dalam batas aman. Hal yang perlu diperhatikan:

1. Mengatur waktu kerja
2. Membatasi waktu kerja
3. Menempatkan pekerja jauh dari sumber bising

Alat Pelindung Diri

Faktor yang mempengaruhi penggunaan Alat Pelindung Telinga:

1. Kecocokan alat pelindung telinga dengan telinga pekerja.
2. Kenyamanan saat digunakan.
3. Cara penggunaan yang benar.

Jenis pelindung telinga yang dapat digunakan :

1. Sumbat Telinga (*ear plug*)

Digunakan dengan cara memasukan ke dalam liang telinga sampai menutup rapat sehingga suara tidak mencapai membran timpani. Alat ini dapat mengurangi bising hingga 30 dB lebih.

2. Tutup Telinga (*ear muff*)

Alat ini menutupi seluruh telinga bagian luar dan dipergunakan untuk mengurangi bising 40 - 50dB dengan frekuensi 100 – 8.000 Hz.

Audiometri

Penilaian pengaruh kebisingan terhadap pendengaran dapat dilakukan dengan pemeriksaan pendengaran dengan menggunakan audiometri.

Pemeriksaan audiometri dilakukan pada:

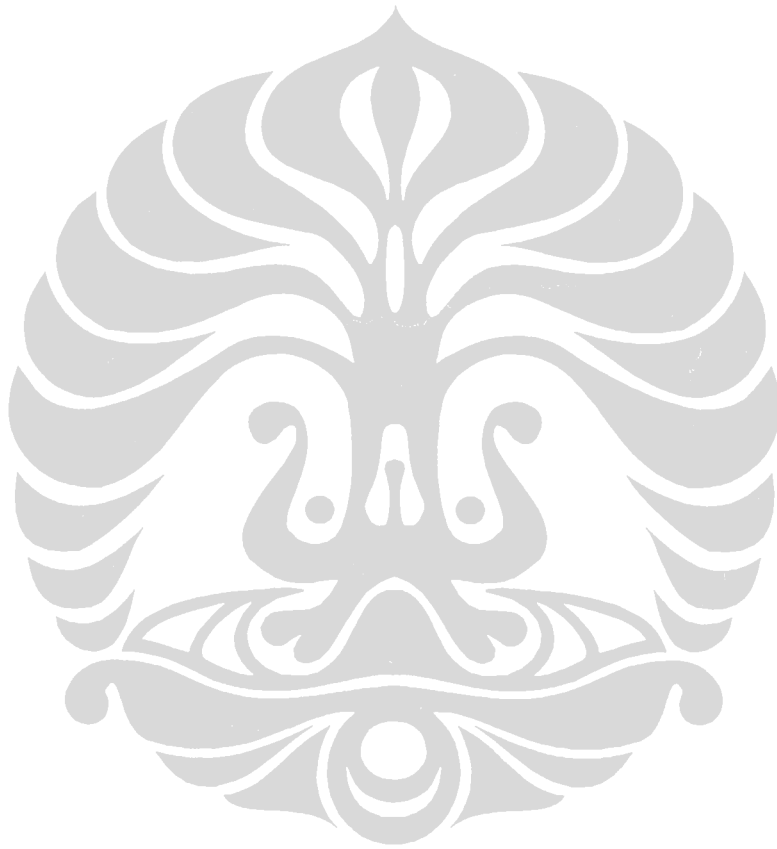
1. *Pre-replacement* atau *pre-employment audiogram* hal ini biasanya dilakukan sebagai prasyarat penerimaan karyawan baru yang dilakukan perusahaan untuk mendapatkan karyawan sesuai dengan kualifikasi yang diharapkan.
2. Pemeriksaan berkala atau monitoring audiogram, dilakukan untuk mengetahui pengaruh bising yang ada di tempat kerja terhadap kemampuan dengar karyawan. Biasanya dilakukan satu tahun sekali.
3. Pemeriksaan khusus, dilakukan pada pekerja yang akan dimutasikan dari atau ke tempat yang memiliki sumber bising.

Pencatatan, Pelaporan dan Penilaian Program

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

Pendidikan dan Motivasi

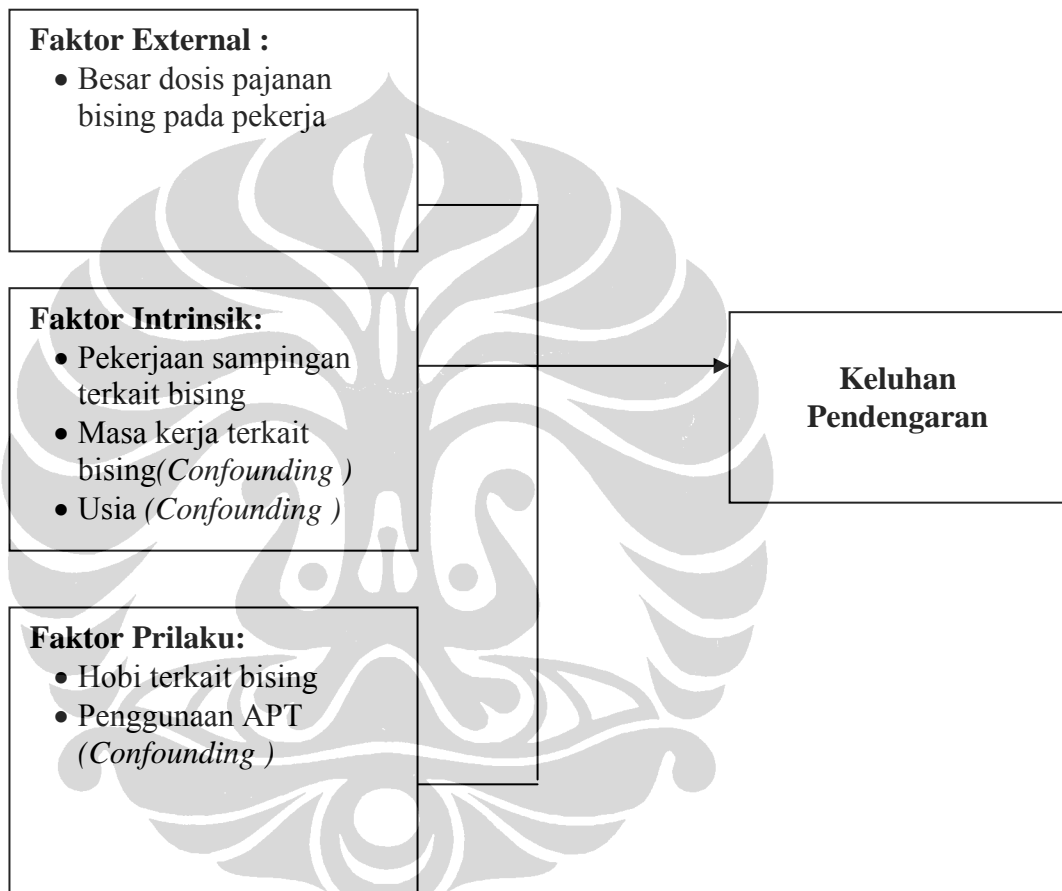
Program pendidikan dan motivasi menekankan bahwa program konservasi pendengaran ini sangat bermanfaat untuk melindungi pendengaran pekerja dan mengetahui lebih awal ambang pendengaran akibat paparan bising. Tujuan pendidikan adalah untuk memberikan pengetahuan dan pemahaman pekerja akan pentingnya memelihara pendengaran dan kualitas hidup.



BAB III
KERANGKA KONSEP

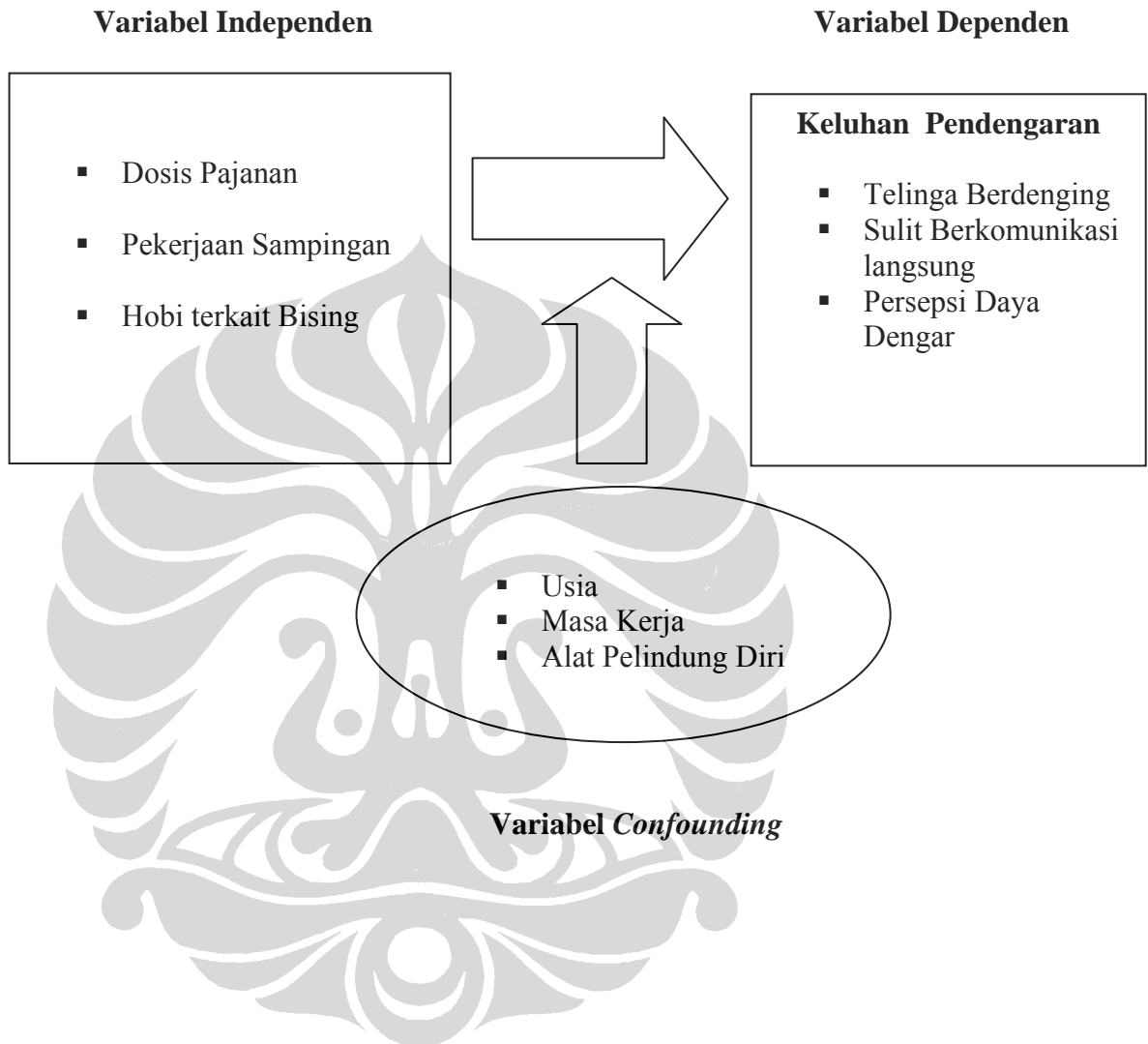
3.1. Kerangka Teori

Kerangka Teori Penelitian



3.2. Kerangka Konsep

Kerangka konsep Penelitian



3.3 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Keluhan Pendengaran	Keluhan pendengaran yang secara subjektif sering dirasakan oleh pekerja tanpa mempertimbangkan aspek patologis secara medis yaitu : a. Telinga berdenging b. Kesulitan berkomunikasi secara langsung c. Penurunan persepsi daya dengar dimana dikatakan terjadi keluhan pendengaran jika salah satu atau ketiga jenis keluhan ini dialami oleh pekerja.	Kuisisioner	Memberikan kuisisioner untuk diisi oleh pekerja dan membaca hasil kuisisioner tersebut.	1. Keluhan berat 2. Keluhan ringan	Nominal
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 Berkomunikasi Langsung	Kusulitan secara subjektif yang dialami oleh responden pada saat berkomunikasi dengan orang lain melalui tatap muka dan kesulitan mendengar pembicaraan orang lain akibat terjadinya penutupan (<i>masking</i>) antara suara sehingga mengakibatkan orang lain harus berteriak dalam komunikasi jarak dekat dengan responden	Kuisisioner	Memberikan kuisisioner untuk diisi oleh pekerja dan membaca hasil kuisisioner tersebut.	<ol style="list-style-type: none"> 1. ≤ 5 meter 2. > 5 meter 	Nominal
Dosis Paparan Bising Harian	Banyaknya jumlah paparan bising (%) yang diterima pekerja selama jam kerja per hari.	Noise Dosimeter	Melakukan pengukuran dosis paparan bising personal pada pekerja dengan menggunakan alat ukur noise dosimeter, kemudian membaca nilai dosis yang terdapat pada <i>print out</i> hasil pengukuran.	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\geq 100\%$ 2. $< 100\%$ 	Interval

Persepsi Daya Dengar	Kesulitan 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
Pekerjaan Samping	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	Nominal
Hobi	Kegemaran yang dimiliki pekerja berupa aktivitas yang ada hubungannya dengan pajanan bising seperti mendengarkan musik memakai <i>ear phone</i> , menembak, dll.	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	1. > 30 tahun 2. ≤ 30 tahun	Interval

			tersebut.		
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.	<ol style="list-style-type: none"> 1. ≤ 5 tahun 2. > 5 tahun 	Interval
Penggunaan Alat Pelindung Telinga (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.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ya 2. Tidak 	Nominal