



**HUBUNGAN INTENSITAS KEBISINGAN DENGAN KELUHAN
SUBYEKTIF *NON AUDITORY EFFECT*
(STUDI DI AREA TURBIN DAN BOILER PT. A)**

SKRIPSI

Oleh

**Ike Agustin Rachmawati
NIM 1021101010**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**HUBUNGAN INTENSITAS KEBISINGAN DENGAN KELUHAN
SUBYEKTIF *NON AUDITORY EFFECT*
(STUDI DI AREA TURBIN DAN BOILER PT. A)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan S1 Kesehatan Masyarakat dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh

**Ike Agustin Rachmawati
NIM 10211010100**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Mama Sri Utami dan Papa M. Hartono Ghufon serta adik saya Anis Rifdi Wahyudi yang mencurahkan kasih sayang, dukungan baik moril maupun materiil, serta tak pernah lelah untuk menemani, menasehati dan memberikan do'a yang tak pernah berhenti mengiringi setiap langkah hidup saya. Semoga Allah senantiasa melimpahkan rahmat, kesehatan dan kebahagiaan.
2. Para Guru sejak Taman Kanak-kanak sampai Perguruan Tinggi
3. Para Sahabat, kolega FKM UJ dan keluarga besar Angkatan 2010 FKM UJ yang telah memberikan pengalaman luar biasa, dan senantiasa menemani dalam setiap langkah, baik susah, canda, maupun tawa.
4. Agama, Bangsa, Negara dan Almamater tercinta Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

MOTTO

“Dan janganlah kamu mengikuti hal yang kamu tidak mempunyai pengetahuan tentangnya. Sesungguhnya pendengaran, penglihatan, dan hati semuanya itu akan dimintai pertanggungjawabannya”

*(QS. Al Isra': 36)

“Tidak ada kebaikan bagi pembicaraan kecuali dengan amalan, Tidak ada kebaikan bagi harta kecuali dengan kedermawanan, Tidak ada kebaikan bagi sahabat kecuali kesetiaan, tidak ada kebaikan bagi shodaqoh, kecuali niat yang ikhlas, tidak ada kebaikan bagi kehidupan kecuali kesehatan dan keamanan”

***(Al-Ahnaf bin Qais)*

-
- *) Said, M. 1997. *Terjemah Al Qur'an Al karim*. Bandung: Alma;arif
**) Al-Ahnaf bin Qais

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ike Agustin Rachmawati

NIM : 102110101010

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "*Hubungan Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan Subyektif Non Auditory Effect (Studi di Area Turbin dan Boiler PT. A)*" adalah benar- benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Mei 2015
Yang menyatakan

(Ike Agustin Rachmawati)
NIM. 102110101010



PEMBIMBINGAN

SKRIPSI

**HUBUNGAN INTENSITAS KEBISINGAN DENGAN KELUHAN
SUBYEKTIF *NON AUDITORY EFFECT*
(Studi di Area Turbin dan Boiler PT. A)**

Oleh:

Ike Agustin Rachmawati
NIM. 102110101010

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc

Dosen Pembimbing Anggota : Anita Dewi Prahastuti Sujoso, S.KM., M.Sc

PENGESAHAN

Skripsi berjudul Hubungan Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan Subyektif *Non Auditory Effect* (Studi di Area Turbin dan Boiler PT. A) telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 27 Mei 2015

Tempat : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

dr. Pudjo Wahjudi, M.S
NIP 19540314 198012 1 001

Prehatin Trirahyu N., S.KM.,M.Kes.
NIP 19850515 201012 2 003

Anggota,

Sarjono, S.T
NIP 8310230PT

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Jember

Drs. Husni Abdul Gani, M.S.
NIP 19560810 198303 1 003

RINGKASAN

Hubungan Intensitas Kebisingan dengan Keluhan Subyektif *Non Auditory Effect* (Studi di Area Turbin dan Boiler PT. A); Ike Agustin Rachmawati; 102110101010; 2015; 106 hlm. Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember.

Kebisingan di tempat kerja seringkali menjadi masalah bagi tenaga kerja. Kebisingan merupakan potensi bahaya (*hazard*) yang umumnya di jumpai di hampir seluruh kegiatan industrialisasi terutama *hazard* fisik. Umumnya kebisingan berasal dari pengoperasian mesin-mesin yang mendukung proses produksi sehingga dapat menyebabkan risiko tenaga kerja untuk terpapar kebisingan saat bekerja semakin besar. Efek kebisingan dengan intensitas tinggi dan bahkan melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) yang diterima oleh tenaga kerja

dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan, diantaranya gangguan *auditory* dan gangguan *non auditory* yang bersifat subyektif.

Kegiatan produksi di PT. A yang menggunakan mesin-mesin berintensitas bising tinggi menyebabkan beberapa tenaga kerja mengalami berbagai gangguan diantaranya gangguan fisiologi, gangguan psikologi dan gangguan komunikasi. Pada saat berkomunikasi di tempat kerja yang bising, seringkali tenaga kerja harus mengeraskan suara maupun mendekat kepada lawan bicara. Kebisingan tersebut juga menyebabkan timbulnya gangguan psikologis seperti perasaan mudah emosi dan sulit berkomunikasi. Rata-rata intensitas kebisingan di area Turbin adalah 103.9 dBA dan area Boiler 105 dBA.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara intensitas kebisingan dengan keluhan subyektif *non auditory effect* pada tenaga kerja di area Turbin dan Boiler PT. A. Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan rancangan *cross sectional*. Sampel penelitian ini sebanyak 43 orang yang terdiri dari 23 orang tenaga kerja yang bekerja di area Turbin dan 20 orang tenaga kerja di area Boiler yang diambil dengan menggunakan teknik *simple random sampling*. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan kuesioner, observasi, wawancara, dan pengukuran intensitas kebisingan dengan menggunakan *Sound Level Meter* (SLM). Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan uji *Spearman* dengan α sebesar 0,05.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel intensitas kebisingan ($p=0,037$) dan masa kerja ($p=0.037$) memiliki hubungan dengan keluhan subyektif *non auditory effect* sedangkan variabel usia ($p=0,655$) dan lama paparan bising per hari ($p=0,535$) tidak memiliki hubungan dengan keluhan subyektif *non auditory effect*.

Berdasarkan hasil penelitian ini, diharapkan perusahaan dapat mengutamakan keselamatan dan kesehatan tenaga kerja dengan lebih meningkatkan upaya pengendalian kebisingan yang sudah dilakukan dan menambah upaya lainnya yang dapat diterapkan di area kerja bising diantaranya menyediakan *sound proof room* di area lokal Turbin dan Boiler, memasang

peredam suara di sekitar mesin yang bising, dinding dan atap dengan melakukan desain ulang area kerja. Pengendalian bising utama di perusahaan adalah penggunaan APT, maka sebaiknya perlu diimbangi dengan sosialisasi seperti pelatihan dan pendidikan khusus mengenai penanggulangan atau pencegahan efek kebisingan, fungsi, manfaat, cara pakai dan perawatan alat pelindung telinga (APT) sehingga dapat memicu sikap positif tenaga kerja untuk menggunakan APT di area kerja bising dan efek-efek negatif *auditory* maupun *non auditory* dari paparan bising dapat di minimalisir.

SUMMARY

The Relationship between Noise Intensity with Subjective Symptoms of Non Auditory Noise Effect (Study at Turbin and Boiler Area of PT. A); Ike Agustin Rachmawati; 102110101010; 2015; 106 pages. Departement of Environmental Health and Occupational Health and Safety, Public Health Faculty, Jember University.

Noise in the workplace is almost be a problem for labor. Noise is one of hazard that found in almost industrial activity especially physical hazard. Generally noise comes from machines supporting production process, so the risk of noise exposure for labor will be higher. High intensity noise and exceed of the Threshold Limit Value will cause some health problems, such as auditory effect and non auditory effect.

Production activities in PT. A. that use machines with high intensity noise cause some labor suffer some problems, such as physiology problem, psychology problem, and communication problem. When labors communicate with others in the noisy workplace, they have to speak out loudly and need to closer with their partners. It also causes some phsychology problems like feel so emotional and hard to get consentration. The average of noise intensity in Turbin area is 103,9 dBA and 105 dBA in Boiler area.

The aim of this research was to know relationship between noise intensity with subjective symptoms of non auditory noise effect at turbin and boiler area of PT. A. This research was an observational research with cross sectional design. The sample were 43 labors that consist of 23 labors at turbin area and 20 labors at boiler area. The sample got by simple random sampling. The data was collected by using questionnaire, observational form and measuring of noise intensity by Sound level Meter (SLM). The statistic of analysis used Spearman Test with $\alpha=0,05$.

The result showed that noise intensity ($p=0,037$) and working periode ($p=0,037$) have a relationship with subjective symptoms of non auditory noise effects, while age ($p=0,655$) and working time ($p=0,535$) didn't have a relationship with subjective symptoms of non auditory noise effects.

Based on this research, factory is supposed to gift priority in safety and health to labors to increasing noise control program and other efforts could be applied such as provide sound proof room in local turbin and boiler area, set noise absorber in around noisy machines, wall and roof with redesign workplace. The noise control mainly in factory is Ear Protection Equipment (EPE), it needs

socialization such as special training and educational about noise effect prevention, EPE function, advantage way to use, and maintenance so it will lead positive attitude of labor to use EPE in noisy workplace and minimize the negative effect of noise exposure.



PRAKATA

Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul ”*Hubungan Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan Subyektif Non Auditory Effect (Studi di Area Turbin dan Boiler PT. A)*”.

Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada Ibu **dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc** selaku dosen pembimbing utama dan **Ibu Anita Dewi Prahastuti Sujoso, S.KM., M.Sc** selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan petunjuk, saran dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada yang terhormat :

1. Drs. Husni Abdul Gani, M.S., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
2. dr. Pudjo Wahjudi, M.S selaku ketua penguji sidang skripsi.
3. Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM, MKes selaku penguji anggota sidang skripsi.
4. Sarjono, S.T selaku penguji tamu yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membagi ilmu, memberikan informasi dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
5. Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes dan Reny Indrayani, S.KM., MKKK selaku Dosen Peminatan K3.
6. Kedua orang tua tercinta Mama Sri Utami dan Papa M. Hartono Ghuftron terimakasih atas do'a, dukungan, dan pengorbanan Papa dan Mama hingga anakmu bisa mencapai gelar sarjana.
7. Adik saya Anis Rifdi Wahyudi dan seluruh keluarga besar saya, terimakasih atas segala do'a, dukungan, dan perhatiannya selama ini.
8. Sahabat terbaik saya, Mentari Ayu Diana Putri. Terimakasih telah memberikan warna kehidupan dan persahabatan yang bermakna.
9. Teman-teman akrab saya, Hanifa A., Dila Maufilda, Fajar R. Utami, Riski Indah, Dady Hendra, M. Hendra, Dani Widia. Terima kasih untuk doa dan motivasinya.
10. Dian Ayu Kusmiwardhani dan segenap keluarga mbak Dian, terimakasih telah banyak membantu dan atas segala bentuk dukungan , saran dan *sharing* ilmu serta pengalamannya.

11. Keluarga besar LK3 dan seluruh staf Perusahaan sebagai lokasi penelitian. Terima kasih kepada : Bapak Harto, Ery Ira Kusumah atas bimbingan dan bantuan selama magang dan penelitian. Taufiq H, Nijo, Akhmadi, Danu, Dedi, Indra Yugana yang telah memberikan waktunya untuk membantu menyelesaikan penelitian.
12. Teman-teman K3 seperjuangan. Terima kasih untuk kebersamaan selama ini. Semoga kita bisa sukses di masa depan dan tetap berjuang untuk meningkatkan keselamatan dan derajat kesehatan tenaga kerja di Indonesia.
13. Teman-teman angkatan 2010 Fakultas Kesehatan Masyarakat.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Amin.

Jember, Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
ABSTRACT	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5

1.3.1 Tujuan Umum	5
1.3.2 Tujuan Khusus	5
1.4 Manfaat.....	5
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	5
1.4.2 Manfaat Praktis	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kebisingan	7
2.1.1 Pengertian Kebisingan	7
2.1.2 Penyebab Kebisingan.....	8
2.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Kebisingan	9
2.1.4 Jenis Kebisingan	10
2.1.5 Sumber Kebisingan	12
2.1.6 Dampak Kebisingan Terhadap Pekerja	13
2.1.7 NAB Kebisingan	18
2.1.8 Pengukuran Kebisingan	20
2.1.9 Pengendalian Kebisingan	27
2.2 Karakteristik Individual Pekerja.....	38
2.2.1 Usia.....	38
2.2.2 Masa Kerja.....	39
2.2.3 Lama Pajanan Bising	40
2.3 Potensi Bahaya Kebisingan di Area Turbin Dan Boiler	41
2.4 Kerangka Teori.....	48
2.5 Kerangka Konsep	49
2.6 Hipotesis Penelitian.....	50
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	51
3.1 Jenis Penelitian.....	51
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	51
3.2.1 Tempat Penelitian	51
3.2.2 Waktu Penelitian.....	51
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	52
3.3.1 Populasi Penelitian.....	52

3.3.2 Sampel Penelitian	52
3.3.3 Kriteria Ekslusi	53
3.4 Variabel dan Definisi Operasional	53
3.4.1 Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>)	53
3.4.2 Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>)	53
3.4.2 Definisi Operasional	54
3.5 Sumber, Teknik, dan Instrumen Pengumpulan Data	58
3.5.1 Sumber Data.....	58
3.5.1.1 Data Primer	58
3.5.1.2 Data Sekunder	58
3.5.2 Teknik Pengumpulan Data	58
3.5.3 Instrumen Pengumpulan Data	59
3.5.3.1 Kuesioner	59
3.5.3.2 Pengukuran Intensitas Kebisingan	60
3.6 Teknik Pengolahan dan Analisis Data.....	61
3.6.1 Teknik Pengolahan Data.....	61
3.6.2 Teknik Analisis Data	62
3.7 Alur Penelitian	64
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	65
4.1 Hasil Penelitian.....	65
4.1.1 Intensitas Kebisingan.....	65
4.1.2 Karakteristik Responden.....	71
4.1.2.1 Usia.....	71
4.1.2.2 Masa Kerja.....	73
4.1.2.3 Lama Paparan Bising Per Hari	75
4.1.3 Keluhan Subyektif <i>Non Auditory Effect</i> Pada Tenaga Kerja Area Turbin dan Boiler PT.A	77
4.1.3.1 Gangguan Komunikasi	77
4.1.3.2 Gangguan Fisiologis	80
4.1.3.3 Gangguan Psikologis	81

4.1.4 Upaya Pengendalian Kebisingan di Area Turbinn dan Boiler	
PT. A	84
4.2 Pembahasan.....	93
4.2.1 Hubungan Antara Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan	
Subyektif <i>Non Auditory Effect</i>	93
4.2.2 Hubungan Antara Karakteristik Individu Dengan Keluhan	
Subyektif <i>Non Auditory Effect</i>	96
BAB 5. Kesimpulan dan Saran	104
5.1 Kesimpulan	104
5.2 Saran	104
Daftar Pustaka	
Lampiran	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai Ambang Batas Kebisingan.....	19
Tabel 2.2 NAB Kebisingan Menurut OSHA dan ISO 140001	20
Tabel 2.3 Penambahan jumlah dB	26
Tabel 3.1 Sampel Masing-Masing Sub Populasi	53
Tabel 3.2 Definisi Operasional.....	54
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Intensitas Kebisingan di Area Turbin Dan Boiler PT. A	65
Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi Intensitas Kebisingan Pada Tenaga Kerja Area Turbin dan Boiler PT. A.....	68
Tabel 4.3 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Usia	72
Tabel 4.4 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Masa Kerja	74
Tabel 4.5 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Lama Paparan Bising Per Hari	75
Tabel 4.6 Distribusi Responden Berdasarkan Gangguan Komunikasi Pada Tenaga Kerja Area Turbin Dan Boiler PT. A	77
Tabel 4.7 Distribusi Responden Berdasarkan Gangguan Fisiologi Pada Tenaga Kerja Area Turbin Dan Boiler PT. A	80
Tabel 4.8 Distribusi Responden Berdasarkan Gangguan Psikologi Pada Tenaga Kerja Area Turbin Dan Boiler PT. A	81

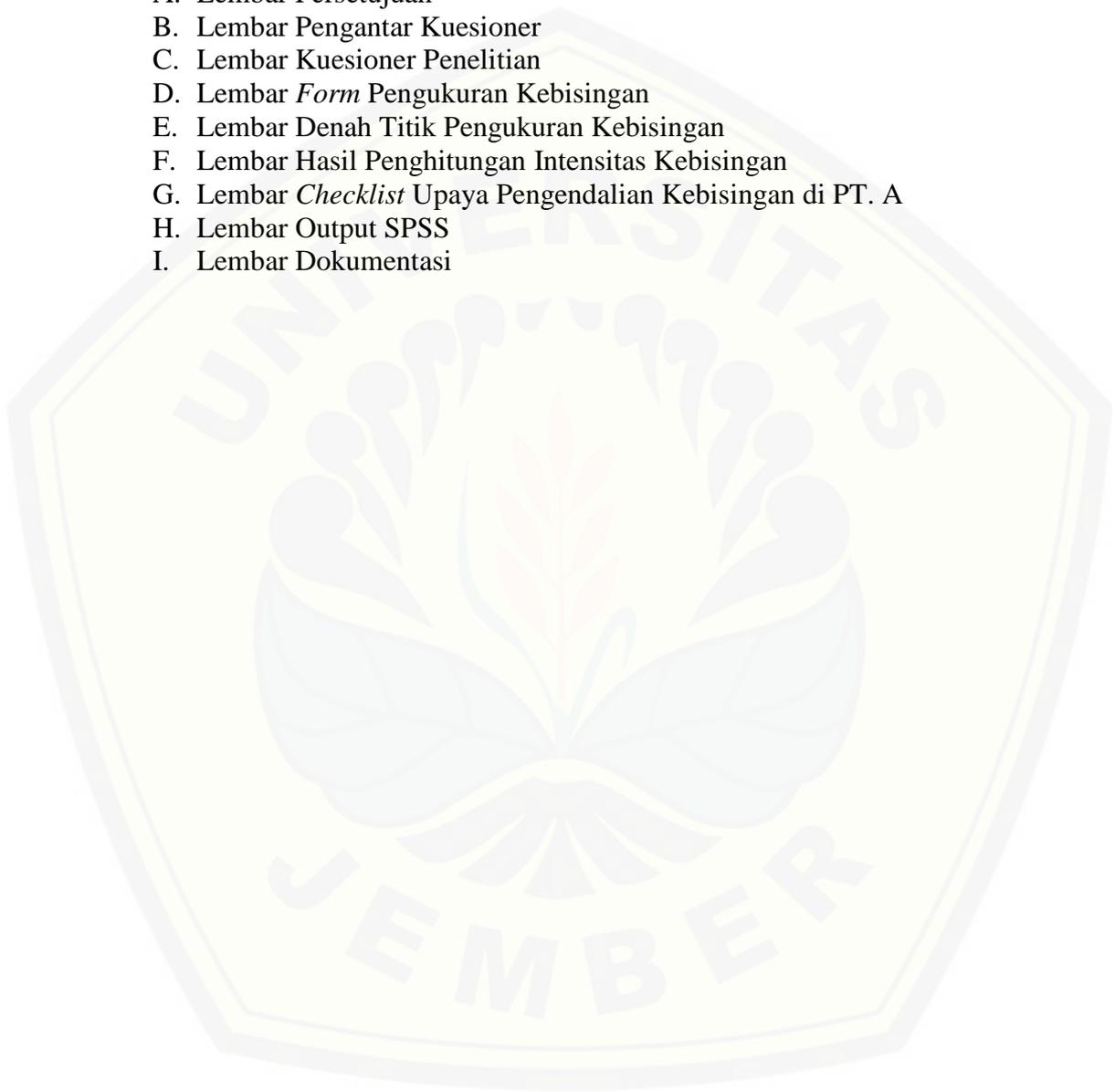
Tabel 4.9	Distribusi Frekuensi Keluhan Subyektif <i>Non Auditory Effect</i> Kebisingan Pada Tenaga Kerja Area Turbin Dan Boiler PT. A	83
Tabel 4.10	Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Hubungan Antara Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan Subyektif <i>Non Auditory Effect</i>	93
Tabel 4.11	Distribusi Responden Berdasarkan Hubungan Usia Dengan Keluhan Subyektif <i>Non Auditory Effect</i>	97
Tabel 4.12	Distribusi Responden Berdasarkan Hubungan Masa Kerja Dengan Keluhan Subyektif <i>Non Auditory Effect</i>	99
Tabel 4.13	Distribusi Responden Berdasarkan Hubungan Lama Paparan Per Hari Dengan Keluhan Subyektif <i>Non Auditory Effect</i>	101

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pemasangan <i>Partial Enclosure</i> di Sekeliling Mesin.....	30
Gambar 2.2 <i>Ear Plug</i>	33
Gambar 2.3 Teknik Penggunaan <i>Ear Plug</i>	35
Gambar 2.4 <i>Ear Muff</i>	36
Gambar 2.5 Cara Merentangkan <i>Headband</i> Pada <i>Ear Muff</i>	37
Gambar 2.6 Cara Memakai <i>Earcup</i>	37
Gambar 2.7 <i>Pulverizer/Mill</i>	43
Gambar 2.8 <i>Silo/Coal Bunker</i>	44
Gambar 2.9 <i>Primary Air (PA) Fan</i>	45
Gambar 2.10 <i>Boiler</i>	45
Gambar 2.11 Diagram Alur <i>Ash Handling</i>	46
Gambar 2.12 Turbin dan Generator	46
Gambar 2.13 Kerangka Teori	48
Gambar 2.14 Kerangka Konsep	49
Gambar 3.1 Alur Penelitian	64

DAFTAR LAMPIRAN

- A. Lembar Persetujuan
- B. Lembar Pengantar Kuesioner
- C. Lembar Kuesioner Penelitian
- D. Lembar *Form* Pengukuran Kebisingan
- E. Lembar Denah Titik Pengukuran Kebisingan
- F. Lembar Hasil Penghitungan Intensitas Kebisingan
- G. Lembar *Checklist* Upaya Pengendalian Kebisingan di PT. A
- H. Lembar Output SPSS
- I. Lembar Dokumentasi



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industrialisasi menuntut dukungan ilmu pengetahuan dan penggunaan teknologi yang canggih agar dapat memberikan kemudahan dalam proses produksi, meningkatkan produktivitas, efektivitas dan efisiensi kerja. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan industri mulai menggeser penggunaan tenaga kerja manusia dengan tenaga mesin yang lebih efisien, praktis, rendah biaya produksi dan menghasilkan produk barang atau bahan kebutuhan manusia dalam waktu yang singkat. Perkembangan dan kemajuan industri yang semakin pesat akan memberikan dampak positif berupa keuntungan ekonomik. Selain itu juga memberikan dampak negatif yaitu meningkatkan potensi bahaya (*hazard*) berupa *hazard* fisik, kimia, biologi, ergonomi dan psikologis yang bersumber dari peralatan, bahan, proses industri, cara kerja, maupun lingkungan kerja. Potensi bahaya tersebut dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan keselamatan kerja.

Lingkungan kerja merupakan salah satu sumber utama bahaya potensial kesehatan kerja. Salah satu bahaya lingkungan kerja fisik adalah kebisingan. Kebisingan 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 (Permenakertrans No. 13/MEN/X/2011).

Di Indonesia, diperkirakan sedikitnya 1 juta pekerja terancam bisung dan akan terus meningkat (Budiono, 2005). Pemerintah Indonesia merespon masalah kebisingan di tempat kerja melalui Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 13/MEN/X/2011 tentang nilai ambang batas faktor fisika dan kimia. Pasal 5 ayat 1 menyebutkan bahwa NAB kebisingan ditetapkan 85 dBA selama 8 jam kerja per hari/40 jam per minggu.

Kebisingan di tempat kerja seringkali merupakan problem tersendiri bagi tenaga kerja, umumnya kebisingan yang berasal dari pengoperasian mesin. Sayangnya, banyak tenaga kerja yang merasa telah terbiasa dengan kebisingan

tersebut. Meskipun tidak mengeluh, gangguan kesehatan tetap terjadi sedangkan efek dari kebisingan terhadap kesehatan tergantung pada intensitasnya (Anies, 2005).

Salah satu jenis pekerjaan yang menimbulkan bising dengan intensitas tinggi yaitu operasi sistem generator pabrik yang digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik (Budiono dkk, 2003). Suara bising yang ditimbulkan oleh penggunaan mesin tersebut mengakibatkan risiko pekerja untuk terpapar kebisingan semakin besar. Efek kebisingan dengan intensitas yang tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada pekerja. Selain menyebabkan gangguan pada sistem pendengaran (*auditory effect*) seperti trauma akustik, ketulian sementara dan ketulian permanen, kebisingan juga dapat menyebabkan gangguan non pendengaran (*non auditory effect*) meliputi gangguan komunikasi, gangguan fisiologi dan gangguan psikologi. Efek *non auditory* bisa terjadi walaupun intensitas kebisingan tidak terlalu tinggi (Nawawinetu dan Andriyani, 2007).

Sebuah penelitian mengenai polusi bising dan pengaruhnya terhadap kesehatan manusia (*non auditory effect*) di Universitas London, UK tahun 2003 menyebutkan bahwa kebisingan dapat berdampak pada kesehatan psikologis dan penurunan kinerja baik orang dewasa/anak-anak. Menurut hasil penelitian Hapsari (2011) pada 13 pekerja bagian produksi UD. Plastik Jaya Surabaya diperoleh data sebanyak 3 orang (23%) mengalami gangguan komunikasi, 10 orang (77%) mengalami gangguan pelaksanaan tugas, 9 orang (65%) mengalami gangguan fisiologis, 5 orang (38%) mengalami gangguan psikologis dengan tingkat kebisingan 86 dBA. Dalam penelitian Fitri (2010) mengenai efek/gangguan pendengaran yang dialami pekerja di salah satu unit *Power Plant* Pabrik Kertas di Probolinggo bahwa terdapat keluhan subyektif akibat pajanan bising berupa gangguan komunikasi sebesar 73%.

Susanti (2010) melakukan penelitian serupa di Unit NPK Granulasi 3 PT Petrokimia Gresik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kebisingan unit mencapai 99,4 dBA dan menimbulkan beberapa keluhan subyektif pada 17 pekerjanya seperti keluhan fisiologis sebesar 23,5% dan keluhan psikologis

sebesar 82,4%. Penelitian lain yang dilakukan Yahya (2012) di Perusahaan X terhadap 51 orang pekerja bahwa 41 orang mengalami gangguan komunikasi dengan tingkat kebisingan 97,7 dBA dan menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara tingkat kebisingan dengan keluhan subyektif *non auditory* ($p=0,012$).

Kebisingan dapat mempengaruhi derajat kesehatan pekerja. Apabila bahaya tersebut tidak dikendalikan dengan baik akan mengakibatkan gangguan *auditory* maupun gangguan *non auditory* sehingga pekerjaan menjadi tidak maksimal, produktivitas kerja menurun bahkan menyebabkan kecelakaan kerja.

PT. A merupakan industri yang bergerak dibidang produksi listrik berkapasitas 660 MW. Mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi berfungsi normal dan dikontrol oleh tenaga manusia. Berdasarkan survei pendahuluan di PT. A, boiler dan turbin merupakan area kerja dengan peralatan produksi/mesin-mesin kerja yang menimbulkan suara bising tinggi secara kontinyu. Sistem kerja boiler mengubah air menjadi *steam* dari aliran panas proses pembakaran batubara dan gerakan *fan*. Boiler terdiri dari beberapa mesin diantaranya *FD fan*, *PA fan*, *ID fan*, *Coal Mill* dan *Condensate Pump*. Turbin adalah peralatan atau mesin kerja yg mengubah energi panas menjadi energi mekanis melalui perputaran rotor turbin untuk menggerakkan generator menjadi energi listrik. *Turbin room* terdiri dari beberapa mesin diantaranya turbin generator, *CEP*, *BFPT*, *Open* dan *Close Cooling Water Pump*, *Vacuum Pump* dan *Extraction*.

Berdasarkan lokasi pekerjaan, pekerja bagian produksi terdiri dari pekerja area *turbin room* dan area *boiler house*. Karakteristik aktifitas pekerjaan di area tersebut berinteraksi langsung dengan *running system* peralatan di area *turbin room* dan *boiler house*. Para pekerja tersebut secara rutin mengecek operasi peralatan dan melakukan tindakan lokal untuk memastikan peralatan siap beroperasi maupun telah beroperasi normal. Selain kegiatan pengecekan rutin, juga dilakukan perawatan maupun perbaikan mesin. Dengan aktivitas pekerjaan tersebut, risiko pekerja terpapar suara bising tinggi karena kebisingan tersebut

memapar pekerja rata-rata melebihi waktu paparan yang diperbolehkan dengan kondisi kebisingan mesin berjalan selama 24 jam.

Data Laporan Pengendalian Kebisingan Triwulan I Tahun 2014 oleh bagian LK3 menunjukkan bahwa intensitas kebisingan di area Turbin dan Boiler rata-rata mencapai >90 dBA. Perusahaan telah menerapkan upaya pengendalian secara teknik namun belum maksimal. Upaya pengendalian kebisingan yang telah diterapkan adalah penggunaan alat pelindung telinga (APT) dan pengendalian secara administratif, diantaranya pemasangan rambu/sign bahaya dan *monitoring* lingkungan kerja. Apabila kebisingan tersebut memapar pekerja dalam jangka waktu lama akan menimbulkan keluhan maupun gangguan terhadap pekerjaan, keselamatan dan kesehatan. Berdasarkan survei awal, beberapa pekerja merasakan ketidaknyamanan kerja karena mengalami kesulitan berkomunikasi saat bekerja tanpa alat bantu komunikasi, bahkan setelah bekerja pekerja masih merasakan interupsi dari kebisingan sehingga saat berkomunikasi masih harus mengulang atau mengeraskan suara agar pesan dapat diterima dengan baik.

Kebanyakan dampak *non auditory* kebisingan tidak disadari oleh pekerja. Kebisingan yang muncul dari lingkungan kerja berpotensi menimbulkan beberapa gejala/gangguan kesehatan yang sifatnya kronik diantaranya gangguan fisiologis maupun psikologis. Tentunya gangguan tersebut memiliki tingkat keparahan sesuai dengan tingkat kebisingan yang memapar dan lamanya terpajan kebisingan. Selain itu dampak kebisingan dapat dilihat dari keluhan subyektif yang dialami oleh pekerja di area turbin dan boiler.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk mengetahui lebih lanjut mengenai hubungan intensitas kebisingan dengan keluhan subyektif *non auditory effect* pada pekerja di area Turbin dan Boiler PT.A

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah : Apakah terdapat hubungan intensitas kebisingan dengan keluhan subyektif *non auditory effect* pada pekerja di area Turbin dan Boiler PT.A?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Menganalisis hubungan intensitas kebisingan dengan keluhan subyektif *non auditory effect* pada pekerja di area Turbin dan Boiler di PT. A.

1.3.2 Tujuan Khusus

- 1) Mengukur intensitas kebisingan di area Turbin dan Boiler PT. A.
- 2) Mempelajari karakteristik individu pekerja yakni usia, masa kerja dan lamanya pajanan bising per hari di area Turbin dan Boiler PT. A.
- 3) Mempelajari keluhan subyektif *non auditory effect* akibat kebisingan yakni gangguan komunikasi, gangguan fisiologis dan gangguan psikologis pada pekerja di area Turbin dan Boiler PT. A.
- 4) Mempelajari metode pengendalian kebisingan di PT. A.
- 5) Menganalisis hubungan karakteristik individu pekerja di area Turbin dan Boiler dengan keluhan subyektif *non auditory effect*.
- 6) Menganalisis hubungan tingkat kebisingan dengan keluhan subyektif *non auditory effect* pada pekerja di area Turbin dan Boiler.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Secara teoritis, hasil penelitian dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan kesehatan masyarakat, menambah serta mengembangkan literatur dan referensi bidang K3 khususnya mengenai hubungan tingkat kebisingan dengan keluhan subyektif *non auditory effect*.

1.4.2 Manfaat Praktis

1) Bagi Peneliti

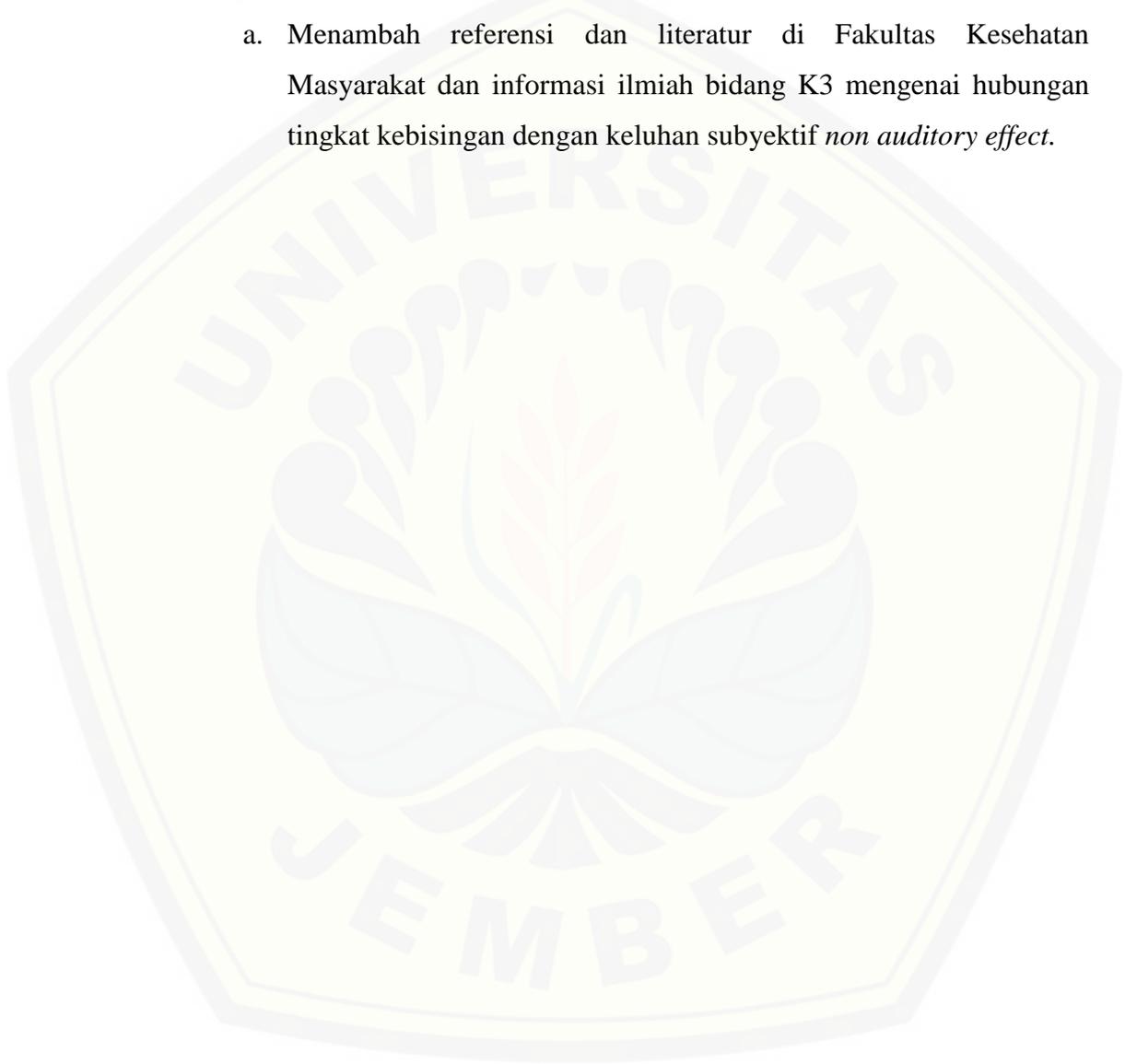
- a. Mengembangkan kemampuan penelitian dan penyusunan karya ilmiah serta menerapkan teori dan ilmu yang didapatkan selama perkuliahan.

2) Bagi Perusahaan Terkait

- a. Sebagai bahan pertimbangan dalam menerapkan sistem K3 di perusahaan khususnya mengenai *hazard* kebisingan di area Turbin dan Boiler.

3) Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

- a. Menambah referensi dan literatur di Fakultas Kesehatan Masyarakat dan informasi ilmiah bidang K3 mengenai hubungan tingkat kebisingan dengan keluhan subyektif *non auditory effect*.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kebisingan

2.1.1 Pengertian Kebisingan

Bising (*noise*) adalah bunyi yang ditimbulkan oleh gelombang suara dengan intensitas dan frekuensi yang tidak menentu. Di sektor industri, bising berarti bunyi yang sangat mengganggu dan membuang energi (Harrianto, 2010). Suara di tempat kerja berubah menjadi salah satu bahaya kerja (*Occupational hazard*) saat keberadaannya dirasakan mengganggu/tidak diinginkan secara fisik (menyakitkan telinga pekerja) dan psikis (mengganggu konsentrasi dan kelancaran komunikasi) (Tigor, 2005). Saat situasi tersebut terjadi, status suara berubah menjadi polutan dan identitas suara berubah menjadi kebisingan. Kebisingan di tempat kerja menjadi bahaya kerja bagi sistem penginderaan manusia (*occupational hazard*), dalam hal ini bagi sistem pendengaran (*hearing loss*). Suara bising mempunyai konotasi fisik, fisiologi, dan psikologik. Diantaranya dapat menyebabkan gangguan pendengaran, menghalangi komunikasi, mengganggu tidur, penyebab gangguan sistem *cardiovascular* dan *psycho-physiological*, mengurangi kinerja, menimbulkan respon gangguan dan perubahan di dalam perilaku sosial.

(Sarwono, 1995) kebisingan adalah suara yang tidak dikehendaki yang sifatnya subyektif dan psikologik. Subyektif karena bergantung pada masing-masing individu yang bersangkutan. Secara psikologik bising adalah penimbul stres karena sifatnya yang mengganggu kenyamanan. Kebisingan umumnya didefinisikan sebagai suara tanpa kualitas musik yang menyenangkan atau sebagai suara yang tidak diinginkan (WHO, 1972). Pengertian kebisingan berdasarkan Kepmenkes 1405 tahun 2002 adalah terjadinya bunyi yang tidak dikehendaki sehingga mengganggu atau membahayakan kesehatan. Sedangkan Permenaker No. 13 tahun 2011 menyebutkan kebisingan sebagai 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.

Dari beberapa definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa kebisingan adalah semua suara yang tidak diinginkan, tidak memiliki kualitas musik yang baik dan mengganggu maupun membahayakan kesehatan yang bersumber dari alat produksi/alat kerja sehingga dapat menyebabkan gangguan pendengaran dan non pendengaran bagi pekerja yang terpapar.

Jadi, kebisingan tergantung persepsi subyektif seseorang terhadap bunyi yang didengar. Kebisingan yang tidak dikehendaki bersifat mengganggu baik kenyamanan, kesehatan, komunikasi bahkan keselamatan dan akan bersifat polutan apabila tingkat kebisingan yang dihasilkan tinggi berdasarkan pengukuran yang ditentukan menurut satuan desibelnya. Semakin tinggi tingkat kebisingannya maka semakin kompleks dampak dan gangguan yang ditimbulkan.

2.1.2 Penyebab Kebisingan

Beberapa faktor terkait kebisingan yaitu :

1. Frekuensi

Frekuensi adalah satuan getar yang dihasilkan dalam satuan waktu (detik) dengan satuan Hz. Frekuensi yang dapat didengar manusia 20-20.000 Hz. Frekuensi dibawah 20 Hz disebut *Infra Sound* sedangkan frekuensi diatas 20.000 Hz disebut *Ultra Sound*. Suara percakapan manusia mempunyai rentang frekuensi 250 – 4.000 Hz. Umumnya suara percakapan manusia punya frekuensi sekitar 1.000 Hz.

2. Intensitas suara

Intensitas didefinisikan sebagai energi suara rata-rata yang ditransmisikan melalui gelombang suara menuju arah perambatan dalam media.

3. *Amplitudo*

Amplitudo adalah satuan kuantitas suara yang dihasilkan oleh sumber suara pada arah tertentu.

4. Kecepatan suara

Kecepatan suara adalah suatu kecepatan perpindahan perambatan udara per satuan waktu.

5. Panjang gelombang

Panjang gelombang adalah jarak yang ditempuh oleh perambatan suara untuk satu siklus.

6. Periode

Periode adalah waktu yang dibutuhkan untuk satu siklus amplitudo, satuan periode adalah detik.

7. *Oktave band*

Oktave band adalah kelompok-kelompok frekuensi tertentu dari suara yang dapat di dengar dengan baik oleh manusia. Distribusi frekuensi-frekuensi puncak suara meliputi Frekuensi : 31,5 Hz – 63 Hz – 125 Hz – 250 Hz – 500 Hz – 1000 Hz – 2 kHz – 4 kHz – 8 kHz – 16 kHz.

8. Frekuensi *bandwidth*

Frekuensi bandwidth dipergunakan untuk pengukuran suara di Indonesia.

9. *Pure tune*

Pure tone adalah gelombang suara yang terdiri yang terdiri hanya satu jenis amplitudo dan satu jenis frekuensi.

10. *Loudness*

Loudness adalah persepsi pendengaran terhadap suara pada amplitudo tertentu, dengan satuan Phon. 1 Phon setara 40 dB pada frekuensi 1000 Hz

11. Kekuatan suara

Kekuatan suara satuan dari total energi yang dipancarkan oleh suara per satuan waktu.

12. Tekanan suara

Tekanan suara adalah satuan daya tekanan suara per satuan waktu.

2.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Kebisingan

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kebisingan antara lain : (Buchory, 2007)

1. Intensitas

Intensitas bunyi yang dapat didengar telinga manusia berbanding langsung dengan logaritma kuadrat tekanan akustik yang dihasilkan getaran dalam rentang yang dapat didengar. Jadi, tingkat tekanan bunyi diukur dengan logaritma dalam desibel (dB).

2. Frekuensi

Frekuensi yang dapat didengar oleh telinga manusia terletak antara 16-20000 Hertz. Frekuensi bicara terdapat antara 250- 4000 Hertz.

3. Durasi

Efek bising yang merugikan sebanding dengan lamanya paparan dan berhubungan dengan jumlah total energi yang mencapai telinga dalam.

4. Sifat

Mengacu pada distribusi energi bunyi terhadap waktu (stabil, berfluktuasi, dan intermiten). Bising impulsif (satu/lebih lonjakan energi bunyi dengan durasi kurang dari 1 detik) sangat berbahaya.

2.1.4 Jenis Kebisingan

Secara umum kebisingan dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Bising yang kontinyu

Bising dengan fluktuasi dari intensitasnya tidak lebih dari 6 dBA dan tidak putus-putus. Bising kontinyu dibagi menjadi 2 (dua) yaitu :

- a. *Wide Spectrum* adalah bising dengan spektrum frekuensi yang luas. bising ini relatif tetap dalam batas kurang dari 5 dBA untuk periode 0.5 detik berturut-turut, seperti suara kipas angin, suara mesin tenun.
- b. *Narrow Spectrum* adalah bising ini juga relatif tetap, akan tetapi hanya mempunyai frekuensi tertentu saja (frekuensi 500, 1000, 4000) misalnya gergaji sirkuler, katup gas.

2. Bising terputus-putus.

Bising jenis ini sering disebut juga *intermittent noise*, yaitu bising yang berlangsung secara tidak terus-menerus, melainkan ada periode relatif tenang, misalnya lalu lintas, kendaraan, kapal terbang, kereta api.

3. Bising impulsif

Bising jenis ini memiliki perubahan intensitas suara melebihi 40 dBA dalam waktu sangat cepat dan biasanya mengejutkan pendengarnya seperti suara tembakan, suara ledakan mercon, meriam.

4. Bising impulsif berulang

Sama dengan bising impulsif, hanya bising ini terjadi berulang-ulang, misalnya mesin tempa. (Tambunan, 2005)

Berdasarkan pengaruhnya pada manusia, bising dapat dibagi atas (Soeripto, 2008) :

1. Bising yang mengganggu (*irritating noise*)

Merupakan bising yang mempunyai intensitas tidak terlalu keras, misalnya mendengkur. Kebisingan ini dianggap mengganggu karena meskipun intensitasnya tidak terlalu keras namun menimbulkan suara yang membuat seseorang menjadi tidak nyaman.

2. Bising yang menutupi (*masking noise*)

Merupakan bunyi yang menutupi pendengara. Secara tidak langsung bunyi ini akan membahayakan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja karena teriakan atau isyarat tanda bahaya tenggelam dalam bising dari sumber lain. Sehingga pekerja tidak dapat mendengar teriakan atau tanda bahaya dari rekan kerjanya yang akhirnya dapat mengakibatkan kesalahan dalam pekerjaan dan bahkan dapat mengakibatkan kecelakaan kerja.

3. Bising yang merusak (*damaging/injurious noise*)

Merupakan bunyi yang intensitasnya melampui Nilai Ambang Batas yang dapat diterima oleh manusia. Bunyi jenis ini akan merusak atau menurunkan fungsi pendengaran. Bunyi yang melampui Nilai Ambang Batas ini harus dikendalikan agar tidak menimbulkan bahaya bagi para pekerja baik

bahaya pada pendengaran maupun bahaya pada selain pendengaran seperti gangguan komunikasi, gangguan fisiologi, dan gangguan psikologi.

2.1.5 Sumber Kebisingan.

Sumber bising adalah sumber bunyi yang kehadirannya dianggap mengganggu pendengaran baik dari sumber bergerak maupun tidak bergerak. Umumnya sumber kebisingan dapat berasal dari kegiatan industri, perdagangan, pembangunan, alat pembangkit tenaga, alat pengangkut dan kegiatan rumah tangga. Di industri, sumber kebisingan dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Tambunan 2005):

1. Kebisingan yang ditimbulkan oleh aktifitas mesin yakni kebisingan dari beroperasinya mesin-mesin yang digunakan dalam suatu proses produksi.
2. Benturan antara alat kerja dan benda kerja merupakan kebisingan yang ditimbulkan oleh akibat getaran yang ditimbulkan akibat gesekan, benturan atau ketidakseimbangan gerakan bagian mesin. Terjadi pada roda gigi, batang torsi, piston, *fan*, *bearing*, dan lain-lain.
3. Pergerakan udara, gas dan cairan dalam kegiatan proses kerja industri misalnya pada pipa penyalur cairan gas, *outlet* pipa, gas buang, jet, *flare boom*, dan lain-lain.
4. Manusia merupakan kebisingan yang jika dibandingkan dengan sumber kebisingan lainnya, tingkat kebisingan suara manusia memang jauh lebih kecil. Namun demikian, suara manusia tetap diperhitungkan sebagai sumber bising di tempat kerja.

Sumber kebisingan dapat berasal dari kebisingan lingkungan pabrik, kebisingan dari alat – alat konstruksi, kebisingan dari lalu lintas, kebisingan dari alat-alat rumah tangga, dan kebisingan di tempat olah raga (Harwahyudi, 2003). Kebisingan lingkungan pabrik disebabkan oleh mesin–mesin yang dioperasikan dan pekerjaan–pekerjaan yang dilakukan para pekerja setiap saat bersamaan seperti pukulan palu, suara benda–benda yang dipindahkan dan barang–barang yang berjatuhan.

2.1.6 Dampak Kebisingan Terhadap Pekerja

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 auditori, misalnya gangguan terhadap pendengaran dan gangguan non auditori seperti gangguan komunikasi, ancaman bahaya keselamatan, menurunnya performan kerja, stres dan kelelahan. Lebih rinci dampak kebisingan terhadap pekerja terbagi menjadi dua yaitu:

1. *Auditory Effect*

Pengaruh pemaparan bising pada organ pendengaran menurut (Soeripto, 2008) adalah sebagai berikut :

a. Trauma akustik

Terjadi akibat terpajan oleh suara (bising impulsif) dengan intensitas tinggi, seperti letusan senjata, ledakan dan lain-lain. Diagnosis mudah dibuat, penderita dengan tepat dapat menyatakan kapan terjadinya ketulian. Bagian yang rusak adalah membran timpani, tulang-tulang pendengaran dan *cochlea*.

b. Ketulian sementara

Ketulian sementara terjadi akibat pemajanan terhadap bising dengan intensitas tinggi. Tenaga kerja akan mengalami penurunan daya/ambang dengar yang bersifat sementara. Apabila tenaga kerja diberikan waktu istirahat yang cukup, maka daya dengarnya akan pulih kembali kepada ambang dengar semula (*recovery* dapat sempurna). Untuk suara yang intensitasnya lebih besar dari 85 dBA maka *recovery* sempurna memerlukan waktu 3-7 hari. Apabila *recovery* tidak dapat sempurna maka dalam waktu lama akan menjadi tuli bersifat menetap (*Permanent Threshold Shift*).

c. Ketulian menetap

Ketulian menetap terjadi oleh karena pemajanan terhadap intensitas kebisingan yang tinggi dalam jangka waktu yang lama. Ketulian

menetap terjadi akibat dari proses pemulihan yang tidak sempurna, yang kemudian kontak dengan intensitas suara yang tinggi, maka akan terjadi pengaruh kumulatif, yang pada suatu saat tidak terjadi pemulihan sama sekali.

2. *Non Auditory Effect*

Keluhan pendengaran subyektif merupakan gangguan yang dirasakan oleh seseorang akibat dari keadaan lingkungan kerja yang bising, namun dalam hal ini tidak dilakukan pemeriksaan, melainkan hanya berupa persepsi atau pendapat pekerja (Srisantyorini, 2002). Gangguan yang dirasakan oleh pekerja tersebut dapat bervariasi seperti gangguan dalam hal komunikasi, gejala kelainan fisiologis tubuh terutama pada telinga seperti tinnitus dan gejala penurunan pendengaran. (Rustam, 2004) mengemukakan keluhan subyektif non auditori diantaranya ditandai dengan gejala susah tidur, mudah emosi, gangguan konsentrasi yang memungkinkan dapat menimbulkan kecelakaan kerja.

Suara bising menimbulkan pengaruh atau dampak negatif bagi para pekerja karena kebisingan merupakan *unwanted sound* / suara yang tidak dikehendaki sehingga menyebabkan timbulnya gangguan baik gangguan terhadap kenyamanan kerja maupun kesehatan (fisik dan psikis). Efek *non auditory* kebisingan terbagi menjadi 3 jenis gangguan yaitu :

a. Gangguan Komunikasi

Sebagai acuan, risiko potensial terhadap pendengaran terjadi apabila komunikasi/pembicaraan harus dilakukan dengan berteriak. Gangguan komunikasi ini menyebabkan pekerjaan menjadi terganggu, bahkan mungkin terjadi kesalahan, terutama bagi para pekerja baru yang belum berpengalaman (Suma'mur, 2009). Tingkat kenyaringan suara yang dapat mengganggu percakapan perlu diperhatikan secara seksama karena suara yang mengganggu percakapan sangat bergantung kepada konteks suasana.

Kebisingan menyebabkan gangguan percakapan oleh karena adanya intervensi sehingga komunikasi terganggu. Derajat gangguan bising atau Speech Interference Level (SIL) terhadap percakapan tergantung pada dua faktor yaitu :

masking ability dari bising dan situasi atau keperluan komunikasi. Pengaruh lain adalah fisiologis gangguan tidur, gangguan kenyamanan pendengaran, gangguan pelaksanaan tugas dan gangguan faal tubuh.

Seseorang berbicara di suatu ruang bising, maka suara tersebut akan sulit ditangkap atau dimengerti oleh pendengarnya. Pembicara tersebut tidak jarang harus berteriak atau mendekat pada lawan bicaranya. Gangguan komunikasi ini adalah disebabkan oleh masking effect dari background noise yang intensitasnya cukup tinggi dan gangguan kejelasan suara (intelligibility).

Gangguan komunikasi ini menyebabkan terganggunya pekerjaan bahkan mungkin terjadi kecelakaan, terutama pada peristiwa penggunaan tenaga kerja baru. Gangguan komunikasi secara tidak langsung akan mengakibatkan bahaya terhadap keselamatan dan kesehatan kerja, karena tidak mendengar teriakan atau tanda bahaya, disamping itu dapat menurunkan mutu pekerjaan dan produktivitas kerja (Soeripto, 2008). Pada lingkungan kerja yang bising, yaitu dengan tingkat bising >78 dBA, percakapan dengan rekan kerja akan sulit dan hanya bisa sebentar saja dan biasanya harus berjarak minimal 1 meter, sedangkan percakapan yang cukup lama, tingkat kebisingan disekitar lingkungan harus <78 dBA.

Banyak jenis pekerjaan membutuhkan komunikasi, baik secara langsung maupun lewat telepon. Intensitas kebisingan 50-70 dBA mengganggu jalannya komunikasi *face to face* atau langsung sehingga harus berteriak dalam jarak komunikasi 1-2 meter. Intensitas kebisingan antara 50-55 dBA menyebabkan telepon terganggu, dan rapat akan berjalan tidak memuaskan. Sedangkan intensitas 55 dBA dapat dianggap sangat bising, tidak cocok untuk kantor dan sangat tidak nyaman untuk komunikasi telepon.

b. Gangguan Fisiologi

Gangguan fisiologis adalah gangguan yang disebabkan oleh perubahan keseimbangan hormon tubuh akibat stresor yang dihantarkan oleh saraf otonom kemudian mengenai kelenjar hormon sehingga berdampak pada perubahan fungsional pada organ-organ tubuh. Pada awalnya fungsi pendengaran agak terganggu, pembicaraan / instruksi dalam pekerjaan tidak dapat didengar jelas

sehingga efeknya bisa lebih buruk misalnya kecelakaan, pembicaraan terpaksa berteriak yang memerlukan tenaga ekstra dan menambah kebisingan. Selanjutnya kebisingan dapat menjadi stresor bagi organ tubuh melalui saraf otonom akibat terjadi perubahan keseimbangan hormon sehingga timbul perubahan fungsional organ target, salah satunya adalah sistem saraf pusat (SSP). Kerusakan sel-sel saraf tersebut dapat menyebabkan berbagai gangguan fisiologis.

Kebisingan akan mempengaruhi faal tubuh seperti gangguan pada saraf otonom yang ditandai dengan bertambahnya metabolisme, bertambahnya tegangan otot sehingga mempercepat kelelahan. (Arifani, 2004). Kelelahan (fatigue) merupakan suatu perasaan yang subyektif yang biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja. Kelelahan subyektif biasanya terjadi pada akhir jam kerja, apabila beban kerja melebihi 30-40% dari tenaga aerobik. Pertanda kelelahan diantaranya tidak adanya gairah untuk bekerja baik secara fisik maupun psikis, segalanya terasa berat dan merasa mengantuk.

Pada umumnya, bising bernada tinggi sangat mengganggu, apalagi bila terputus-putus atau yang datangnya tiba-tiba. Gangguan dapat berupa peningkatan tekanan darah (± 10 mmHg) dan gangguan pernafasan, peningkatan denyut nadi dan jantung, konstiksi pembuluh darah perifer terutama pada tangan dan kaki, penegangan otot serta dapat menyebabkan pucat, gangguan reflek dan gangguan sensoris (Soeripto, 2008). Gangguan ini biasanya terjadi pada permulaan pemaparan (initial exposure) dan terutama bila kebisingan yang terpapar berulang dan lama akan terjadi proses adaptasi.

Salah satu gangguan fisiologis akibat bising yang terjadi pada telinga adalah telinga berdenging (tinnitus). Tinnitus sebenarnya bukan penyakit melainkan gejala awal yang dapat menyebabkan sejumlah kondisi medis seperti berkurang atau hilangnya pendengaran. Tinnitus dapat dipastikan menimbulkan ketidaknyamanan serta menghilangkan konsentrasi saat melakukan segala macam aktifitas. 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, susah

tidur dan sesak nafas disebabkan oleh rangsangan bising terhadap sistem saraf, keseimbangan organ, kelenjar endokrin, tekanan darah, sistem pencernaan dan keseimbangan elektrolit.

Gangguan fisiologi lainnya dapat ditemukan pada pemaparan kebisingan diantaranya menurunnya aktifitas lambung, tonus otot meningkat, perubahan biokimiawi (kadar glukosa, urea, dan kolesterol dalam darah, kadar katelolamin dalam air seni) dan gangguan keseimbangan/*equilibrium disorders*, dengan gejala seperti mual, vertigo, dan *nyctasmus* (pada intensitas diatas 30 dBA).

c. Gangguan Psikologi

Gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi dan cepat marah/emosi. Bila kebisingan diterima dalam waktu lama dapat menyebabkan penyakit psikosomatik berupa gastritis, jantung. stres, kelelahan dan lain-lain (Roestam, 2004)

Terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi perasaan tidak senang atau mudah marah (*annoyance level*) seseorang dan faktor-faktor tersebut adalah :

1. Karakteristik kebisingan meliputi tingkat intensitas dan frekuensinya
2. Kepekaan perorangan terhadap kebisingan
3. Sikap terhadap kebisingan
4. Interupsi dari bising yakni ketika berkonsentrasi maupun menonton tv.

Bising dapat menjadi stresor yang menyebabkan orang yang mendengarnya merasa tidak nyaman. Gangguan fisik dapat berupa rusaknya organ pendengaran. 3 dimensi yang mempengaruhi betapa menggangukannya sebuah kebisingan :

1. Volume

Suara yang melebihi 80 dB dapat menyebabkan gangguan bagi manusia. Semakin keras suara yang dihasilkan maka kemungkinan menyebabkan gangguan semakin besar.

2. Prediktabilitas

Suara yang mengagetkan sering menyebabkan kita menjadi tidak nyaman. Suara yang mengagetkan/suara yang tidak diprediksi lebih memungkinkan

menyebabkan gangguan daripada suara yang terprediksi.

3. Kontrol dari persepsi

Suara yang dapat terkontrol lebih dapat meminimalisir gangguan daripada suara yang tidak dapat dikontrol.

Kebisingan dapat mempengaruhi stabilitas mental dan reaksi psikologis, menimbulkan rasa khawatir, jengkel dan lainnya. Stabilitas reaksi mental adalah kemampuan seseorang untuk berfungsi atau bertindak normal. Kebisingan memang tidak dapat menimbulkan *mental illness*, namun dapat memperberat problem mental yang sudah ada. Gangguan ini berupa terganggunya kenyamanan hidup, mudah marah, jengkel dan menjadi lebih peka atau mudah tersinggung. Gangguan psikologis akibat kebisingan tergantung pada intensitas, frekuensi, periode, saat dan lama terpapar, kompleksitas spektrum/kegaduhan dan ketidakteraturan kebisingan.

Suatu penyelidikan yang dilakukan pada para tenaga kerja di industri baja yang terpajan bising ternyata lebih *aggressive distrustful*, mudah curiga dan mudah tersinggung dari pada pekerja yang bekerja di lingkungan yang tenang (Soeripto, 2008).

Terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi level perasaan tidak senang seseorang, antara lain :

1. Karakteristik kebisingan yang meliputi tingkat intensitas dan frekuensinya.
2. Kepekaan seseorang terhadap bising 2-10% dari populasi sangat peka terhadap kebisingan yang ditimbulkan bukan oleh diri sendiri, sedangkan kurang lebih 20% tidak dipengaruhi oleh kebisingan.
3. Sikap individu terhadap sumber kebisingan
4. Interupsi dari kebisingan yaitu ketika sedang konsentrasi atau melakukan kegiatan.

2.1.7 NAB Kebisingan

Pengertian NAB kebisingan di tempat kerja adalah intensitas tertinggi dan merupakan nilai rata-rata yang dapat diterima oleh tenaga kerja tanpa mengakibatkan hilangnya daya dengar dengan tetap untuk waktu kerja terus-

menerus tidak lebih dari 8 jam sehari atau 40 jam seminggu. Kebisingan dapat menimbulkan respon yang berbeda antara individu yang satu dengan lainnya (Soeripto, 2008).

Hal ini adalah penting untuk diketahui dalam menetapkan suatu NAB pada suatu level tertentu tidak akan menjamin bahwa semua tenaga kerja yang terpajan pada level tersebut yaitu 8 jam perhari atau 40 jam perminggu akan terbebas dari gangguan pendengaran, karena kebisingan tersebut memberikan respon terhadap kerentanan individu (*individual susceptibility*).

Setiap negara telah menetapkan sendiri ketentuan tentang NAB kebisingan di negaranya dan NAB kebisingan di Indonesia yang diperbolehkan adalah 85 dBA berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. Per. 13/Men/X/2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan faktor kimia di Tempat Kerja pada pasal 5.

Tabel 2.1 Nilai Ambang Batas Kebisingan

Waktu pemajanan per hari		Intensitas kebisingan dalam dBA
8	Jam	85
4		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	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		136
0,11		139

Catatan : Tidak boleh terpajan lebih dari 140 dBA, walaupun sesaat

Sumber : PERMENAKER No. Per. 13/Men/X/2011 tahun 2011

Untuk melindungi pekerja dari efek kebisingan yang membahayakan, maka sesuai dengan Nilai Ambang Batas (NAB) tentang kebisingan juga telah

diatur secara internasional oleh ISO (*International Standard Organization*) dan OSHA (*Occupational Safety and Health Association*), yaitu sebagai berikut :

Tabel 2.2 Nilai Ambang Batas Kebisingan menurut OSHA dan ISO 140001

Intensitas (dB)		Waktu kerja
ISO	OSHA	(jam)
85	90	8
-	92	6
88	95	4
-	97	3
91	100	2
94	105	1
97	110	0,5

Sumber: <http://www.osha.gov/SLTC/noisehearingconservation/>

2.1.8 Pengukuran Kebisingan

a. Tujuan Pengukuran Kebisingan

Pengukuran intensitas kebisingan (*noise measurement*) secara umum bertujuan (Soeripto, 2008) :

1. Untuk mendapatkan data lingkungan tempat kerja atau untuk kepentingan legal.
2. Untuk mengetahui atau menyakinkan apakah norma atau peraturan yang ditetapkan (oleh pemerintah) telah dilaksanakan oleh perusahaan.
3. Untuk monitoring (pemantauan) tempat kerja.
4. Untuk pengecekan efektif tidaknya alat-alat kendali yang ada.
5. Untuk evaluasi kondisi tempat kerja, apakah ada tempat-tempat kerja yang membahayakan pendengaran tenaga kerja (intensitas kebisingan melebihi NAB).
6. Untuk keperluan penelitian atau membantu penyelidikan dan untuk menegakkan diagnosa penyakit akibat kerja.

Pengukuran kebisingan ini bertujuan untuk hasil pengukuran pada suatu saat dengan standar atau NAB kebisingan yang telah ditetapkan. Pengukuran yang hanya ditujukan untuk melakukan pengendalian terhadap lingkungan kerja, dapat dilakukan di tempat dimana tenaga kerja menghabiskan waktu kerjanya serta dilakukan pada waktu pagi, siang, dan sore hari. Pengukuran ini tidak

menunjukkan pemaparan perorangan atau tingkat kebisingan rata-rata yang diterima oleh tenaga kerja selama 8 jam per hari atau 40 jam seminggu.

Pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui efek kebisingan terhadap pendengaran perlu dilakukan secara intensif (selama jam kerja), dan apabila pekerja selalu berpindah tempat, maka dilakukan pengukuran tekanan suara dan pencatatan waktu selama pekerja berada pada tempat tersebut. Selanjutnya perlu dihitung tingkat tekanan rata-rata yang terpapar pada tenaga kerja selama 8 jam kerja dalam sehari.

b. Alat Pengukuran Kebisingan

Ada 2 macam cara untuk mengukur kebisingan di tempat kerja, yaitu :

1. Instrumen pembacaan langsung

Instrumen pembacaan langsung disebut juga “*sound level meter*” yang bereaksi terhadap suara atau bunyi, mendekati kepekaan telinga manusia. Alat ini dipakai 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 *microphone*, alat penunjuk elektronik, *amplifier*, skala pengukuran A,B,C.

- a. Skala pengukuran A : untuk memperlihatkan perbedaan kepekaan yang besar pada frekuensi rendah dan tinggi yang menyerupai reaksi telinga untuk intensitas rendah.
- b. Skala pengukuran B : untuk memperhatikan kepekaan telinga untuk bunyi dengan intensitas sedang.
- c. Skala pengukuran C : untuk skala dengan intensitas tinggi (Anizar, 2009)

2. Dosimeter personal

Dosimeter adalah alat yang dipakai untuk mengukur tingkat kebisingan yang dialami pekerja selama kerja *shift*. Alat ini dipakai untuk mengukur *shift* dengan jam kerja selama 8 jam, 10 jam, 12 jam atau berapapun lamanya. *Dosimeter* dipasang pada sabuk pinggang dan sebuah *microphone* kecil

dipasang dekat telinga. *Dosimeter* mengukur jumlah bunyi yang didengar pekerja-pekerja selama bekerja *shift*

Sound level meter dan *dosimeter* akan memberikan hasil berupa angka yang dapat dibandingkan dengan aturan batas maksimum (85 dBA untuk *shift* selama 8 jam per hari, 40 jam per minggu batasnya akan lebih rendah untuk waktu kerja yang lebih lama).

a. Cara Pengukuran Kebisingan

Dalam melakukan pengukuran, perlu diperhatikan yakni peralatan yang dipergunakan dan cara pengukurannya harus memenuhi standar yang telah disepakati. Ada tiga cara atau metode pengukuran akibat kebisingan di lokasi kerja.

1. Pengukuran dengan titik *sampling*

Pengukuran ini dilakukan bila kebisingan diduga melebihi ambang batas hanya pada beberapa lokasi saja. Pengukuran ini juga dapat dilakukan untuk mengevaluasi kebisingan yang disebabkan oleh suatu peralatan sederhana, misalnya kompresor atau generator. Jarak pengukuran dari sumber harus dicantumkan, misal 3 meter dari ketinggian 1 meter. Selain itu juga harus diperhatikan arah mikrofon alat pengukur yang digunakan.

2. Pengukuran dengan peta kontur

Pengukuran dengan membuat peta kontur sangat bermanfaat dalam mengukur kebisingan, karena peta tersebut dapat menentukan gambar tentang kondisi kebisingan dalam cakupan area. Pengukuran ini dilakukan dengan membuat gambar isopleth pada kertas berskala yang sesuai dengan pengukuran yang dibuat. Biasanya dibuat kode pewarnaan untuk menggambarkan keadaan kebisingan, warna hijau untuk kebisingan dengan intensitas dibawah 85 dBA warna *orange* untuk tingkat kebisingan yang tinggi diatas 90 dBA, warna kuning untuk kebisingan dengan intensitas antara 85 – 90 dBA.

3. Pengukuran dengan *Grid*

Untuk mengukur dengan *Grid* adalah dengan membuat contoh data kebisingan pada lokasi yang di inginkan. Titik–titik sampling harus dibuat dengan jarak interval yang sama diseluruh lokasi. Jadi dalam pengukuran lokasi dibagi menjadi beberapa kotak yang berukuran dan jarak yang sama, misalnya : 10 x 10 m. kotak tersebut ditandai dengan baris dan kolom untuk memudahkan identitas (Harrianto, 2009).

Cara pengukuran kebisingan menggunakan *Sound Level Meter* (SLM) adalah :

1. Memeriksa *battery*.
2. Menentukan *weighting network* yang sesuai.
3. Sebelum dilakukan pengukuran SLM dikalibrasi dengan kalibrator.
4. Bila mungkin SLM diletakkan pada tripod dimana operator $\geq 0,5$ m.
5. Pengukuran luar gedung harus dilakukan pada ketinggian 1,2 – 1,5 m diatas tanah dan bila mungkin $\geq 3,5$ meter dari semua permukaan yang memantulkan. Tetapi bila kecepatan angin >20 km/jam sebaiknya tidak dilakukan pengukuran bising. Pengukuran diluar ruangan hendaknya menggunakan *windscreen* yang terbuat dari busa yang berpori untuk mengurangi turbulensi angin disekitar mikrofon, mereduksi suara angin, melindungi mikrofon dari debu, kotoran dan kerusakan mekanik.
6. Pada saat melakukan pengukuran SLM dipegang pada jarak sepanjang ukuran lengan atau menggunakan *remote microphone*. Kesalahan pengukuran dapat terjadi karena operator mengukur terlalu dekat atau terlalu jauh dengan sumber bising.
7. Bila pengukuran dilakukan disuatu daerah bebas (*free field*), mikrofon (*free field microphone*) diarahkan langsung ke sumber bunyi.
8. Memilih respon meter yang tepat *fast* atau *slow*.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengukuran adalah sebagai berikut :

1. Sebelum pengukuran dilaksanakan, *battery* harus diperiksa untuk mengetahui apakah masih berfungsi atau tidak.

2. Agar peralatan SLM yang akan digunakan benar-benar tepat, maka lebih terdahulu harus dicek dengan menggunakan kalibrator, yaitu dengan meletakkan/memasang alat tersebut di atas *mikrophone* dari SLM, kemudian dengan tombol pada alat tersebut dikeluarkan nada murni dengan intensitas tertentu, maka jarum penunjuk/display SLM tersebut harus menunjukkan sesuai dengan intensitas suara dari kalibrator tersebut.
3. Meletakkan sejauh mungkin SLM sepanjang tangan (paling dekat 0,5 meter dari tubuh pengukur). Bila perlu gunakan tripod untuk meletakkannya. Hal ini dilakukan karena selain operator dapat merintangi suara yang datang dari salah satu arah operator tersebut juga dapat memantulkan suara sehingga menyebabkan kesalahan pengukuran.
4. Pengukuran di luar gedung/lingkungan harus dilakukan pada ketinggian 1,2-1,5 meter di atas tanah dan bila mungkin tidak kurang dari 3,5 meter dari semua permukaan yang dapat memantulkan suara. Sebaliknya digunakan *windscreen* (terbuat dari karet busa berpori) yang dipasang pada *mikrophone* untuk mengurangi turbulansi aliran udara di sekitar diafragma *mikrophone*.
5. Bila ingin diketahui dengan tepat sumber suara yang sedang diukur dapat digunakan suara *headphone* yang dihubungkan dengan output dari SLM.
6. Hindarkan pengukuran terlalu dekat dengan sumber bunyi, karena hasil pengukuran akan menunjukkan perbedaan yang bermakna pada posisi SLM yang berubah-ubah. SLM ini dapat digunakan pada suasana kelembaban sampai dengan 90% dan suhu antara 10°-50°C.

c. Tingkat Kebisingan

Satuan tekanan suara sebagai satuan tingkat kebisingan atau suara kurang praktis karena daerah pendengaran manusia memiliki jangkauan yang sangat lebar (2×10^{-5} Pa sampai 200 Pa) dan respon telinga manusia tidak linier terhadap tekanan suara, tetapi bersifat logaritmis. Berdasarkan alasan ini maka ukuran tingkat kebisingan biasanya dinyatakan dalam skala tingkat tekanan suara (*sound pressure level=SPL*) dengan satuan desibel (dB). Tingkat tekanan suara ini dirumuskan menurut persamaan :

$$\begin{aligned} \text{SPL} &= 10 \log (P/P_0)^2 \\ &= 20 \log (P/P_0) \end{aligned}$$

dengan :

SPL : Tingkat tekanan suara (dB)

P : Tingkat suara (Pa)

P_0 : Tekanan suara ambang dengar acuan (2×10^{-5} Pa)

Sistem satuan yang lain adalah *Sound power level* (tingkat daya suara), menyatakan satuan daya suara dalam skala logaritmis, dirumuskan dengan persamaan :

$$L_w = 10 \log (W / W_0)$$

dengan :

L : tingkat daya suara (dB)

W : daya suara (watt)

W_0 : daya suara acuan (10^{-12} watt)

Tingkat kebisingan konstan siang malam merupakan model tingkat kebisingan ekuivalen yang digunakan untuk menyatakan tingkat energi rata-rata yang rumusnya merupakan rata-rata aritmatik dari logaritma setiap tingkat atau tingkat-tingkat kejadian tunggal kebisingan. Model matematisnya adalah sebagai berikut :

$$L_{ek} = 10 \log (\sum_{i=1}^n f_i 10^{L_i/10}) \text{ dBA}$$

dengan :

L_{ek} : tingkat bising konstan ekuivalen (dBA)

f : fraksi waktu terjadinya tingkat kebisingan

L : tingkat bising terhitung dalam interval waktu

d. Penghitungan Intensitas Kebisingan

Penghitungan intensitas kebisingan dapat dilakukan dengan metode penjumlahan. Metode penjumlahan digunakan untuk mengukur intensitas bising yang akan ditimbulkan oleh satu atau lebih mesin yang dihidupkan secara bersamaan. Beberapa cara menentukan intensitas kebisingan diantaranya :

1. Menggunakan rumus

$$\frac{P^2 \text{ rata - rata}}{PO^2} = \sum_{i=1}^n \frac{Pi^2}{PO^2} 10^{Li/10}$$

- P = tingkat suara (dB)
 PO = tekanan suara ambang dengar acuan (dBA)
 Li = tingkat bising terhitung dalam interval waktu ke-i

2. Menggunakan tabel

Tabel 2.3 Penambahan jumlah dB

Selisih (dB)	dB yang harus ditambahkan
0 atau 1	3
2 atau 3	2
4 atau 9	1
≥ 10	0

3. Penggunaan chart

- 1) Mengukur *total noise* baik sumber bunyi maupun *background noise*.
- 2) Mematikan mesin dan mengukur SPL *background noise*.
- 3) Mengukur selisih kedua pengukuran tersebut. Bila selisih <3 dB pengaruh *background noise* besar, bila selisih 3-10 dB perlu dikoreksi, bila >10 dB, tidak perlu dikoreksi.
- 4) Untuk koreksi, selisih kedua SPL masuk sumbu X dari titik tersebut ditarik garis vertikal ke atas hingga memotong kurva. Dari titik potong ditarik garis sejajar sumbu X hingga memotong sumbu Y, sehingga didapat angka koreksi.

2.1.9 Pengendalian Kebisingan

Pengendalian kebisingan di lingkungan kerja dapat dilakukan upaya-upaya sebagai berikut :

1. Survei dan analisis kebisingan
2. Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui kondisi lingkungan kerja apakah tingkat kebisingan telah melampaui NAB, bagaimana pola kebisingan di tempat kerja serta mengevaluasi keluhan yang dirasakan oleh pekerja.
3. Pengendalian Kebisingan

Setiap permasalahan kebisingan dibagi menjadi 3 aspek, yaitu sumber yang menghasilkan kebisingan (*source*), jalur dimana kebisingan tersebut memapar (*path*), penerima kebisingan yaitu telinga manusia (*receiver*). Untuk mengendalikan kebisingan, maka kita dapat mengendalikannya pada masing-masing aspek tersebut (Standard, 2002)

1. *Source*

Metode paling efektif untuk mengendalikan kebisingan adalah dengan mengurangi tingkat kebisingan pada sumbernya. Hal ini dapat dilakukan dengan memodifikasi desain atau struktur mesin dan peralatan kerja yang digunakan agar tidak menghasilkan kebisingan yang terlalu tinggi. Beberapa cara mengurangi kebisingan pada sumbernya :

1. Desain akustik
2. Mengurangi vibrasi
3. Mengubah struktur dengan yang menghasilkan kebisingan lebih rendah
4. Substitusi peralatan dengan yang menghasilkan kebisingan lebih rendah

2. *Noise path*

Pengendalian kebisingan pada sumbernya tidak selalu dapat mengurangi kebisingan seperti yang diharapkan, oleh karena itu harus melakukan pengendalian pada jalur pajanan kebisingan (*noise path*) yaitu:

1. Memberi pembatas (*shielding*) antara sumber bising dan pekerja
2. Menambah jarak antara sumber bising dan pekerja

3. Penggunaan bahan yang dapat mengabsorpsi suara pada dinding, atap dan lantai, khususnya untuk *reflected noise*

3. *Receiver*

Pengendalian kebisingan pada pekerja dapat dilakukan dengan cara:

1. Mengurung (*enclosure*) atau mengisolasi pekerja
2. Merotasi pekerja untuk mengurangi waktu pajanan
3. Menyesuaikan jadwal kerja
4. Memakai APT

Selain melakukan pengendalian pada *source*, *path* dan *receiver*, pengendalian kebisingan dapat juga dilakukan dengan cara eliminasi, substitusi, pengendalian teknis, administratif dan pemakaian APT.

- a. Eliminasi (*Elimination*)

Pengendalian bahaya dengan jalan menghilangkan bahan atau alat kerja atau cara kerja yang dapat menimbulkan bahaya baik terhadap kesehatan maupun keselamatan (Ramli, 2010).

Pengendalian dengan cara ini dapat dilakukan pada mesin atau peralatan yang menimbulkan bahaya kebisingan dengan intensitas tinggi sehingga akan mengganggu kenyamanan para pekerja dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi para pekerja.

Pengendalian kebisingan dengan cara mengeliminasi sumber suara ini dapat dilakukan dengan cara-cara antara lain :

- 1) Penggunaan tempat kerja atau pabrik baru
- 2) Pada tahap tender mesin-mesin yang akan digunakan harus mensyaratkan maksimum intensitas kebisingan yang akan dikeluarkan dari mesin baru
- 3) Pada tahap pembuatan pabrik dan pemasangan mesin, konstruksi bangunan harus dapat meredam serendah mungkin kebisingan (Sanda, 2008).

- b. Substitusi (*Substitution*)

Pengendalian ini dimaksudkan untuk menggantikan bahan-bahan dan peralatan yang lebih berbahaya dengan bahan-bahan dan peralatan yang kurang berbahaya atau yang lebih aman, sehingga pemaparannya selalu dalam

batas yang masih dapat diterima (Ramli, 2010). Dalam pengendalian bahaya kebisingan pengendalian dengan cara substitusi yang dapat dilakukan adalah dengan cara mengganti mesin atau peralatan yang menimbulkan intensitas bising yang tinggi dengan mesin atau peralatan yang intensitas bisingnya lebih rendah selama hal ini tidak mengganggu proses produksi.

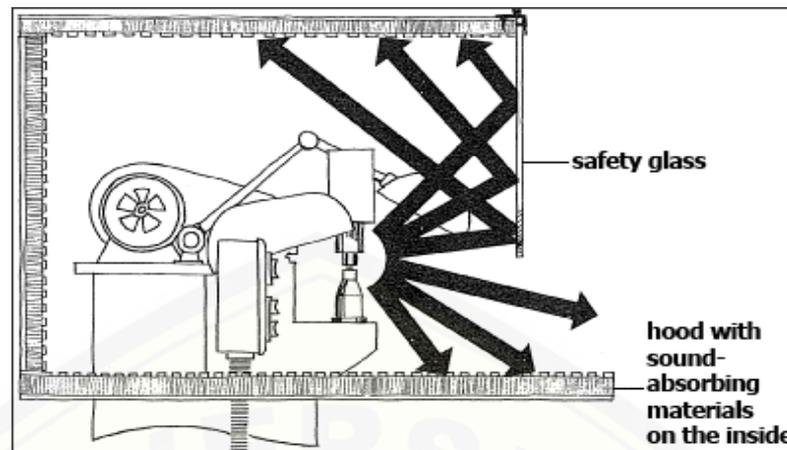
Seperti misalnya mengurangi bunyi yang dihasilkan akibat aliran gas dengan menggunakan saringan gas, mengurangi tekanan dan tubulensi gas, mengganti kipas pendorong yang kecil dan berkecepatan tinggi dengan yang lebih besar dan berkecepatan lebih rendah (Harrianto, 2010).

b. Pengendalian Teknis (*Engineering Control*)

Pengendalian teknik termasuk merubah struktur objek kerja untuk mencegah seseorang terpapar kepada potensi bahaya. Pengendalian teknis yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut (Soeripto, 2008) :

1. Menggunakan atau memasang pembatas atau tameng atau perisai yang dikombinasikan dengan akustik (peredam suara) yang dipasang di langit-langit. Kebisingan dengan frekuensi tinggi dapat dikurangi dengan menggunakan tameng/perisai. Perisai ini akan menjadi lebih efektif jika lebih tinggi dan lebih dekat dengan bunyi. Kegunaan tameng/perisai akan berkurang bila tidak dikombinasikan dengan peredam suara (akustik).
2. Menggunakan atau memasang *partial enclosure* sekeliling mesin sehingga bunyi frekuensi tinggi lebih mudah dipantulkan. Bunyi dengan frekuensi tinggi membentur suatu permukaan yang keras, maka akan dipantulkan seperti halnya cahaya dari sebuah cermin. Bunyi frekuensi tinggi tidak dapat merambat mengelilingi suatu sudut ruang dengan mudah.

Pengendalian kebisingan frekuensi tinggi bisa dilakukan dengan cara membuat tudung (tutup) isolasi mesin, sehingga kebisingan yang terjadi akan dipantulkan oleh kaca dan kemudian diserap oleh dinding peredam suara.



Gambar 2.1 pemasangan *partial enclosure* sekeliling mesin
(Sumber: [OSHA](#), 2010)

3. Menggunakan *complete enclosure*.

Kebisingan frekuensi rendah merambat ke semua sumber bunyi dan tempat terbuka. Kebisingan frekuensi rendah merambat pada tingkat tekanan suara yang sama kesegala arah dan akan merambat keseluruhan penjuru dan lubang. Perisai hanya mempunyai pengaruh kecil terhadap perambatan suara, kecuali jika perisainya besar. Dalam menggunakan *complete enclosure* maka mesin yang menimbulkan kebisingan dapat ditutup secara keseluruhan dengan menggunakan bahan/dinding peredam suara.

4. Memisahkan operator dalam *sound proof room* dari mesin yang bising (*remote control*).

Dengan otomatisasi mesin dan proses, penggunaan *remote control* (pengendali jarak jauh) dari ruangan terpisah menjadi disukai. Beberapa pengendalian termasuk :

- a. Mendirikan ruang pengendali dengan bahan yang memiliki TL (*transmission loss*) yang cukup.
- b. Menutup (*sealing*) dengan baik sekeliling pintu dan jendela.
- c. Membuat lubang ventilasi yang cukup dan AC dalam ruang kerja yang panas. Jika tidak, ada risiko pintu *sound proof room* dibuka untuk ventilasi, sehingga mengurangi efektivitas ruang dalam mengurangi intensitas kebisingan.

5. Mengganti bagian-bagian logam (yang menimbulkan intensitas bising tinggi) dengan *dynamic dampers*, karet atau plastik, *fiber glass* dan sebagainya.
6. Memasang *muffler* pada katup penghisap, pada cerobong dan sistem ventilasi.
7. Memperbaiki fondasi mesin, menjaga agar baut dan sambungan tidak ada yang goyang. Lapisan fondasi yang terpisah adalah cara terbaik untuk mengisolasi kebisingan. Cara yang baik untuk mengisolasi mesin-mesin berat dengan getaran frekuensi rendah alami adalah dengan menempatkan mesin pada fondasi beton langsung diatas tanah. Cara yang lebih efektif lagi adalah jika fondasi tersebut dipisah dari bangunan gedung dengan suatu sambungan. Jika tanah (dasar) mempunyai tanah liat, maka perlu dipasang tiang-tiang panca dibawah fondasi.
8. Pemeliharaan dan servis yang teratur.

Pada beberapa keadaan, bahaya kebisingan akan tercipta atau menjadi lebih buruk disebabkan kurangnya pemeliharaan atau perawatan. Komponen-komponen menjadi kendur, menimbulkan kebisingan disebabkan oleh pengoperasian yang tidak semestinya atau saling bergeser antar komponen. Kebisingan gerinda (suara gemertak) juga terjadi karena pelumas yang kurang. Sangatlah penting untuk memberikan pemeliharaan yang sebaik-baiknya terhadap peralatan/mesin.

(Roestam, 2004) mengemukakan beberapa cara lain yang dapat digunakan sebagai upaya pengendalian teknik, yaitu:

- a. Pemeliharaan mesin (*maintenance*) seperti mengganti, mengencangkan bagian mesin yang longgar, member pelumas secara teratur, dll.
- b. Mengurangi efek vibrasi dengan cara mengurangi tenaga mesin, kecepatan putaran atau isolasi termasuk substitusi mesin dan substitusi pada proses.
- c. Mengurangi transmisi bising yang dihasilkan benda padat dengan menggunakan lantai berpegas, menyerap siara pada dinding dan langit-langit.
- d. Mengurangi turbulensi udara dan mengurangi tekanan udara.

- e. Mengisolasi operator dengan membuat *sound-proof booth* atau mengisolasi operator ke ruang yang relative kedap suara.
- c. Pengendalian Administratif (*Administratif Control*)

Pengendalian administratif adalah setiap prosedur yang bertujuan untuk membatasi paparan bising melalui pengendalian rencana kerja. Pengendalian ini dapat dilakukan dengan cara:

- 1) Rotasi pekerjaan (*job rotation*), rotasi pekerjaan meliputi penggantian tugas yang dilakukan oleh pekerja sedemikian rupa sehingga mereka tidak terpapar bising yang berlebihan.
 - 2) Penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan.
 - 3) Pemantauan lingkungan kerja.
 - 4) Pemeriksaan kesehatan baik sebelum kerja, berkala maupun khusus.
- d. Alat Pelindung Diri

Cara terbaik untuk melindungi pekerja dari bahaya kebisingan adalah dengan pengendalian secara teknis pada sumber suara. Kenyataannya, bahwa pengendalian secara teknis ini tidak selalu dapat dilaksanakan. Sedangkan pengendalian secara administratif bisanya akan mengalami kesulitan. Oleh karena itu pemakaian alat pelindung diri merupakan cara terakhir yang harus dilakukan, apabila cara lain tidak mungkin atau sulit dilaksanakan. Alat pelindung diri yang baik digunakan untuk lingkungan kerja bising adalah alat pelindung telinga seperti misalnya *ear plug* dan *ear muff* (Soeripto,2008).

Menurut Permenakertrans No. PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri (APD), alat pelindung telinga adalah alat pelindung yang berfungsi untuk melindungi alat pendengaran terhadap kebisingan atau tekanan. Alat pelindung telinga dapat menurunkan kerasnya bising yang melalui hantaran udara sampai 40 dBA, tetapi pada umumnya tidak lebih dari 30 dBA.

Tingkat perlindungan yang diberikan oleh APT ditentukan oleh jenis APT yang digunakan, cara pemakaian, cara pemeliharaan dan lamanya alat tersebut dipakai. APT ini diperlukan apabila kebisingan melebihi NAB dan masih tidak

dapat direduksi dengan cara teknis, dengan maksud untuk mengurangi intensitas bising yang diterima oleh telinga. Adapun jenis alat pelindung telinga yaitu:

1) Sumbat Telinga (*Ear Plug*)

Sumbat telinga yang paling sederhana terbuat dari kapas yang dicelup dalam lilin sampai dengan bahan sintetis sedemikian rupa sehingga sesuai liang telinga pemakai. Sumbat telinga ini dapat menurunkan intensitas kebisingan sebesar 25-30 dBA (*decibel*). Sumbat telinga biasanya terbuat dari karet, plastik, neoprene, atau kapas yang dilapisi dengan lilin. Penggunaan kapas saja sebagai sumbat telinga tidak diperbolehkan karena tidak efektif (Anizar, 2009).



Gambar 2.2 *Ear Plug*
(Sumber : OSHA, 2010)

Namun dari pemakaian APT ini terdapat pula keuntungan serta kerugian dari *ear plug*, antara lain adalah:

a) Keuntungan:

- (1) Mudah dibawa karena ukurannya kecil
- (2) Relatif lebih nyaman dipakai di tempat kerja yang panas
- (3) Tidak membatasi gerak kepala
- (4) Harganya relatif murah
- (5) Dapat dipakai dengan efektif dan tidak dipengaruhi oleh pemakaian kacamata, tutup kepala dan anting-anting.

b) Kerugian:

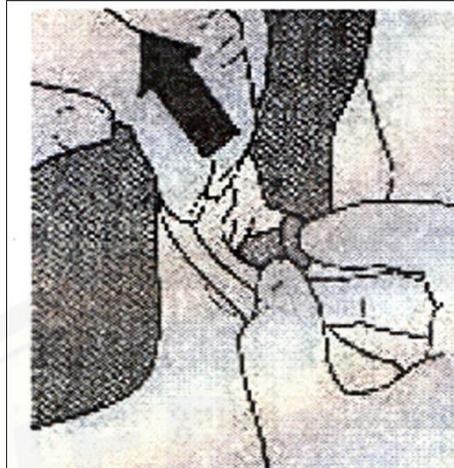
- (1) Untuk pemasangan yang tepat, *ear plug* memerlukan waktu yang lebih lama dari *ear muff*.

- (2) Tingkat proteksi yang diberikan oleh *ear plug* adalah lebih kecil dari *ear muff*.
- (3) Sulit dipantau oleh pengawas apabila tenaga kerja memakai *ear plug* atau tidak karena ukurannya yang kecil
- (4) *Ear plug* hanya dapat dipakai oleh tenaga kerja yang telinganya sehat
- (5) Bila tenaga kerja menggunakan tangan yang kotor pada saat memasang *ear plug*, maka hal ini kemungkinan dapat menyebabkan iritasi pada kulit saluran telinga

Secara prosedural sebenarnya cara menggunakan *ear plug* adalah hal yang sangat mudah, dan umumnya petunjuk penggunaannya juga digambarkan secara jelas pada kemasan alat tersebut.

Namun demikian masih banyak penggunaan alat ini yang mengabaikan prosedur tersebut sehingga, akibatnya alat ini sering dianggap tidak efektif. Berikut ini adalah prosedur operasional standar prosedur penggunaan untuk *ear plug* telinga kanan :

- a) Tangan kiri, melalui bagian belakang kepala. Menarik daun telinga kanan bagian atas. Tujuan dari langkah ini adalah untuk meluruskan kanal/rongga telinga, agar *ear plug* dapat diletakkan secara tepat.
- b) Tangan kanan memasukkan *ear plug* ke dalam telinga kanan
- c) Langkah yang serupa digunakan untuk memasukkan *ear plug* ke dalam kanal telinga kiri (Tambunan, 2007).



Gambar 2.3 Teknik penggunaan *ear plug*
(Sumber : Tambunan, 2007)

2) Tutup telinga (*ear muff*)

APT ini terdiri dari dua buah tutup telinga (*cup*) dan sebuah *head band*. Isi dari tutup telinga dapat berupa cairan (*liquid*) atau busa (*foam*) yang berfungsi untuk menyerap suara yang memiliki frekuensi tinggi. Pada pemakaian dalam waktu lama, efektifitas dari *ear muff* dapat menurun karena bantalan *ear muff* menjadi keras dan mengkerut sebagai akibat dari reaksi bantalan dengan minyak dan keringat yang terdapat pada permukaan kulit. Reaksi serupa dapat pula terjadi pada *ear plug* sehingga pada pemilihan *ear plug*, disarankan agar memilih alat pelindung ini yang berukuran agak besar (Soeripto, 2008).

Seluruh bagian telinga harus benar-benar tertutup oleh bagian pelindung alat ini. Pastikan tidak ada rambut yang masuk ke sela-sela bantalan pelindung. Secara teknis perbedaan penggunaan *ear plug* dan *ear muff* didasarkan pada tingkat frekuensi sumber kebisingan. *Ear muff* untuk tempat-tempat bising berfrekuensi tinggi (*high frequency*) seperti tempat pemotongan logam (*metal cutting*), pelabuhan udara, dan lain-lain. *Ear muff* kurang cocok digunakan di tempat-tempat bising berfrekuensi rendah (<400 Hz). Di tempat berfrekuensi rendah, *ear muff* umumnya akan beresonansi atau bergetar (Tambunan, 2005).



Gambar 2.4 *Ear muff*
(Sumber: OSHA, 2010)

Namun dari pemakaian APT ini terdapat pula keuntungan serta kerugian dari *ear muff*, antara lain adalah:

- a) Keuntungan penggunaan *ear muff* (Soeripto, 2008) :
 - (1) *Attenuation* umumnya maksimum
 - (2) *Performance* baik, lebih stabil untuk pemakaian lama
 - (3) Lebih mudah diterima oleh tenaga kerja pada stadium permulaan pelaksanaan program perlindungan pendengaran
 - (4) Dapat dipakai pada saat ada infeksi atau iritasi telinga
 - (5) Tidak mudah hilang, lupa atau salah menaruh
 - (6) Mudah memonitor pemakaiannya dari jauh
- b) Kerugian penggunaan *ear muff* adalah:
 - (1) Tidak nyaman dipakai di tempat kerja yang panas
 - (2) Efektifitas dari *ear muff* dapat dipengaruhi oleh pemakaian kacamata, tutup kepala, anting-anting dan rambut yang menutupi telinga
 - (3) Penyimpanannya relatif lebih sulit dari *ear plug*
 - (4) Dapat membatasi gerakan kepala bila digunakan di tempat kerja yang sempit atau sangat sempit
 - (5) Harganya relatif lebih mahal dari *ear plug*
 - (6) Pada pemakaian yang terlalu sering atau bila *headband* yang berpegas sering ditekuk oleh pemakainya, maka hal ini akan menyebabkan daya atenuasi suara dari *ear muff* menurun.

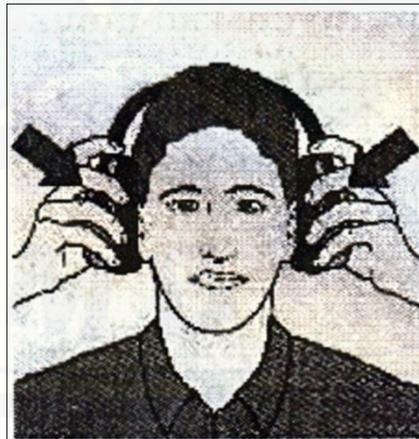
Prosedur penggunaan *ear muff* :

- (1) Pertama, pastikan ukuran penutup telinga (*ear cup*) *ear muff* dapat menutup seluruh telinga secara sempurna.
- (2) Tarik *headband* sedemikian rupa agar terbuka selebar mungkin



Gambar 2.5 Cara merentangkan *headband* pada *ear muff*
(Sumber : Tambunan, 2007)

- (3) Letakkan bagian tengah *headband* tepat diatas kepala
- (4) Atur masing-masing *ear cup* agar menutupi daun telinga secara sempurna
- (5) Tekan kedua *ear cup* (dengan menggunakan kedua tangan) ke arah *headband* hingga mendapatkan posisi yang paling nyaman.



Gambar 2.6 cara memakai *earcup*
(Sumber : Tambunan, 2007)

- (6) Pastikan tidak ada rambut atau benda apapun yang tersisip diantara *ear cup* dan daun telinga.
 - (7) Tekan sekali lagi *ear cup* (dengan menggunakan kedua tangan) ke arah kepala untuk mengurangi jumlah udara yang berada di antara *ear cup* dan telinga. (Tambunan, 2007).
- 3) Kombinasi dari *ear plug* dan *ear muff*
- Jika perlindungan maksimal terhadap kebisingan yang sangat tinggi maka kombinasi tersebut harus dilakukan, kedua alat pelindung telinga (*ear plug* dan *ear muff*) dapat dipakai pada waktu yang sama. Tingkat atenuasi yang diberikan oleh kombinasi kedua alat ini bukanlah merupakan penambahan dari masing-masing alat tersebut. Kombinasi dari kedua APT ini dapat berupa *helmet* atau *communication headset*.
- Pemilihan APT tergantung pada intensitas kebisingan dan frekuensi kebisingan (Soeripto, 2008) :
- a) Apabila suara dengan intensitas 100 sampai 110 dBA dan frekuensi tinggi sebaiknya menggunakan *ear muff*.
 - b) Apabila lebih dari 120 dBA sebaiknya menggunakan gabungan antara *ear muff* dan *ear plug*.

2.2 Karakteristik Individual Pekerja

Gangguan atau keluhan yang dirasakan pekerja yang terpapar bising dapat disebabkan oleh faktor berdasarkan karakteristik pekerja yang meliputi :

2.2.1 Usia

Usia merupakan salah satu faktor yang juga memiliki kontribusi untuk memunculkan gangguan non auditori pada pekerja. Usia termasuk faktor intrinsik yaitu faktor yang berasal dari dalam diri pekerja. Usia mampu memunculkan gangguan non auditori pekerja terkait dengan fungsi fisiologis tubuh pekerja. Semakin bertambah usia, fungsi fisiologis tubuh juga lambat laun mengalami penurunan. Penurunan tersebut juga terjadi pada indera pendengaran. Usia termasuk faktor yang tidak dapat diabaikan karena dapat mempengaruhi kekuatan

fisik dan psikis seseorang serta pada usia tertentu seseorang mengalami perubahan prestasi kerja.

Umur bukan merupakan faktor secara langsung yang mempengaruhi keluhan subyektif akibat kebisingan, tetapi pada usia diatas 40 tahun sangat rentan terhadap trauma dan orang yang berumur 40 tahun akan lebih mudah mengalami gangguan akibat bising.

Pengaruh umur terhadap terjadinya gangguan pendengaran terlihat pada umur 30 tahun. Umur kerja produktif pada pekerja menurut penelitian (Basharudin, 2002) berkisar antara 20-50 tahun.

Faktor usia merupakan salah satu faktor risiko yang berhubungan dengan terjadinya penurunan pendengaran, walaupun bukan merupakan faktor yang terkait langsung dengan kebisingan di tempat kerja. Beberapa perubahan yang terkait dengan penambahan usia dapat terjadi pada fungsi fisiologis organ tubuh seperti pada telinga bagian tengah dan dalam. Hal inilah yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan sensitivitas pendengaran seiring dengan bertambahnya usia seseorang. Selain itu tenaga kerja yang berusia <40 tahun paling berisiko terhadap gangguan yang berhubungan dengan gangguan psikologis seperti kebosanan kerja dan stres. (Rini, 2002)

Menurut (Sutirto, 2001) bahwa terdapat beberapa hal yang menyebabkan terjadinya penurunan pendengaran akibat bising yaitu besarnya pengaruh bising pada pekerja tergantung pada intensitas bunyi, frekuensi bunyi, jangka waktu terpapar bising, jumlah waktu kerja dalam setahun, sifat bising, serta tergantung pada kepekaan pekerja tersebut, seperti pernah mendapat pengobatan dengan obat ototoksik (misalnya streptomisin, kanamisin, garamisin). Demikian pula pada orang yang berumur >40 tahun (presbycusis) serta adanya penyakit telinga.

2.2.2 Masa kerja

Makin lama masa kerja seseorang di lingkungan kerja yang kebisingannya diatas NAB makin bahaya bagi sistem pendengarannya. Penurunan pendengaran pada pekerja yang terpajan bising biasanya terjadi setelah masa kerja 5 tahun atau lebih (apabila pekerja terpajan bising dengan intensitas yang sangat bising dengan

waktu pajanan melebihi standar yang diperbolehkan setiap harinya). Masa kerja merupakan faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan auditori maupun non auditori. Faktor masa kerja pun berkaitan dengan aspek durasi pajanan bising, maka kemungkinan orang tersebut untuk mengalami gangguan atau keluhan juga semakin besar. Semakin lama masa kerja seseorang didalam lingkungan kebisingan diatas NAB maka akan semakin berbahaya pula bagi fungsi auditori maupun non auditori.

Dalam penelitian (Yulianto, 2013) disebutkan, masa kerja berkaitan dengan gangguan psikologis karena masa kerja <20 tahun lebih rentan mengalami stres atau kebosanan kerja. Pada masa tersebut masih dipenuhi banyak harapan untuk jenjang karier, gaji dan kesejahteraan sehingga lebih mudah menimbulkan keluhan subyektif akibat lingkungan kerja.

2.2.3 Lama pajanan bising

Lama paparan berkaitan erat dengan masa kerja. Faktor masa kerja ini berkaitan dengan aspek durasi terhadap pajanan bising. Semakin lama durasi seseorang terpajan bising setiap tahunnya, maka semakin besar kerusakan yang terjadi pada fungsi pendengarannya termasuk risiko mengalami gangguan atau keluhan juga semakin besar. Kebanyakan seseorang yang terpajan pada kebisingan dengan pajanan yang lama yang mungkin intermitten atau terus menerus, transmisi energi tersebut jika cukup lama dan kuat akan merusak organ korti dan selanjutnya dapat mengakibatkan ketulian permanen. Selain itu juga kebisingan bisa direspon oleh otak yang merasakan pengalaman ini sebagai suatu ancaman stres yang kemudian berhubungan dengan pengeluaran hormon stres seperti epinephrine, norephinephrine, dan kortisol. Stres akan mempengaruhi sistem saraf yang juga mempengaruhi detak jantung serta perubahan tekanan darah dan tanda fisiologis lainnya.

Untuk menentukan bahaya tidaknya suatu kebisingan tidak sebatas hanya dengan mengetahui intensitasnya, namun durasi dari pajanan bising tersebut juga sangat penting. Untuk mempertimbangkan hal ini, time weighted average (TWA) dari pajanan bising juga ikut dipertimbangkan. Untuk kebisingan di tempat kerja,

TWA yang digunakan biasanya didasarkan pada waktu kerja 8 jam (European agency for safety and health at work, 2008a). Semakin lama pekerja terpajan bising, dosis kebisingan yang diterima pekerja akan semakin besar. Efek kebisingan yang dialami pekerja akan sebanding dengan lama pekerja terpajan kebisingan tersebut.

2.3 Potensi Bahaya Kebisingan di Area Turbin dan Boiler

PT. A memproduksi listrik yang berasal dari batu bara yang sesuai dengan kapasitas boiler yang menghasilkan 660 MW untuk menyediakan keperluan listrik Perusahaan Listrik Negara (PLN). Area kerja boiler dan turbin memiliki potensi bahaya kebisingan yang berasal dari peralatan maupun proses produksi. *Turbin room* dan *boiler house* adalah area sumber bahaya kebisingan yang utama. Kebisingan di area turbin berasal dari proses pergerakan rotor turbin dan generator serta aliran *steam* menuju turbin sedangkan kebisingan area boiler berasal dari pergerakan mesin *pulverizer* dalam proses penghancuran batu bara maupun proses aliran udara menuju boiler yang memanfaatkan gerakan mesin/peralatan *Fan*. Semua sumber kebisingan di area tersebut bersifat kontinyu/terus menerus selama 24 jam *normal operation*. Berdasarkan area sumber kebisingan berasal, maka pekerja yang beresiko untuk terpajan kebisingan adalah pekerja fungsi operasi dan produksi yaitu operator lokal produksi 1, 2, 3, dan 4, teknisi pada I&C, Harmes 1, dan Har Listrik di area turbin maupun boiler.

Kegiatan kerja rutin operator lokal turbin adalah mengecek, memantau peralatan yang sedang beroperasi dan memantau parameter-parameter peralatan dan melakukan *direct patrol/patrol check* di lokal area Turbin lantai 1, 2 dan 3 untuk melakukan tindakan lokal dalam hal memastikan peralatan seperti turbin, generator, CEP, BFPT, *Extraction, Condensate Pump, Vacuum Pump, Open and Close Cooling Water Pump* siap beroperasi normal dan sesuai dengan pemantauan dari *board operator* Turbin di CCR. Setelah *patrol check*, operator akan kembali ke area lokal masing-masing agar ketika ada peralatan yang abnormal, operator lokal bisa langsung menangani.

Dapat dikatakan bahwa operator lokal terpajan kebisingan mesin kerja setiap hari saat melakukan setiap aktifitas kerja rutinnya. Pengecekan dilakukan pada mesin-mesin produksi yang menimbulkan suara bising. Kegiatan kerja rutin operator lokal Boiler tidak berbeda dengan operator lokal Turbin yaitu melakukan pengecekan, pemantauan dan *direct patrol* untuk tindakan lokal dalam memastikan peralatan seperti *FD Fan*, *ID Fan* dan *PA Fan* serta *Coal Mill/Pulverizer* siap beroperasi normal dan sesuai dengan pemantauan dari *board operator* Boiler di CCR. Kegiatan rutin ini dilakukan operator lokal setiap hari selama 24 jam dengan sistem kerja *shift*. Apabila akan dilakukan kegiatan uji seperti kegiatan *performance test* atau *start up* maupun adanya kondisi abnormal pada mesin/peralatan operator dapat langsung mengidentifikasi dan dilakukan penanganan awal dan pengamanan mesin. Bila perlu adanya perbaikan atau membutuhkan tindakan perbaikan lebih lanjut, maka operator lokal Turbin ataupun Boiler akan mengkoordinasikan dengan bagian *board operator* di CCR untuk segera dilakukan persiapan dan pengamanan mesin dan meminta *service request emergency* atau *urgent* pada bagian Rendal Har. untuk dilanjutkan pada bagian teknisi maintenance Harmes 1, Har. Listrik, maupun I&C agar ditindaklanjuti (dilakukan tindakan seperti perbaikan dan pengecekan mesin).

Pekerja Fungsi teknisi *maintenance* adalah pekerja bagian Harmes 1, INC, dan Har Listrik. Kegiatan rutin yang dilakukan adalah *preventive* dan *corrective maintenance* (PM dan CM). Fungsi pencegahan/preventif sebagai upaya antisipasi gangguan mesin, salah satunya yaitu melakukan *daily check*/pengecekan dan perawatan harian di seluruh mesin-mesin operasi area turbin dan area boiler setiap hari. Kegiatan *corrective maintenance* berfungsi pada aktifitas perbaikan mesin apabila mesin di area turbin dan boiler mengalami kelainan ataupun kerusakan. Kegiatan *preventive maintenance* tersebut dilakukan setiap hari kerja *daytime* (5 hari dalam seminggu).

Dapat disimpulkan bahwa pekerja *maintenance* dan operator memiliki risiko tinggi terpajan kebisingan di area kerja Turbin dan Boiler. Beberapa mesin dan peralatan kerja di area Turbin yang rutin dilakukan pengecekan dan

pemantauan oleh operator lokal dan upaya preventif oleh pihak teknisi PM/preventive maintenance adalah *Turbin, generator, CEP, BFPT, Condensate Pump, Open Cooling Water and Close Cooling Water serta Vacuum Pump*. Mesin kerja yang rutin dilakukan pengecekan dan pemantauan oleh operator lokal dan upaya preventif oleh pihak teknisi *maintenance* di Boiler adalah *Coall mill, area FD fan, PA fan* dan *ID fan*.

Normal operation dan beban puncak merupakan salah satu kegiatan dalam proses operasi alur sistem pembangkitan listrik yang berpotensi bahaya kebisingan tinggi karena operasi tiap mesin berjalan secara bersamaan. Dalam menjalankan produksinya terdapat 3 siklus utama yang terjadi, antara lain:

1. Siklus Bahan Bakar

Siklus penyediaan bahan bakar berupa batubara (*coal*) dari tempat penampungan sementara (*stock pile*) lalu didistribusikan menuju silo (*coal bunker*), lalu ke *pulverizer*. *Supply* atau pasokan batubara pada silo dihaluskan dalam *pulverizer*. *Pulverizer* atau *mill* adalah alat yang digunakan untuk memecah dan menghancurkan bongkahan batubara menjadi tepung halus yang terdiri dari 3 buah *grinder* dan 1 *bowl* sehingga lebih mudah dalam proses pembakaran di *boiler*. Proses penghancuran ini menimbulkan suara bising yang cukup tinggi.



Gambar 2.7 Pulverizer atau mill

Dalam penggunaan *pulverizer* yang perlu diperhatikan adalah temperatur dari udara primer. Temperatur yang terlalu tinggi dapat menyebabkan batubara dari dalam pulverizer dan menyebabkan ledakan. Jika temperatur terlalu rendah, batubara tidak bisa kering benar dan sulit dihaluskan. Temperatur idealnya kira-

kira 650°C. Dalam *transport* batubara pada *pulverizer* dibantu oleh beberapa alat sebagai berikut :

a. *Silo* atau *Coal Bunker*

Wadah yang berbentuk kerucut raksasa yang digunakan untuk menampung batubara yang disalurkan dengan menggunakan sistem *conveyor* untuk dihaluskan terlebih dahulu pada *pulverizer*.



Gambar 2.8 *Silo* atau *Coal Bunker*

Kemudian didorong oleh angin menuju ruang *boiler* untuk proses pembakaran batubara untuk menghasilkan panas.

Dalam *pulverizer* ada 2 produk yang dihasilkan, antara lain :

1) Batubara kasar atau kerikil batubara

Batubara ukuran lebih dari 200 mesh masih belum efisien untuk dibakar dan lebih sulit untuk diterbangkan oleh *PA fan* sehingga akan tersaring untuk dihancurkan ulang sampai menjadi tepung.

2) Batubara halus atau tepung batubara

Batubara yang telah menjadi tepung akan diterbangkan oleh tenaga angin dengan bantuan alat *PA fan* untuk pembakaran di boiler.

2. Siklus Udara Pembakaran

Siklus udara yang berasal dari atmosfer yang nantiya akan dihisap dengan menggunakan kipas (*FD Fan*) yang berfungsi dalam proses pembakaran dengan bahan bakar solar (*fuel oil*) sebagai *starting up* pemanasan boiler untuk membakar batubara (*coal*). *PA Fan (Primary Air Fan)* adalah fan pembawa udara primer yang berasal dari kipas atau *fan* yang dihembuskan

menuju alat penggilingan atau *pulverizer* kemudian bersama-sama dengan serbuk batubara dialirkan ke *furnance boiler* untuk dibakar. Proses penghisapan dan pendorongan *Fan* tersebut menimbulkan suara bising yang terus-menerus.



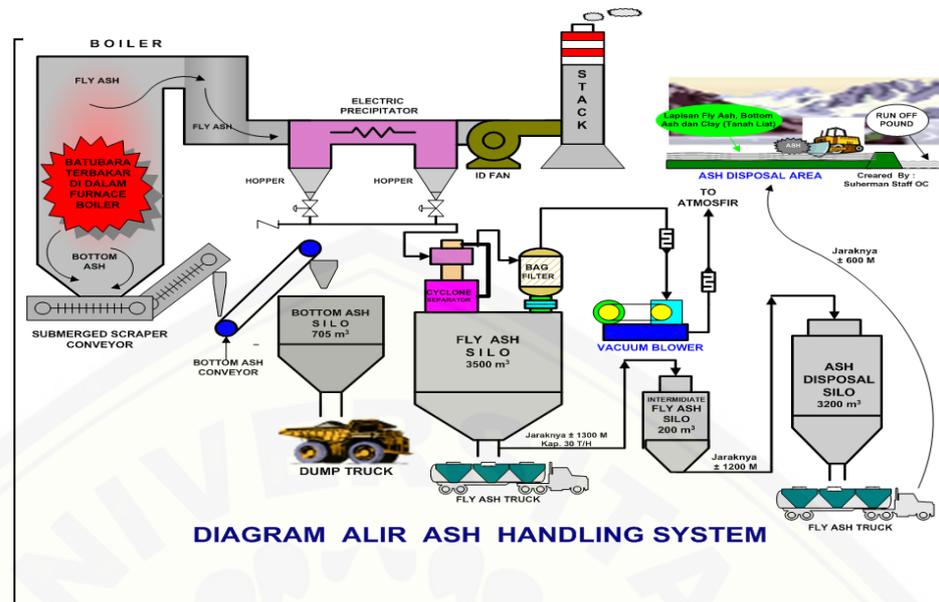
Gambar 2.9 Primary Air Fan (PA Fan)

Komponen yang mengawali perubahan dan pengaliran energi disebut *boiler*. Definisi *boiler* sendiri sebagai suatu komponen pada *power plant* adalah suatu bejana tertutup yang secara efisien mampu mengubah air menjadi *steam* dengan bantuan panas dari proses pembakaran batubara.



Gambar 2.10 Boiler

Boiler secara efisien dapat mengubah air dalam volume yang besar menjadi *steam* yang sangat panas. Suara bising boiler berasal dari pergerakan aliran steam maupun gerakan *fan*. Jenis *boiler* yang digunakan adalah *drum type boiler*, yang memungkinkan terjadinya sirkulasi sebagian air dalam *boiler* yang efisien dan aman sangat tergantung pada sirkulasi air yang konstan di beberapa komponen *steam circuit*, diantaranya *economizer*, *steam drum* dan *boiler water circulating pump*.



Gambar 2.11 Alur Ash Handling System

3. Siklus Air dan Uap

Konversi energi terjadi pada turbin *blades*, turbin mempunyai susunan *blade* bergerak berselang seling dengan *blade* tetap. *Steam* akan masuk ke turbin dan dialirkan langsung ke turbin *blades*, *blades* bergerak dan bekerja untuk mengubah energi thermal dalam *steam* menjadi energi mekanis berotasi, yang menyebabkan *rotor* turbin berputar, perputaran *rotor* ini akan menggerakkan generator dan akhirnya energi mekanik menjadi energi listrik.



Gambar 2.12 Turbin dan Generator

Berikut adalah penjelasan lebih lanjut terkait fungsi bagian-bagian dari turbin, antara lain:

a. *Nozel*

Berfungsi untuk merubah energi (pipa pancar) potensial menjadi energi kinetik dari *steam*.

b. *Blades*

Berfungsi untuk merubah tenaga kecepatan menjadi tenaga putar.

c. *Disck (Roda Turbin)*

Berfungsi untuk meneruskan tenaga putar turbin kepada pesawat yang digerakkan. Tenaga yang dihasilkan adalah tenaga mekanis steam. Jadi prinsip kerja turbin adalah tenaga potensial steam diubah menjadi tenaga kinetis pada nozel dan tenaga kinetis ini diubah menjadi tenaga putar pada blade, dengan melalui disck tenaga putar diubah menjadi tenaga mekanis pada poros. Pergerakan dari beberapa komponen turbin tersebut menimbulkan suara bising yang cukup tinggi.

Generator adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik dalam bentuk putaran poros menjadi energi listrik. Generator sinkron akan membangkitkan tegangan bolak-balik menurut prinsip dasar elektromagnetik. Ada dua struktur kumparan pada mesin sinkron yaitu kumparan medan pada rotor yang mengalirkan penguatan DC dan sebuah kumparan jangkar pada *stator* tempat dibangkitkannya GGL arus bolak-balik. Kumparan DC pada medan magnet yang berputar dihubungkan pada sumber listrik DC luar melalui *slipring* dan sikat arang. Generator merupakan jantung dari sebuah pusat pembangkit listrik. Generator membangkitkan listrik yang nantinya akan di *supply* pada sistem *transformator*.

2.4 Kerangka Teori



2.5 Kerangka Konsep



Berdasarkan kerangka konsep penelitian, kebisingan mengakibatkan 2 aspek efek yaitu gangguan indera pendengaran maupun gangguan non indera pendengaran. Efek yang diteliti dalam penelitian ini adalah efek pada non indera pendengaran yaitu keluhan subyektif *non auditory effect*.

Keluhan subyektif bersifat individual dan tergantung pada persepsi dan kerentanan individu/pekerja yang terpapar kebisingan di tempat kerja. Keluhan subyektif *non auditory*, selain disebabkan oleh faktor intensitas kebisingan juga dapat disebabkan oleh faktor karakteristik individu pekerja yang meliputi usia, masa kerja dan lamanya pajanan kebisingan per harinya di tempat kerja.

Pada penelitian ini, dilakukan analisis hubungan antara intensitas kebisingan dan karakteristik pekerja dengan keluhan subyektif *non auditory effect*. Variabel bebas/independen dalam penelitian ini adalah intensitas kebisingan dan karakteristik pekerja yaitu usia, masa kerja dan lama paparan bising. Variabel terikat/dependen dalam penelitian ini adalah keluhan subyektif *non auditory effect* yaitu gangguan komunikasi, gangguan fisiologi dan gangguan psikologi.

2.6 Hipotesis

Berdasarkan tujuan khusus penelitian, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah :

- a. Ada hubungan antara karakteristik pekerja yaitu usia, masa kerja dan lama paparan bising per hari dengan keluhan subyektif *non auditory effect* pada pekerja di area Turbin dan Boiler PT. A.
- b. Ada hubungan antara intensitas kebisingan dengan keluhan subyektif *non auditory effect* pada pekerja di area Turbin dan Boiler PT. A.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini bersifat observasional yaitu peneliti melakukan pengamatan langsung di area kerja Turbin dan Boiler yang diduga bising kemudian melakukan pengukuran intensitas kebisingan di lokasi tersebut. Menurut pendekatan waktu, penelitian ini adalah penelitian *cross sectional* karena pengumpulan data untuk variabel tingkat kebisingan dan karakteristik pekerja dengan variabel keluhan subyektif *non auditory effect* diamati dalam waktu bersamaan (*point time approach*). Di tinjau dari analisis datanya, merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode analitik observasional untuk mengetahui sejauh mana hubungan antara variabel tingkat kebisingan dan karakteristik pekerja dengan keluhan subyektif *non auditory effect*.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di area *Turbin Room* dan *Boiler House*. Peneliti memilih lokasi ini karena kebisingan di area tersebut berasal dari pengoperasian mesin-mesin. Kebisingan yang muncul dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi pekerja di area tersebut sehingga mengakibatkan pekerja mengalami gangguan pendengaran dan non indera pendengaran seperti gangguan komunikasi maupun gangguan non pendengaran lainnya.

3.2.2 Waktu Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dari penyusunan proposal, seminar proposal, pengumpulan data penelitian, hingga penulisan hasil penelitian akan dilaksanakan bulan Juni 2014 hingga Januari 2015.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1 Populasi Penelitian

Populasi adalah keseluruhan objek penelitian atau objek yang diteliti (Notoadmojo, 2010). Populasi penelitian ini adalah pekerja yang bekerja di area Turbin dan Boiler yang berjumlah 49 orang.

3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel merupakan sebagian populasi yang diteliti (Arikunto, 2010). Teknik pengambilan sampel yang digunakan yaitu *cluster random sampling*, dengan penentuan besar sampel sebagai berikut :

$$n = \frac{N Z^2_{1-\alpha/2} P(1-P)}{(N-1) d^2 + Z^2_{1-\alpha/2} P(1-P)}$$

$$n = \frac{49 (1,96)^2 0,64 (0,36)}{48 (0,05)^2 + (1,96)^2 0,64(0,36)}$$

$$n = \frac{43,27}{0,12 + 0,88}$$

$$n = \frac{43,27}{1,0032}$$

$$n = 43$$

Keterangan :

- N : besar populasi
 n : besar sampel minimum
 z : simpangan rata-rata distribusi normal standart pada derajat kepercayaan 95% yaitu sebesar 1,96 dan $\alpha = 0,005$
 p : harga proporsi varian yang dikehendaki 0,5
 q : $(1 - p) = (1 - 0,64) = 0,36$
 d : kesalahan *sampling* yang masih dapat ditoleransi sebesar 5%

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui besar sampel yang dapat mewakili populasi adalah 43 orang. Hakekatnya pengambilan sampel secara acak sederhana adalah setiap anggota unit dari populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk diseleksi sebagai sampel. Alokasi secara proporsional yaitu pengambilan sampel yang digunakan untuk menghindari pengambilan sampel yang terkonsentrasi pada salah satu bagian saja, tapi pada semua bagian dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Budiarto, 2003) :

$$nh = N \times \frac{N_h}{N}$$

Keterangan :

- nh : besarnya sampel untuk sub populasi
- Nh : total masing-masing sub populasi
- N : total populasi secara keseluruhan
- n : besar sampel

Berdasarkan rumus tersebut diperoleh sampel area Boiler dan Turbin sebagai berikut :

Tabel 3.1 Sampel masing-masing sub populasi

No.	Nama bagian	Nh	N	n	$\frac{Nh}{n}$ nh = N x n
1.	Area Turbin	26	49	43	23
2.	Area Boiler	23	49	43	20

Sumber : Data primer terolah 2015

3.3.3 Kriteria Eksklusi

a) Kriteria Eksklusi

Penentuan kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah :

- 1) Pekerja yang tidak melakukan pekerjaan rutin setiap hari di area Turbin dan Boiler.

3.4 Variabel dan Definisi Operasional

3.4.1 Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas (Notoadmojo, 2010). Variabel terikat penelitian ini adalah keluhan subyektif *non auditory effect*.

3.4.2 Variabel bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau sebab dari variabel terikat (Notoadmojo, 2010). Variabel bebas penelitian ini adalah tingkat kebisingan dan karakteristik individu pekerja meliputi usia, masa kerja dan lama paparan kebisingan per hari.

3.4.2 Definisi operasional

Definisi operasional merupakan uraian tentang batasan variabel yang dimaksud atau tentang apa yang diukur oleh variabel yang bersangkutan (Notoadmojo, 2010). Dengan definisi operasional yang tepat maka ruang lingkup atau pengertian variabel-variabel yang diteliti menjadi terbatas dan penelitian akan lebih terfokus. Definisi operasional dalam penelitian ini ditunjukkan pada tabel 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3.2 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data	Skala Data
Variabel Independen					
1.	Intensitas kebisingan	Kuat lemahnya bunyi di lingkungan kerja yang ditunjukkan dengan hasil pengukuran kebisingan menggunakan <i>Sound level meter</i> (SLM)	1. 1-140 dB (Permenakertrans. No. 13/MEN/X/2011)	Pengukuran menggunakan <i>Sound Level Meter</i>	Rasio
2.	Usia	Lama waktu hidup terhitung sejak dilahirkan sampai dilakukan penelitian menurut pengakuan responden	1. 15-24 tahun 2. 25-34 tahun 3. 35-44 tahun 4. 45-54 tahun 5. > 55 tahun (BPS, 2007)	Kuesioner	Ordinal
3.	Masa kerja	Lamanya pekerja bekerja terhitung mulai bekerja di tempat kerja yang bising sampai penelitian berlangsung	1. 1-2 tahun 2. 3-4 tahun 3. > 4 tahun	Kuesioner	Ordinal
4.	Lama paparan per hari	Waktu yang dihabiskan pekerja di tempat kerja yang bising dalam sehari dengan satuan jam/hari	1. 1-2 jam / hari 2. 3-4 jam / hari 3. 5-6 jam / hari 4. 7-8 jam / hari (Permenakertrans. No. 13/MEN/X/2011)	Kuesioner	Ordinal
5	Upaya	Berbagai upaya diantaranya eliminasi, substitusi,	1. Eliminasi 2. Substitusi	Observasi dan	Nominal

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data	Skala Data
	pengendalian kebisingan di PT.A	pengendalian teknik, pengendalian administratif dan APD yang dilakukan untuk mengurangi paparan intensitas kebisingan di tempat kerja agar tidak berdampak buruk terhadap pekerja yang sedang bekerja utamanya ditujukan pada sumber bising, lingkungan dan pekerja	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengganti mesin yang bising dengan yang lebih rendah bising/aman b. Mengganti suku cadang mesin 3. Pengendalian teknik <ul style="list-style-type: none"> a. Melakukan pengecekan, pemeliharaan dan <i>service</i> mesin rutin b. Memasang <i>barrier</i> pada mesin (penyekat mesin-pekerja) c. Memasang peredam suara di atap dinding dan sekitar mesin d. Pengaturan waktu operasi e. <i>Sound proof room</i> di area lokal 4. Penegndalian administratif <ul style="list-style-type: none"> a. Rotasi pekerjaan b. Diklat tentang pencegahan kebisingan c. Monitoring kebisingan lingkungan kerja d. Rikkes khusus kebisingan 5. Penggunaan APT <ul style="list-style-type: none"> a. Penyediaan APT 	wawancara	

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data	Skala Data
			b. Tenaga kerja menggunakan APT saat bekerja di area bising		

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data	Skala Data
6.	Variabel Dependen Keluhan subyektif <i>non auditory effect</i>	Keluhan atau gangguan (selain pada indera pendengaran) yang dirasakan oleh pekerja akibat keadaan lingkungan kerja yang bising. Dalam hal ini tidak dilakukan pemeriksaan pada pekerja melainkan hanya berupa pendapat subyektif masing-masing pekerja. Keluhan tersebut meliputi : a. Gangguan komunikasi adalah gangguan kejelasan suara akibat <i>masking effect</i> (bunyi yang menutupi pendengaran yang kurang jelas) kebisingan sehingga seseorang sulit menyampaikan informasi pada orang lain dan sulit menangkap informasi yang disampaikan oleh orang lain setelah bekerja sehingga seseorang harus : 1) Mengulang kalimat 2) Mengeraskan volume suara 3) Menggunakan isyarat 4) Membaca gerak bibir 5) Mendekatkan jarak komunikasi	Terdapat 8 pertanyaan untuk masing-masing keluhan subyektif <i>non auditory effect</i> . Kriteria penilaian : a. Tidak pernah : 3 b. Kadang-kadang : 2 c. Selalu : 1 a. Gangguan komunikasi 1. Ya (ada keluhan), apabila skor untuk pertanyaan ini (8-16) 2. Tidak (tidak ada keluhan), apabila skor untuk pertanyaan ini (17-24) b. Gangguan fisiologi 1. Ya (ada keluhan), apabila skor untuk pertanyaan ini (8-16) 2. Tidak (tidak ada keluhan), apabila skor untuk pertanyaan ini (17-24) c. Gangguan psikologi	Kuesioner Total Terdapat 24 pertanyaan tentang keluhan subyektif meliputi gangguan komunikasi, gangguan fisiologi, dan gangguan psikologi, dengan kriteria penilaian: 1. Keluhan berat, bila skor total penilaian (24-39) 2. Keluhan sedang, bila skor total penilaian (40-55) 3. Keluhan ringan, bila skor total penilaian (56-72)	Ordinal

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data	Skala Data
		<p>b. Gangguan fisiologis adalah gangguan yang disebabkan oleh perubahan keseimbangan hormon sehingga berdampak pada perubahan fungsional organ maupun kondisi kesehatan/faal tubuh pekerja. Rincian gejala :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Pusing mual dan vertigo 2) Susah tidur 3) Mudah lelah 4) Gangguan pernafasan 5) Gangguan keseimbangan elektrolit tubuh <p>c. Gangguan psikologis adalah gangguan akibat kebisingan yang mempengaruhi kondisi stabilitas mental dan menimbulkan reaksi psikologik. Rincian gejala :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Perasaan tidak nyaman 2) Kurang konsentrasi 3) Sering bingung 4) Mudah marah 5) Mudah bosan 6) Mudah curiga 7) Sulit berkonsentrasi 8) Mudah jengkel dan tersinggung 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ya (ada keluhan), apabila skor untuk pertanyaan ini (8-16) 2. Tidak (tidak ada keluhan), apabila skor untuk pertanyaan ini (17-24) 		

3.5 Sumber, Teknik, dan Instrumen Pengumpulan Data

3.5.1 Sumber data

Data adalah bahan keterangan tentang sesuatu objek penelitian yang diperoleh di lokasi penelitian (Bungin, 2010). Ada 2 jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini :

3.5.1.1 Data Primer

Data primer adalah data yang langsung diperoleh dari sumber data pertama di lokasi penelitian atau objek penelitian (Bungin, 2005). Data primer penelitian ini diperoleh dari hasil wawancara, kuesioner, observasi dan pengukuran. Data primer yang diambil berupa data karakteristik responden yaitu usia, masa kerja dan lama pajanan per hari, data keluhan subyektif *non auditory effect*, dan pengukuran intensitas kebisingan.

3.5.1.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber kedua / sumber-sumber sekunder dari data yang dibutuhkan (Bungin, 2005). Data sekunder penelitian ini adalah profil umum perusahaan, jumlah dan daftar nama pekerja di area Turbin dan Boiler, data alur produksi, data P2K3 dan data *job description* pekerja di area Turbin dan Boiler.

3.5.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data penelitian ini adalah :

a. Wawancara

Wawancara adalah suatu metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dimana peneliti mendapatkan keterangan atau pendirian secara lisan dari seorang responden atau bercakap-cakap berhadapan muka dengan orang tersebut (*face to face*). Jenis wawancara yang digunakan adalah wawancara terpimpin (*structured interview*), wawancara ini dilakukan berdasarkan pedoman-pedoman berupa pertanyaan-pertanyaan tertulis yang dipersiapkan sebelumnya (Notoatmodjo, 2010). Dalam penelitian ini, wawancara dilakukan dengan menggunakan kuesioner. Wawancara kepada staf senior LK3 dilakukan untuk mendapatkan data primer tentang metode pengendalian kebisingan di PT. A.

b. Observasi

Observasi adalah suatu prosedur berencana meliputi kegiatan melihat, mendengar, dan mencatat sejumlah dan taraf aktifitas tertentu yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti (Notoadmojo, 2010). Teknik observasi digunakan untuk memperoleh data yang mendukung penelitian dengan mengamati kondisi pekerja dan kondisi tempat kerja (area Turbin dan Boiler), mengetahui upaya pengendalian bising yang sudah di terapkan di PT.A, dan mengukur intensitas kebisingan.

c. Dokumentasi

Metode dokumentasi adalah mencari data mengenai hal-hal atau variabel berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, notulen rapat, agenda dan lain sebagainya (Arikunto, 2010). Dokumentasi dalam penelitian ini digunakan untuk memperoleh data awal sebagai latar belakang penelitian.

3.5.3 Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data adalah alat bantu yang digunakan peneliti untuk membantu peneliti memperoleh data yang dibutuhkan (Arikunto, 2010). Instrumen yang digunakan adalah lembar kuesioner untuk mengetahui karakteristik responden dan keluhan subyektif *non auditory* dan *sound level meter* beserta *form* hasil pengukuran untuk mengukur intensitas kebisingan.

3.5.3.1 Kuesioner

Kuesioner adalah metode pengumpulan data dengan menanyakan langsung kepada responden penelitian. Metode ini dilakukan dengan mengisi lembar kuesioner. Kuesioner ini digunakan untuk mendapatkan data tentang karakteristik responden meliputi usia, masa kerja dan pajajan bising per hari dan keluhan subyektif (*non auditory*) akibat kebisingan. Lembar observasi merupakan alat bantu dalam pelaksanaan.

3.5.3.2 Pengukuran Intensitas Kebisingan

Pengukuran intensitas kebisingan dilakukan untuk mengetahui tingkat kebisingan di tempat kerja (area Turbin dan Boiler). Intensitas kebisingan di tempat kerja kemudian dibandingkan dengan nilai ambang batas kebisingan menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Nomor PER. 13/MEN/X/2011 tentang nilai faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja. Berikut cara pengukuran kebisingan :

1. Memeriksa *battery* kemudian menekan tombol *power* selanjutnya memeriksa garis tanda pada monitor untuk memastikan *battery* dalam kondisi baik
2. Mengkalibrasi alat dengan kalibrator sehingga angka pada monitor sesuai dengan angka kalibrator
3. Menentukan *weighting network* (A - *Weighting Network*)
4. Pengukuran dilakukan dengan memperkirakan posisi telinga pekerja (1,2-1,5 meter diatas lantai)
5. Pada saat melakukan pengukuran SLM dipegang pada jarak sepanjang ukuran lengan (*arm lenght*) dari sumber bising
6. Pemilihan respon meter yang tepat *fast* atau *slow*. *Fast* untuk jenis kebisingan kontinyu dan *slow* untuk kebisingan impulsif/terputus-putus.
7. SLM didekatkan pada sumber bising/lokasi pekerja berada selama ± 10 menit, kemudian lihat dan catat hasilnya dalam lembar observasi atau *form* pengukuran kebisingan selanjutnya hitung tingkat kebisingannya

Pengukuran kebisingan dilakukan dengan menggunakan *sound level meter* bermerk Krisbow *type* KW06-291. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan pengukuran titik karena kebisingan diduga ada di beberapa lokasi. Pengukuran ini dilakukan dengan jarak 3 meter dengan ketinggian 1 meter di atas permukaan lantai di tiap titik pengukuran. Pengukuran dilakukan di area Turbin dan Boiler terutama didekat mesin-mesin yang diduga bising dan titik-titik lokasi kerja para pekerja, hal ini dilakukan juga untuk mengetahui nilai rata-rata intensitas kebisingan di area Turbin dan Boiler.

3.6 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

3.6.1 Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan kegiatan lanjutan setelah pengumpulan data dilaksanakan. Pada penelitian kuantitatif, pengolahan data secara umum dilaksanakan melalui tahap memeriksa (*editing*), proses pemberian identitas (*coding*), dan proses pembeberan (*tabulating*) (Bungin, 2010)

a. *Editing*

Editing adalah kegiatan yang dilakukan setelah peneliti selesai menghimpun data di lapangan (Bungin, 2010). *Editing* dilakukan terhadap fakta yang diperoleh melalui hasil wawancara yang berpedoman pada kuesioner. Data yang sudah terkumpul perlu dibaca sekali lagi apabila terdapat hal-hal yang salah dan masih meragukan, misalnya melihat lengkap tidaknya jawaban yang diberikan responden, kejelasan makna dan jawaban, dan kesesuaian antara jawaban yang satu dengan yang lain. Hal ini dilakukan untuk memperbaiki kualitas data dan menghilangkan keraguan data.

b. *Scoring*

Scoring merupakan langkah selanjutnya setelah responden memberikan jawaban atas pertanyaan yang terdapat dalam kuesioner (Bungin, 2010). Kegiatan ini dilakukan untuk memberikan skor atau nilai dari jawaban dengan nilai tertinggi sampai nilai terendah dari hasil wawancara yang diajukan kepada responden.

c. *Coding*

Setelah tahap *editing* selesai dilakukan, kegiatan berikutnya adalah mengubah data berbentuk kalimat atau huruf menjadi data angka atau bilangan atau juga bisa disebut dengan *coding* (Notoadmojo, 2010). Peneliti memberikan kode untuk setiap hasil ukur penelitiannya per variabel, diantaranya :

1) Intensitas kebisingan

Untuk variabel intensitas kebisingan, diberi kode 1 untuk jawaban 1-140 dB

2) Karakteristik pekerja

- a) Usia, untuk usia pekerja dikelompokkan, yaitu kode 1 untuk usia 15-24 tahun, kode 2 untuk usia 25-34 tahun, kode 3 untuk usia 35-44 tahun, kode 4 untuk usia 45-54 tahun, dan kode 5 untuk usia ≥ 55 tahun.
 - b) Masa kerja, diberi kode 1 untuk masa kerja responden 1-2 tahun, kode 2 jika masa kerja responden 3-4 tahun, kode 3 jika masa kerja responden >4 tahun.
 - c) Lama pajanan per hari, diberikan kode 1 untuk lama pajanan per hari 1-2 jam/hari, kode 2 untuk 3-4 jam per hari, kode 3 untuk 5-6 jam per hari, kode 4 untuk 7-8 jam per hari.
- 3) Keluhan subyektif *non auditory effect*.
Untuk variabel keluhan subyektif responden dikelompokkan, yaitu kode 1 untuk kategori keluhan berat, kode 2 untuk keluhan sedang dan kode 3 untuk keluhan ringan.

d. *Tabulating*

Tabulating merupakan bagian akhir dari pengolahan data. Maksud dari tabulasi adalah membuat tabel-tabel data sesuai dengan tujuan penelitian yang diinginkan oleh peneliti (Notoadmojo, 2010).

3.6.2 Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, analisis data dilakukan dengan 2 cara, yaitu :

a. Analisis Univariat (Analisis Deskriptif)

Analisis univariat bertujuan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan karakteristik setiap variabel penelitian (Notoadmojo, 2010). Dalam penelitian ini variabel yang akan dianalisis secara deskriptif adalah variabel bebas/independen yaitu karakteristik pekerja meliputi usia, masa kerja, dan lamanya pajanan per hari, intensitas kebisingan dan upaya pengendalian kebisingan di PT. A.

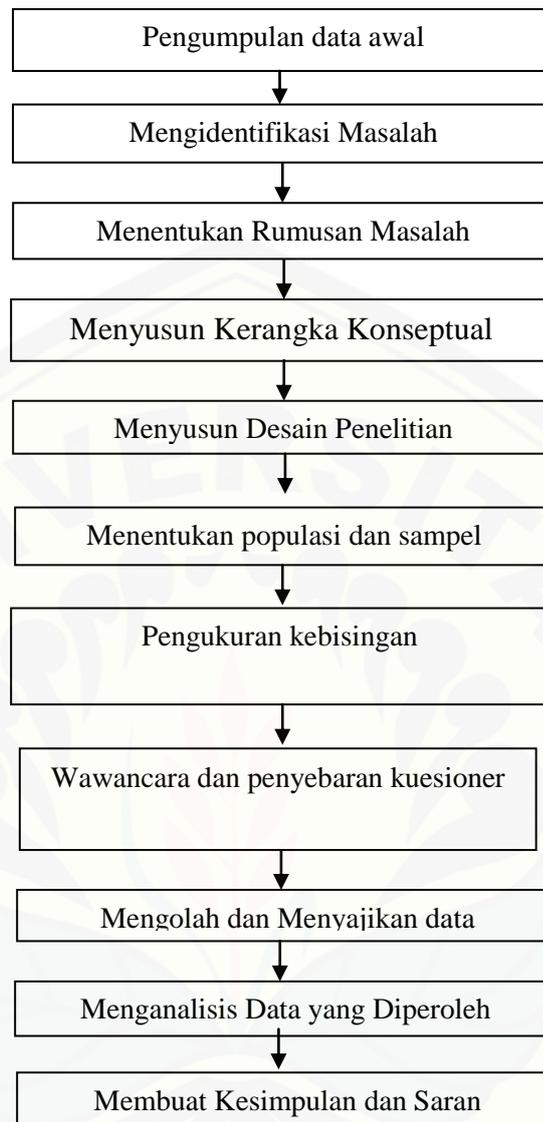
b. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan terhadap dua variabel yang diduga berhubungan atau berkorelasi (Notoadmojo, 2010). Variabel yang dianalisis dalam penelitian ini :

1. Hubungan karakteristik pekerja dengan keluhan subyektif *non auditory effect* menggunakan analisis data *Pearson* atau *Spearman* (disesuaikan hasil distribusi normal)
2. Hubungan intensitas kebisingan dengan keluhan subyektif *non auditory effect* menggunakan analisis data *Pearson* atau *Spearman* (disesuaikan hasil distribusi normal)

Uji statistik penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software* program SPSS *Version 11.5*. Besarnya alfa (α) ditentukan 0,05 ($\alpha = 5\%$) dan interval kepercayaan (CI = 95%). Dengan derajat kepercayaan 95%, dapat diperoleh asumsi kriteria hipotesis nol ditolak, jika p value $\leq 0,05$ maka dapat disimpulkan ada perbedaan atau ada hubungan yang bermakna secara statistik. Kriteria hipotesis nol diterima, jika p value $> 0,05$ maka dapat disimpulkan tidak ada perbedaan atau tidak ada hubungan yang bermakna secara statistik.

3.7 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian