

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja adalah membuat kondisi kerja yang aman dengan dilengkapi alat-alat pengaman, penerangan yang baik, menjaga lantai dan tangga bebas dari air, minyak, nyamuk dan memelihara fasilitas air yang baik. Menurut Malthis dan Jackson (2002), keselamatan kerja menunjuk pada perlindungan kesejahteraan fisik dengan dengan tujuan mencegah terjadinya kecelakaan atau cedera terkait dengan pekerjaan. Pendapat lain menyebutkan bahwa keselamatan kerja berarti proses merencanakan dan mengendalikan situasi yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja melalui persiapan prosedur operasi standar yang menjadi acuan dalam bekerja (Hadiguna, 2009). Menurut Suma'mur (1981), tujuan keselamatan kerja adalah:

1. Para pegawai mendapat jaminan keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Agar setiap perlengkapan dan peralatan kerja dapat digunakan sebaik-baiknya.
3. Agar semua hasil produksi terpelihara keamanannya.
4. Agar adanya jaminan atas pemeliharaan dan peningkatan gizi pegawai.
5. Agar dapat meningkatkan kegairahan, keserasian dan partisipasi kerja.
6. Terhindar dari gangguan kesehatan yang disebabkan oleh lingkungan kerja.
7. Agar pegawai merasa aman dan terlindungi dalam bekerja.

Keselamatan kerja bertalian dengan kecelakaan kerja, yaitu kecelakaan yang terjadi di tempat kerja atau dikenal dengan istilah kecelakaan industri. Kecelakaan industri ini secara umum dapat diartikan sebagai suatu kejadian yang tidak diduga semula dan tidak dikehendaki yang mengacaukan proses yang telah diatur dari suatu aktivitas. Kecelakaan kerja merupakan kecelakaan seseorang atau kelompok dalam rangka melaksanakan kerja di lingkungan

perusahaan, yang terjadi secara tiba-tiba, tidak diduga sebelumnya, tidak diharapkan terjadi, menimbulkan kerugian ringan sampai yang paling berat, dan bisa menghentikan kegiatan pabrik secara total. Penyebab kecelakaan kerja dapat dikategorikan menjadi dua:

1. Kecelakaan yang disebabkan oleh tindakan manusia yang tidak melakukan tindakan penyelamatan. Contohnya, pakaian kerja, penggunaan peralatan pelindung diri, falsafah perusahaan, dan lain-lain.
2. Kecelakaan yang disebabkan oleh keadaan lingkungan kerja yang tidak aman. Contohnya, penerangan, sirkulasi udara, temperatur, kebisingan, getaran, penggunaan indikator warna, tanda peringatan, sistem upah, jadwal kerja, dan lain-lain (Rika Ampuh Hadiguna, 2009). Kesehatan kerja adalah bagian dari ilmu kesehatan yang bertujuan agar tenaga kerja memperoleh keadaan kesehatan yang sempurna baik fisik, mental maupun sosial (Lalu Husni, 2005). Selain itu, kesehatan kerja menunjuk pada kondisi fisik, mental dan stabilitas emosi secara umum dengan tujuan memelihara kesejahteraan individu secara menyeluruh (Malthis dan Jackson, 2002). Sedangkan menurut Prabu Mangkunegara (2001) pengertian kesehatan kerja adalah kondisi bebas dari gangguan fisik, mental, emosi atau rasa sakit yang disebabkan lingkungan kerja. Kesehatan dalam ruang lingkup keselamatan dan kesehatan kerja tidak hanya diartikan sebagai suatu keadaan bebas dari penyakit. Menurut Undang-undang Pokok Kesehatan RI No. 9 Tahun 1960, Bab I Pasal 2, keadaan sehat diartikan sebagai kesempurnaan yang meliputi keadaan jasmani, rohani dan kemasyarakatan, dan bukan hanya keadaan yang bebas dari penyakit, cacat dan kelemahan-kelemahan lainnya. (Hadiguna, 2009)

2.2 Pengertian Kebisingan

Kebisingan adalah salah satu faktor fisik berupa bunyi yang dapat menimbulkan akibat buruk bagi kesehatan dan keselamatan kerja. Sedangkan dalam keputusan menteri kesehatan republik Indonesia, bising adalah semua suara

yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat produksi ataupun alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Dari kedua definisi diatas dapat disimpulkan bahwa kebisingan adalah semua bunyi atau suara yang tidak dikehendaki dan dapat mengganggu kesehatan dan keselamatan kerja (Anizar, 2009).

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan karena tidak sesuai dengan konteks ruang dan waktu sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan manusia. Bunyi yang menimbulkan kebisingan disebabkan oleh sumber suara yang bergetar. Getaran sumber suara ini mengganggu keseimbangan molekul-molekul udara di sekitarnya sehingga molekul-molekul udara ikut bergetar. Getaran sumber ini menyebabkan terjadinya gelombang rambat energi mekanis dalam medium udara menurut pola rambat longitudinal. Rambatan gelombang di udara ini dikenal sebagai suara atau bunyi (Sasongko, 2000). Pada umumnya dalam dunia industri, sumber bunyi merupakan gabungan dari beberapa komponen sumber suara, yaitu antara lain (Sasongko, 2000) :

1. *Fluid turbulence*, bising yang terbentuk oleh getaran yang diakibatkan benturan antar partikel dalam fluida, misalnya terjadi pada pipa, *valve*, gas *exhaust*.
2. *Moving and vibration part*, bising terjadi oleh getaran yang disebabkan oleh gesekan, benturan atau ketidak seimbangan gerakan bagian mesin peralatan seperti *bearing* pada kompresor, turbin, pompa, blower .
3. *Temperature Difference*, bising yang terbentuk oleh pemuaian dan penyusutan fluida, misalnya terjadi pada mesin jet pesawat.
4. *Electrical equipment*, bising yang disebabkan efek perubahan fluks elektromagnetik pada bagian inti yang terbuat dari logam, misalnya generator, motor listrik, transformator.

2.3 Jenis Kebisingan

Kebisingan dapat dikelaskan kepada beberapa jenis yaitu (Anizar, 2009) :

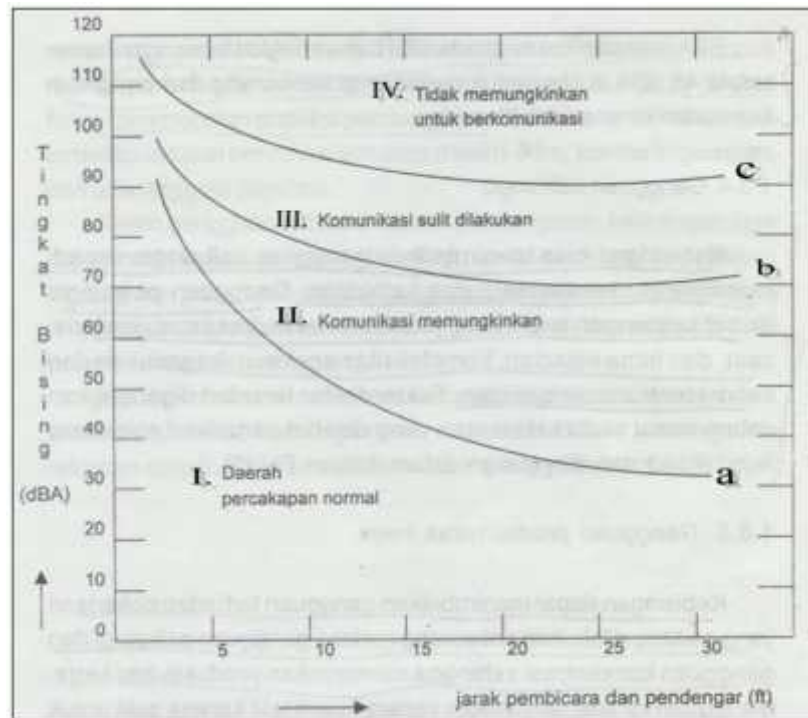
1. Bising secara terus menerus adalah bising yang mempunyai perbedaan tingkat intensitas bunyi diantara maksimum dan minimum yang kurang dari 3 dBA. Contohnya adalah bunyi yang dihasilkan oleh mesin penenun tekstil.
2. Bising Fluktuasi ialah bunyi bising yang mempunyai perbedaan tingkat diantara intensitas yang tinggi dengan yang rendah lebih dari 3 dBA.
3. Bising implus ialah bunyi bising yang mempunyai intensitas yang sangat tinggi dalam waktu yang singkat seperti tembakan senjata api.
4. Bising bersela ialah bunyi yang terjadi di dalam jangka waktu tertentu serta berulang. Contohnya bising ketika memotong besi akan berhenti apabila gergaji itu dihentikan. terdapat kombinasi dari pada jenis bunyi diatas, contohnya kebisingan berterusan dan bersela dapat terjadi secara serentak.

Satuan pengukuran yang di gunakan untuk mengukur tingkatan yang masih dapat dinyatakan sebagai suara atau telah dikategorikan sebagai kebisingan yang berbahaya kita gunakan satuan *Decibel*. *Decibel* adalah satuan untuk mengukur tekanan suara, dan intensitas suara. *Decibel* hampir sama dengan derajat kecil dari perbedaan kekerasan yang bisa didekati oleh telinga manusia. Pada skala *Decibel*, 1 mewakili suara lemah yang terdengar. Skala *Decibel* adalah skala logaritmik, maka dari itu inlai ini tidak dapat ditambah atau dikurangi perhitungannya. Dalam penggabungan lebih dari dua tingkat *Decibel*, dua tingkat yang paling tinggi harus digabungkan dulu. Total hasil harus di gabungkan dengan sisa tingkat yang paling tinggi dan cara dilanjutkan penyelesaian. Kebisingan yang ditimbulkan oleh daerah industri dapat dibedakan menjadi tiga seperti yang dijelaskan oleh McDonalds sebagai berikut : bising yang berfrekuensi tinggi (*wide band noise*), bising yang berfrekuensi rendah (*narrow band noise*), dan bising yang tiba-tiba dank eras (*impulse noise*) (Anizar, 2009).

Tabel 2.1 Tingkatan Suara yang Digunakan

Sumber	Decibel (dBA)
Berisik	20
Kantor yang tenang	50
Percakapan normal	60
Kantor yang bising	80
Gergaji	90
Gergaji mesin	90
Mesin Gerinda	100
Truk yng lewat	100
Pesawat jet	150

Berikut ini adalah gambar yang menjelaskan tentang keadaan saat manusia bisa melakukan pembicaraan normal sampai pada manusia tidak mungkin untuk melakukan komunikasi, yaitu di tunjukan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tingkat kebisingan yang menyebabkan gangguan percakapan di luar Ruang (Sasongko dkk, 2000)

2.4 Efek Kebisingan

Kebisingan dapat menyebabkan kehilangan pendengaran, mengganggu pidato dan pendengaran, menyebabkan kejengkelan, dan merusak pekerjaan pada sejumlah batas. Kehilangan pendengaran juga dikenal sebagai permulaan yang

berubah, mungkin bersifat sementara atau bersifat tetap, tergantung pada lamanya dan kesederhanaan yang didapat. Perubahan yang bersifat sementara, yang juga dikatakan kelelahan pendengaran, adalah kerusakan yang dapat dipulihkan setelah jangka waktu yang jauh dari kebisingan. Kerusakan yang demikian dapat terjadi setelah hanya beberapa menit mendapat kebisingan yang kuat (Anizar, 2009).

Kebisingan yang tidak terlalu kuat untuk menyebabkan kerusakan pendengaran mungkin masih mengganggu pidato. Efek kebisingan yang berlebihan pada efisiensi dan hasil kerja *relative* kecil. Pekerjaan yang dikerjakan serta cara kerja berulang yang sederhana tidak dapat muncul pengaruhnya oleh kebisingan, sedangkan hilangnya dalam efisiensi pada banyak himpunan pekerjaan cenderung menghilang dengan datangnya waktu. Hubungan antara kebisingan yang berlebihan dan faktor seperti perbandingan kecelakaan, penggantian pegawai belum ditetapkan dengan jelas (Anizar, 2009).

Peningkatan tingkat kebisingan yang terus-menerus dari berbagai aktivitas manusia pada lingkungan industri dapat berujung kepada gangguan kebisingan. Efek yang ditimbulkan kebisingan adalah (Sasongko, 2000) :

1. Gangguan psikologis adalah gangguan yang mula-mula timbul akibat bising. Dengan kata lain fungsi pendengaran secara fisiologis dapat terganggu. Pembicaraan atau instruksi dalam pekerjaan tidak dapat didengar secara jelas sehingga dapat menimbulkan kecelakaan kerja. Pembicara terpaksa berteriak-teriak, selain memerlukan tenaga ekstra juga menimbulkan kebisingan. Kebisingan juga dapat mengganggu cardiac output dan tekanan darah.
2. Gangguan psikologis lama-lama bisa menimbulkan gangguan psikologis. Suara yang tidak dikehendaki dapat menimbulkan stress, gangguan jiwa, sulit konsentrasi dan berfikir, dan lain-lain.
3. Gangguan kebisingan yang paling menonjol adalah pengaruhnya terhadap alat pendengaran atau telinga, yang dapat menimbulkan ketulian yang bersifat sementara hingga permanent.

Faktor-faktor yang mempengaruhi resiko kehilangan pendengaran berhubungan dengan terpaparnya kebisingan. Bagian yang paling penting adalah (Anizar, 2009) :

- a. Intensitas Kebisingan
- b. Jenis Kebisingan
- c. Lamanya terpapar per hari
- d. Jumlah lamanya terpapar
- e. Usia yang terpapar
- f. Masalah Pendengaran Yang Telah Diderita Sebelumnya
- g. Lingkungan yang Bising
- h. Jarak Pendengaran Dengan Sumber Bising

Dikarenakan faktor yang bervariasi ini, yang paling berbahaya adalah tingkat suara, frekuensi, lama terpapar, dan penyebarannya. telinga manusia yang tidak dilindungi sangat berbahaya jika terpapar suara dengan intensitas lebih dari 115 dBA. Jika masih dibawah 80 dBA pendengaran masih berada tahap aman. jika terpapar kebisingan diatas 80 dBA terlalu lama harus dilindungi dengan alat pelindung diri (APD). Untuk menghindari resiko kehilangan pendengaran, terpapar kebisingan harus dibatasi selama maksimal delapan jam dengan kebisingan sekitar 90 dBA.

2.5 Pengaruh kebisingan terhadap tenaga kerja dan produktivitas kerja

Kebisingan mempunyai pengaruh terhadap tenaga kerja, mulai gangguan ringan berupa gangguan terhadap konsentrasi kerja, pengaruh dalam komunikasi dan kenikmatan kerja sampai pada cacat yang berat karena kehilangan daya pendengaran. Gangguan terhadap konsentrasi kerja dapat mengakibatkan turunnya kuantitas dan kualitas kerja. Hal ini pernah dibuktikan pada sebuah perusahaan film dimana penurunan intensitas kebisingan hasil mengurangi jumlah film yang rusak, sehingga dapat menghemat bahan baku. Gangguan dalam kenikmatan kerja berbeda-beda untuk tiap orang. Untuk beberapa orang yang rentan , kebisingan dapat menyebabkan rasa pusing, kantuk, sakit, tekanan darah tinggi, tegang dan stress yang diikuti dengan sakit maag, dan kesulitan tidur. Gangguan komunikasi

dapat mengganggu kerja sama antara pekerja dan kadang-kadang mengakibatkan salah pengertian yang secara tidak langsung menurunkan kuantitas dan kualitas kerja. Penurunan daya dengar adalah akibat yang paling serius dan dapat menimbulkan ketulian total, sehingga seseorang sama sekali tidak dapat lagi mendengarkan pembicaraan orang lain (Anizar, 2009).

2.6 Pengukuran Kebisingan

Metode pengukuran, perhitungan dan evaluasi tingkat kebisingan sudah diatur dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996.

1. Metode Pengukuran

Pengukuran tingkat kebisingan dapat dilakukan dengan dua cara :

Cara sederhana dilakukan oleh 2 orang. Seorang untuk melihat waktu dan memberikan aba-aba pembacaan tingkat kebisingan sesaat per lima detik dalam 10 menit. Orang kedua mencatat pembacaan tingkat kebisingan sesaat dari *sound level meter*. Pengukuran dilakukan sesuai pada KepMenLH N0.49/MenLH/11/1996 (TERLAMPIR), 3 diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Waktu pengukuran adalah 10 menit tiap jam (dalam 1 hari ada 24 data)
- b. Pencuplikan data adalah tiap 5 detik (10 menit ada 120 data).
- c. Ketinggian *microphone* adalah 1,2 m dari permukaan tanah.

2. Cara Lansung

Dengan sebuah *integrating sound level meter* yang mempunyai fasilitas pengukuran L_{TM5} , yaitu L_{eq} dengan waktu ukur setiap 5 detik, dilakukan pengukuran selama 10 (sepuluh) menit.

Untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap lima detik. L_{eq} (10 menit) yang mewakili interval waktu tertentu, sehingga didapat 120 data, kemudian dihitung dengan rumus:

$$L_{Aeq,T} (10 \text{ menit}) = 10 \log_{10} \left| \frac{1}{120} \sum_{i=1}^{120} 10^{LpAi/10} \right| \dots\dots(2.1)$$

Dimana:

$L_{Aeq,T}$ adalah tingkat tekanan bunyi sinambung setara dalam waktu 10 menit

L_{pAi} adalah tingkat tekanan bunyi sesaat rata-rata dalam interval 5 detik

Perhitungan tingkat kebisingan dapat dilakukan dengan menggunakan tingkat kebisingan ekuivalen (Leq). Adapun rumus yang dapat digunakan dibawah ini sebagai berikut:

$$Leq = 10 \text{ Log } \left\{ \frac{1}{f} 10^{0,1L1} + \frac{1}{f} 10^{0,1L2} + \frac{1}{f} 10^{0,1L3} + \dots + \frac{1}{f} 10^{0,1Ln} + \dots \right\} \quad (2.2)$$

Keterangan:

f adalah fraksi waktu pengukuran;

L_n adalah tingkat kebisingan ke-n (n=1,2,3);

2.7 Waktu Pengukuran

Waktu pengukuran dilakukan selama aktifitas 24 jam (L_{SM}) dengan cara pada siang hari tingkat aktifitas yang paling tinggi selama 16 jam (L_S) pada selang waktu 06.00 – 22.00 dan aktifitas malam hari selama 8 jam (L_M) pada selang waktu 22.00 – 06.00. Setiap pengukuran harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan menetapkan paling sedikit 4 waktu pengukuran pada siang hari dan pada malam hari paling sedikit 3 waktu pengukuran. Contoh sampling yang diberikan dalam Kepmen tersebut adalah (KepmenLH, 1996):

1. L_1 diambil pada jam 07.00 mewakili jam 06.00 – 09.00
2. L_2 diambil pada jam 10.00 mewakili jam 09.00 – 14.00
3. L_3 diambil pada jam 15.00 mewakili jam 14.00 – 17.00
4. L_4 diambil pada jam 20.00 mewakili jam 17.00 – 22.00
5. L_5 diambil pada jam 23.00 mewakili jam 22.00 – 24.00
6. L_6 diambil pada jam 01.00 mewakili jam 24.00 – 03.00
7. L_7 diambil pada jam 04.00 mewakili jam 03.00 – 06.00

Menurut Maulana, Santoso dan Soelistijorini (2011:4) dikutip Kritanto Dkk “Pengukuran dilakukan dengan tiga kondisi yaitu pagi (09.00), Siang (12.00) dan Sore (15.00) pada hari yang sama serta pemilihan tiga kondisi tersebut bertujuan untuk membandingkan bagaimana kebisingan dalam satu hari dengan beberapa waktu yang berbeda”.

Dalam beberapa industri terdapat berbagai intensitas kebisingan, misalnya (Anizar, 2009) :

1. 85 – 100 dB biasanya terdapat pada pabrik tekstil, tempat kerja mekanis seperti mesin penggilingan, penggunaan udara bertekanan, bor listrik dan gergaji mekanis.
2. 100 – 115 dB biasanya terdapat pada pabrik pengalengan, ruang ketel dan drill.
3. 115 – 130 dB biasanya terdapat pada mesin-mesin disel besar, mesin turbin pesawat terbang dengan mesin turbo, compressor isirine.
4. 130 – 160 dB biasanya terdapat pada mesin-mesin jet, roket peledakan.

Mengadakan peninjauan berkaitan dengan pengukuran tingkat kebisingan di berbagai tempat yang berbeda ditempat kerja. Alat yang biasanya digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan adalah *sound level meter* dan *dosimeter*. Sebuah *sound level meter* menghasilkan pembacaan langsung yang menyatakan tingkat kebisingan yang spesifik dalam waktu yang singkat. *Dosimeter* memberikan rata-rata waktu pemaparan. Ada dua cara untuk mengukur tingkat kebisingan ditempat kerja, yaitu instrumen pembaca langsung adalah *sound level meter* yang bereaksi terhadap suara atau bunyi, mendekati kepekaan telinga manusia. Alat ini digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan pada saat tertentu. Biasanya alat ini digunakan untuk mengidentifikasi tempat-tempat yang tingkat kebisingannya lebih tinggi dari aturan batas maksimum yakni 85 dBA. Alat ini terdiri dari *microhone*, alat petunjuk elektronik, amplifier, 3 skala pengukuran A,B,C (Anizar, 2009).

1. Skala pengukuran A untuk memperhatikan perbedaan kepekaan yang besar pada frekuensi rendah dan tinggi yang menyerupai reaksi telinga untuk intensitas rendah.
2. Skala pengukuran B untuk memperhatikan kepekaan telinga untuk bunyi dengan intensitas sedang.
3. Skala pengukuran C untuk skala dengan intensitas tinggi.

Jenis *sound level meter* yang sering digunakan yaitu *Pocket sound level meter type 2205*, tipe ini dapat untuk pengukuran pada skala A,B dan C. *Precision sound level meter type 2203*, tipe ini lebih besar dari tipe 2205 dan dapat untuk pengukuran yang lebih teliti disamping dapat dilengkapi dengan filter untuk frekuensi (Anizar, 2009). Pengukuran intensitas kebisingan ditujukan untuk membandingkan hasil pengukuran pada suatu saat dengan standar yang telah ditetapkan serta merupakan langkah awal untuk pengendalian. Alat yang dipergunakan untuk mengukur intensitas kebisingan adalah *Sound Level Meter (SLM)*. Metode pengukuran kebisingan Jennie Babba, 2007:

- a. Melakukan kalibrasi sebelum alat sound level meter digunakan untuk mengukur kebisingan, agar menghasilkan data yang valid. Alat dikalibrasi dengan menempatkan kalibrator suara (pistonphon) pada mikrofon sound level meter pada frekuensi 1 kHz dan intensitas 114 dB, kemudian aktifkan dengan memencet tombol "ON", kemudian putar sekerup (ke kanan untuk menambah dan ke kiri untuk mengurangi) sampai didapatkan angka 114.
- b. Mengukur kebisingan bagian lingkungan kerja, dengan cara alat diletakkan setinggi 1,2 sampai 1,5 meter dari alas lantai atau tanah pada suatu titik yang ditetapkan.
- c. Angka yang terlihat pada layar atau display dicatat setiap 5 detik dan pengukuran dilakukan selama 10 menit untuk setiap titik lingkungan kerja.
- d. Setelah selesai alat di matikan dengan menekan tombol "OFF".

Pengukuran ada yang hanya bertujuan untuk pengendalian terhadap lingkungan kerja namun ada juga pengukuran yang bertujuan untuk mengakui pengukurannya terhadap tenaga kerja yang bersangkutan dimana (Anizar, 2009) :

- a. Pengukuran dilakukan ditempat kerja, tempat sipekerja berada dan menghabiskan waktu kerjanya. Pengukuran ini dilakukan pada pagi hari, siang hari, dan pagi hari.
- b. Pada dasarnya bertujuan untuk mendapatkan tingkark kebisingan rata-rata yang diterima tenaga kerja selama 8 jam kerja berturut-turut, sehingga hasilnya dapat dihubungkan dengan penelitian terhadap tenaga kerja yang bersangkutan.oleh karena itu pengukuran harus dilakukan selama jam kerja secara intensif dan bila tenaga kerja selalu berpindah tempat maka harus dilakukan pengukuran tingkat kebisingan pada tempat dimana tenaga kerja itu berada dan pencatatan waktu selama tenaga kerja berada di tempat tersebut selanjutnya dpperhitungkan tingkat kebisingan rata-rata yang diterima tenaga kerja selama 8 jam. Berikut dibawah ini adalah Gambar sound Level Meter digital :



Gambar 2.2 Sound Level Meter

2.8 Perhitungan Waktu Maksimum Yang Diperlukan Bagi Pekerja Untuk Berada Di Sebuah Lokasi Dengan Tingkat Intrnsitas Kebisingan Tertentu

Menurut *National Institute of Occupational Safety & Health* (NIOSH), waktu maksimum yang diperlukan bagi pekerja untuk berada di sebuah lokasi dengan tingkat intrnsitas kebisingan tertentu adalah sebagai berikut (Sihar, 2005):

$$T = \frac{480}{2^{L-85/3}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

T = Waktu maksimum dimana pekerja boleh berhadapan dengan tingkat kebisingan (dalam menit), dikenal juga sebagai waktu pemajanan maksimum (formula NIOSH).

480 = 8 jam kerja/hari; 1 jam = 60 menit

L = Tingkat intensitas kebisingan (dB)

85 = Recommended Exposure Limit (REL)/Nilai Ambang Batas (NBA)

3 = *Exchange rate*, dikenal juga sebagai *doubling rate/traking ratio/time intensity tradeoff*, yaitu angka yang menunjukkan hubungan antara intensitas kebisingan dengan tingkat kebisingan. *Exehange rate* sama dengan 3. Artinya, untuk sebuah penambahan kebisingan yang indek (dengan intensitas kebisingan yang sama), akan terjadi penambahan tingkat kebisingan sebesar 3 dB (OSHA menggunakan angka 5 sebagai *exehange rate*.

Angkatan laut Amerika serikat menggunakan angka 4, sementara itu EPA, angkatan darat dan angkatan udara Amerika serikat menggunakan *exehange rate* yang sama dengan NIOSH, yaitu 3. Pendekatan angka tiga dapat di peroleh dari persamaan berikut, anggaplah X pada contoh dibawah adalah besarnya penambahan tingakt kebisingan (*exehange rate*) yang dicari agar besarnya intensitas suara menjadi 2 kali lipat.

2.9 Sumber kebisingan

Di tempat kerja, sumber kebisingan berasal dari peralatan dan mesin-mesin. Peralatan dan mesin-mesin dapat menimbulkan kebisingan karena, Jennie Babba, 2007:

1. Mengoperasikan mesin-mesin produksi yang sudah cukup tua.
2. Terlalu sering mengoperasikan mesin-mesin kerja pada kapasitas kerja cukup tinggi dalam periode operasi cukup panjang.
3. Sistem perawatan dan perbaikan mesin-mesin produksi ala kadarnya. Misalnya mesin diperbaiki hanya pada saat mesin mengalami kerusakan parah.
4. Melakukan modifikasi/perubahan/pergantian secara parsial pada komponen-komponen mesin produksi tanpa mengindahkan kaidah-kaidah keteknikan yang benar, termasuk menggunakan komponen-komponen mesin tiruan.
5. Pemasangan dan peletakan komponen-komponen mesin secara tidak tepat (terbalik atau tidak rapat/longgar), terutama pada bagian penghubung antara modul mesin (bad connection).
6. Penggunaan alat-alat yang tidak sesuai dengan fungsinya.

2.10 Pengendalian kebisingan

Dalam hal pengendalian suara yang menjadi bagian utamanya adalah sumber, penghubung dan penerima. Secara sistematis adalah sebagai berikut (Anizar, 2009) :



Gambar 2.3 Skema Sistem Suara

Sumber (*Source*) adalah tempat dimana suara tersebut dihasilkan dan penghubung (*path*) adalah jalur suara diudara sehingga suara dapat sampai kepenerima (*receiver*) atau telinga. Kebisingan dapat dikurangi dengan

pengendalian yang dilakukan oleh pihak ahli teknik atau pihak manajemen mempergunakan salahsatu atau keduanya.

Kebisingan sebagai suara yang tidak dikehendaki harus dikendalikan agar tidak mengganggu kenyamanan dan kesehatan manusia. Tingkat kebisingan pada suatu titik yang berasosiasi dengan suatu peruntukan lingkungan yang tertentu disebut kebisingan ambien. Kontrol kebisingan dilakukan sebagai upaya pengendalian kebisingan ambien untuk lingkungan dengan peruntukan tertentu, adapun pengendalian kebisingan yang dapat dilakukan adalah :

1. Pengendalian suara pada sumber

Modifikasi sumber adalah solusi yang paling tepat. Kebisingan berasal dari sumber dan jika sumber yang dihasilkan bisa dikurangi atau bahkan hilang maka tidak ada yang perlu dikhawatirkan lagi dalam hal pengontrolan di penghubung dan penerima. Pengontrolan suara dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain (Anizar, 2009) :

- a. Menutup sumber bising
- b. Mengubah disain peredam suara pada sumber
- c. Menurunkan tingkat kebisingan pada sumber
- d. Pemilihan dan pemasangan mesin dengan alat kebisingan rendah
- e. Pemeliharaan dan pelumasan mesin-mesin dengan teratur
- f. Penggunaan bahan-bahan peredam suara
- g. Membuat perubahan pada pada peralatan yang sudah ada
- h. Mengganti proses sehingga peralatan dengan suara yang lebis kecil dapat digunakan.

Apabila tingkat kebisingan sudah diatas 85 dBA untuk shif 8 jam, 40 jam perminggu maka koreksi dapat dilakukan dengan cara melakukan penanaman pohon-pohon dan pengaturan tata letak ruangan harus sedemikian rupa agar tidak menimbulkan kebisingan.

2. Pengendalian suara pada penghubung

Dalam berbagai situasi dan kondisi misalnya jika peralatan sudah ada maka tidak mungkin lagi untuk memodifikasi mesin yang merupakan sumber suara. Dalam hal ini, hal yang mungkin dilakukan adalah mengubah jalur penerus gelombang suara yang ada diantara sumber suara dan penerima atau pendengar. Cara tersebut diantaranya adalah dengan memindahkan sumber jauh dari pendengar dan menambah peredam suara pada jalur yang dilaluinya sehingga lebih banyak suara yang diserap ketika suara merambat kependengar. Pengontrolan suara pada penghubung membutuhkan modifikasi antara sumber dan penerima. Secara tidak dapat langsung digunakan bahan yang bersifat menyerap dipermukaan materi untuk menyerap energy suara tersebut. Bahan-bahan tersebut diantaranya adalah karet, bahan dari logam, gabus dan udara.

3. Pengendalian suara pada penerima

Penerima suara adalah telinga manusia dan sangat disayangkan tidak ada yang bisa dilakukan untuk mengontrol suara yang diterima. Jika semua usaha yang dilakukan untuk mengurangi intensitas suara tidak berhasil ditempat yang harus ada manusia maka hanya tinggal beberapa cara saja. Tetapi jika tingkat suara tersebut sangat tinggi dan tidak bisa dikurangi lagi maka satu-satunya cara adalah tidak meletakkan manusia di *area* tersebut dan menggunakan *remote control* untuk mengoperasikan mesin yang ada. Pengontrolan suara secara langsung pada telinga dengan menggunakan *earplug* dan *earmuffs* dapat sangat efektif di lingkungan industri. Meskipun demikian ternyata menggunakan alat pelindung diri ini pun menimbulkan masalah. Masalah yang ditimbulkan antara lain yaitu suara peringatan mungkin tidak terdengar serta ketidak nyamanan dalam pemakaiannya.

2.11 Pengurangan waktu pemaparan

Berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/ MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan kerja

Perkantoran dan Industri maka lamanya paparan yang diizinkan yaitu sebagaimana berikut (Anizar, 2009):

Tabel 2.2 Waktu Paparan dan Intensitas Kebisingan

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

Beberapa peraturan yang harus dipenuhi adalah (Anizar, 2009):

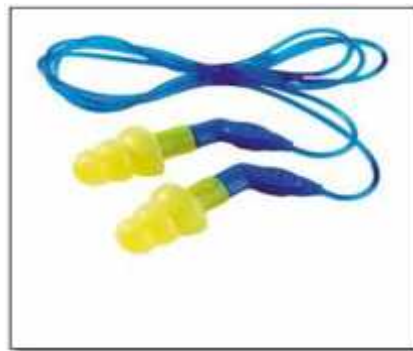
- a. Tidak boleh terpapar lebih dari 140 dBA, walaupun sesaat. Bila pekerja terpapar pada beberapa tempat dengan tingkat kebisingan yang berbeda, harus diperhatikan efek kombinasinya bukan efek satu per satu.
- b. Bila kebisingan pada suatu tempat kerja adalah 115 dBA atau lebih, maka tenaga kerja tersebut tidak boleh masuk ke dalam tempat kerja tersebut tanpa menggunakan alat pelindung yang tepat.
- c. Bila terdapat bunyi impulsif dengan tingkat kebisingan lebih dari 130 dBA atau bunyi yang bersifat "FAST" dengan tingkat kebisingan 120 dBA maka alat pelindung telinga harus dipakai.
- d. Tidak seorangpun boleh memasuki area dengan tingkat kebisingan 140 dBA dan harus dipasang tanda peringatan.

2.12 Alat Pelindung Telinga

Fungsi alat pelindung telinga adalah menurunkan tingkat kebisingan yang mencapai alat pendengar. Alat pelindung telinga yang bisa digunakan adalah :

1. Sumbat Telinga (*Ear plug*)

Sumbat telinga yang paling sederhana terbuat dari kapas yang dicelup dalam lilin sampai dengan dari bahan sintetis sedemikian rupa sehingga sesuai dengan liang telinga pemakai. Sumbat telinga ini dapat menurunkan intensitas kebisingan sebesar 25 dB sampai 30 dB. Sebagai peringatan kapas kerja tidak bisa digunakan sebagai sumbat telinga karena tidak efektif. Alat ini dimasukkan ke dalam lubang telinga dan maksudnya adalah untuk mengurangi suara-suara dari udara sebelumnya ia sampai pada gendang telinga. Alat ini mungkin terbuat dari karet, plastic, neoprene, atau kapas yang sedikit dari penyumbat yang tersedia. Berlawanan terhadap pendapat yang populer, kapas yang kering memberikan perlindungan yang lebih sedikit. Adapun contoh *Ear plug* dapat dilihat pada gambar 2.4 sebagai berikut :



Gambar 2.4 *Ear plug*

2. Penutup Telinga (*Ear Muff*)

Penutup telinga lebih baik dari penyumbat telinga, karena selain menghalangi hambatan suara melalui udara, juga menghambat hantaran melalui tulang tengkorak. Penutup telinga ini dapat menurunkan intensitas kebisingan sebesar 30 dB sampai 40 dB. Penutup telinga yang bertipe sarung pelindung terdiri dari 1 (satu) set cangkir yang dirancang untuk menutup kedua belah telinga dipakai dengan rapi di kepala oleh sebuah *headband*. Cangkir itu mungkin dibuat dari *plastic* atau karet dan menutup telinga tanpa menekannya. Dan pada saat yang bersamaan menutup

dengan cocok di kepala dan suara yang sangat sedikit yang dapat masuk. Penutup telinga juga memiliki keuntungan untuk menghapus masalah yang kompleks untuk dicocokkan dengan menyumbat telinga dan banyak keluhan yang berhubungan dengannya. Adapun contoh *Ear plug* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Ear Muff*

3. *Enclosure* adalah alat yang menutupi seluruh bagian kepala pekerja, seperti *helm* yang digunakan seorang pilot pesawat jet, Gambar 2.5 menunjukkan *enclosure* :



Gambar 2.6 *Ear Muff Safety Helmet*

4. *Superaural Cap* adalah alat yang menutupi seluruh bagian tepi luar lubang telinga dan di tahan dengan sebuah ikat kepala, untuk mengetahui *Superaural Cap* dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 *Superaural Cap*

2.13 Pengertian Peta

Peta adalah gambaran permukaan bumi pada bidang datar dengan skala tertentu melalui suatu sistem proyeksi. Peta bisa disajikan dalam berbagai cara yang berbeda, mulai dari peta konvensional yang tercetak hingga peta digital yang tampil di layar komputer. Istilah peta berasal dari bahasa Yunani *mappa* yang berarti taplak atau kain penutup meja. Namun secara umum pengertian peta adalah lembaran seluruh atau sebagian permukaan bumi pada bidang datar yang diperkecil dengan menggunakan skala tertentu. Sebuah peta adalah representasi dua dimensi dari suatu ruang tiga dimensi. Ilmu yang mempelajari pembuatan peta disebut kartografi. Banyak peta mempunyai skala, yang menentukan seberapa besar objek pada peta dalam keadaan yang sebenarnya. Kumpulan dari beberapa peta disebut atlas. Peta umum, yakni peta yang menggambarkan kenampakan bumi, baik fenomena alam atau budaya. Peta umum dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Peta topografi, yaitu peta yang menggambarkan permukaan bumi lengkap dengan reliefnya. Penggambaran relief permukaan bumi ke dalam peta digambar dalam bentuk garis kontur. Garis kontur adalah garis pada peta yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai ketinggian yang sama.
2. Peta korografi, yaitu peta yang menggambarkan seluruh atau sebagian permukaan bumi yang bersifat umum, dan biasanya berskala sedang. Contoh peta korografi adalah atlas.

3. Peta dunia atau geografi, yaitu peta umum yang berskala sangat kecil dengan cakupan wilayah yang sangat luas.

Peta khusus (peta tematik), yaitu peta yang menggambarkan informasi dengan tema tertentu/khusus. Misalnya, peta politik, peta geologi, peta penggunaan lahan, peta persebaran objek wisata, peta kepadatan penduduk, dan sebagainya. Adapun peta berdasarkan bentuknya yaitu :

1. Peta datar atau peta dua dimensi, atau peta biasa, atau peta planimetri yaitu peta yang berbentuk datar dan pembuatannya pada bidang datar seperti kain. Peta ini digambarkan menggunakan perbedaan warna atau simbol dan lainnya.
2. Peta timbul atau peta tiga dimensi atau peta stereometri, yaitu peta yang dibuat hampir sama dan bahkan sama dengan keadaan sebenarnya di muka bumi. Pembuatan peta timbul dengan menggunakan bayangan 3 dimensi sehingga bentuk-bentuk muka bumi tampak seperti aslinya.
3. Peta digital, merupakan peta hasil pengolahan data digital yang tersimpan dalam komputer. Peta ini dapat disimpan dalam disket atau *CD-ROM*. Contoh: citra satelit, foto udara.
4. Peta garis, yaitu peta yang menyajikan data alam dan kenampakan buatan manusia dalam bentuk titik, garis, dan luasan.
5. Peta foto, yaitu peta yang dihasilkan dari mozaik foto udara yang dilengkapi dengan garis kontur, nama, dan legenda.

2.13.1 Peta Kontur

Kontur adalah garis kenyal untuk menggambarkan semua titik yang mempunyai ketinggian yang sama di atas atau di bawah permukaan datum tertentu yang disebut permukaan laut rata-rata. Kontur digambarkan dengan interval vertical yang regular . interval kontur adalah jarak vertical antara dua garis ketinggian yang ditentukan berdasarkan skalanya. Besarnya interval kontur sesuai dengan skala peta dan keadaan di bumi. Interval kontur selalu dinyatakan secara jelas dibagian bawah diatas skala garis. Kontur biasanya digambarkan

dalam bentuk garis-garis utuh yang kontinyu, setiap kontur keempat atau kelima dibuatlah indeks dan digambarkan dengan garis yang lebih tebal. Kontur indeks dimaksudkan untuk membantu pembacaan kontur dan menghitung kontur untuk menentukan tinggi, selain itu peta kontur juga dapat digunakan untuk melihat intensitas kebisingan yang ada ditempat kerja atau industri-industri yang menggunakan mesin-mesin besar sehingga dapat menimbulkan kebisingan.

2.13.2 Bentuk Kontur

Bentuk suatu kontur menggambarkan bentuk permukaan lahan yang sebenarnya. Kontur-kontur yang berdekatan menunjukkan kemiringan yang terjal. Kontur-kontur yang berjauhan menunjukkan kemiringan yang landai. Jika kontur-kontur itu memiliki jarak yang sama maka kemiringannya teratur. Beberapa catatan tentang kontur sebagai berikut :

1. Kontur adalah kontinyu, sejauh manapun kontur berada, tetap akan bertemu kembali dititik awalnya. Perkecualiannya adalah jika kontur masuk ke suatu daerah kemiringan yang curam atau nayris vertical karena ketinggian ruang untuk menyajikan kontur-kontur secara terpisah pada pandangan horizontal maka lereng terjal tersebut digambarkan dengan symbol.
2. Jika kontur-kontur pada lereng bagian bawah merapat, maka bentuk lereng disebut cembung dan memberikan pandangan yang pendek. jika sebaliknya yaitu merenggang maka disebut dengan cekung dan memberikan pandangan yang panjang.
3. Jika pada kontur-kontur yang berbentuk tidak terlalu rapat maka permukaan lapangannya merupakan daerah yang bergelombang.

2.14 Software Surfer 9

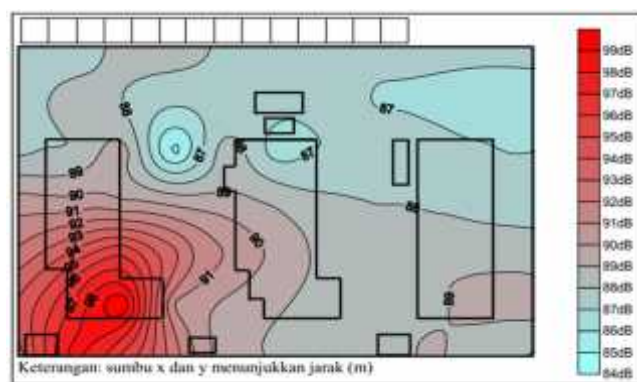
Surfer adalah salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi yang berdasarkan pada grid. Perangkat lunak ini melakukan plotting data tabular XYZ tak beraturan menjadi lembar titik-titik segi empat (grid) yang beraturan. Grid adalah serangkaian garis vertikal dan horisontal yang dalam Surfer berbentuk segi empat dan digunakan sebagai dasar

pembentuk kontur dan surface tiga dimensi. Garis vertikal dan horisontal ini memiliki titik-titik perpotongan. Pada titik perpotongan ini disimpan nilai Z yang berupa titik ketinggian atau kedalaman. Gridding merupakan proses pembentukan rangkaian nilai Z yang teratur dari sebuah data XYZ. Hasil dari proses gridding ini adalah file grid yang tersimpan pada file .grd (Widiati,2010). langkah-langkah yang dilakukan dalam mengoperasikan *software surfer 9* adalah sebagai berikut :

1. Sistem operasi dan perangkat keras
2. Surface plot
- 3 Worksheet
- 4 Editor
- 5 Overlay peta kontur
- 6 Proses *Gridding*

Proses ini akan menghasilkan file (.grd) yang nantinya akan dimasukkan dalam *worksheet window* aplikasi *Surfer* (Widiati,2010). Tahapannya adalah sebagai berikut:

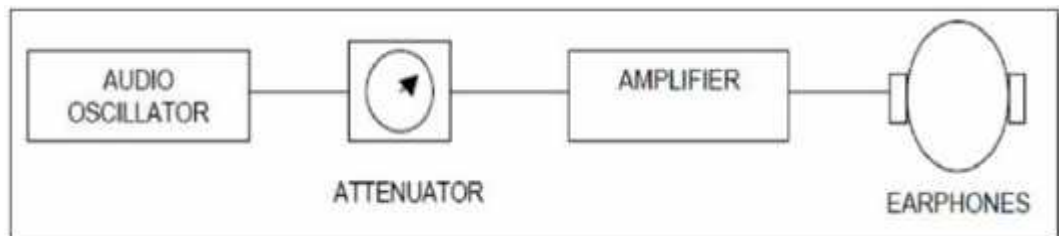
- a. Buka data (x,y,z) menggunakan aplikasi MS Excel, dan kemudian *save* data tersebut.
- b. Buka aplikasi Surfer 9.
- c. Klik menu Grid | Data, sehingga akan muncul kotak dialog “Open Data”.
- d. Pilih file yang berisikan data (x,y,z) yang disimpan sebelumnya, lalu klik “Open” hingga muncul kotak dialog “Grid Data“. Contoh peta kontur kebisingan dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Peta Kontur Kebisingan

2.15 Gambaran Umum Audiometri

Audiometri berasal bahasa Latin yaitu dari kata *audire* yang berarti pendengaran dan *metrios* yang berarti mengukur, jadi secara harfiah audiometri adalah pemeriksaan untuk menguji fungsi pendengaran. Audiometri adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengetahui level pendengaran seseorang. Pemeriksaan audiometri dalam ilmu medis maupun ilmu hiperkes tidak saja dapat digunakan untuk mengukur ketajaman pendengaran, tetapi juga dapat untuk menentukan lokasi kerusakan anatomis yang menimbulkan gangguan pendengaran. Audiometri merupakan tes kemampuan pendengaran, selain menentukan tingkat pendengaran tetapi juga mengukur kemampuan membedakan intensitas suara dan mengenali pitch. Alat yang digunakan untuk menguji pendengaran adalah audiometer yang diujikan pada kedua belah telinga secara bergantian. Audiometer merupakan suatu peralatan elektronik yang digunakan untuk menguji pendengaran, dimana audiometer mampu menghasilkan suara yang memenuhi syarat sebagai bahan pemeriksaan yaitu frekuensi (125-8000 dan intensitas suara yang dapat diukur (-10 s/d 110 dB) (Soetirto, 2007).



Gambar 2.9 Konsep Audiometri Dasar

Indikasi pemeriksaan audiometri diantaranya adalah :

1. Adanya penurunan pendengaran
2. Telinga berbunyi dengung
3. Rasa penuh ditelinga
4. Riwayat keluar cairan
5. Riwayat terpajan kebisingan
6. Riwayat trauma
7. Riwayat pemakaian obat ototoksik

8. Riwayat gangguan pendengaran pada keluarga
9. Gangguan keseimbangan

Pemeriksaan audiometri memerlukan audiometri ruang kedap suara, audiologis, dan pasien yang kooperatif. Prinsip dasar pemeriksaan audiometri ini adalah pemeriksaan pada bermacam-macam frekuensi dan intensitas suara (dB) ditransfer melalui headset atau bone conductor ke telinga atau mastoid dan batasan intensitas suara (dB) pasien yang tidak dapat didengar lagi dicatat melalui program komputer atau diplot secara manual pada kertas grafik (Soetirto, 2007).



Gambar 2.10 Audiometer

2.15.1 Manfaat Audiometri

1. Untuk kedokteran klinik, khususnya menentukan penyakit telinga
2. Untuk kedokteran kehakiman, sebagai dasar ganti rugi
3. Untuk kedokteran pencegahan, mendeteksi ketulian pada anak-anak dan pekerja pabrik

2.15.2 Tujuan Audiometri

Menurut Davis (1978) terdapat empat tujuan dari pemeriksaan audiometri yaitu sebagai berikut :

1. Mendiagnostik penyakit telinga
2. Mengukur kemampuan pendengaran dalam menangkap percakapan sehari – hari, atau dengan kata lain validitas sosial pendengaran seperti untuk tugas dan pekerjaan, apakah membutuhkan alat bantu dengar, pendidikan khusus, atau ganti rugi (misalnya dalam bidang kedokteran kehakiman dan asuransi)
3. Skrining pada anak balita dan sekolah dasar (SD)
4. Monitoring untuk pekerja yang bekerja di tempat bising.

Selain itu audiometri juga bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui ambang dengar, yaitu kadar suara (dB) minimal yang masih bisa didengar oleh telinga.
2. Untuk mengetahui apakah kerusakan pendengaran (pergeseran ambang dengar) memang disebabkan oleh kebisingan (NIHL-Noise Induced Hearing Loss).
3. Sebagai kebutuhan indikator pada Hearing Loss Prevention Program (HLPP) yaitu kehilangan kemampuan pendengaran terjadi secara bertahap, sehingga pekerja tidak merasakan perubahan pada pendengaran mereka.
4. Memberikan rekomendasi kepada pihak manajemen untuk perbaikan lingkungan kerja.

2.15.3 Komponen Audiometri

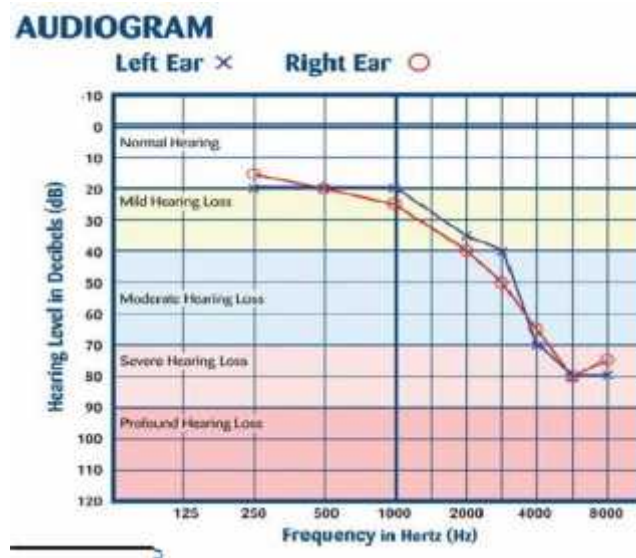
Komponen yang ada pada audiometri yaitu:

1. Oscillator: untuk menghasilkan bermacam nada murni
2. Amplifier: alat untuk menambah intensitas nada
3. Interuptor/pemutus : alat pemutus nada
3. Attenuator: alat mengukur intensitas suara

4. Earphone: alat merubah sinyal listrik yang ditimbulkan audiometer menjadisinyal suara yang dapat didengar
5. Masking noise generator: untuk penulian telinga yang tidak diperiksa

2.15.4 Audiogram

Audiogram merupakan hasil pemeriksaan dengan audiometer yang berpacatatan grafis yang diambil dari hasil tes pendengaran dengan audiometer, yang berisi grafik ambang pendengaran pada berbagai frekuensi terhadap intensitas suaradalam desibel (dB) (Soetirto, 2007).



Gambar 2.11 Audiogram

Keterangan :

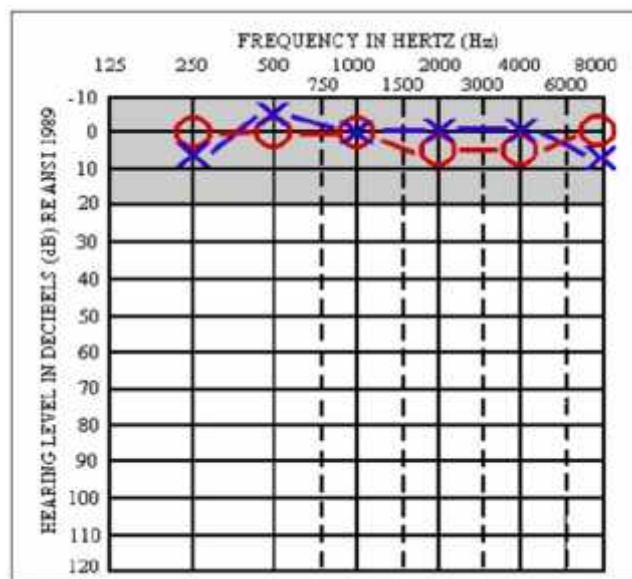
1. Gunakan tinta merah untuk telinga kanan, dan tinta biru untuk telinga kiri
2. Hantaran udara (Air Conduction = AC)
 - Kanan = O
 - Kiri = X
3. Hantaran udara (Air Conduction = AC) dengan masking
 - Kanan = Δ
 - Kiri =
4. Hantaran tulang (Bone Conduction = BC)
 - Kanan = <
 - Kiri = >

5. Hantaran tulang (Bone Conduction = BC) dengan masking
 Kanan = c
 Kiri = τ
6. Hantaran udara (AC) dihubungkan dengan garis lurus (_____)
 dengan menggunakan tinta merah untuk telinga kanan dan biru untuk
 telinga kiri.
7. Hantaran tulang (BC) dihubungkan dengan garis putus-putus (- - - - -)
 dengan menggunakan tinta merah untuk telinga kanan dan biru untuk
 telingakiri

2.15.5 Pembagian Audiometri

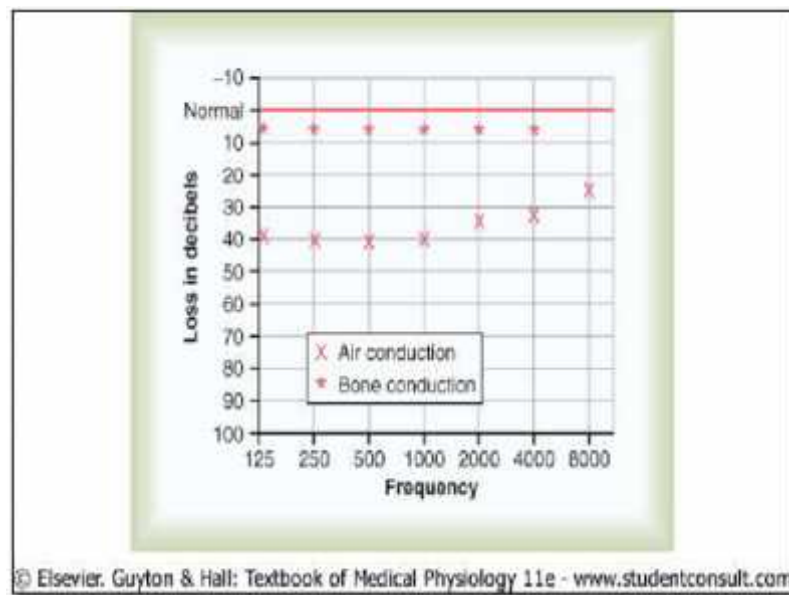
Dalam melakukan evaluasi audiometri, pemeriksaan standar audiometri yang dilakukan adalah Audiometri Nada Murni dan Audiometri Tutur, yang dijelaskan sebagai berikut.

1. Audiogram Normal Secara teoritis, bila pendengaran normal, ambang dengar untuk hantaran udara maupun hantaran tulang sebesar 0 dB. Pada keadaan tes yang baik, audiogram dengan ambang dengar 10 dB pada 250 dan 500 Hz, sedangkan 0 dB pada 1000, 2000, 4000, dan 10000 Hz dan pada 8000 Hz dapat dianggap normal.



Gambar 2.16 Audiogram Normal

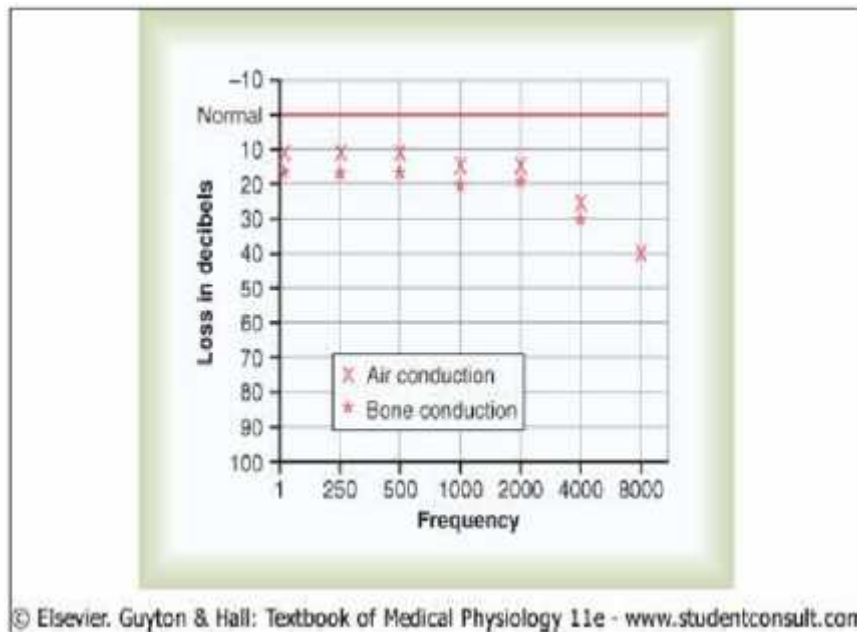
2. Gangguan Dengar Konduktif Diagnosis gangguan dengar konduktif ditegaskan berdasarkan prinsip bahwa gangguan konduktif (telinga tengah) menyebabkan gangguan hantaranudara yang lebih besar daripada hantaran tulang, disini terdapat ambanghantaran tulang turun menjadi 15 dB pada 200 Hz. Penyebab ketulian koduktif seperti penyumbatan liang telinga, contohnyaserumen, terjadinya OMA, OMSK, penyumbatan tuba eustachius. Setiap keadaan yang menyebabkan gangguan pendengaran seperti fiksasikongenitalm fiksasi karena trauma, dislokasi rantai tulang pendengaran, jugaakan menyebabkan peninggian amabang hantaran udara dengan hantarantulang normal. Gap antara hantran tulang dengan hantaran udaramenunjukkan beratnya ketulian konduktif. Konfigurasi audiogram pada tulikonduktif biasanya menunjukkan pendengaran lebih pada frekuensi rendah.



Gambar 2.17 Gangguan Dengar Konduktif

3. Gangguan Dengar Sensorineural (SNHL)Tuli sensorineural terjadi bila didapatkan ambang pendengaran hantarantulang dan udara lebih dari 25 dB. Tuli sensorineural ini terjadi bila terdapatgangguan koklea, N.auditorius (NVIII) sampai ke pusat pendengarantermasuk kelainan yang terdapat didalam batang otak.2 Kelainan pada pusat pendengaraan saja

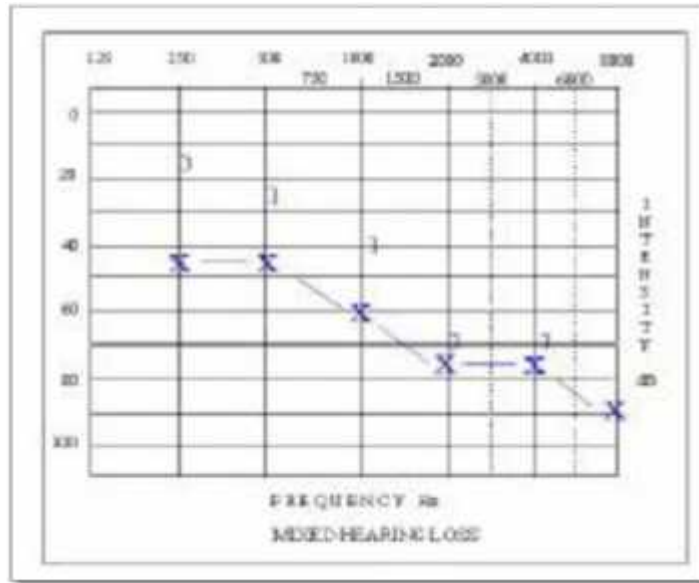
(gangguan pendengaran sentral) biasanya tidak menyebabkan gangguan dengar untuk nada murni, namun tetap terdapat gangguan pendengaran tertentu. Gangguan pada koklea terjadi karenaduacara, pertama sel rambut didalam koklea rusak, kedua karena stereosilia dapathancur. Proses ini dapat terjadi karenainfeksi virus, obat ototoxic, dan biasaterpapar bising yang lama, dapat pula terjadi kongenital.



Gambar 2.18 Gangguan Dengar Sensorineural

4. Gangguan Dengar Campuran

Kemungkinan terjadinya kerusakan koklea disertai sumbatan serumen yang padat dapat terjadi. Level konduksi tulang menunjukkan gangguan fungsi koklea ditambah dengan penurunan pendengaran karena sumbatan konduksi udara menggambarkan tingkat ketulian yang disebabkan oleh komponen konduktif. Perbedaan antara level hantaran udara dan tulang dikenal sebagai “jarak udara-tulang” atau “air-bone gap”. Jarak udara-tulang merupakan suatu ukuran dari komponen konduktif dari suatu gangguan pendengaran. Level hantaran udara menunjukkan tingkat patologi koklea, kadang disebut sebagai “cochlear reserve” atau cabang koklea.



Gambar 2.19 Gangguan Dengar Campuran

5. Audiogram Nonorganik Pasien dapat berpura-pura tuli dalam pemeriksaan, ada yang sadar atau tidak sadar melebih-lebihkan derajat ketuliannya. Pada keadaan tuli atau kompensasi misalnya, hal ini dapat menguntungkan. Indikasi adanya keadaan ini adalah bila terdapat ketidaksesuaian antara diagnosis klinis dan hasil pemeriksaan audiometric. Bila tes diulang akan tampak perbedaan nilai ambang. Pemeriksa sebaiknya mengulang pemeriksaan audiometric dan menerangkan ambang yang tidak tetap dan tidak dapat dipercaya (Soetirto, 2007).

2.16 Perhitungan Chi Kuadrat

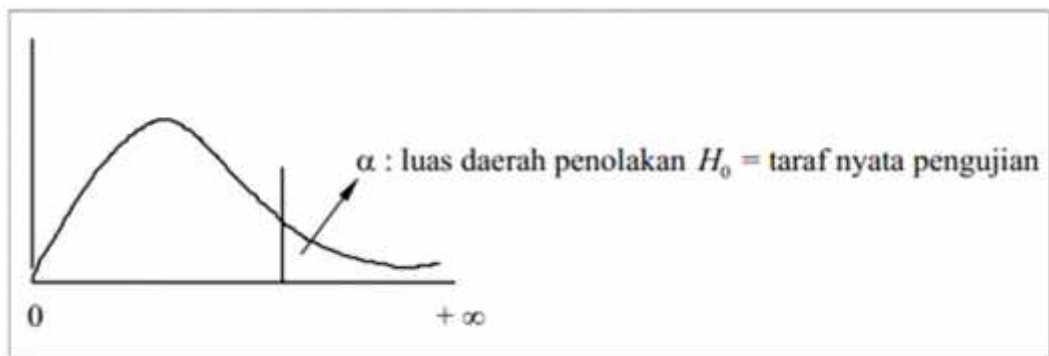
Chi Kuadrat adalah suatu uji untuk menentukan apakah suatu populasi atau variabel acak X mempunyai distribusi teoritik tertentu. Uji ini didasarkan pada seberapa baik kesesuaian /kecocokan antara frekuensi yang teramati dalam data sampel dengan frekuensi harapan yang didasarkan pada distribusi yang dihipotesiskan. Jika dalam suatu percobaan atau eksperimen hanya memiliki dua hasil keluaran, seperti halnya pelemparan mata uang, kita mendapatkan sisi depan dan sisi belakang, maka distribusi normal dapat digunakan untuk menentukan apakah frekuensi kedua hasil tersebut cukup signifikan terhadap frekuensi yang diharapkan (Supranto, 2007).

Namun demikian, jika lebih dari dua hasil yang muncul, katakanlah ada k- hasil, maka distribusi normal tidak dapat digunakan untuk menguji perbedaan signifikan antara frekuensi hasil pengamatan dengan frekuensi yang diharapkan. Untuk melakukan uji hipotesis dengan menggunakan hasil percobaan yang memiliki lebih dari dua hasil, kita menggunakan Uji Chi-Kuadrat (Chi-Square Testing, dilambangkan dengan χ^2). Nilai χ^2 adalah nilai kuadrat karena itu nilai χ^2 selalu positif. Bentuk distribusi χ^2 tergantung dari derajat bebas(db)/degree of freedom . Perhatikan Tabel hal 178 dan 179 (Buku Statistika-2, Gunadarm a). Anda bisa me mbacanya?

Contoh : Berapa nilai χ^2 untuk db = 5 dengan $\alpha = 0.010$? (15.0863)

Berapa nilai χ^2 untuk db = 17 dengan $\alpha = 0.005$? (35.7185)

Pengertian α pada Uji χ^2 sam a dengan pengujian hipotesis yang lain, yaitu luas daerah penolakan H_0 atau taraf nyata pengujian, perhatikan Gambar berikut :



Gambar 2.20 Daerah Penolakan

Setiap kemungkinan hasil percobaan dinamakan *sel*, dalam kasus ini ada 6 sel. Statistik yang dapat digunakan sebagai landasan bagi pengambilan keputusan terkait uji kecocokan antara frekuensi yang teramati dengan frekuensi harapan adalah :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana : χ^2 merupakan sebuah nilai dari suatu variable acak χ^2 yang mempunyai distribusi sampling mendekati distribusi *chi-square* dengan derajat bebas tertentu. Untuk kasus ini, derajat bebasnya adalah $k-1$ atau 5. o_i adalah frekuensi yang teramati untuk sel ke- i , $i = 1, 2, \dots$,
 e_i adalah frekuensi harapan untuk sel ke- i , $i = 1, 2, \dots, k$

Bila frekuensi yang teramati sangat dekat nilainya dengan frekuensi harapannya maka nilai dari χ^2 akan kecil dan hal ini menunjukkan adanya kecocokan (membawa pada penerimaan Hipotesis Nol). Sebaliknya, bila frekuensi yang teramati mempunyai perbedaan yang cukup besar dengan frekuensi harapannya, maka nilai dari χ^2 akan besar, dan hal ini menunjukkan adanya ketidakcocokan yang akan membawa pada penolakan H_0 . Sehingga daerah kritis untuk uji ini adalah di ekor kanan dari distribusi chi-kuadrat. Misalkan tingkat signifikansi yang digunakan adalah α , maka wilayah kritis untuk uji ini adalah $\chi^2 > \chi^2_{\alpha}$. Kriteria ini bisa digunakan asalkan tidak ada frekuensi harapan yang kurang dari 5. Bila ada, maka sel-sel yang berdekatan harus digabungkan (Hartono, 2012).