

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Penyakit Akibat Kerja**

Program kesehatan kerja merupakan kegiatan dan upaya kesehatan dalam masyarakat pekerja guna mewujudkan kondisi pekerja yang sehat, efektif dan produktif sesuai dengan jenis pekerjaannya. Pengertian kesehatan kerja yaitu sebagai suatu aspek atau unsur kesehatan yang erat kaitannya dengan lingkungan kerja dan pekerjaan, yang secara langsung maupun tidak langsung dapat memengaruhi efisiensi dan produktifitas, (Khaizun, 2013)

Keselamatan kerja bermakna sebagai upaya mengurangi dan atau menekan sejauh mungkin cedera akibat kerja dengan mencegah kecelakaan di tempat kerja. Kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang tidak diduga dan tidak dikehendaki dari semula yang mengacaukan proses dari aktifitas yang telah ditentukan dan dapat mengakibatkan kerugian baik korban jiwa maupun harta benda, Meddiantini (2013)

Penyakit akibat kerja adalah setiap penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan atau lingkungan kerja. Penyakit ini *artefisial* oleh karena timbulnya disebabkan oleh adanya pekerjaan. kepadanya sering diberikan nama penyakit buatan manusia (*manmade diseases*). Penyakit tersebut dapat dicegah terdapat sebab-sebab bagi penyakit akibat kerja demikian. Berat-ringannya penyakit dan cacat tergantung dari jenis dan tingkat sakit. Sering kali terjadi cacat yang berat sehingga pencegahan lebih baik daripada pengobatan. Ada dua golongan utama,

yaitu penyakit akibat kerja yang wajib dilaporkan dan penyakit akibat kerja yang harus mendapat kompensasi (*motifable dan compensable*) (Suma'mur, 1985).

## **B. Pencemaran Partikel Debu dan Dampaknya**

Pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu, sehingga dapat dideteksi oleh manusia (yang dapat dihitung atau diukur) serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi, dan material. Selain itu, pencemaran udara dapat pula dikatakan sebagai perubahan atmosfer oleh karena masuknya kontaminan alami atau buatan ke dalam atmosfer tersebut, Mukono (1997)

Dampak pencemaran udara merupakan masalah serius yang dihadapi oleh Negara-negara industri yang menimbulkan akibat sangat merugikan baik langsung maupun tidak langsung terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Tercatat bahwa pada tahun 2000 kematian yang disebabkan oleh pencemaran udara di dunia mencapai 57.000 orang per tahun dan diperkirakan selama 20 tahun kemudian angka tersebut naik mendekati 14% atau 0,7 per tahun. Wardana, (2005) *dalam* Aryasih (2011).

## **C. Mekanisme Penimbunan Debu dalam Paru – Paru**

Dengan menarik napas, udara yang mengandung debu masuk ke dalam paru paru. Partikel debu yang dapat dihirup oleh pernapasan manusia mempunyai ukuran 0,1 mikron sampai 10 mikron. Pada hidung dan tenggorokan bagian bawah ada silian yang berfungsi untuk menahan benda-benda asing seperti debu dengan ukuran 5-10 mikron yang kemudian dikeluarkan bersama sekret sewaktu bernapas. Sedang yang berukuran tiga sampai lima micron ditahan pada bagian tengah jalan pernapasan, Suma'mur (1985).

Menurut Suyono (2001) *dalam* Aryasih (2011), faktor-faktor yang dapat mempengaruhi penurunan kapasitas fungsi paru tenaga kerja dibedakan menjadi dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal :

a. Faktor internal terdiri dari :

1) Umur

Umur berhubungan dengan proses penuaan dan bertambahnya usia. Semakin tua usia maka semakin besar kemungkinan terjadi perubahan kapasitas fungsi paru. Bertambahnya umur juga meningkatkan risiko mortalitas dan morbiditas. Aktifitas reflex saluran nafas akan mulai berkurang pada orang yang sudah berumur dan mengakibatkan menurunnya kemampuan daya bersih saluran nafas setelah usia 40 tahun yang disebabkan oleh menurunnya kekuatan fisik.

Menurut Budiono (2007) dalam Aryasih (2011), semakin bertambahnya umur, maka kemampuan organ-organ dalam tubuh akan mengalami penurunan secara alamiah sehingga semakin besar kemungkinan terjadinya perubahan kapasitas fungsi paru. Rata-rata pada umur 30-40 tahun seseorang akan mengalami penurunan fungsi paru yang dengan semakin bertambahnya umur maka bertambah pula gangguan yang akan terjadi.

2) Jenis kelamin

Menurut Guyton dan Madina (2007) dalam Aryasih (2011), kapasitas vital paru rata-rata pria dewasa kurang dari 4,8 liter dan wanita dewasa 3,1 liter. Dikatakan bahwa semua volume dan kapasitas paru wanita kira-kira 20% sampai 25% dibawah kapasitas paru pria.

Laki-laki dan wanita tentu memiliki kemampuan fisik dan kekuatan otot yang berbeda. Kekuatan fisik wanita adalah  $\frac{2}{3}$  dari laki-laki. Volume oksigen maksimal wanita 15-30% lebih rendah dari laki-laki yang menyebabkan persentase lemak tubuh dan Hb wanita lebih besar daripada laki-laki. Selain itu, wanita mengalami siklus biologis setiap bulan yang akan mengganggu kondisi fisik dan psikis sehingga wanita akan lebih mudah mengalami kelelahan kerja dan tingkat kelelahan wanita lebih tinggi.

3) Riwayat penyakit

Kondisi kesehatan dapat mempengaruhi kapasitas fungsi paru seseorang. Kekuatan otot-otot pernapasan bisa berkurang akibat sakit. Apabila seseorang memiliki riwayat pekerjaan yang terpapar debu maka kemungkinan akan mengakibatkan *pneumokonisis* yang dapat mempengaruhi kapasitas fungsi paru.

#### 4) Status gizi, ukuran dan bentuk anatomi tubuh

Status gizi dapat mempengaruhi kapasitas paru seseorang. Konsumsi makanan setiap hari menentukan status gizi seseorang dan gizi baik akan meningkatkan derajat kesehatan. Status gizi merupakan keadaan tubuh sebagai akibat makanan dan penggunaan zat gizi. Apabila dikaitkan dengan nilai kapasitas paru, orang yang memiliki tubuh kurus Panjang biasanya memiliki kapasitas vital paksa lebih besar daripada orang yang memiliki bentuk tubuh gendut pendek. Salah satu akibat kekurangan zat gizi adalah dapat menurunkan fungsi system imunitas dan antibodi sehingga orang tersebut mudah terserang infeksi seperti diare dan infeksi saluran pernapasan.

#### b. Faktor eksternal terdiri dari :

##### 1) Riwayat pekerjaan

Riwayat pekerjaan dapat digunakan untuk memdiagnosa penyakit akibat kerja. riwayat pekerjaan yang menghadapi debu berbahaya dapat menyebabkan gangguan paru-paru. Hubungan antara penyakit dan pekerjaan dapat diduga dengan adanya riwayat perbaikan keluhan pada akhir minggu atau hari libur yang diikuti peningkatan keluhan apabila kembali bekerja, setelah bekerja di tempat yang baru atau setelah digunakan bahan baru di tempat kerja.

##### 2) Kebiasaan merokok

Merokok merupakan kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dalam menghisap rokok mulai dari satu batang atau lebih dalam satu hari, Sihombing (2013) dalam Aryasih (2011).

Merokok dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran pernapasan dan jaringan paru. Kebiasaan merokok akan mempercepat penurunan faal paru. Menurut hasil penelitian Depkes RI (2003), penurunan volume ekspirasi paksa per tahun adalah 28,7 ml untuk non perokok, 38,4 ml untuk bebas perokok dan 41,7 ml untuk perokok aktif. Pengaruh asap rokok dapat lebih besar daripada pengaruh debu yaitu hanya mencapai sepertiga dari pengaruh rokok. Merokok juga dapat lebih merendahkan kapasitas vital paru dibandingkan dengan beberapa bahaya kesehatan kerja. Suyono (2001) dalam Aryasih (2011).

Rata-rata perokok ringan dalam sehari menghabiskan rokok 1 sampai 14 batang, perokok sedang 15-24 batang/hari dan perokok berat >25 batang/hari. Kebiasaan merokok secara terus-menerus ditambah pajanan debu lingkungan kerja dapat mempertinggi resiko penyakit paru dan pernapasan.

### 3) Kebiasaan olahraga

Faal paru dan olahraga mempunyai hubungan yang timbal balik. Gangguan faal paru dapat mempengaruhi kemampuan olah raga, sebaliknya latihan fisik yang teratur atau aktifitas olahraga dapat meningkatkan faal paru. Seseorang yang lebih besar dan kebugaran yang lebih tinggi serta kapasitas paru yang meningkat. Kapasitas fungsi paru dapat dipengaruhi oleh kebiasaan seorang olahraga.

### 4) Pemakaian alat perlindungan pernapasan (Masker)

Alat perlindungan pernapasan atau masker adalah bagian dari alat perlindungan diri yang digunakan untuk melindungi pernapasan dari gas, uap, debu atau udara yang terkontaminasi di tempat kerja yang dapat bersifat racun atau korosif. Masker memberikan perlindungan terhadap sumber bahaya di tempat kerja seperti pencemaran udara oleh gas maupun partikel lainnya termasuk asap dan debu. Masker yang terbuat dari bahan *non woven*/kain spunbond atau yang biasa kita sebut dengan *surgical mask* yang biasanya digunakan oleh para petugas medis. Masker ini dapat untuk melindungi debu atau partikel yang lebih

besar yang masuk ke dalam pernapasan yang mempunyai ukuran pori-pori tertentu (Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia, 2010).

#### **D. Penanggulangan Bahaya Paparan Debu di Lingkungan Kerja**

Bahaya-bahaya dilingkungan kerja baik secara fisik maupun kimia akibat paparan debu perlu dikendalikan sedemikian rupa sehingga tercipta lingkungan kerja yang nyaman, sehat dan aman. Ancaman penyakit paru kerja merupakan risiko yang baru dihadapi oleh para pekerja yang bekerja pada tempat kerja yang terpapar oleh debu maupun bahan-bahan berbahaya lainnya sehingga diperlukan upaya-upaya pengendalian untuk meminimalkan risiko (Aryasih, 2011).

##### **1. Pengendalian secara teknis**

Pengendalian secara teknis (*mechanical engineering control*), yaitu merupakan cara pertama untuk menanggulangi bahaya debu terhadap kesehatan. Pengendalian teknis merupakan gabungan dari berbagai cara seperti memenuhi persyaratan ventilasi umum yaitu mengalirkan udara sebanyak-banyaknya ke dalam tempat kerja agar konsentrasi debu berukuran bukan hilang, misalnya dengan memberikan jendela dan pintu dengan ukuran yang cukup. Cara lain adalah dengan isolasi, yaitu mesin dalam suatu tempat sehingga dapat mengurangi kontak dengan debu serta dengan melakukan perawatan mesin. Perawatan mesin dengan baik dan dilakukan secara berkala dapat menjamin fungsi secara optimal, Suma'mur (1984) dalam Aryasih (2003).

##### **2. Pengendalian secara non-teknis**

Menurut Suma'mur (1984) dalam Aryasih (2003), pengendalian non teknis adalah cara pengendalian dengan menciptakan peraturan perundang-undangan serta melakukan pengawasan dan pemantauan oleh dinas-dinas terkait. Disamping itu cara pengendalian secara administratif juga merupakan salah satu upaya pengendalian non teknis yaitu merupakan gabungan dari beberapa cara yang meliputi pemeriksaan kesehatan calon tenaga

kerja sebelum bekerja. Pemeriksaan kesehatan ini meliputi pemeriksaan fisik maupun mental, pemeriksaan kesehatan berkala atau ulangan, yaitu pemeriksaan kesehatan tenaga kerja untuk mengavaluasi apakah ada gangguan kesehatan selama bekerja di lingkungan kerjanya. Langkah lainnya adalah pemberian petunjuk atau pengarahan sebelum bekerja serta memberikan pengetahuan dan pemahaman sebelum bekerja serta memberikan pengetahuan dan pemahaman tentang kesehatan dan keselamatan kerja.

### **3. Pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) berupa alat pelindung pernapasan.**

Pemakaian APD bagi tenaga kerja memang sering dianggap menimbulkan keluhan seperti rasa tidak nyaman karena dapat membatasi ruang gerak maupun menyebabkan gangguan persepsi sensoris. Menurut Meidianti (2014), penggunaan APD yang berupa masker dapat menjadi upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan potensi bahaya di lingkungan kerja. Debu dari proses pembuatan gamelan dapat menimbulkan *pneumoconiosis*. Secara umum gejala-gejalanya antara lain batuk-batuk kering, sesak napas, kelelahan umum, berat badan berkurang. Menurut Trihandoyo (2001), tenaga kerja sering merasa tidak nyaman memakai APD saat bekerja sering merasa terganggu aktifitasnya sehingga mengabaikan pemakaiannya. Namun demikian, apapun alasannya APD yang memenuhi syarat keamanan dan kesehatan seharusnya dipergunakan tenaga kerja yang bekerja di industri gamelan, terutama alat perlindungan diri organ pernapasan berupa *dust* dan *misifilter* atau masker karena masker tersebut efektif sebagai filter debu. Selain itu alat perlindungan diri seperti *hair cup* serta kelengkapan pakaian kerja lainnya juga sangat diperlukan untuk mengantisipasi bahaya-bahaya di lingkungan kerja. Jadi, untuk meminimalkan risiko timbulnya gangguan fungsi paru bagi tenaga kerja yang bekerja pada industri gamelan Bali, pemakaian alat pelindung diri terutama alat perlindungan pernapasan (masker) menjadi persyaratan mutlak yang harus diterapkan dan merupakan kewajiban bagi pemiliknya untuk menyediakan.

### **E. Kebisingan dan Dampaknya**

Bising merupakan suara atau bunyi yang mengganggu. Bising dapat menyebabkan berbagai gangguan seperti gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi dan ketulian. Ada yang menggolongkan gangguannya berupa gangguan *Auditory*, misalnya gangguan terhadap pendengaran dan gangguan *non Auditory* seperti gangguan komunikasi, ancaman bahaya keselamatan, menurunnya performan kerja, stres dan kelelahan. Lebih rinci dampak kebisingan terhadap kesehatan pekerja dijelaskan sebagai berikut:

### **1. Gangguan Fisiologis**

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

Bising dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan pusing/sakit kepala. Hal ini disebabkan bising dapat merangsang situasi *reseptor vestibular* dalam telinga dalam yang akan menimbulkan efek pusing/vertigo. Perasaan mual, sulit tidur dan sesak nafas disebabkan oleh rangsangan bising terhadap sistem saraf, keseimbangan organ, kelenjar endokrin, tekanan darah, sistem pencernaan dan keseimbangan elektrolit.

### **2. Gangguan Psikologis**

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

### **3. Gangguan Komunikasi**

Gangguan komunikasi biasanya disebabkan *masking effect* (bunyi yang menutupi pendengaran yang kurang jelas) atau gangguan kejelasan suara. Komunikasi pembicaraan

harus dilakukan dengan cara berteriak. Gangguan ini menyebabkan terganggunya pekerjaan, sampai pada kemungkinan terjadinya kesalahan karena tidak mendengar isyarat atau tanda bahaya. Gangguan komunikasi ini secara tidak langsung membahayakan keselamatan seseorang.

#### **4. Gangguan Keseimbangan**

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

#### **5. Efek pada Pendengaran**

Pengaruh utama dari bising pada kesehatan adalah kerusakan pada indera pendengaran, yang menyebabkan tuli progresif dan efek ini telah diketahui dan diterima secara umum dari zaman dulu. Mula-mula efek bising pada pendengaran adalah sementara dan pemuliharaan terjadi secara cepat sesudah pekerjaan di area bising dihentikan. Akan tetapi apabila bekerja terus-menerus di area bising maka akan terjadi tuli menetap dan tidak dapat normal kembali, biasanya dimulai pada frekuensi 4000 Hz dan kemudian makin meluas kefrekuensi sekitarnya dan akhirnya mengenai frekuensi yang biasanya digunakan untuk percakapan.

Macam-macam gangguan pendengaran (ketulian), dapat dibagi atas :

a. Tuli Sementara (*Temporary Threshold Shift =TTS*)

Diakibatkan pemaparan terhadap bising dengan intensitas tinggi. Seseorang akan mengalami penurunan daya dengar yang sifatnya sementara dan biasanya waktu pemaparan terlalu singkat. Apabila tenaga kerja diberikan waktu istirahat secara cukup, daya dengarnya akan pulih kembali.

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

Diakibatkan waktu paparan yang lama (kronis), besarnya PTS di pengaruhi faktor-faktor sebagai berikut :

- 1) Tingginya level suara
- 2) Lama paparan
- 3) Spektrum suara
- 4) Temporal pattern, bila kebisingan yang kontinyu maka kemungkinan terjadi TTS akan lebih besar
- 5) Kepekaan individu
- 6) Pengaruh obat-obatan, beberapa obat-obatan dapat memperberat (pengaruh synergistik) ketulian apabila diberikan bersamaan dengan kontak suara, misalnya quinine, aspirin, dan beberapa obat lainnya
- 7) Keadaan Kesehatan

c. Trauma Akustik

Trauma akustik adalah setiap perlukaan yang merusak sebagian atau seluruh alat pendengaran yang disebabkan oleh pengaruh pajanan tunggal atau beberapa pajanan dari bising dengan intensitas yang sangat tinggi, ledakan-ledakan atau suara yang sangat keras, seperti suara ledakan meriam yang dapat memecahkan gendang telinga, merusakkan tulang pendengaran atau saraf sensoris pendengaran.

d. *Prebycusis*

Penurunan dayadengar sebagai akibat pertambahan usia merupakan gejala yang dialami hampir semua orang dan dikenal dengan *prebycusis* (menurunnya daya dengar pada nada tinggi). Gejala ini harus diperhitungkan jika menilai penurunan daya dengar akibat pajanan bising ditempat kerja.

e. Tinitus

Tinitus merupakan suatu tanda gejala awal terjadinya gangguan pendengaran . Gejala yang ditimbulkan yaitu telinga berdenging. Orang yang dapat merasakan tinitus dapat merasakan gejala tersebut pada saat keadaan hening seperti saat tidur malam hari atau saat berada diruang pemeriksaan audiometri (Suma 'mur, 1985).

## **F. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penurunan Daya Dengar**

Seseorang yang terpajan kebisingan tingkat tinggi dalam jangka waktu yang cukup lama dapat memicu penurunan pendengaran atau ketulian. Banyak faktor risiko yang berpengaruh terhadap derajat atau tingkat keparahan penurunan pendengaran atau ketulian, antara lain intensitas kebisingan, lama pajanan bising, masa kerja, kepekaan individu yang meliputi umur, konsumsi obat-obatan ototoksik dan kepatuhan penggunaan alat pelindung telinga.

### **1. Intensitas Kebisingan**

Tingkat intensitas kebisingan yang melebihi nilai ambang batas akan menyebabkan gangguan pendengaran yang serius dan bersifat akumulatif sehingga bila terpapar kebisingan dalam jangka waktu panjang dapat menyebabkan gangguan pendengaran permanen. Telinga manusia mempunyai ambang dengar terendah  $0,00002 \text{ N/m}^2$  dan tertinggi adalah  $200 \text{ N/m}^2$ . Untuk mempermudah penggunaannya maka digunakan skala logaritma yang disebut decibel (dB), sehingga peningkatan tiga decibel pada tingkat suara sudah merupakan penggandaan dari intensitas kebisingan. Sedangkan untuk memperhitungkan sensitifitas telinga manusia yang berbeda untuk frekuensi yang berbeda, maka kekuatan atau intensitas kebisingan diukur dalam satuan dBA (Work n.d. 2008). Di lingkungan industri, umumnya kebisingan dapat berasal dari 12 lebih satu sumber suara. Mengingat perhitungan intensitas bunyi dalam bentuk desibel logaritmik, maka bunyi secara kumulatif bukan penjumlahan aljabar. (Pusat

Pengembangan Keselamatan Kerja dan Hiperkes, 2006).

## 2. Lama Paparan Bising

Untuk mengetahui tingkat bahaya suatu kebisingan selain memperhatikan faktor intensitas kebisingan, indikator lain yang juga berperan penting terhadap penentuan bahaya kebisingan adalah durasi paparan bising. Time-weighted Average (TWA) dalam hal ini digunakan pada waktu kerja 8 jam. Dasar pertimbangan dari TWA ini untuk menilai efek kebisingan yang diterima sebanding dengan lama pekerja terpapar bising (Work n.d. 2008). Besaran paparan bising yang diterima diukur dengan perhitungan L equivalent yaitu jumlah rata-rata paparan bising yang diterima pekerja selama waktu kerja tertentu dalam satuan dBA. (Akbar, 2012):

## 3. Umur Pekerja

Faktor umur menjadi salah satu faktor yang berhubungan dengan terjadinya gangguan pendengaran yang harus diperhatikan walau sebagai faktor perancu (confounding). Pertambahan usia memberi kontribusi terhadap perubahan fisiologi pendengaran. Hal ini dikarenakan membran yang ada di telinga bagian tengah, termasuk gendangtelinga menjadi kurang fleksibel, kekakuan pada tulang-tulang kecil di telinga bagian tengah dan kerusakan sel-sel rambut pada telinga bagian dalam dan koklea. Penurunan persepsi terhadap bunyi frekuensi tinggi dan penurunan kemampuan membedakan bunyi disebut Presbycusis. Kondisi ini diasumsikan dapat menyebabkan kenaikan ambang dengar 0,5 dB setiap tahun yang dimulai dari usia 30-40 tahun. Kondisi ini menggambarkan bahwa pertambahan usia menyebabkan terjadinya penurunan sensitivitas pendengaran (Akbar, 2012).

## 4. Tingkat Pendidikan

Pendidikan adalah suatu usaha untuk mengembangkan kepribadian dan kemampuan di dalam dan di luar sekolah dan berlangsung seumur hidup (Marji, 2013). Pekerja dengan

tingkat pendidikan yang rendah mempengaruhi pengetahuan pekerja dalam melakukan upaya pencegahan bahaya bising di tempat kerja (Akbar, 2012).

#### 5. Masa Kerja

Pekerja yang terpajan bising dengan masa kerja 5 tahun atau lebih berisiko mengalami penurunan pendengaran, namun tidak menutup kemungkinan hal ini juga dapat terjadi bila pekerja terpajan bising dengan intensitas sangat tinggi dengan waktu pajanan melebihi standar yang diperbolehkan per harinya (Primadona, 2012).

#### 6. Penggunaan Obat-obatan Ototoksik

Menurut Soetirto (1997) dalam penelitian Primadona (2012) menyatakan bahwa pengobatan yang bersifat racun pada telinga (ototoksik) dan dikonsumsi lebih dari 14 hari yang pada umumnya adalah jenis antibiotik aminoglikosid seperti neomisin, streptomisin, kanamisin, garamisin, kina, asetosal dan obat sejenis lainnya secara tidak langsung mempengaruhi penurunan pendengaran pada pekerja. Hal ini dikarenakan akumulasi zat kimia yang dikonsumsi dapat berpengaruh terhadap komponen akustik dan melemahkan saraf pendengaran di organ korti (Primadona, 2012).

#### 7. Riwayat Penyakit Telinga

Kerentanan individu terhadap penurunan fungsi pendengaran tidak hanya dipengaruhi oleh faktor eksternal, tetapi juga faktor internal seperti infeksi telinga yang diderita sebelum bekerja di area kerja yang bising. Penyakit telinga yang dimaksud adalah Otitis Media yaitu peradangan telinga bagian tengah akibat infeksi bakteri *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, atau *Staphylococcus aureus*. Menurut Corwin (2000) dalam Akbar (2012), infeksi telinga terjadi karena adanya penimbunan sekresi yang tercemar dialirkan dari tuba eustachius ke telinga tengah dapat menyebabkan infeksi telinga tengah dan bila terjadi berulang-ulang dapat membentuk jaringan parut di gendang telinga dan terjadi gangguan pendengaran secara permanen. Selain kasus di atas, suara berdenging yang dirasakan pekerja

atau dikenal dengan istilah tinnitus dapat timbul karena penimbunan kotoran telinga, presbiakusis, kelebihan aspirin dan infeksi telinga.

#### 8. Merokok

Merokok dapat menjadi faktor yang berkontribusi terhadap meningkatnya kejadian penurunan pendengaran karena efek nikotin dan karbonmonoksida yang dapat meningkatkan viskositas darah dan oksigenasi. Nikotin dapat merusak sel saraf karena bersifat ototoksik dan karbonmonoksida dapat menyebabkan iskemia yang dapat mengganggu suplai oksigen ke organ korti sehingga merusak peredaran darah pada koklea. Hal ini menunjukkan bahwa pajanan rokok dapat menjadi faktor etiologi pada koklea (Mohammadi, 2010).

#### 9. Pemakaian Alat Pelindung Telinga (APT)

Faktor lain yang secara tidak langsung dapat mempengaruhi penurunan pendengaran akibat pajanan bising adalah pemakaian APT. Pekerja yang memakai APT di area kerja yang bising dapat mengurangi pajanan yang diterima dan mencegah terjadinya penurunan pendengaran akibat bising dengan asumsi pekerja secara disiplin memakai APT dengan benar. Efektivitas suatu alat pelindung telinga dapat dilihat dari Noise Reduction Rate (NRR). Untuk earplug NRR produknya adalah 22 dBA. Sedangkan untuk earmuff, NRR produknya adalah 26 dBA. (Akbar, 2012).

### **G. Penanggulangan Bahaya Kebisingan di Lingkungan Kerja**

Pengendalian kebisingan mutlak diperlukan untuk memperkecil pengaruhnya pada kesehatan kita. Usaha pengendalian kebisingan harus dimulai dengan melihat komponen kebisingan, yaitu Sumber radiasi, Jalur tempuh radiasi, serta Penerima (telinga). Antisipasi kebisingan dapat dilakukan dengan intervensi terhadap ketiga komponen ini.

Secara garis besar, ada dua jenis pengendalian kebisingan, yaitu pengendalian bising aktif (*active noise control*) dan pengendalian bising pasif (*passive noise control*). Pada *Active*

*Noise Control* dapat dilakukan dengan Kontrol pada Sumber. Pengontrolan kebisingan pada sumber dapat dilakukan dengan modifikasi sumber, yaitu penggantian komponen atau mendisain ulang alat atau mesin supaya kebisingan yang ditimbulkan bisa dikurangi.

Program *maintenance* yang baik supaya mesin tetap terpelihara, dan penggantian proses. Misalnya mengurangi faktor gesekan dan kebocoran suara, memperkecil dan mengisolasi elemen getar, melengkapi peredam pada mesin, serta pemeliharaan rutin terhadap mesin. Tetapi cara ini memerlukan penelitian intensif dan umumnya juga butuh biaya yang sangat tinggi. Beberapa upaya untuk mengurangi kebisingan di sumber antara lain :

1. Mengganti mesin-mesin lama dengan mesin baru dengan tingkat kebisingan yang lebih rendah
2. Mengganti “jenis proses” mesin (dengan tingkat kebisingan yang lebih rendah) dengan fungsi proses yang sama, contohnya pengelasan digunakan sbg penggantian proses riveting.
3. Modifikasi “tempat” mesin, seperti pemberian dudukan mesin dengan material-material yang memiliki koefisien redaman getaran lebih tinggi.
4. Pemasangan peredam akustik (acoustic barrier) dalam ruang kerja
5. Antisipasi kebisingan dengan kontrol sumber ternyata 10 kali lebih murah (unit harga terhadap reduksi dB) daripada antisipasi pada propagasi atau kontrol lingkungan.

Jika kita berada pada lingkungan kerja dengan kebisingan  $> 100$  dB A, maka usaha kontrol pada sumber kebisingan harus dilakukan. Menurut *Standard Basic Requirement* OSHA, rekayasa mesin harus dilakukan pada kondisi ini, dengan beberapa teknik berikut :

1. *Cladding*, adalah teknik untuk mengurangi pancaran bising dari pipa akibat aliran fluida di dalamnya. *Cladding* terdiri atas lapisan penyerap suara dan bahan *impermeable*. Lapisan ini ada berbagai jenis dengan tingkat atenuasi yang bervariasi.

2. *Silencer, Attenuator, Muffler*. digunakan untuk mereduksi bising fluida dengan meletakkannya di daerah atau jalur aliran fluida.
3. Secara praktis di lapangan, pengendalian bising pada sumber dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain dengan cara pemeliharaan mesin-mesin secara kontinu, penempatan mesin-mesin pada ruangan khusus dan jauh dari kegiatan masyarakat atau karyawan, serta melengkapi mesin-mesin dengan penutup mesin sehingga dapat mengurangi kebisingan.

Metode lain untuk meredam bising seperti penggunaan alat peredam bising “silencer” yang diletakkan pada *vent gas*. *Silencer* dapat digunakan untuk mengurangi kebisingan dengan frekuensi tinggi, kompresor, *blower*, dan pompa vakum. Alat ini didisain sedemikian rupa sehingga aliran udara melewati tabung akustik berlubang yang dikelilingi oleh lapisan tebal dari material penyerap suara yang akan menurunkan kebisingan dengan *range* frekuensi tinggi dengan penurunan tekanan minimum.

*Silencer* terbuat dari konstruksi baja dimana permukaan luar dilapisi dengan baik. Alat ini didisain untuk menangani udara kering dengan temperatur di bawah 93°C. Untuk temperatur tinggi digunakan kemasan *fiberglass*.

Selain pengendalian dengan melakukan kontrol pada sumber bising, pengendalian kebisingan juga dapat dilakukan dengan pengendalian pada medium perambatan. Usaha ini bertujuan untuk menghalangi perambatan suara dari sumber suara yang menuju ke telinga manusia. Untuk menghalangi perambatan, ditempatkanlah *sound barrier* antara sumber suara dan telinga. Pemblokiran rambatan ini hanya akan berhasil jika *sound barrier* tidak ikut bergetar (resonansi) saat tertimpa gelombang yang merambat, hal ini sangat tergantung pada bahan dimensi.

Pengendalian kebisingan pada medium propagasi (medium rambat) sangat dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain usaha untuk melakukan pemisahan ruangan dengan

sekat atau pembatas akustik; Penggunaan material yang memiliki daya serap suara; Pembuatan *Barrier* yang berfungsi untuk menghalangi paparan bising dari sumber ke penerima dan dibangun di jalur propagasi antara sumber dan penerima. Usaha lain dapat dilakukan misal dengan memasang panel dan penghalang, serta memperluas jarak antar sumber dan melakukan pemagaran.

Salah satu usaha untuk mereduksi kebisingan pada daerah permukiman, dilakukan dengan *Green Barrier* yang membatasi daerah sumber kebisingan dengan daerah permukiman masyarakat. Juga dapat dilakukan dengan memasang dinding pemisah antara sumber-sumber bising dengan ruangan tempat kerja (kedap suara).

Usaha terakhir untuk mengendalikan kebisingan dengan melakukan usaha proteksi secara personal. Proteksi personal yang bisa diterapkan adalah penggunaan *earplugs* dan  *earmuffs*. Pemilihan antara kedua proteksi ini disesuaikan dengan kondisi. Secara umum, penggunaan  *earmuffs* bisa mengurangi desibel yang masuk ke telinga lebih besar dari *earplugs*. Namun juga harus diingat bahwa proteksi yang berlebihan sangat dimungkinkan dapat mengurangi efektifitas proses.

Berikut beberapa penjelasan yang terkait dengan *Earmuffs* dan *Earplugs*.

1. *Earmuffs*, terbuat dari karet dan plastik. *Earmuffs* bisa digunakan untuk intensitas tinggi (>95 dB), bisa melindungi seluruh telinga, ukurannya bisa disesuaikan untuk berbagai ukuran telinga, mudah diawasi dan walaupun terjadi infeksi pada telinga alat tetap dapat dipakai. Kekurangannya, penggunaan  *earmuffs* menimbulkan ketidaknyamanan, rasa panas dan pusing, harga relatif lebih mahal, sukar dipasang pada kacamata dan helm, membatasi gerakan kepala dan kurang praktis karena ukurannya besar. *Earmuffs* lebih protektif daripada *earplugs* jika digunakan dengan tepat, tapi kurang efektif jika penggunaannya kurang pas dan pekerja menggunakan kaca mata.

2. *Earplugs*, digunakan untuk tingkat kebisingan sedang (80-95 dB), dengan waktu paparan 8 jam. Terdapat berbagai macam *earplugs*, baik bentuk padat maupun berongga. Bahannya terbuat dari karet lunak, karet keras, lilin, plastik atau kombinasi dari bahan-bahan tersebut.

Penggunaan *ear plug* mempunyai beberapa keuntungan, selain mudah dibawa karena bentuknya yang kecil, tidak membatasi gerakan kepala, lebih nyaman digunakan pada tempat panas, juga lebih murah (dibandingkan *ear muff*), Ear Plug juga lebih mudah dipakai bersama dengan kacamata dan helm. Sedangkan kekurangan *ear plug* *atenuasi* lebih kecil, sukar mengontrol atau diawasi, resiko infeksi pada saluran telinga. Pengendalian pada penerima kebisingan dapat dilakukan dengan pembinaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), serta melengkapi karyawan dengan alat pelindung diri (*ear muff* dan *ear plug*).

## H. Proses Pembuatan Gamelan

Berikut ini dipaparkan urutan kegiatan membuat gamelan, mulai dari bahan mentah sampai dengan gamelan jadi yang telah mengkilat.

### 1. *Membesot*

*Membesot* sering disebut besot, terkandung arti memurnikan campuran tembaga dengan rejas. Prosedurnya adalah : kowi ditempatkan pada prapen sampai menjadi merah betul. Kemudian tembaga, yang sudah diukur berat, demikian timah putih dengan perbandingan 10:3 dimasukan ke dalam kowi sampai lebur seperti bubur. Kedua bahan utama itu bercampur bahkan bersenyawa. Selanjutnya, untuk mengetahui apakah campuran itu sudah baik atau belum, maka diambil sampel campuran itu dibawa ke tandes untuk ditempa kalua sewaktu ditempa pecah dan memancarkan api merah tajam, berarti *aloy* ini masih belum “masak”. Begitu pula kalua percikan apinya berwarna biru, berarti bahwa campuran itu terlalu banyak timah putihnya, sehingga *aloy* ini menjadi lunak dan lembek, kurang baik bila dijdikan bilah atau pencon gamelan. Untuk itu harus ditambahkan tembaga. Campuran yang berkualitas tinggi bila percikan api ketika sampel di tempa memercikan prcikan api

putih kebiru-biruan. Campuran yang seperti ini adalah *aloy* perunggu yang ideal untuk membuat gamelan. Sifatnya liat mudah dibentuk, tetapi kuat tidak mudah pecah (Hendarto, 2011).

Hal lain yang menentukan kualitas perunggu bahan gamelan ini adalah bersih dan tidaknya campuran itu. Saat peleburan campuran didalam kowi kotoran logam yang tidak terbakar akan mengapung dipermukaan. Kotoran ini harus *dileropi* diambil dengan gayung khusus dari beso setipis mungkin jangan sampai banyak *aloy* yang terbang. Makin banyak pekerjaan ini dilakukan maka kualitas perunggunya makin baik untuk bahan gamelan (Hendarto, 2011).

### **1. Menyingi (menuangkan)**

*Menyingi* atau menuangkan bubuk perunggu kedalam *penyingen* tidak boleh dilupakan *penyingen* harus dilapisi dengan minyak kelapa dahulu. Dari pekerjaan inilah dihasilkan apa yang disebut dengan lakaran, atau bakalan yang siap ditempa menuju ke bentuk yang ditargetkan, menjadi bilah dengan penyingen *dawan-dawan* yang berbentuk persegi Panjang, atau pencon dengan penyingen bunderan, kemanak dengan penyingen cebongan berbentuk seperti cobong (anak katak yang baru menetas dari telur) atau seperti bentuk ikan pari, dan penyingen *pesagenyang* berbentuk bujur sangkar untuk bahan keprak atau keyak (Hendarto, 2011).

Setelah bubuk perunggu *dileropi* berkali-kali, dan setelah di tes percikan api berwarna putih ke biru-biruan serta bubuk atau jenangan perunggu itu telah kelihatan mendidih, barulah *aloy* cair itu siap dituangkan ke *penyingen*. Setelah dituang harus segera dsusul dengan sekam padi agar panas *aloy* tidak lekas hilang. Proses selanjutnya menunggu sampai lakaran dingin menurut ukuran sang panji barulah boleh ditempa (Hendarto, 2011).

### **2. Menempa**

Pekerjaan menempa adalah pekerjaan yang sangat menentukan dalam baselan. Cara penempaan lakaran telah diatur sedemikian rupa sesuai dengan pengalaman para panji berates tahun yang lalu. Paluan harus merata, dengan tekanan yang ajeg tidak boleh terlalu kuat juga tidak boleh terlalu lemah, tempat yang dipalu harus tepat. Di sinilah kemampuan panji dipertaruhkan, sebab panjilah yang menentukan bagian mana yang menjadi sasaran yang harus dipalu. Panji membawa palu kecil dan memukul ringan pada bidang yang harus dipalu. Irama pukulan panji dan pemalu lainnya harus teratur dan ajeg. Bila tidak maka akan terjadi benturan antara pemalu satu dengan lainnya. Hal semacam itu tidak pernah terjadi di dalam sejarah baselan. Hal itu menunjukkan betapa ahli dan disiplinnya para pekerja baselan itu (Hendarto, 2011).

Panji selalu menuntun termasuk kapan harus pindah sasaran dari bidang satu ke bidang lainnya, dan juga kapan *lakaran* harus masuk ke prapen lagi untuk dipanaskan. Kecermatan (ratanya paluan, kepadatan setiap bagian tidak boleh berbeda) inilah yang sangat menentukan “kebeningan” suara sumber bunyi yang sedang digarap (Hendarto, 2011).

Disamping pukulan itu harus seperti yang dimaksud diatas, apabila ingin memanjakan dan mencekungkan bahan, palunya diarahkan pada kebalikan arah si pemalu sendiri (Hendarto, 2011).

## **I. Nilai Ambang Batas (NAB) Faktor Fisik atau Kimia**

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 70 Tahun 2016 Tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri, Nilai Ambang Batas (NAB) faktor fisik/kimia adalah intensitas atau konsentrasi rata-rata pajanan bahaya fisik/kimia yang dapat diterima oleh hampir semua pekerja tanpa mengakibatkan gangguan kesehatan atau penyakit dalam pekerjaan sehari-hari. Untuk waktu tidak melebihi 8 jam perhari atau 40 jam

perminggu, yang terdiri dari TWA (*time weighted average*), STEL (*short term exposure limit*), dan *ceiling*.

*Time Weighted Average* (TWA) adalah nilai pajanan atau intensitas rata-rata tertimbang waktu di tempat kerja yang dapat diterima oleh hampir semua pekerja tanpa mengakibatkan gangguan kesehatan atau penyakit, dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam perhari dan 40 jam perminggu.

*Short Term Exposure Limit* (STEL) adalah nilai pajanan rata-rata tertinggi dalam waktu 15 menit yang diperkenankan dan tidak boleh terjadi lebih dari 4 kali, dengan periode antar pajanan minimal 60 menit selama pekerja melakukan pekerjaannya dalam 8 jam kerja perhari. *Ceiling* adalah nilai pajanan atau intensitas faktor bahaya di tempat kerja yang tidak boleh dilampaui selama jam kerja.

### **1. Nilai Ambang Batas Debu**

Udara yang kita hirup dalam pernapasan mengandung partikel-partikel dalam bentuk debu dimana sebagian dari debu, tergantung ukurannya, dapat tertahan atau tertinggal didalam paru. Tubuh manusia sebenarnya sudah mempunyai mekanisme pertahanan untuk menangkis sebagian besar debu. Mekanisme penimbunan debu tergantung dari ukuran debu, kecepatan aliran udara dan struktur anatomi saluran napas. Adapun ukuran debu dan hubungannya dengan struktur saluran pernapasan adalah sebagai berikut:

- a. Ukuran 5-10 mikron, akan tertahan oleh saluran pernafasan bagian atas.
- b. Ukuran 3-5 mikron, akan tertahan oleh saluran pernafasan bagian tengah
- c. Ukuran 1-3 mikron, sampai dipermukaan *alveoli*
- d. Ukuran 0,5-1 mikron, hinggap di permukaan *alveoli*/selaput lender sehingga dapat menyebabkan terjadinya *fibrosis* paru.
- e. Ukuran 0,1-0,5 mikron, melayang dipermukaan *alveoli*.

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.13/MEN/X/2011 Tahun 2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja, untuk batas tertinggi debu di lingkungan pabrik/industri, batasan yang dipakai adalah Nilai Ambang Batas, yaitu sebesar 10 mg/m<sup>3</sup>. Namun apabila yang diukur adalah besar pajanan debu di lingkungan umum dan perkantoran. Maka persyaratan yang digunakan adalah Baku Mutu Lingkungan, yaitu sebesar 0,26 mg/m<sup>3</sup>.

## **2. Nilai Ambang Batas Kebisingan**

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 70 Tahun 2016 Tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri, Nilai Ambang Batas kebisingan merupakan nilai yang mengatur tentang tekanan bising rata-rata atau level kebisingan berdasarkan durasi pajanan bising yang mewakili kondisi dimana hampir semua pekerja terpajan bising berulang-ulang tanpa menimbulkan gangguan pendengaran dan memahami pembicaraan normal.

NAB kebisingan yang diatur dalam peraturan ini tidak berlaku untuk bising yang bersifat impulsive atau dentuman yang lamanya <3 detik. NAB kebisingan untuk 8 jam kerja per hari adalah sebesar 85 dBA.

Beberapa hal yang diperhatikan dalam menginterpretasikan NAB kebisingan adalah sebagai berikut:

- a. NAB kebisingan merupakan dosis efektif pajanan kebisingan dalam satuan dBA yang diterima oleh telinga (organ pendengaran) dalam periode waktu tertentu yang tidak boleh dilewati oleh pekerja yang tidak menggunakan alat pelindung telinga.
- b. Apabila seorang pekerja terpajan bising di tempat kerja tanpa menggunakan alat pelindung telinga selama 8 jam kerja per hari, maka NAB pajanan bising yang boleh diterima oleh pekerja tersebut adalah 85 dBA.

- c. Pengukuran tekanan bising lingkungan kerja industri dilakukan dengan menggunakan sound level meter mengikuti metode yang standar.
- d. Pengukuran dosis efektif pajanan bising dilakukan dengan menggunakan alat monitoring pajanan personal (*noise dosimeter*). Pengukuran dosis pajanan dilakukan sesuai dengan satu periode shift kerja (8 jam per hari). Apabila jam kerja kurang atau lebih dari 8 jam per hari, maka durasi pengukuran dilakukan sesuai dengan lama jam kerja. Apabila menggunakan alat pelindung telinga (APT) untuk mengurangi dosis pajanan bising, maka perlu diperhatikan kemampuan APT dalam mereduksi pajanan bising yang dinyatakan dalam *noise reduction rate* (NRR).