



**HUBUNGAN ANTARA INTENSITAS KEBISINGAN DENGAN
KELUHAN *NON AUDITORY EFFECT* DI AREA TURBIN DAN BOILER
PEMBANGKIT**

SKRIPSI

Oleh

**Ike Agustin Rachmawati
NIM 1021101010**

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



**HUBUNGAN ANTARA INTENSITAS KEBISINGAN DENGAN
KELUHAN *NON AUDITORY EFFECT* DI AREA TURBIN DAN BOILER
PEMBANGKIT**

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. Almamater 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 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 Antara Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan Non Auditory Effect di Area Turbin dan Boiler Pembangkit*" 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, Mei 2015
Yang menyatakan,

(Ike Agustin Rachmawati)
NIM. 102110101010

SKRIPSI

**HUBUNGAN ANTARA INTENSITAS KEBISINGAN DENGAN
KELUHAN *NON AUDITORY EFFECT* DI AREA TURBIN DAN BOILER
PEMBANGKIT**

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 Antara Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan Non Auditory Effect Di Area Turbin Dan Boiler Pembangkit* 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 Trirahayu N., S.KM., M.Kes
NIP 19850515 201012 2 003

Anggota,

Sarjono, S.T
Staf Senior LK3

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Jember

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

RINGKASAN

Hubungan Antara Intensitas Kebisingan dengan Keluhan *Non Auditory Effect* Di Area Turbin dan Boiler Pembangkit; Ike Agustin Rachmawati; 102110101010; 2015; 105 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*) fisik yang umumnya di jumpai di hampir seluruh kegiatan industrialisasi. 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*.

Kegiatan produksi di Pembangkit banyak menggunakan mesin-mesin yang menimbulkan suara bising sehingga menyebabkan beberapa tenaga kerja mengalami berbagai gangguan diantaranya gangguan fisiologis, gangguan psikologis, 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 sulit berkonsentrasi dan perasaan mudah emosi. Rata-rata intensitas kebisingan di area Turbin dan area Boiler >85 dBA.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara intensitas kebisingan dengan keluhan *non auditory effect* pada tenaga kerja di area Turbin dan Boiler Pembangkit. Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan rancangan *cross sectional*. Sampel penelitian 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 *non auditory effect* sedangkan variabel usia ($p=0,655$) dan lama paparan bising per hari ($p=0,535$) tidak memiliki hubungan dengan keluhan *non auditory effect*.

Berdasarkan hasil penelitian ini, diharapkan perusahaan semakin 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. seperti upaya preventif yaitu melaksanakan *training* awal terkait kebisingan untuk pekerja area turbin dan boiler yang baru.

Pengendalian secara teknis salah satunya adalah memodifikasi desain peredam suara, yaitu pengontrolan suara pada jalur penghubung antara sumber bising dan pekerja dengan penggunaan bahan bersifat menyerap suara seperti karet elastis atau bahan logam. *Upgrade* pengetahuan khusus kebisingan dengan memberikan materi diskusi bersama mengenai kebisingan tiap *meeting* harian di masing-masing unit kerja, Pendidikan dan pelatihan khusus terkait penggunaan APT diantaranya fungsi, manfaat, cara pakai dan cara perawatan alat pelindung telinga (APT) sehingga dapat memicu sikap positif dan konsisten tenaga kerja untuk selalu menggunakan APT di area kerja bising sehingga efek-efek negatif *auditory* maupun *non auditory* dari paparan bising dapat di minimalisir.

SUMMARY

The Correlation between Noise Intensity with Symptoms of Non Auditory Noise Effect at Turbin and Boiler Area of Power Plant);Ike Agustin Rachmawati; 102110101010; 2015;105 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 Power Plant that use machines which caused high intensity noise made 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 loudly and need to closer with their partners. It also causes some psychology problems like feel so emotional and hard to get concentration. The average of noise intensity in Turbin area and Boiler area were $>85\text{dBA}$.

The aim of this research was to know correlation between noise intensity with symptoms of non auditory effect at turbin and boiler area of Power Plant. 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 more gift priority in safety and health to labors to increasing noise control program and other efforts could be applied such as preventive effort like doing early training about noise for new labor at Turbin and Boiler area.

One of engineering control way that can applied was modified the noise absorber design. It was a noise control method in an acoustic transmission path between noise source and receiver with using noise absorber material characteristic like elastic rubber or metal substance. A special skill and knowledge upgrade about noise could given with an integrated collective discussion in every daily meeting on each work units. Special training and education about Ear Protection Equipment (EPE) could applied such as functions, benefits, way to use, way to care, so it could support positive attitude and consistency to labor to always used EPE in every noisy work area then negative effects from noise exposure could be minimized.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Hubungan Antara Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan Non Auditory Effect di Area Turbin dan Boiler Pembangkit*".

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. Bapak Drs. Husni Abdul Gani, M.S., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
2. Bapak dr. Pudjo Wahjudi, M.S selaku ketua penguji sidang skripsi.
3. Ibu Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM, MKes selaku sekretaris penguji sidang skripsi.
4. Bapak Sarjono, S.T selaku penguji tamu yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membagi ilmu, memberikan informasi dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes dan Ibu Reny Indrayani, S.KM., MKKK selaku Dosen Peminatan K3.
6. Kedua orang tua tercinta Mama Sri Utami dan Papa M. Hartono Ghufrion terimakasih atas do'a, dukungan, dan pengorbanan Papa dan Mama hingga saya bisa mencapai gelar sarjana.
7. Adik saya Anis Rifdi Wahyudi dan seluruh keluarga besar, 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	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
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	26
2.2 Faktor Individu Pekerja.....	37
2.2.1 Usia	37
2.2.2 Masa Kerja.....	38
2.2.3 Lama Paparan Bising	39
2.3 Potensi Bahaya Kebisingan di Area Turbin Dan Boiler	39
2.4 Kerangka Teori.....	46
2.5 Kerangka Konsep.....	47
2.6 Hipotesis Penelitian.....	48
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	49
3.1 Jenis Penelitian.....	49
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	49
3.2.1 Tempat Penelitian	49
3.2.2 Waktu Penelitian.....	49
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	50
3.3.1 Populasi Penelitian.....	50
3.3.2 Sampel Penelitian	50
3.3.3 Kriteria Eksklusi	51
3.4 Variabel dan Definisi Operasional	51
3.4.1 Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>)	51
3.4.2 Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>)	51
3.4.3 Definisi Operasional.....	52
3.5 Sumber, Teknik, dan Instrumen Pengumpulan Data	55
3.5.1 Sumber Data.....	55
3.5.1.1 Data Primer	56
3.5.1.2 Data Sekunder	56
3.5.2 Teknik Pengumpulan Data	56
3.5.3 Instrumen Pengumpulan Data	57
3.5.3.1 Kuesioner	57
3.5.3.2 Pengukuran Intensitas Kebisingan	57
3.6 Teknik Pengolahan dan Analisis Data	58

3.6.1 Teknik Pengolahan Data.....	58
3.6.2 Teknik Analisis Data	60
3.7 Alur Penelitian.....	61
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	62
4.1 Hasil Penelitian.....	62
4.1.1 Intensitas Kebisingan	62
4.1.2 Faktor Individu Pekerja	68
4.1.2.1 Usia.....	68
4.1.2.2 Masa Kerja.....	70
4.1.2.3 Lama Paparan Bising Per Hari	71
4.1.3 Keluhan <i>Non Auditory Effect</i> Pada Tenaga Kerja Area Turbin dan Boiler Pembangkit.....	73
4.1.3.1 Gangguan Komunikasi	73
4.1.3.2 Gangguan Fisiologis	76
4.1.3.3 Gangguan Psikologis	77
4.1.4 Upaya Pengendalian Kebisingan di Area Turbin dan Boiler Pembangkit.....	80
4.2 Pembahasan.....	87
4.2.1 Hubungan Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan <i>Non Auditory Effect</i>	88
4.2.2 Hubungan Faktor Individu Pekerja Dengan Keluhan <i>Non Auditory Effect</i>	91
BAB 5. Kesimpulan dan Saran	98
5.1 Kesimpulan	98
5.2 Saran	98
Daftar Pustaka	101
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	25
Tabel 3.1 Sampel Masing-Masing Sub Populasi.....	51
Tabel 3.2 Definisi Operasional.....	52
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Intensitas Kebisingan di Area Turbin Dan Boiler Pembangkit	62
Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi Intensitas Kebisingan Pada Tenaga Kerja Area Turbin dan Boiler Pembangkit	65
Tabel 4.3 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Usia	68
Tabel 4.4 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Masa Kerja	70
Tabel 4.5 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Lama Paparan Bising Per Hari	71
Tabel 4.6 Distribusi Responden Berdasarkan Gangguan Komunikasi Pada Tenaga Kerja Area Turbin Dan Boiler Pembangkit	74
Tabel 4.7 Distribusi Responden Berdasarkan Gangguan Fisiologis Pada Tenaga Kerja Area Turbin Dan Boiler Pembangkit	76
Tabel 4.8 Distribusi Responden Berdasarkan Gangguan Psikologis Pada Tenaga Kerja Area Turbin Dan Boiler Pembangkit	77
Tabel 4.9 Distribusi Frekuensi Keluhan <i>Non Auditory Effect</i> Kebisingan Pada Tenaga Kerja Area Turbin Dan Boiler Pembangkit.....	78
Tabel 4.10 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Hubungan Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan <i>Non Auditory Effect</i>	88
Tabel 4.11 Distribusi Responden Berdasarkan Hubungan Usia Dengan Keluhan <i>Non Auditory Effect</i>	91

Tabel 4.12 Distribusi Responden Berdasarkan Hubungan Masa Kerja Dengan Keluhan <i>Non Auditory Effect</i>	93
Tabel 4.13 Distribusi Responden Berdasarkan Hubungan Lama Paparan Per Hari Dengan Keluhan Subyektif <i>Non Auditory Effect</i>	95

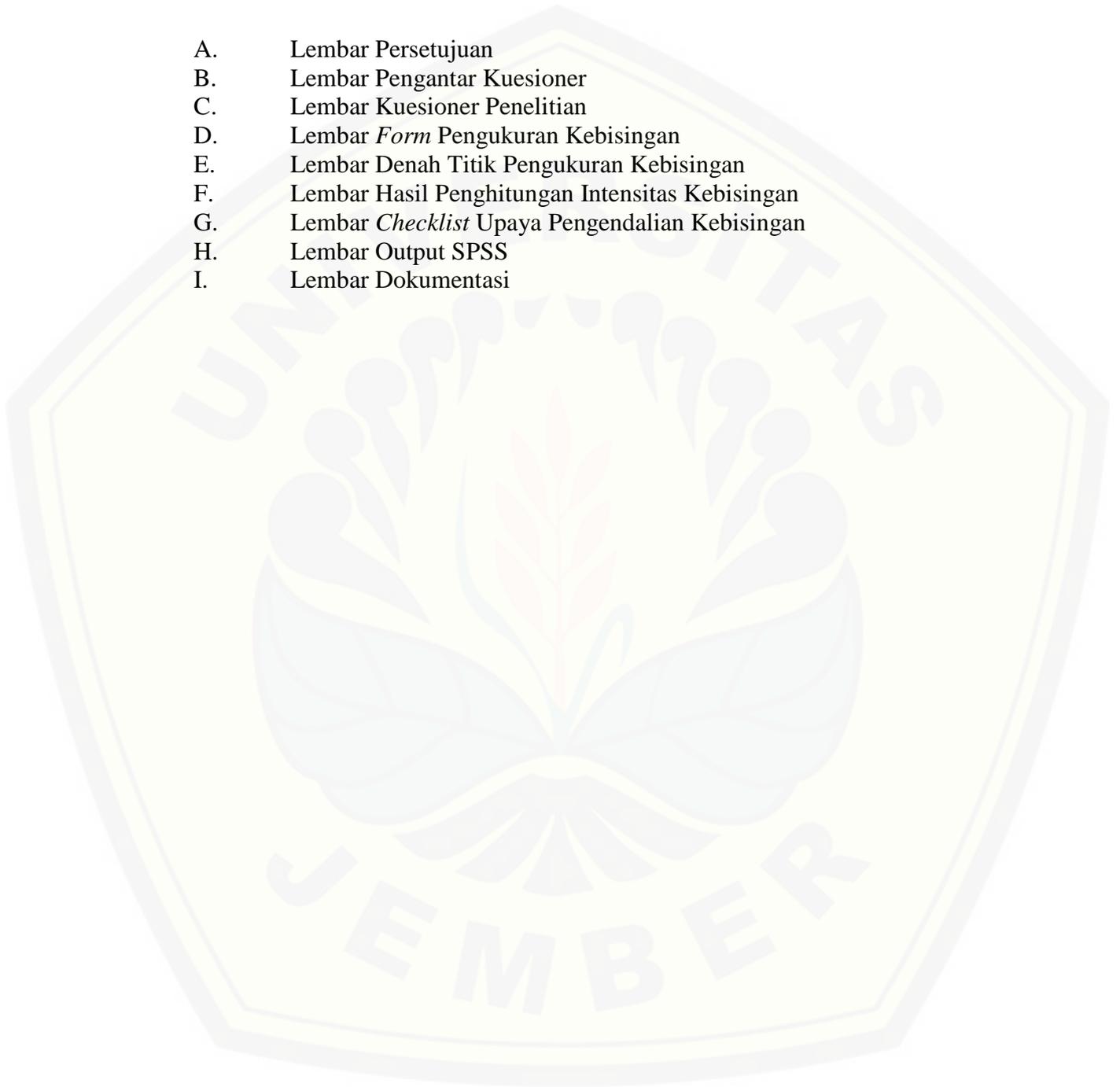


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pemasangan <i>Partial Enclosure</i> di Sekeliling Mesin.....	29
Gambar 2.2 <i>Ear Plug</i>	32
Gambar 2.3 Teknik Penggunaan <i>Ear Plug</i>	34
Gambar 2.4 <i>Ear Muff</i>	35
Gambar 2.5 Cara Merentangkan <i>Headband</i> Pada <i>Ear Muff</i>	36
Gambar 2.6 Cara Memakai <i>Earcup</i>	36
Gambar 2.7 <i>Pulverizer/Mill</i>	42
Gambar 2.8 <i>Silo/Coal Bunker</i>	42
Gambar 2.9 <i>Primary Air (PA) Fan</i>	43
Gambar 2.10 <i>Boiler</i>	44
Gambar 2.11 Turbin dan Generator	44
Gambar 2.12 Kerangka Teori.....	46
Gambar 2.13 Kerangka Konsep Penelitian	47
Gambar 3.1 Alur Penelitian	61

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
- 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 bising 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 fisiologis dan gangguan psikologis. 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) juga telah 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* ($\rho=0,012$).

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.

Setiap Pembangkit memiliki area produksi utama yaitu area Turbin dan Boiler. Mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi di area tersebut berfungsi normal dan dikontrol oleh tenaga manusia. Berdasarkan survei pendahuluan, Boiler dan Turbin merupakan area kerja dengan peralatan produksi/mesin-mesin kerja yang dapat menimbulkan suara bising secara kontinyu. Sistem kerja Boiler mengubah air menjadi *steam* dari aliran panas proses pembakaran batubara. Boiler terdiri dari beberapa mesin diantaranya *FD fan*, *PA fan*, *ID fan*, *Coal Mill* dan *Condensate Pump*. Turbin merupakan peralatan atau mesin kerja yang 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 Tahun 2014 oleh bagian LK3 menunjukkan bahwa intensitas kebisingan di area Turbin dan Boiler rata-rata

mencapai >85 dBA. 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. Perusahaan telah menerapkan upaya pengendalian secara teknik namun belum maksimal. Apabila kebisingan tersebut memapar pekerja dalam jangka waktu lama akan menimbulkan keluhan maupun gangguan terhadap pekerjaan, keselamatan dan kesehatan. Pekerja merasakan ketidaknyamanan 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.

Dampak *non auditory* kebisingan tidak disadari secara langsung oleh pekerja. Kebisingan yang muncul dari lingkungan kerja berpotensi menimbulkan masalah baik bagi kesehatan maupun keselamatan kerja. Beberapa gangguan kesehatan yang bersifat kumulatif diantaranya gangguan fisiologis maupun psikologis. Tentunya gangguan tersebut memiliki tingkat keparahan sesuai dengan intensitas kebisingan yang memapar dan lamanya paparan kebisingan. Selain itu dampak kebisingan dapat dilihat dari keluhan yang dialami oleh pekerja di area Turbin dan Boiler.

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

1.2 Rumusan Masalah

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

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Menganalisis hubungan antara intensitas kebisingan dengan keluhan *non auditory effect* pada pekerja di area Turbin dan Boiler Pembangkit.

1.3.2 Tujuan Khusus

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

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 antara intensitas kebisingan dengan keluhan *non auditory effect*.

1.4.2 Manfaat Praktis

1) Bagi Peneliti

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

2) Bagi Perusahaan Terkait

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

3) Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Menambah referensi dan literatur di Fakultas Kesehatan Masyarakat dan informasi ilmiah bidang K3 mengenai hubungan antara intensitas kebisingan dengan keluhan *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 intensitas kebisingan yang dihasilkan tinggi berdasarkan pengukuran yang ditentukan menurut satuan desibelnya. Semakin tinggi intensitas 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 tone*

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 di dengar. Jadi, tingkat tekanan bunyi di ukur 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 pendengaran. 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 melampaui Nilai Ambang Batas yang dapat diterima oleh manusia. Bunyi jenis ini akan merusak atau menurunkan fungsi pendengaran. Bunyi yang melampaui Nilai Ambang Batas ini harus dikendalikan agar tidak menimbulkan bahaya bagi para pekerja baik bahaya *auditory* maupun bahaya *non auditory* seperti gangguan komunikasi, gangguan fisiologis, dan gangguan psikologis.

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 getaran yang ditimbulkan akibat dari 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 *auditory*, misalnya gangguan terhadap pendengaran dan gangguan *non auditory* seperti gangguan komunikasi, ancaman bahaya keselamatan, menurunnya performan kerja, stres dan kelelahan. Lebih rinci dampak kebisingan terhadap 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 terpapar 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 pemaparan 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 pemaparan 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 *non auditory effect* 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 auditory* 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 Fisiologis

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 atau 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) gangguan pernafasan, peningkatan denyut nadi dan jantung, konstriksi 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 fisiologis 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 Psikologis

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 mengganggunya 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 pada kebisingan, 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 terpapar 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 (jam)
ISO	OSHA	
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 intensitas 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 isoplet 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.
- b. Intensitas Kebisingan

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 :

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

dengan :

- L_{ek} : tingkat bising konstan ekivalen (dBA)
 f : fraksi waktu terjadinya tingkat kebisingan
 L : tingkat bising terhitung dalam interval waktu

c. 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

4. 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

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.

2. 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:

- a. Memberi pembatas (*shielding*) antara sumber bising dan pekerja
- b. Menambah jarak antara sumber bising dan pekerja
- c. 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:

- a. Mengurung (*enclosure*) atau mengisolasi pekerja
- b. Merotasi pekerja untuk mengurangi waktu paparan
- c. Menyesuaikan jadwal kerja
- d. 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.

1. Eliminasi

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).

2. Substitusi

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.

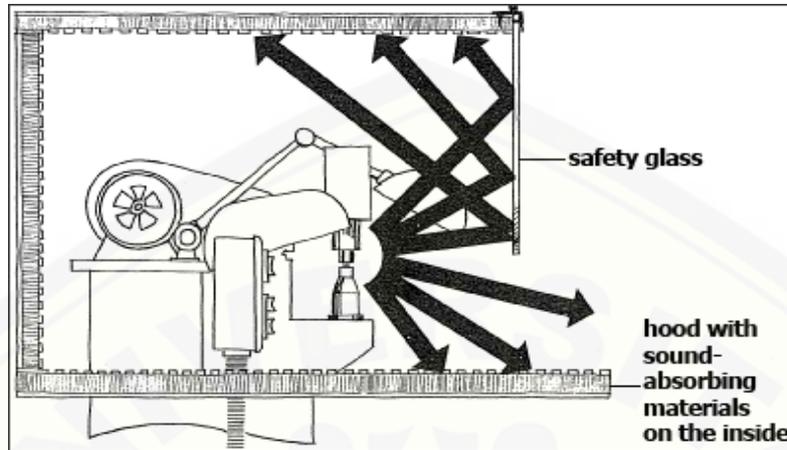
Seperti misalnya mengurangi bunyi yang dihasilkan akibat aliran gas dengan menggunakan saringan gas, mengurangi tekanan dan turbulensi gas, mengganti kipas pendorong yang kecil dan berkecepatan tinggi dengan yang lebih besar dan berkecepatan lebih rendah (Harrianto, 2010).

3. 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 di atas 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 gemeretak) 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 teknis, yaitu:

- 1) Pemeliharaan mesin (*maintenance*) seperti mengganti, mengencangkan bagian mesin yang longgar, dan memberi pelumas secara teratur.

- 2) Mengurangi efek vibrasi dengan cara mengurangi tenaga mesin, kecepatan putaran atau isolasi termasuk substitusi mesin dan substitusi pada proses.
- 3) Mengurangi transmisi bising yang dihasilkan benda padat dengan menggunakan rantai berpegas, menyerap suara pada dinding dan langit-langit.
- 4) Mengurangi turbulensi udara dan mengurangi tekanan udara.
- 5) Mengisolasi operator dengan membuat *sound-proof booth* atau mengisolasi operator ke ruang yang relatif kedap suara.

4. Pengendalian Administratif

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 pekerja tidak terpapar bising yang berlebihan.
 - 2) Penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan.
 - 3) Pemantauan lingkungan kerja.
 - 4) Pemeriksaan kesehatan baik sebelum kerja, berkala maupun khusus.
- #### 5. 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 biasanya 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 :

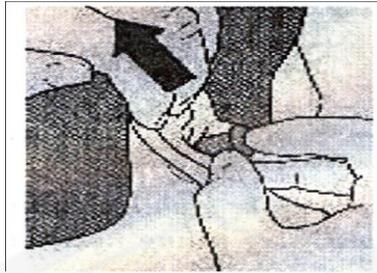
- (1) Untuk pemasangan yang tepat, *ear plug* memerlukan waktu yang lebih lama dari *ear muff*.
- (2) Tingkat proteksi yang diberikan oleh *ear plug* adalah lebih kecil dari *ear muff*.
- (3) Sulit dipantau oleh pengawas apabila tenaga kerja memakai *ear plug* atau tidak karena ukurannya yang kecil

Ear plug hanya dapat dipakai oleh tenaga kerja yang telinganya sehat. 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 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) Dapat dipakai pada saat ada infeksi atau iritasi telinga
- (4) Tidak mudah hilang, lupa atau salah menaruh
- (5) 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 *ear cup*

(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 Faktor Individu Pekerja

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

2.2.1 Usia

Usia merupakan salah satu faktor yang juga memiliki kontribusi untuk memunculkan gangguan *non auditory* pada pekerja. Usia termasuk faktor intrinsik yaitu faktor yang berasal dari dalam diri pekerja. Usia mampu memunculkan gangguan *non auditory* 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 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 akibat bising 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 paparan melebihi standar yang diperbolehkan setiap harinya). Masa kerja merupakan faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan *auditory* maupun *non auditory*. Faktor masa kerja pun berkaitan dengan aspek durasi paparan 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 *auditory* maupun *non auditory*.

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 akibat kebisingan lingkungan kerja.

2.2.3 Lama paparan bising

Lama paparan berkaitan erat dengan masa kerja. Faktor masa kerja ini berkaitan dengan aspek durasi terhadap paparan bising. Semakin lama durasi seseorang terpapar bising setiap tahunnya, maka semakin besar risiko mengalami gangguan atau keluhan. Kebanyakan terjadi pada seseorang yang terpapar pada kebisingan dengan paparan 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*, *norepinephrine*, dan *cortisol*. 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 paparan bising tersebut juga sangat penting. Untuk mempertimbangkan hal ini, *time weighted average (TWA)* dari paparan bising juga ikut dipertimbangkan. Untuk kebisingan di tempat kerja, TWA yang digunakan biasanya berdasarkan pada waktu kerja 8 jam (*European agency for safety and health at work, 2008a*). Semakin lama pekerja terpapar bising, dosis kebisingan yang diterima pekerja akan semakin besar. Efek kebisingan yang dialami pekerja akan sebanding dengan lama pekerja terpapar kebisingan tersebut.

2.3 Potensi Bahaya Kebisingan di Area Turbin dan Boiler

Area kerja boiler dan turbin memiliki potensi bahaya kebisingan yang berasal dari operasional mesin dalam kegiatan proses produksi. *Turbin room* dan *boiler house* adalah area sumber bahaya kebisingan yang utama di Pembangkit. 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*. Seluruh 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 terpapar kebisingan mesin kerja setiap hari saat melakukan setiap aktifitas kerja rutinnnya. 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.

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 terpapar 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.

Ada 2 produk yang dihasilkan oleh *pulverizer*, 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 dihisap dengan menggunakan kipas (*FD Fan*) 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 boiler positif, 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*.

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 2.11 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. *Disk (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 *disk* tenaga putar diubah menjadi tenaga mekanis pada poros. Pergerakan dari beberapa komponen turbin tersebut menimbulkan suara bising.

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.

2.4 Kerangka Teori



2.5 Kerangka Konsep



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

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

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

2.6 Hipotesis

Berdasarkan tujuan khusus penelitian, hipotesis dalam penelitian ini adalah :

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

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 intensitas kebisingan dan karakteristik pekerja dengan variabel keluhan *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 intensitas kebisingan dan karakteristik pekerja dengan keluhan *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 *non auditory* seperti gangguan komunikasi maupun gangguan *non auditory* 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 Mei 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 *simple random sampling*, dengan penentuan besar sampel sebagai berikut :

$$n = \frac{N Z^2 \frac{p(1-p)}{d^2}}{(N-1) \frac{p(1-p)}{d^2} + Z^2 \frac{p(1-p)}{d^2}}$$
$$n = \frac{49 (1,96)^2 0,64 (0,36)}{48 (0,05)^2 + (1,96)^2 0,64 (0,36)}$$
$$n = \frac{43,27}{0,12 + 0,88}$$
$$n = \frac{43,27}{1,0032}$$
$$n = 43$$

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) :

$$nh = N \times \frac{Nh}{n}$$

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	$\frac{Nh}{nh} = N \times n$
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 *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 intensitas kebisingan dan faktor individu pekerja meliputi usia, masa kerja dan lama paparan bising per hari.

3.4.3 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 (SLM)</i> .	1. 1-140 dB (Permenakertrans. No. 13/MEN/X/2011)	Pengukuran menggunakan <i>Sound Level Meter</i>	Rasio

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik	
				Pengambilan Data	Skala Data
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 dalam satuan tahun.	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 pengendalian kebisingan di area turbin dan boiler Pembangkit	Upaya eliminasi, substitusi, 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.	1. Eliminasi 2. Substitusi a. Mengganti mesin yang bising dengan yang lebih rendah bising/aman b. Mengganti suku cadang mesin 3. Pengendalian teknik a. Melakukan pengecekan, pemeliharaan dan <i>service</i> mesin rutin	Observasi dan wawancara	Deskriptif

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data	Skala Data
			<ul style="list-style-type: none"> b. Memasang <i>barrier</i> pada mesin (penyekat mesin-pekerja) c. Memasang peredam suara di atap dinding dan sekitar mesin d. Pengaturan waktu operasi 		
			4. Pengendalian administratif <ul style="list-style-type: none"> a. Rotasi pekerjaan b. Diklat tentang pencegahan kebisingan c. Monitoring kebisingan lingkungan kerja d. Pemeriksaan kesehatan awal, berkala, dan khusus 		
			5. Penggunaan APT <ul style="list-style-type: none"> a. Penyediaan APT b. Tenaga kerja menggunakan APT saat bekerja di area bising 		
No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data	Skala Data
	Variabel Dependen				
6.	Keluhan <i>non</i>	Keluhan atau	Terdapat 8	Kuesioner	Ordinal

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik	
				Pengambilan Data	Skala Data
	<i>auditory effect</i>	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/keluhan 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	pertanyaan untuk masing-masing keluhan subjektif <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 1. Ya (ada keluhan), apabila skor untuk pertanyaan ini (8-16)		

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data	Skala Data
		4) Membaca gerak bibir 5) Mendekatkan jarak komunikasi 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 : 1) Pusing mual dan vertigo 2) Susah tidur 3) Mudah lelah 4) Gangguan pernafasan 5) Gangguan keseimbangan elektrolit tubuh c. Gangguan psikologis adalah gangguan akibat kebisingan yang mempengaruhi kondisi stabilitas mental dan menimbulkan reaksi psikologik. Rincian gejala : 1) Perasaan tidak nyaman 2) Kurang konsentrasi 3) Sering bingung 4) Mudah marah	2. Tidak (tidak ada keluhan), apabila skor untuk pertanyaan ini (17-24) Kemudian berdasarkan keseluruhan nilai total penjumlahan, tiap keluhan <i>non auditory</i> tersebut dikategorikan dalam 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)		

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data	Skala Data
----	----------	----------------------	----------	-------------------------	------------

- 5) Mudah bosan
- 6) Mudah curiga
- 7) Mudah khawatir
- 8) Mudah jengkel dan tersinggung

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 faktor individu yaitu usia, masa kerja dan lama paparan bising, data keluhan *non auditory effect*, pengukuran intensitas kebisingan dan data upaya pengendalian kebisingan di area Turbin dan Boiler.

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, 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 upaya pengendalian kebisingan di area Turbin dan Boiler Pembangkit.

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 perusahaan.

c. Dokumentasi

Metode dokumentasi adalah mencari data mengenai hal-hal atau variabel berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, 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 faktor individu pekerja dan keluhan *non auditory*. *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 faktor individu pekerja meliputi usia, masa kerja dan lama paparan bising per hari serta keluhan (*non auditory*) akibat kebisingan. Lembar observasi merupakan alat bantu dalam pelaksanaan.

3.5.3.2 Pengukuran Intensitas Kebisingan

Pengukuran intensitas kebisingan dilakukan untuk mengetahui intensitas 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 length*) dari sumber bising.
6. Pemilihan responmeter 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 menghitung intensitas kebisingannya.

Pengukuran kebisingan dilakukan dengan menggunakan *sound level meter* 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) Faktor individu 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 paparan bising 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 *non auditory effect*.

Untuk variabel keluhan *non auditory effect* 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 faktor individu pekerja meliputi usia, masa kerja, dan

lamanya paparan bising per hari, intensitas kebisingan dan upaya pengendalian kebisingan di area Turbin dan Boiler.

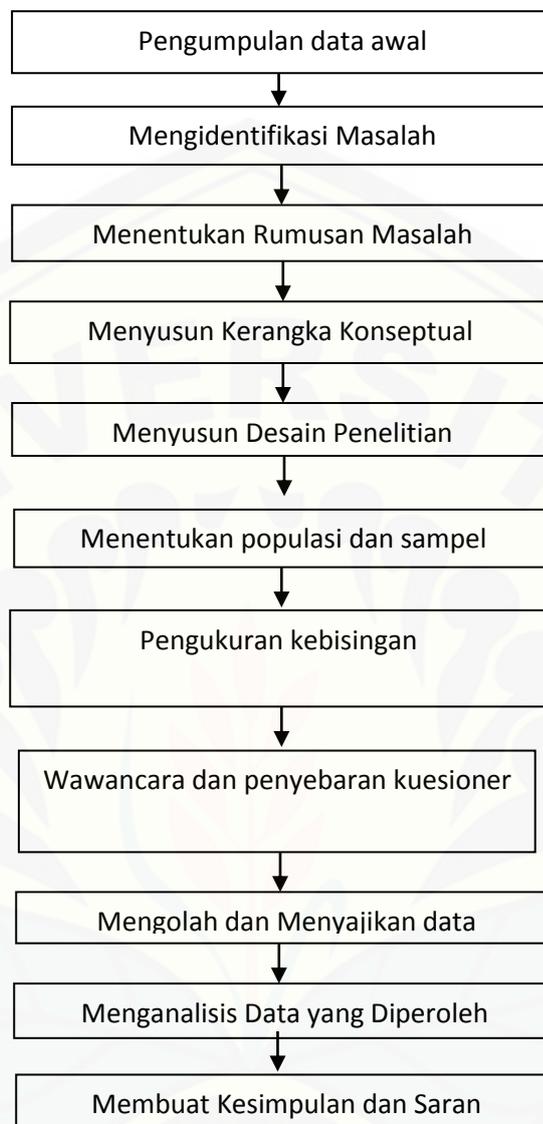
b. Analisis Bivariat

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

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

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Intensitas Kebisingan di Area Turbin dan Boiler Pembangkit

Pengukuran kebisingan dilakukan secara langsung untuk mengetahui intensitas kebisingan di area kerja Turbin dan Boiler kemudian dibandingkan dengan nilai ambang batas (NAB) kebisingan yang telah ditetapkan. Pengukuran dilakukan di area Turbin dan Boiler terutama di dekat mesin-mesin yang bising dan beberapa titik lokasi kerja para pekerja. Pengukuran dilakukan dengan menentukan titik *sampling* karena kebisingan diduga ada di beberapa lokasi kerja di area Turbin dan Boiler yang mempunyai intensitas kebisingan tinggi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui nilai rata-rata intensitas kebisingan lingkungan kerja, terutama di area Turbin dan Boiler.

Pengukuran kebisingan dilakukan pada saat jam kerja oleh peneliti langsung dengan didampingi oleh staf LK3 pada tanggal 9 Desember 2014 dengan menggunakan *Sound Level Meter* (SLM) type 2 yaitu SLM bermerek Krisbow type KW06-291 yang digunakan untuk pengukuran secara umum. Pengukuran dilakukan menggunakan pembobotan skala A, *response slow*, dengan jarak ± 3 meter dari perangkat mesin dengan ketinggian 1 meter di atas permukaan lantai di tiap titik pengukurannya. Sumber kebisingan yang ada di seluruh lokasi kerja tempat dilakukannya pengukuran bersifat kontinyu atau terus-menerus selama 24 jam operasi. Berikut tabel hasil penghitungan dari kegiatan pengukuran intensitas kebisingan di area Turbin dan Boiler yang disajikan sesuai dengan area kerja dan titik-titik lokasi pengukuran :

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Intensitas Kebisingan Di Area Turbin dan Boiler Pembangkit

No	Lokasi Pengukuran	Intensitas Kebisingan (dB)	Rata-rata Kebisingan (dBA)	Intensitas
Area Turbin				
1.	CEP			
	a. Titik 1	95,6	100,2	
	b. Titik 2	98,4		
2.	Extraction			
	a. Titik 1	90,4	99,9	

	b. Titik 2	99	
	c. Titik 3	89,6	
3.	Generator		
	a. Titik 1	89	96,5
	b. Titik 2	86,7	
	c. Titik 3	90,6	
	d. Titik 4	90,5	
	e. Titik 5	90,5	
	Rata-rata intensitas Kebisingan Area Turbin		103,9
Area Boiler			
1.	PA Fan-FD Fan		
	a. Titik 1	97,4	104
	b. Titik 2	96,5	
	c. Titik 3	97,1	
	d. Titik 4	99,4	
	e. Titik 5	93,8	
2.	Coal Mill		
	a. Titik 1	89,5	97,2
	b. Titik 2	90	
	c. Titik 3	90	
	d. Titik 4	90,4	
	e. Titik 5	91,2	
3.	ID Fan		
	a. Titik 1	88,7	91,4
	b. Titik 2	88,5	
	Rata-rata intensitas kebisingan area Boiler		105

Sumber : Data Primer Terolah 2015

Berdasarkan hasil penghitungan intensitas kebisingan menggunakan rumus logaritma dengan metode penjumlahan, maka diketahui bahwa intensitas kebisingan rata-rata di area Turbin adalah 103,9 dBA dan di area Boiler adalah 105 dBA. Kebisingan di area Turbin bersumber dari proses *running* mesin dalam kegiatan operasional produksi. Turbin beroperasi sebagai perangkat mesin penggerak generator dengan prinsip mengubah energi potensial *steam* menjadi tenaga kinetis pada *nozel* kemudian diubah menjadi tenaga putar melalui disk atau roda turbin dan pada tahap akhir akan diubah menjadi tenaga mekanis pada poros.

Turbin terdiri dari beberapa mesin yang berfungsi pada proses siklus uap dan air. Salah satu mesin di area Turbin yang bising adalah mesin *Extraction*. *Extraction* adalah mesin *condensor* yang mengubah *steam* menjadi air yang disebut proses *water heamer*. Proses kondensasi tersebut menimbulkan suara bising akibat proses pemompaan dan tekanan yang kuat dan cepat. Intensitas

bising di *Extraction* 99,9 dBA. Turbin mengkonversi energi yang bergerak untuk mengubah energi *thermal* dalam *steam* menjadi energi mekanis berotasi yang menyebabkan rotor turbin bergerak atau berputar dinamis. Perputaran rotor turbin tersebut menggerakkan generator.

Generator merupakan mesin dengan intensitas kebisingan 96,5 dBA. Kebisingan bersumber dari proses kerja generator dalam melakukan perubahan energi mekanik menjadi bentuk gerakan putaran poros menjadi energi listrik berdasarkan prinsip dasar elektromagnetik. Generator membangkitkan listrik yang disalurkan pada sistem transformator. Intensitas kebisingan rata-rata keseluruhan di area *Turbin Room* adalah 103,9 dBA

Dari hasil pengukuran kebisingan yang didapat, diketahui bahwa rata-rata intensitas kebisingan di area boiler 105 dBA. Sistem kerja boiler adalah mengubah air menjadi *steam* dari aliran panas proses pembakaran batubara dan gerakan *fan* penghisap dan pendorong udara. Kebisingan di area boiler berasal dari aktifitas *running* mesin-mesin produksi yang ada di area *boiler house*. Dalam *boiler house* ada 3 peralatan mesin yang menimbulkan suara bising yaitu, *PA fan*, *FD fan*, *ID fan* dan *pulverizer/coal mill*.

Pulverizer merupakan mesin yang beroperasi pada siklus bahan bakar yang berfungsi sebagai alat pemecah dan penghancur batubara menjadi serbuk batubara halus. *Pulverizer* terdiri dari 3 buah *grinder* dan *bowl*, sehingga serbuk batubara tersebut mempermudah proses pembakaran di boiler. Kebisingan dari mesin *pulverizer* bersumber dari proses gerakan *grinder* penghancur batubara. Rata-rata intensitas kebisingan *pulverizer* 97,2 dBA.

Selain *pulverizer*, salah satu perangkat mesin yang dapat menimbulkan suara bising bersumber dari proses pembakaran batubara yaitu gerakan *fan* penghisap dan pendorong udara. Proses ini berada dalam siklus udara pembakaran yang berawal dari operasi *PA fan*. *PA fan* berfungsi membawa udara primer yang berasal dari *fan* untuk dihembuskan menuju *pulverizer* yang membawa serbuk batubara halus kemudian dialirkan ke *furnance* boiler. Selanjutnya, *FD fan* menghisap udara atmosfer dengan menggunakan kipas yang berfungsi dalam proses pembakaran dengan bahan bakar solar sebagai *starting up* pemanasan

boiler untuk membakar batubara. *FD fan* disebut juga *fan* pembawa udara pembakaran. Proses penghisapan dan pendorongan udara yang terjadi di *PA* dan *FA Fan* disertai dengan proses pembakaran ini menimbulkan suara bising dengan rata-rata intensitas kebisingan 104 dBA.

Pengubahan dan pengaliran energi oleh Boiler berlangsung melalui proses mengubah air menjadi *steam* dengan bantuan panas dari proses pembakaran tersebut. Sisa hasil proses pembakaran di dalam *drum* boiler tersebut akan dikeluarkan oleh ID Fan dan didorong menuju *stacker/corong* pembuangan. Proses dalam ID Fan ini menimbulkan rata-rata intensitas bising mencapai 91,4 dBA. Rata-rata intensitas kebisingan di area *Boiler House* adalah 105 dBA.

Intensitas kebisingan di area Turbin maupun Boiler memapar tenaga kerja yang melakukan aktifitas pekerjaan yang berdekatan dengan operasi mesin-mesin di area kerja tersebut. Distribusi frekuensi intensitas kebisingan pada tenaga kerja di area Turbin dan Boiler adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi Intensitas Kebisingan Pada Tenaga Kerja Area Turbin Dan Boiler Pembangkit

Mesin/Peralatan	Intensitas Kebisingan (dBA)	Jumlah	Persentase (%)
Turbin			
a. CEP	100,2	7	16,2
b. Extraction	99,9	9	21
c. Generator	96,5	7	16,2
Boiler			
a. PA-FD Fan	104	6	14
b. Coal Mill	97,2	8	18,6
c. ID Fan	91,4	6	14
Jumlah		43	100

Sumber : Data Primer Terolah 2015

Berdasarkan tabel 4.2 diketahui bahwa di area Turbin terdapat 7 responden (16,2 %) yang terpapar kebisingan 100,2 dBA, 9 responden (21%) yang terpapar kebisingan 99,9 dBA, 7 responden (16,2%) terpapar kebisingan 96,5 dBA. Di area Boiler, terdapat 6 responden (14%) terpapar kebisingan 104 dBA, 8 responden (18,6%) terpapar kebisingan 97,2 dBA, 6 responden (14%) terpapar kebisingan 91,4 dBA.

Secara teoritis, intensitas kebisingan yang tinggi akan menimbulkan berbagai dampak terhadap pekerja yang terpapar, terutama dampak terhadap

kesehatan. Semakin tinggi intensitas kebisingan maka semakin besar bahaya dan dampak yang ditimbulkan. Hasil pengukuran kebisingan di area Turbin dan Boiler menunjukkan bahwa intensitas kebisingan yang diukur di area Turbin dan Boiler melebihi nilai ambang batas (NAB) yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER.13/MEN/X/2011 tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di tempat kerja yaitu melebihi 85 dBA. Lama paparan bising yang diterima tenaga kerja area turbin dan boiler juga melebihi NAB waktu pemaparan. Rata-rata intensitas bising di area Turbin adalah 103,9 dBA. Batas waktu pemaparan kebisingan per hari kerja yang bisa diterima tenaga kerja tanpa menggunakan APT adalah hanya 7,5 menit per hari kerja.

Rata-rata intensitas kebisingan di area boiler mencapai 105 dBA. Batas waktu paparan bising yang diperkenankan bagi tenaga kerja per harinya adalah 3,75-7 menit. Para pekerja terpapar bising dalam waktu kerja per harinya rata-rata 1-8 jam. Hal ini membuktikan bahwa area kerja turbin dan boiler berpotensi bahaya bising tinggi sehingga pekerja area turbin dan boiler berisiko mengalami gangguan *non auditory* akibat kebisingan tersebut. Selain itu, pekerja dalam melakukan pekerjaannya berada dalam jarak/lokasi bekerja yang relatif dekat dengan mesin-mesin yang menimbulkan suara bising.

Oleh karena waktu kerja tenaga kerja di area turbin dan boiler tersebut berkisar 1-8 jam per hari, maka tenaga kerja wajib mengenakan alat pelindung telinga (APT) *ear plug* untuk mengurangi paparan intensitas kebisingan yang melebihi NAB untuk pemaparan selama bekerja di area Turbin dan Boiler agar menjadi aman untuk bekerja. *Ear plug* dapat menurunkan intensitas bising sebesar 25-30 dBA (Anizar, 2009).

Di area Turbin dan Boiler masih banyak ditemukan tenaga kerja yang tidak menggunakan APT saat melakukan pekerjaannya di area tersebut. Hal ini dikarenakan dalam berkomunikasi antar tenaga kerja di lokal maupun komunikasi dalam hal koordinasi dengan operator di *Central Control Room* (CCR), para tenaga kerja selalu menggunakan HT (*Handy-Talky*). Berdasarkan hasil observasi lapangan yang dilakukan di area kerja turbin dan boiler, tidak ada perangkat/alat

peredam suara di sekitar mesin sumber bising sehingga suara bising masih ada dan tetap memantul. Banyak pekerjaan yang mengharuskan pekerja untuk berada di dekat mesin sumber bising dan berinteraksi langsung dengan mesin, seperti operator lokal yang rutin melakukan *patrol check* selama 1-3 jam di area lokal, mengecek dan memantau operasi mesin, memantau beberapa parameter mesin sebagai upaya memastikan kondisi mesin dan proses produksi sesuai dengan pemantauan dari *board operator* di CCR.

Teknisi INC, Harmes 1 dan Har.listrik bertugas melakukan CM (*corrective maintenance*) dan PM (*preventive maintenance*) dengan melakukan *daily check* rutin termasuk menangani masalah perbaikan dan perawatan mesin. Tanpa disadari, tenaga kerja bekerja di area Turbin dan Boiler tersebut dengan paparan kebisingan yang tinggi. Tenaga kerja kurang menyadari bahwa secara cepat atau lambat bahaya kebisingan yang ada di lingkungan kerja baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mengancam kesehatan maupun keselamatan kerja. Para tenaga kerja merasa sudah terbiasa dengan kondisi kebisingan lingkungan kerja tersebut walaupun tenaga kerja yang lain merasa terganggu.

Kebisingan lingkungan kerja selain berdampak pada *auditory* juga berdampak *non auditory*, sehingga tenaga kerja kurang menyadari dampak *non auditory* kebisingan tersebut. Kebisingan berpotensi menimbulkan beberapa gangguan atau keluhan kesehatan yang sifatnya kronis. Semakin lama tenaga kerja berada di lingkungan bising dan semakin dekat jarak pekerja dengan sumber bising maka akan semakin besar paparan bising yang diterima. Hal ini menyebabkan tenaga kerja mudah mengalami gangguan atau keluhan seperti gangguan fisiologis tubuh, psikologis dan gangguan komunikasi.

Paparan bising yang melebihi NAB menimbulkan rasa kurang nyaman saat bekerja yang dialami oleh tenaga kerja. Para tenaga kerja wajib menggunakan APT seperti *ear plug* ataupun *ear muff* pada saat bekerja di area Turbin dan Boiler agar intensitas bising yang diterima pendengaran dapat berkurang. Apabila APT tidak digunakan, maka berisiko mengalami keluhan seperti telinga berdenging,

pusing, ataupun perubahan perilaku seperti mudah emosi, berkurangnya daya konsentrasi, ketidakseimbangan tubuh dan kelelahan.

Kebisingan yang melebihi ambang batas dapat mengganggu pekerjaan, menyebabkan timbulnya kesalahan kerja karena tingkat kebisingan yang kecilpun dapat mengganggu konsentrasi (Utomo dkk, 2002) sehingga memunculkan sejumlah keluhan yang berupa perasaan lamban dan enggan beraktifitas, termasuk gejala kelelahan.

4.1.2 Faktor Individu Pekerja

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan di area turbin dan boiler diperoleh data faktor individu responden. Dalam penelitian ini, faktor individu responden yang dimaksud adalah usia, masa kerja dan lama paparan bising per hari.

4.1.2.1 Usia

Usia merupakan lama waktu hidup terhitung sejak kelahiran responden sampai dilakukannya penelitian menurut pengakuan responden dan dinyatakan dalam tahun. Berdasarkan hasil penelitian, variabel usia dikelompokkan dalam 5 kategori, 15-24 tahun, 25-34 tahun, 35-44 tahun, 45-54 tahun dan > 55 tahun. Distribusi frekuensi usia responden dapat dilihat pada tabel 4.3 Sebagai berikut :

Tabel 4.3 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Usia

Usia (Tahun)	Jumlah (n)	Persentase (%)
15-24 tahun	13	30,2
25-34 tahun	28	65,2
35-44 tahun	2	4,6
45-55 tahun	-	-
>55 tahun	-	-
Jumlah	43	100

Sumber: Data Primer Terolah 2015

Pada tabel 4.3 dapat diketahui bahwa usia responden berdasarkan hasil analisis kuesioner terhadap 43 responden, sebanyak 13 responden (30,2%) berusia 15-24 tahun, 28 responden (65,2 %) berusia 25-34 tahun dan 2 responden (4,6%) berusia 35-44 tahun. Usia responden atau tenaga kerja termuda adalah 21 tahun dan usia responden tertua adalah 39 tahun.

Pekerjaan di area Turbin dan Boiler didominasi oleh tenaga kerja usia produktif yaitu 25-34 tahun. Hal ini karena perusahaan pada umumnya membuka penerimaan pekerja baru yang bila dilihat dari persyaratan usia, pekerja yang dipersyaratkan adalah pekerja usia muda produktif. Penerimaan pekerja usia muda produktif lebih sering dilakukan dibandingkan penerimaan pekerja yang sudah berpengalaman yang biasanya berusia lebih dari 40 tahun. Usia produktif memiliki keuntungan tersendiri karena pada usia tersebut tenaga kerja mampu dan siap bekerja semaksimal mungkin untuk meningkatkan pendapatannya (Winarsunu, 2008). Tenaga kerja usia muda juga masih dipenuhi harapan-harapan seperti peningkatan jenjang karir, gaji dan kesejahteraan.

Usia termasuk faktor intrinsik, yaitu faktor yang berasal dari dalam diri tenaga kerja. Usia merupakan faktor yang tidak dapat diabaikan karena dapat mempengaruhi kekuatan fisik dan psikis seseorang serta pada usia tertentu seseorang mengalami perubahan prestasi kerja. Menurut (Arcole, 1996) kebanyakan kinerja fisik mencapai puncak dalam usia pertengahan 20-an. Sementara itu, (Tarwaka, 2004) umur seseorang berbanding langsung dengan kapasitas fisik sampai batas tertentu dan mencapai puncak pada umur 25 tahun. (Rini, 2002) menyatakan bahwa tenaga kerja <40 tahun paling beresiko terhadap gangguan yang berhubungan dengan keluhan yang menimbulkan gangguan kesehatan, termasuk gangguan secara psikologis.

Faktor usia merupakan salah satu faktor risiko yang berhubungan dengan terjadinya perubahan kapasitas kerja, walau bukan merupakan faktor yang terkait langsung dengan kebisingan di tempat kerja. Semakin bertambahnya usia pekerja, fungsi-fungsi fisiologis tubuhnya mengalami perubahan sehingga rentan mengalami gangguan kesehatan. Kapasitas psikologisnya pun mengalami perubahan seperti mudah mengalami stres dan tingkat emosional meningkat.

Orang yang berusia diatas 45 tahun biasanya mengalami gangguan komunikasi yaitu tidak dapat mendengar frekuensi diatas 10 kHz dan memerlukan penambahan intensitas 10 dB dibandingkan yang diperlukan pada usia 20 tahun untuk dapat mendengar nada 4000 Hz. Gangguan lainnya yang dapat dialami oleh tenaga kerja yang bekerja di lingkungan bising adalah gangguan komunikasi,

penurunan konsentrasi, gangguan tidur, stres, kelelahan serta tingkat gangguan emosional yang meningkat ini karena beban pikiran dalam menghadapi hidup (Yahya, 2012).

Kondisi ini mungkin dialami pekerja usia muda ataupun tua. Usia produktif muda umumnya masih memiliki kekuatan fisik yang baik dan juga dipenuhi ambisi seperti kesejahteraan dan peningkatan karir sehingga lebih memungkinkan untuk mudah mengalami kebosanan rutinitas kerja yang monoton sehingga kerap mengalami masalah psikologis baik yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kerja maupun kondisi pribadi. Tenaga kerja usia tua walaupun masih memiliki kekuatan fisik yang baik tetapi tidak menutup kemungkinan faktor psikis seseorang pada usia tersebut mengalami perubahan prestasi. Menurut (Mokhtar, 2007) orang yang berusia melebihi 45 tahun biasanya mudah penat dan tidak cukup sehat dibanding tenaga kerja muda.

4.1.2.2 Masa Kerja

Masa kerja adalah lamanya pekerja bekerja terhitung mulai bekerja di tempat kerja yang bising sampai penelitian berlangsung dalam satuan tahun. Variabel masa kerja dikelompokkan dalam 3 kategori, yaitu 1-2 tahun, 3-4 tahun, dan >4 tahun. Distribusi frekuensi masa kerja responden dapat dilihat pada tabel 4.4 Sebagai berikut :

Tabel 4.4 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Masa Kerja

Masa Kerja (Tahun)	Jumlah (n)	Persentase (%)
1-2 tahun	15	34,9
3-4 tahun	22	51,1
> 4 tahun	6	14
Jumlah	43	100

Sumber: Data Primer Terolah 2015

Pada tabel 4.4 diketahui bahwa masa kerja responden berdasarkan hasil analisis kuesioner terhadap 43 orang responden, sebanyak 15 responden (34,9 %) memiliki masa kerja 1-2 tahun, 22 responden (51,1%) memiliki masa kerja 3-4 tahun, dan 6 responden (14%) memiliki masa kerja > 4 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki masa kerja 3-4 tahun. Perusahaan tempat penelitian berlangsung memiliki usia produksi yang masih

terbilang baru, yaitu ± 5 tahun sehingga masa kerja terendah pekerja terutama di area turbin dan boiler adalah 1,5 tahun dan masa kerja terlama adalah 5,5 tahun.

Semakin lama masa kerja, tenaga kerja semakin berpengalaman melaksanakan pekerjaannya, sehingga telah terbiasa dengan pekerjaannya (Suma'mur PK, 2009). Di lain sisi, semakin lama masa kerja yang dilalui tenaga kerja di tempat kerja yang bising, maka akan semakin besar risiko untuk mengalami gangguan atau keluhan apabila kebisingan yang memapar melebihi NAB. Menurut penelitian Ika (2010) tenaga kerja yang memiliki masa kerja ≤ 10 tahun dapat mengalami keluhan berupa gangguan tidur, gangguan komunikasi, gangguan pelaksanaan tugas, gangguan faal tubuh, dan mudah emosi disebabkan karena pendengaran tenaga kerja masih sensitif sehingga tenaga kerja merasa terganggu akibat paparan kebisingan. Oleh karena itu, para tenaga kerja yang memiliki masa kerja ≤ 10 tahun yang bekerja di tempat kerja bising juga berisiko tinggi mengalami berbagai keluhan dan gangguan akibat bising.

4.1.2.3 Lama Paparan bising per hari

Lama paparan bising adalah waktu yang dihabiskan tenaga kerja di tempat kerja yang bising dalam waktu sehari dengan satuan jam/hari. Variabel lama paparan dikelompokkan dalam 4 kategori jam kerja per hari yaitu, 1-2 jam/hari, 3-4 jam/hari, 5-6 jam/hari, dan 7-8 jam/hari. Berdasarkan hasil analisis data penelitian pada responden yang bekerja di area Turbin dan Boiler, diperoleh data responden berdasarkan lama paparan bising per hari yang dapat dilihat pada tabel 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Lama Paparan Bising Per Hari

Lama Paparan (jam/hari)	Bising	Jumlah (n)	Persentase (%)
1-2 jam/hari		5	11,6
3-4 jam/hari		15	34,9
5-6 jam/hari		13	30,2
7-8 jam/hari		10	23,3
Jumlah		43	100

Sumber: Data Primer Terolah 2015

Berdasarkan tabel 4.5 diketahui bahwa sebanyak 5 responden (11,6%) yang terpapar bising 1-2 jam/hari, 15 responden (34,9%) terpapar bising 3-4 jam/hari, 13 responden (30,2%) terpapar bising 5-6 jam/hari, dan 10 responden (23,3%) terpapar bising 7-8 jam/hari. Variabel lama paparan bising per hari diambil dari jam kerja saat berada di area Turbin dan Boiler tiap harinya dalam satuan jam yang disesuaikan dengan rata-rata waktu yang umumnya dihabiskan tenaga kerja di setiap harinya di area kerja yang bising.

Pembagian jam kerja bagi tenaga kerja di area Turbin dan Boiler berdasarkan pada jenis pekerjaan dari masing-masing bidang pekerjaan di area tersebut yang sudah ditetapkan berdasarkan prosedur kerja yang diberlakukan oleh perusahaan. Ada 4 bidang pekerjaan yang menjalankan operasi dan *maintenance* di area Turbin dan Boiler setiap harinya, yaitu operator lokal yang bertugas 8 jam per hari per *shift*, teknisi di bidang harmes 1, INC, dan Har.listrik masing masing memiliki jam kerja yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan operasi dan *maintenance* di area turbin dan boiler. Rentang jam kerja untuk bidang harmes 1, INC, dan har.listrik adalah 1-6 jam per harinya sehingga peneliti membagi variabel lama pajanan bising per hari menjadi 4 kategori, 1-2 jam/hari, 3-4 jam/hari, 5-6 jam/hari, dan 7-8 jam/hari.

Sistem kerja yang dijalankan juga disesuaikan dengan kondisi operasi dan permintaan pekerjaan di area turbin dan boiler tersebut. Apabila operasi produksi berjalan normal, maka operator dan teknisi menjalankan pekerjaan secara *daily routine*. Ketika operasi produksi mengalami gangguan atau membutuhkan penanganan khusus maka masing-masing teknisi maupun operator lokal memiliki jam kerja yang penuh disamping menjalankan *patrol check* rutin.

Istirahat kerja yang diberlakukan juga bergantian antara tenaga kerja karena tuntutan operasi produksi yang mengharuskan tenaga kerja untuk selalu *standby* dengan pekerjaannya masing masing. Ketika sedang beristirahat pekerja tetap harus tetap berada di dalam ruangan kerja yang tersedia di area turbin dan boiler. Hal ini dikarenakan sistem kerja mesin operasi berjalan penuh selama 24 jam sehingga kondisi kestabilan sistem operasi tetap terjaga. Waktu libur untuk seluruh tenaga kerja *shift* maupun *daytime* rata-rata 2 hari/minggu.

Lama paparan yang diterima oleh pekerja tidak dapat dipisahkan dengan faktor durasi dan intensitas kebisingan. Intensitas kebisingan di area turbin dan boiler mencapai rata-rata 103,9 dBA dan 105 dBA dengan banyaknya rata-rata jam kerja yang dihabiskan di area tersebut berkisar antara 1-8 jam/hari dan 5-40 jam perminggu. Hal ini menunjukkan bahwa durasi paparan kebisingan yang diterima oleh pekerja di area tersebut melebihi NAB yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 13/MEN/X/2011 Tahun 2011 tentang nilai ambang batas faktor fisika dan kimia di tempat kerja. Pola waktu pemaparan kontinyu dengan intensitas tinggi berpotensi besar menimbulkan dampak kebisingan *non auditory* yang masih kurang disadari oleh tenaga kerja.

Efek kebisingan yang dialami pekerja akan sebanding dengan lama paparan bising, semakin lama pekerja terpapar bising setiap harinya maka akan semakin tinggi risiko pekerja untuk mengalami dampak kesehatan baik gangguan fisiologis tubuh berupa gangguan *auditory* maupun gangguan *non auditory* seperti gangguan komunikasi maupun gangguan konsentrasi kerja.

4.1.3 Keluhan *Non Auditory Effect* Pada Tenaga Kerja Area Turbin dan Boiler Pembangkit

Keluhan *Non Auditory Effect* adalah timbulnya keluhan selain pada indera pendengaran yang dirasakan oleh tenaga kerja akibat dari kondisi kebisingan di tempat kerja sehingga menimbulkan berbagai gangguan kerja maupun gangguan terhadap kesehatan. Keluhan *non auditory* yang dialami oleh tenaga kerja diantaranya berupa gangguan komunikasi, gangguan fisiologis dan gangguan psikologis. Pemeriksaan tidak dilakukan dalam penelitian ini melainkan hanya berupa persepsi atau pendapat tenaga kerja yang bekerja di area kerja bising. Penilaian terhadap keluhan yang dialami oleh tenaga kerja berdasarkan pada skor/nilai tiap pertanyaan dalam kuesioner yang diisi oleh tiap responden. Berdasarkan hasil penelitian, keluhan *non auditory effect* pada tenaga kerja di area Turbin dan Boiler Pembangkit dapat dilihat pada tabel dan pembahasan sebagai berikut :

4.1.3.1 Gangguan Komunikasi

Gangguan komunikasi merupakan salah satu gangguan pemicu keluhan *non auditory effect*. Gangguan tersebut adalah gangguan kejelasan suara akibat *masking effect* kebisingan (bunyi yang menutupi pendengaran yang kurang jelas) sehingga seseorang sulit menerima maupun menyampaikan informasi pada saat ataupun setelah bekerja yang mengakibatkan seseorang harus mengulang, menggunakan bahasa isyarat, mengeraskan suara, maupun tidak dapat mendengar. Distribusi frekuensi gangguan komunikasi pada tenaga kerja adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Distribusi Responden Berdasarkan Gangguan Komunikasi Pada Tenaga Kerja Area Turbin Dan Boiler Pembangkit

Gangguan Komunikasi	Jumlah (n)	Persentase (%)
Ya	23	53,5
Tidak	20	46,5
Jumlah	43	100

Sumber: Data Primer Terolah 2015

Berdasarkan tabel 4.6 diketahui bahwa dari 43 responden, sebanyak 23 Responden (53,5 %) mengalami gangguan komunikasi akibat kebisingan di area kerja sedangkan 20 responden (46,5%) tidak mengalami gangguan komunikasi akibat kebisingan di area kerja. Sebanyak 53,5 % atau 23 responden mengalami gangguan komunikasi akibat kebisingan di area kerja Turbin dan Boiler. Hal ini menunjukkan bahwa gangguan komunikasi adalah gangguan yang paling banyak dialami oleh tenaga kerja pada saat bekerja daripada keluhan lainnya.

Tenaga kerja yang terpapar bising terus-menerus dalam waktu yang lama akan mengakibatkan tenaga kerja mengalami gangguan kebisingan, salah satunya adalah gangguan komunikasi. Gangguan komunikasi akan terjadi apabila tenaga kerja berbicara di sebuah ruangan yang bising, maka suara percakapan tersebut akan sulit di terima dan dimengerti oleh pendengarnya. Pembicaraan tersebut tidak jarang harus dilakukan dengan cara mengeraskan suara, berteriak, menggunakan bahasa isyarat atau membaca gerak bibir, mendekat pada lawan bicaranya.

Gangguan komunikasi ini disebabkan oleh *masking effect* dari *background noise* yang intensitasnya tinggi serta gangguan kejelasan suara (*intelligibility*) (Soeripto, 2008). *Masking effect* menyebabkan suara seseorang menutupi pendengaran karena adanya intervensi dari *background noise* yang mengganggu sehingga suara yang diucapkan harus lebih tinggi dari *background noise* tersebut. Agar suara percakapan dapat didengar di ruang yang bising, seseorang harus berteriak hingga suaranya melebihi intensitas latar belakang suara (Srisantyorini, 2002). Sementara itu (Suma'mur, 2009), untuk keperluan komunikasi di tempat kerja bising, suatu percakapan dapat dipahami apabila intensitas suara yang diucapkan paling sedikit 10 dB lebih tinggi dari latar belakang suara.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan peneliti, bahwa gangguan yang dialami oleh tenaga kerja di area tersebut adalah gangguan menangkap pembicaraan dalam lingkungan yang bising. Pada saat berkomunikasi dengan jarak yang tidak lebih dari 5 meter, antar tenaga kerja harus berbicara lebih keras ataupun berteriak supaya dapat didengar oleh lawan bicaranya, demikian juga sebaliknya. Terkadang bila memungkinkan mendekati diri kepada lawan bicaranya. Percakapan biasa masih dapat dipahami dengan jelas pada tingkat kebisingan sekitar 45 dBA, bahkan masih dapat dimengerti dengan baik pada tingkat kebisingan 55 dBA. Pada tingkat kebisingan 65 dBA, pembicaraan dapat diterima jelas dengan cara mengeraskan suara (Srisantyorini, 2002).

Komunikasi seperti itu harus dilakukan karena jika tidak, bisa terjadi kesalahan komunikasi yang berpotensi berakibat buruk pada kondisi operasi mesin. Bila jarak komunikasi dirasakan cukup jauh, maka komunikasi antar tenaga kerja maupun antar operator di lokal dan *board* dilakukan menggunakan alat bantu komunikasi berupa HT (*Handy-Talky*). Gangguan komunikasi dapat menyebabkan gangguan pekerjaan hingga pada kemungkinan terjadinya kesalahan komunikasi atau salah persepsi terhadap orang lain karena tidak mendengar syarat atau tanda bahaya, bahkan mungkin terjadi kesalahan terutama bila ada tenaga kerja baru (Arifiani, 2004). 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 produktifitas kerja (Soeripto, 2008).

Sesuai dengan pernyataan (Srisantyorini, 2002) bahwa kebisingan dapat menimbulkan efek yang merugikan daya kerja, yaitu dapat terjadi risiko potensial pendengaran apabila komunikasi atau pembicaraan harus dilakukan dengan berteriak, kemudian gangguan ini dapat menyebabkan terganggunya pekerjaan bahkan menimbulkan kesalahan. Responden merasa cukup terganggu dalam berkomunikasi karena bising yang ada, namun dengan lamanya waktu kerja sehingga akan muncul adaptasi dengan lingkungan kerja. Selain komunikasi antar tenaga kerja sebagian besar berlangsung menggunakan alat bantu komunikasi HT (*handy-talky*). Oleh karena itu, tenaga kerja merasa terbiasa dengan kondisi lingkungan kerja yang bising sehingga diluar ruangan yang bising terkadang mereka masih terbiasa berbicara keras.

Gangguan komunikasi ini juga dapat merugikan pekerjaan apabila pekerjaan melibatkan sejumlah orang untuk bekerjasama. Hal ini seringkali memicu kecelakaan kerja karena salah pengertian dalam menangkap pembicaraan lawan bicara. Komunikasi dan kerjasama yang baik dibutuhkan guna menciptakan produktifitas kerja yang baik. Namun, apabila terjadi gangguan komunikasi maka akan menimbulkan kesalahpahaman antar pekerjaan bahkan kecelakaan kerja. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk memperhatikan gangguan komunikasi antar tenaga kerja karena dapat menimbulkan kerugian.

4.1.3.2 Gangguan Fisiologis

Gangguan fisiologis adalah gangguan yang disebabkan oleh perubahan keseimbangan hormon tubuh sehingga berdampak pada perubahan fungsional organ maupun kondisi kesehatan/faal tubuh pekerja seperti gangguan pada saraf otonom, gangguan metabolisme dan biokimia, ketegangan otot, gangguan pencernaan, mempercepat kelelahan dan gangguan keseimbangan tubuh. Distribusi frekuensi gangguan fisiologis adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7 Distribusi Responden Berdasarkan Gangguan Fisiologis Pada Tenaga Kerja Area Turbin dan Boiler Pembangkit

Gangguan Fisiologis	Jumlah (n)	Persentase (%)
Ya	13	30,2
Tidak	30	69,8
Jumlah	43	100

Sumber: Data Primer Terolah 2015

Berdasarkan Tabel 4.7 diketahui bahwa dari 43 responden, sebanyak 13 responden (30,2%) mengalami gangguan fisiologis akibat kebisingan di area kerja dan sebanyak 30 responden (69,8%) tidak mengalami gangguan fisiologi akibat kebisingan di area kerja. Sebanyak 69,8% responden tidak mengalami gangguan fisiologis akibat kebisingan di area kerja.

Kerentanan seseorang terhadap kebisingan juga mempengaruhi efek fisiologis akibat kebisingan yang dialami. Pada umumnya, bising bernada tinggi mengganggu kesehatan. Gangguan yang ditimbulkan dapat berupa peningkatan tekanan darah (± 10 mmHg), gangguan pernafasan, peningkatan denyut nadi dan jantung, konstriksi pembuluh darah perifer terutama pada tangan dan kaki, penegangan otot serta dapat menyebabkan pucat, gangguan reflek dan gangguan sensoris. Gangguan fisiologis ini biasanya terjadi pada permulaan pemaparan (*initial exposure*) dan terutama bila kebisingan memapar secara berulang dan lama sehingga muncul proses adaptasi (Soeripto, 2008). Gangguan tersebut dapat dialami pekerja apabila ada pengaruh dari faktor usia, masa kerja dan lama paparan bising. Responden yang dijadikan obyek penelitian mayoritas memiliki masa kerja dibawah 5 tahun, sehingga dengan masa kerja tersebut tidak semua tenaga kerja secara spesifik telah mengalami proses adaptasi kebisingan dan mengalami efek-efek fisiologis yang muncul akibat kebisingan lingkungan kerja.

4.3.3 Gangguan Psikologis

Gangguan psikologis merupakan suatu keadaan seseorang mengalami gangguan akibat kebisingan yang mempengaruhi kondisi stabilitas mental dan dapat menimbulkan reaksi psikologik. Rincian gejala yang dialami diantaranya adalah perasaan tidak nyaman ketika bekerja, kurang konsentrasi, sering bingung dan marah tanpa sebab yang jelas, mudah merasa bosan dan curiga serta mudah

jengkel dan tersinggung. Distribusi frekuensi gangguan psikologis adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Distribusi Responden Berdasarkan Gangguan Psikologis Pada Tenaga Kerja Area Turbin dan Boiler Pembangkit

Gangguan Psikologis	Jumlah (n)	Persentase (%)
Ya	16	37,2
Tidak	27	62,8
Jumlah	43	100

Sumber: Data Primer Terolah 2015

Berdasarkan Tabel 4.8 diketahui bahwa dari 43 responden, sebanyak 16 responden (37,2%) mengalami gangguan psikologis akibat kebisingan di area kerja dan sebanyak 27 responden (62,8%) tidak mengalami gangguan psikologi akibat kebisingan di area kerja.

Gangguan psikologis diawali dari perasaan tidak nyaman saat bekerja. Mayoritas responden menyatakan bahwa kebisingan di lingkungan kerja mengganggu kenyamanan kerja. Tetapi responden mengakui sudah terbiasa dan dapat beradaptasi dengan kondisi kebisingan tersebut. Walaupun dapat menurunkan daya konsentrasi, tetapi mereka tetap merasa mampu bekerja dengan baik.

Bising dapat menjadi stresor yang mempengaruhi stabilitas mental dan kondisi psikologis, menimbulkan rasa khawatir, jengkel dan lainnya. Ada berbagai faktor yang mempengaruhi seseorang mengalami gangguan psikologis akibat bising diantaranya kepekaan seseorang terhadap kebisingan, respon individu terhadap sumber bising dan kerentanan individu terhadap kondisi keseimbangan antara emosi dan logika pekerjaannya.

Berdasarkan hasil penelitian, keluhan *non auditory effect* yang dialami oleh tenaga kerja di area kerja Turbin dan Boiler adalah gangguan komunikasi, gangguan fisiologis dan gangguan psikologis. Gangguan akibat kebisingan tersebut akan memberikan dampak yang berbeda-beda bagi tiap tenaga kerja yang mengalaminya karena setiap individu tenaga kerja mempunyai kepekaan dan persepsi yang berbeda-beda terhadap gangguan kebisingan yang dikeluhkan. Peneliti mengakumulasikan setiap keluhan yang dialami responden dengan mengkategorikan keluhan *non auditory effect* yang dialami masing-masing

responden menjadi 3 kategori yaitu keluhan *non auditory effect* ringan, keluhan *non auditory effect* sedang dan keluhan *non auditory effect* berat berdasarkan skor yang sudah ditentukan. Distribusi frekuensi keluhan *non auditory effect* pada tenaga kerja di area Turbin dan Boiler adalah sebagai berikut:

Tabel 4.9 Distribusi Frekuensi Keluhan *Non Auditory Effect* Pada Tenaga Kerja di Area Turbin dan Boiler Pembangkit

Keluhan <i>Non Auditory Effect</i>	Jumlah (n)	Persentase (%)
Ringan	24	55,8
Sedang	18	41,9
Berat	1	2,3
Jumlah	43	100

Sumber: Data Primer Terolah 2015

Tabel 4.8 menerangkan bahwa sebanyak 24 responden (55,8%) mengalami keluhan *non auditory effect* ringan, 18 responden (41,9%) mengalami keluhan *non auditory effect* sedang, dan 1 responden (2,3%) mengalami keluhan *non auditory effect* berat.

Pengukuran keluhan *non auditory effect* dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang terdiri dari 24 item pertanyaan dengan rincian masing-masing 8 pertanyaan mengenai gangguan komunikasi, gangguan fisiologis dan gangguan psikologis. Penilaian awal dilakukan dengan mengkategorikan tiap gangguan komunikasi, fisiologis dan psikologis dalam kategori ya (ada keluhan, jika skor penilaian 8-16) dan kategori tidak (tidak ada keluhan, jika skor pertanyaan 17-24). Kemudian tiap responden dihitung skor total dari masing-masing keluhan *non auditory effect* yang dialami. Apabila skor total penilaian 24-39 dikategorikan mengalami keluhan berat, skor total penilaian 40-55 dikategorikan mengalami keluhan sedang, dan skor total penilaian 56-72 dikategorikan mengalami keluhan ringan.

Sebagian besar tenaga kerja di area Turbin dan Boiler mengalami keluhan *non auditory effect* ringan. Kepekaan tiap tenaga kerja terhadap paparan bising yang diterima berbeda-beda. Tingkat kepekaan tiap tenaga kerja dapat lebih tinggi atau lebih rendah tergantung dari banyak faktor walaupun intensitas kebisingan yang diterima sama tingginya. Faktor tersebut diantaranya adalah dari faktor intrinsik seperti kondisi ketahanan tubuh, kepatuhan dalam menggunakan APT ketika bekerja di lingkungan bising, faktor kesadaran (*awareness*) terhadap

kebisingan dan dampaknya bagi kesehatan, faktor masa kerja, lama paparan dan faktor usia yang telah diketahui bahwa usia tenaga kerja di area kerja Turbin dan Boiler masih didominasi usia kerja produktif 25-34 tahun dimana dalam usia tersebut seseorang masih memiliki kapasitas fisik yang baik dan mencapai puncak pada usia 25 tahun (Tarwaka, 2004). Masa kerja yang masih di bawah 10 tahun juga mempengaruhi keluhan *non auditory effect* kebisingan yang dialami oleh sebagian besar responden masih dalam kategori keluhan ringan.

Walaupun keluhan yang dialami mayoritas responden berada di kategori ringan, tetapi tenaga kerja tidak dapat begitu saja mengesampingkan efek *non auditory* kebisingan karena efek yang ditimbulkan dapat bersifat kronis apabila tidak dilakukan pencegahan maupun pengendalian yang efektif dan optimal, maka efek tersebut dalam jangka waktu lama dapat mengganggu kinerja, menurunkan taraf kesehatan, bahkan menimbulkan gangguan produktifitas kerja dan berbagai kerugian lainnya.

4.1.4 Upaya Pengendalian Kebisingan di Area Turbin dan Boiler Pembangkit

Kebisingan di area Turbin dan Boiler memerlukan upaya pengendalian terpadu untuk mereduksi kebisingan yang bertujuan mengurangi timbulnya efek kebisingan pada tenaga kerja. Kebisingan terjadi karena adanya sumber bising, media penghantar bising, dan adanya pekerja yang terpapar. Hirarki pengendalian kebisingan yang dapat dilakukan untuk mengurangi paparan kebisingan di tempat kerja adalah pengendalian teknik, pengendalian administratif dan penggunaan APD. Pencegahan terhadap dampak negatif kebisingan merupakan tanggung jawab pekerja dan pihak perusahaan secara bersama. Berdasarkan wawancara dengan informan staf senior LK3, berikut adalah upaya pengendalian kebisingan yang diterapkan :

a. Eliminasi

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

dilakukan dengan menghilangkan sumber bising yang menimbulkan kebisingan dengan intensitas yang tinggi. Sumber kebisingan di area Turbin dan Boiler berasal dari aktifitas mesin- mesin utama yakni aktifitas mesin yang digunakan dalam proses produksi listrik. Oleh karena itu, pengendalian secara eliminasi belum dapat dilakukan karena kebisingan berasal dari aktifitas mesin produksi utama sehingga apabila dilakukan eliminasi dengan cara menghilangkan sumber bising maka akan mengganggu berjalannya proses produksi. Cara lainnya yang lebih tepat yaitu memodifikasi sumber bising melalui upaya pengontrolan mesin (*engineering control*).

b. Substitusi

Dalam pengendalian bahaya kebisingan, pengendalian substitusi dapat dilakukan dengan cara mengganti mesin atau peralatan yang menimbulkan intensitas bising yang tinggi dengan mesin atau peralatan yang intensitas bisingnya lebih rendah atau lebih aman sehingga pemaparannya selalu dalam batas yang masih dapat diterima selama hal tersebut tidak mengganggu proses produksi. Misalnya dilakukan penggantian suku cadang mesin agar dapat mereduksi intensitas bising yang dihasilkan dari komponen mesin yang sudah aus. Upaya ini telah dilakukan oleh pihak perusahaan dimana perusahaan secara periodik melakukan beberapa penggantian suku cadang mesin maupun usaha pemeliharaan dan pelumasan mesin-mesin seperti perangkat mesin di Turbin dan Generator untuk meningkatkan kualitas operasi mesin dan proses produksi.

c. Pengendalin teknis (*engineering control*)

Pengendalian teknis termasuk merubah struktur obyek kerja untuk mencegah seseorang terpapar potensi bahaya. Banyak hal yang harus diperhatikan dan langkah ini tidaklah mudah akan tetapi bukan tidak mungkin untuk dilakukan. Beberapa upaya pengendalian teknis yang telah dilakukan perusahaan :

1. Melakukan pengecekan, pemeliharaan dan servis secara rutin dan terprogram dengan baik terhadap komponen mesin-mesin sebagai upaya *maintenance* mesin jika terdapat bagian mesin yang rusak segera dilakukan upaya perbaikan dengan mengganti bagian-bagian mesin yang telah mengalami gangguan fungsi sehingga mesin dapat beroperasi normal

dan kebisingan dapat tereduksi. Salah satunya adalah kegiatan *maintenance dearating* yaitu penurunan beban produksi unit karena kegiatan perbaikan dan pemeliharaan sedang berlangsung.

2. Pemasangan pelindung atau penutup dan *barrier* pada mesin penyekat antara mesin dan pekerja sebagai upaya isolasi mesin seperti isolator yang dipasangkan pada mesin Turbin dan Generator serta Fan di Boiler sehingga kebisingan dapat dipantulkan dan mengurangi frekuensi bising dan meredam suara.
3. Upaya pengaturan waktu operasi. Perusahaan secara periodik melakukan pengaturan batas waktu operasi mesin dimana ada saat tertentu seluruh mesin dimatikan atau *stop total running* dan dilakukan proses *maintenance* atau pemeliharaan mesin seperti proses penggantian, pengencangan bagian mesin yang longgar, pemberian pelumas, pengelasan dan lainnya sehingga tiap komponen dapat beroperasi dengan semestinya sebagai upaya merevitalisasi kondisi mesin, salah satunya agar mesin tidak menimbulkan bising yang tinggi. Proses ini umumnya disebut *overhaul*.

Upaya lainnya yang dapat diterapkan di perusahaan salah satunya adalah meredam kebisingan dengan metode pengontrolan suara pada jalur penghubung yang membutuhkan modifikasi sumber bising dan penerima. Hal ini dapat dilakukan dengan mengatur desain peredam suara. Secara tidak langsung dapat digunakan bahan bersifat menyerap/meredam suara seperti bahan karet elastis atau bahan dari logam. Pengaturan desain peredam suara di sekitar mesin bising dapat dilakukan untuk mengurangi kebisingan, meningkatkan efektifitas kerja dan sebagai bentuk upaya *safety*.

d. Pengendalian Administratif

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

1. Rotasi pekerjaan, meliputi penggantian tugas yang dilakukan oleh pekerja sedemikian rupa sehingga pekerja tidak terpapar bising yang berlebihan. Rotasi ini bertujuan untuk membuat tenaga kerja yang terpapar bising

menjadi tidak terpapar bising bukan dengan tujuan kebutuhan tenaga kerja di bidang tertentu.

2. Penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan tentang kebisingan, bahaya kebisingan, fungsi manfaat dan cara penggunaan APT yang tepat di lingkungan kerja yang bising.
3. Pemeriksaan kesehatan baik pemeriksaan awal sebelum bekerja di area kerja yang bising, berkala dan khusus. Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui dan mencegah dampak kebisingan terhadap kesehatan tenaga kerja seperti misalnya pemeriksaan audiometri untuk mengetahui efek kebisingan terhadap indera pendengaran sehingga apabila terjadi gangguan dapat dideteksi secara dini, segera ditangani ataupun diberi istirahat kerja maupun rotasi kerja untuk mengurangi efek kebisingan lebih lanjut.
4. Monitoring lingkungan kerja. Upaya pemantauan lingkungan kerja dapat dilakukan dengan melaksanakan pengukuran kebisingan kerja secara rutin, memetakan kebisingan di tiap area kerja serta memberikan tanda peringatan (*safety sign*) di lokasi-lokasi berintensitas bising tinggi.

Perusahaan telah melakukan berbagai pengendalian administratif diantaranya melakukan rotasi tenaga kerja termasuk tenaga kerja di area Turbin dan Boiler (khususnya operator serta teknisi INC, Harmes 1, dan Har. listrik. Pada dasarnya rotasi kerja ini merupakan suatu bentuk pengendalian administratif tetapi upaya ini belum sepenuhnya dapat mengurangi dampak kebisingan pada tenaga kerja karena landasan adanya rotasi kerja bukan sebagai salah satu bentuk pengendalian kebisingan melainkan karena kebutuhan tenaga kerja di bidang tertentu harus dirotasi sehingga tenaga kerja harus dipindahkan. Namun tidak menutup kemungkinan hal ini juga dapat membantu mengurangi paparan kebisingan yang diterima oleh tenaga kerja yang bekerja di area kerja Turbin dan Boiler.

Saat ini pendidikan dan pelatihan (diklat) khusus mengenai kebisingan belum pernah diselenggarakan oleh pihak manajemen perusahaan. Pelatihan dan pendidikan yang dilaksanakan hanya diklat K3 secara umum. Program diklat tentang kebisingan dapat diselenggarakan untuk menambah pengetahuan pekerja

khususnya mengenai bahaya kebisingan agar tenaga kerja dapat menyikapi keadaan kebisingan dengan baik. Hal ini dapat dilakukan melalui metode diskusi yang terus-menerus dan penekanan berkelanjutan sehingga para pekerja semakin paham dan lebih menghargai keseriusan dari efek kebisingan terhadap kesehatan dan keselamatan kerja. Selain rotasi kerja, perusahaan juga sudah mengupayakan monitoring lingkungan kerja khususnya kebisingan yang dilakukan oleh pihak LK3 tiap 3 bulan sekali. Program ini juga termasuk kegiatan pengukuran kebisingan, pemetaan lokasi kebisingan yang disesuaikan dengan aturan penggunaan APT serta adanya *safety sign* yang telah terpasang di beberapa area bahaya bising di Turbin dan Boiler.

Tenaga kerja operator maupun teknisi juga telah mendapatkan pemeriksaan khusus yaitu pemeriksaan audiometri yang dilakukan setiap 1 tahun sekali maupun pemeriksaan umum berkala dan pemeriksaan awal. Pemeriksaan khusus audiometri dilakukan sebagai salah satu upaya pencegahan terhadap bahaya bising yang dapat menimbulkan gangguan pendengaran maupun munculnya keluhan *non auditory* pada pekerja.

e. Alat Pelindung Diri

Pemakaian APD merupakan cara terakhir yang harus dilakukan apabila cara lain sulit ataupun tidak mungkin dilaksanakan. Alat pelindung diri yang baik digunakan untuk lingkungan kerja bising adalah alat pelindung telinga seperti misalnya *ear plug* dan *ear muff* (Soeripto, 2008). Alat pelindung telinga dapat menurunkan tingkat kebisingan yang melalui hantaran udara sampai 40 dBA, tetapi pada umumnya tidak lebih dari 30 dBA.

Penggunaan APT adalah upaya penting yang dijalankan oleh perusahaan sebagai salah satu bentuk pengendalian kebisingan di lingkungan kerja khususnya di area Turbin dan Boiler. Penggunaan APT berkaitan dengan kebijakan pengawasan maupun fasilitas ketersediaan APT. Perusahaan telah memiliki sistem pengelolaan APD yang cukup baik.

Khusus tentang pengelolaan APT, perusahaan telah menyediakan *ear plug* dan *ear muff* bagi para tenaganya untuk mengurangi paparan kebisingan sebelum sampai ke gendang telinga. APT yang paling umum digunakan oleh

tenaga kerja adalah *ear plug* karena penggunaannya relatif lebih nyaman dan ketersediaan yang cukup. *Ear plug* dibagikan ke seluruh tenaga kerja organik/tetap di tiap runit kerja perusahaan dan penggunaannya *consumeable* dibandingkan dengan ketersediaan *ear muff* yang lebih terbatas. Penggunaan *ear plug* ini sebenarnya mampu mereduksi kebisingan 25-30 dB. Tetapi berdasarkan pengamatan peneliti kedisiplinan tenaga kerja maupun cara penggunaan *ear plug* yang kurang tepat dapat mengurangi keefektifan *ear plug* dalam melindungi telinga tenaga kerja. Ketika penggunaan APT diwajibkan, maka juga harus ada sosialisasi, penyuluhan, bahkan pengawasan yang ketat agar pekerja memahami bahaya bising dan cara penggunaan yang benar sehingga APT dapat berfungsi secara efektif mereduksi kebisingan.

Pada dasarnya, perusahaan sudah mengatur ketersediaan APT terutama *ear plug*, dengan baik karena *ear plug* termasuk APD *consumeable* yang sistem ketersediaannya harus selalu diperhatikan. Faktor kenyamanan, ketersediaan sarana prasarana APT sudah diperhatikan dengan baik oleh perusahaan. Tetapi, budaya penggunaan APT masih rendah sehingga perlu dilakukan *upgrade* sosialisasi atau penyuluhan tentang kebisingan termasuk APT, kebijakan yang lebih tegas, pengawasan lebih ketat serta sanksi yang patut agar mampu menumbuhkan sikap positif penggunaan APT dan fasilitas yang sudah ada dapat dimanfaatkan dengan baik oleh seluruh tenaga kerja

Perusahaan memberikan APT *ear plug* dan *ear muff* kepada tenaga kerja di seluruh unit karena setiap tenaga kerja memungkinkan untuk memasuki area kerja yang berintensitas bising tinggi. Namun pemberian dan kewajiban penggunaan APT *ear plug* ini belum diimbangi dengan penyuluhan K3 terpadu yang secara khusus memberikan penyuluhan tentang fungsi, manfaat, perawatan dan cara pemakaian yang benar sehingga masih banyak tenaga kerja yang tidak menggunakan *ear plug* meskipun perusahaan telah menyediakan. Pengelolaan APD yang dilakukan perusahaan tidak terlepas dari sinergi kebijakan, pengawasan dan fasilitas APD dalam hal ini khususnya APT.

Mengenai kebijakan, sudah ada peraturan tertulis yang mengatur tentang kewajiban penggunaan APD secara umum seperti penggunaan *safety shoes*,

helmet, sarung tangan, masker, *goggles* termasuk penggunaan APT. Tetapi belum ada aturan tertulis yang secara khusus mengatur mengenai penggunaan APT di area kerja bising. Perusahaan juga mensosialisasikan dan melakukan pengawasan atas aturan tersebut kepada tenaga kerja di seluruh unit kerja. Hal ini dilakukan untuk memantau secara keseluruhan terhadap penggunaan APD di lingkungan kerja sebagai upaya menumbuhkan budaya K3 di perusahaan.

Pengawasan penggunaan APD dilakukan oleh bagian K3 perusahaan. Pengawasan yang dilakukan diantaranya adalah pengawasan terhadap ketersediaan sarana prasarana APD termasuk APT dan pengawasan penggunaan APT. K3 memiliki rencana kerja rutin dalam upaya pengawasan penggunaan APD di tempat kerja seperti kegiatan *patrol check management* (PCM). Selain itu juga hasil pengawasan akan dilaporkan dan dievaluasi pada saat rapat P2K3. Namun, masih belum ada sanksi tegas yang mengatur tentang pelanggaran penggunaan APD di tempat kerja.

Pada saat ditemukan pelanggaran penggunaan APT di tempat kerja, pengawas hanya memberikan teguran langsung tanpa ada sanksi apapun kepada tenaga kerja organik perusahaan sehingga perlu adanya perencanaan kembali sistem pengawasan dan pemberian sanksi kepada pelanggar. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan kesadaran dan kedisiplinan tenaga kerja. Apabila sanksi pelanggaran penggunaan APT tidak ditegakkan maka kesadaran penggunaan APT menjadi rendah. Pemberian sanksi diharapkan dapat memberikan efek jera kepada tenaga kerja yang melanggar kebijakan sehingga tidak mengulang kesalahan kembali.

Selama ini, pihak pengawas perusahaan hanya memberikan sanksi tegas kepada pihak *eksternal* atau pekerja non organik sebagai pihak ketiga yang melanggar aturan penggunaan APD di wilayah kerja perusahaan. Sanksi yang diberikan berupa teguran, surat pelanggaran hingga surat peringatan penghentian kontrak kerja. Sanksi yang diberikan terhadap seluruh tenaga kerja di wilayah kerja perusahaan dapat dilakukan bertahap misalnya memberikan sanksi teguran langsung bila ditemukan pelanggaran penggunaan APT di wilayah kerja bising, sebaiknya diberikan surat pelanggaran apabila pelanggaran dilakukan lebih dari 2

kali. Sistem penghargaan (*reward*) juga dapat diberikan kepada para tenaga kerja yang peduli K3 sehingga dapat memotivasi tenaga kerja yang lain untuk berusaha menjadi yang terbaik dan peduli keselamatan dan kesehatan kerja.

Ear plug dan *ear muff* diberikan kepada seluruh tenaga kerja di tiap unit kerja. *Ear plug* dapat menurunkan intensitas bising sebesar 25-30 dBA sedangkan *ear muff* dapat menurunkan intensitas bising sampai 40 dBA (Anizar, 2009). *Ear plug* disebut sebagai APD *consumeable* karena kebutuhannya yang besar sehingga perusahaan bekerja sama dengan penyedia APD dan memonitoring langsung mulai dari jumlah kebutuhan, proses pemesanan hingga kecukupan stok APD terutama APT *ear plug* di tiap unit kerja. *Ear muff* lebih lama penggunaannya sehingga hanya dilakukan perbaikan *ear muff* yang dilakukan tiap 2 tahun sekali. Fasilitas APT hanya diberikan kepada tenaga kerja organik saja.

Penggunaan APT jenis *ear plug* memang umumnya dipilih oleh perusahaan karena faktor kenyamanan dan kepraktisan. *Ear plug* lebih mudah dibawa, tidak membatasi gerak kepala, cocok digunakan di tempat kerja yang panas dan relatif murah. Faktor kenyamanan memang penting diperhatikan supaya tenaga kerja mau menggunakannya saat bekerja.

Sebaiknya pemberian fasilitas APT tidak hanya kepada tenaga organik saja tetapi tenaga kerja tidak tetap yang bekerja di area kerja berintensitas bising tinggi di perusahaan tersebut. Tenaga kerja tidak tetap juga memiliki hak untuk mendapatkan perlindungan dari risiko bahaya termasuk bahaya kebisingan di tempat kerja dengan menggunakan ear plug. Sesuai dengan UU No. 1 tahun 1970 pasal 14 butir c yang menyatakan bahwa pengurus (pengusaha) wajib untuk menyediakan secara cuma-cuma semua alat perlindungan diri yang diwajibkan pada pekerja yang berada di bawah pimpinannya dan menyediakan bagi setiap orang lain yang memasuki tempat kerja tersebut, disertai dengan petunjuk-petunjuk yang diperlukan menurut petunjuk pegawai pengawas atau ahli-ahli keselamatan kerja.

Ketersediaan APT harus menjadi perhatian pihak manajemen perusahaan dan pekerja. Dengan peraturan ini, perusahaan memiliki kewajiban menyediakan APT tidak hanya kepada pekerja organik saja tetapi juga kepada pekerja tidak

tetap serta bagi orang lain yang memasuki area kerja dengan intensitas bising tinggi.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Hubungan Intensitas Kebisingan dengan Keluhan *Non Auditory Effect*

Hubungan Intensitas Kebisingan dengan Keluhan *Non Auditory Effect* dapat dilihat pada tabel 4.10 sebagai berikut :

Tabel 4.10 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Hubungan Antara Intensitas Kebisingan dengan Keluhan *Non Auditory Effect*

Intensitas Kebisingan (dBA)	Keluhan <i>Non Auditory Effect</i>						Jumlah		sig
	Keluhan ringan		Keluhan sedang		Keluhan berat		N	%	
	N	%	N	%	N	%			
100,2	3	7	4	9,3	-	-	7	16,2	0,037
99,9	5	11,6	4	9,3	-	-	9	21	
96,5	5	11,6	2	4,6	-	-	7	16,2	
104	2	4,7	3	7	1	2,3	6	14	
97,2	4	9,3	4	9,3	-	-	8	18,6	
91,4	5	11,6	1	2,4	-	-	6	14	
Jumlah	24	55,8	18	41,9	1	2,3	43	100	

Sumber : Data Terolah 2015

Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada tabel 4.10 dapat diketahui bahwa terdapat 6 orang responden (14%) yang terpapar intensitas kebisingan tertinggi yaitu 104 dBA dengan 2 responden (4,7%) mengalami gangguan ringan, 3 reponden (7%) mengalami gangguan sedang, dan 1 responden (2,3%) mengalami gangguan berat. Hasil uji statistik dengan menggunakan uji *Spearman* menunjukkan $p < \alpha$ yaitu 0,037 sehingga H_0 ditolak dan dapat disimpulkan bahwa ada hubungan antara intensitas kebisingan dengan keluhan *non auditory effect*.

Hasil pengukuran menunjukkan secara keseluruhan melebihi batas paparan kebisingan yaitu >85 dBA yang berkisar pada 91,4 dBA - 104 dBA dengan jumlah keluhan paling banyak mengalami gangguan ringan (55,8%) dan paling sedikit mengalami gangguan berat (2,3%). Intensitas kebisingan tertinggi yaitu 104 dBA dan intensitas kebisingan terendah yaitu 91,4 dBA. Hal ini menunjukkan bahwa tenaga kerja yang bekerja di area turbin dan boiler mendapat paparan bising tinggi. Walaupun intensitas kebisingan di area turbin dan boiler tinggi

dengan jumlah gangguan ringan yang banyak, dampak *non auditory* yang dirasakan tiap tenaga kerja berbeda-beda. Hal ini dapat dipengaruhi oleh persepsi dan kepekaan tiap tenaga kerja yang berbeda-beda terhadap dampak *non auditory* dari intensitas kebisingan yang diterima. Perbedaan komposisi jumlah dari setiap gangguan yang dirasakan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya usia, lama paparan dan masa kerja.

Kondisi tenaga kerja yang setiap hari bekerja di area dengan intensitas kebisingan tinggi memiliki risiko mengalami keluhan seperti gangguan komunikasi, fisiologis dan psikologis. Intensitas kebisingan tinggi bila dibiarkan akan menimbulkan kerugian kepada pekerja baik kerugian kesehatan seperti gangguan indera pendengaran maupun gangguan *non auditory* yang dapat menurunkan produktifitas kerja bahkan menimbulkan kecelakaan kerja.

Kebisingan pada dasarnya merupakan suara yang sifatnya mengganggu dan keberadaannya tidak dikehendaki oleh orang yang bersangkutan (*unwanted sound*) sehingga menimbulkan efek pada sistem *auditory* maupun *non auditory*. Dampak negatif *non auditory* yang paling dirasakan oleh tenaga kerja yang bekerja di tempat kerja bising adalah terganggunya kenyamanan kerja. Hal ini menimbulkan menurunnya konsentrasi dan perhatian kerja. Dampak *non auditory* lainnya dapat berupa dampak kesehatan baik fisik maupun psikis.

Kebisingan dengan intensitas tinggi yang melebihi NAB dengan waktu paparan yang terus-menerus dan lama dapat meningkatkan risiko tenaga kerja mengalami gangguan atau gejala akibat kebisingan berupa keluhan *non auditory effect* yaitu gangguan komunikasi, gangguan fisiologi, dan psikologi. Suara bising yang melampaui NAB akan mengganggu percakapan sehingga mempengaruhi komunikasi yang sedang berlangsung (Suma'mur, 1982). Kebisingan mengganggu pelaksanaan tugas dan berfikir sukar dilakukan di tempat bising. Kebisingan juga mengganggu perhatian sehingga konsentrasi dan kesigapan mental menurun (Suma'mur, 2009)

Berdasarkan hasil uji statistik, kebisingan di area Turbin dan Boiler dapat mengakibatkan tenaga kerja mengalami keluhan *non auditory effect* diantaranya gangguan komunikasi, gangguan fisiologis dan gangguan psikologis. Hasil

penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Yulianto (2013) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan antara intensitas kebisingan dengan gangguan *non auditory* yaitu gangguan komunikasi, gangguan fisiologi dan psikologi ($p=0,010$). Penelitian Sudirman, *et al.* (2014) memperoleh hasil penelitian bahwa intensitas kebisingan di tempat kerja yang melebihi NAB secara signifikan ($p=0,015$) menimbulkan gangguan *non auditory* berupa gangguan psikologi, gangguan komunikasi dan gangguan fisiologis. Saptaputra (2011) menunjukkan hasil penelitian yang sama yaitu ada hubungan antara intensitas kebisingan dengan keluhan subyektif pada karyawan ruang pembangkit listrik unit PLTD Wua-Wua PT PLN Sektor Kendari dengan hasil *p-value* 0,000

Salah satu penyebab dari timbulnya keluhan yang dialami tenaga kerja diantaranya adalah adanya sebagian pekerja yang tidak menggunakan APT secara disiplin dan teratur. Dalam melakukan pekerjaannya di area kerja bising, terkadang *ear plug* terlepas dengan sendirinya atau sengaja dilepas karena alasan tertentu seperti saat melakukan komunikasi via HT (*Handy-Talky*) dan tidak dipasangkan kembali.

Gangguan komunikasi yang terjadi pada pekerja di tempat kerja bising yang terparap secara berulang diakibatkan oleh *masking effect* atau bunyi yang menutupi pendengaran yang kurang jelas dan gangguan kejelasan suara sehingga komunikasi dilakukan dengan cara berteriak, mengulang kalimat maupun mendekatkan jarak komunikasi dan memungkinkan terjadinya gangguan pekerjaan bahkan kesalahan komunikasi karena tidak dapat menerima pesan komunikasi dengan baik. Hal ini dibuktikan oleh hasil penelitian Afrianto (2009) bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara tingkat kebisingan dengan gangguan komunikasi. Secara psikologis, kebisingan tinggi dapat meningkatkan peluang seseorang mengalami stres kerja yang ditandai dengan perasaan mudah emosi dan kaget, konsentrasi menurun, sakit kepala, mudah lelah, dan gangguan tidur. Teori ini sejalan dengan hasil penelitian Rahmi (2009) yang menyatakan adanya hubungan antara intensitas kebisingan dengan gangguan psikologi ($p=0,0005$) pada pekerja SPBU di Jakarta.

Kebisingan juga dapat merangsang situasi reseptor vestibular di telinga bagian dalam yang dapat menimbulkan efek fisiologis seperti pusing/vertigo, perasaan mual, sesak napas yang diakibatkan oleh rangsangan bising terhadap sistem saraf sehingga organ target seperti kelenjar hormon mengalami perubahan keseimbangan yang selanjutnya menimbulkan perubahan fungsional pada organ target tersebut seperti meningkatkan hiperaktivitas sistem limbik dan SSP (sistem saraf pusat). Kerusakan sel saraf tersebut menyebabkan timbulnya gangguan fisiologis seperti peningkatan tekanan darah, sesak napas, vertigo maupun kontraksi pembuluh darah perifer terutama pada organ gerak tubuh. Penelitian Kholik *et al.* (2012) mengungkapkan bahwa mayoritas responden mengalami gejala akibat kebisingan yaitu vertigo, sakit kepala, sering mual dan sesak napas.

4.2.2 Hubungan Faktor Individu Pekerja Dengan Keluhan *Non Auditory Effect*

a. Hubungan Usia dengan Keluhan *Non Auditory Effect*

Distribusi frekuensi hubungan usia dengan keluhan *Non Auditory Effect* dapat dilihat pada tabel 4.11 sebagai berikut :

Tabel 4.11 Distribusi Responden Berdasarkan Hubungan Usia Dengan Keluhan Subyektif *Non Auditory Effect*

Usia (Tahun)	Keluhan <i>Non Auditory Effect</i>						Jumlah		sig
	Keluhan ringan		Keluhan sedang		Keluhan berat		N	%	
	N	%	N	%	n	%			
15-24	7	16,2	6	14	-	-	13	30,2	0,655
25-34	15	35	12	27,9	1	2,3	28	65,2	
35-44	2	4,6	-	-	-	-	2	4,6	
45-54	-	-	-	-	-	-	-	-	
>55	-	-	-	-	-	-	-	-	
Jumlah	24	55,8	18	41,9	1	2,3	43	100	

Sumber : Data Terolah 2015

Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada tabel 4.11 dapat diketahui bahwa responden pada rentang usia 25-34 tahun mengalami keluhan *non auditory* terbanyak yaitu 28 responden (65,2%) dengan rincian 15 responden (35%) mengalami keluhan ringan, 12 responden (27,9%) mengalami keluhan sedang, dan 1 responden (2,3%) mengalami keluhan berat. Responden yang berusia 35-44 tahun mengalami keluhan ringan sebanyak 2 responden (4,6%). Berdasarkan hasil uji statistik dengan menggunakan uji *Spearman* menunjukkan

$p > \alpha$ yaitu 0,655 sehingga H_0 diterima dan dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara usia dengan keluhan *non auditory effect* pada tenaga kerja di area turbin dan boiler Pembangkit. Indikator tidak adanya hubungan antara kedua variabel tersebut adalah nilai *P-value* lebih besar dari nilai α (0,05). Oleh karena itu hasil yang didapat dalam penelitian ini tidak sesuai dengan teori yang ada.

Responden yang menjadi obyek penelitian mayoritas berumur dibawah 35 tahun, sehingga variabel usia kurang dapat dijelaskan melalui uji bivariat karena tidak dapat menguatkan teori mengenai hubungan usia yang dapat mempengaruhi keluhan *non auditory effect* pada pekerja.

Secara teoritis, semakin bertambah usia pekerja maka fungsi fisiologis tubuh pekerja lambat laun akan mengalami penurunan. Salah satunya yaitu penurunan fungsi indera pendengaran. Semakin bertambahnya umur juga dapat menyebabkan bertambahnya keluhan *non auditory* yang dirasakan. Usia memiliki kontribusi kuat untuk memunculkan keluhan *non auditory*. Dalam penelitian Yulianingsih (2009) menyebutkan bahwa faktor terkait umur yang berpengaruh terhadap terjadinya keluhan *non auditory* adalah proses penuaan disertai dengan berkurangnya kemampuan kerja akibat perubahan fungsional alat tubuh, sistem kardiovaskuler serta hormonal.

Usia pada dasarnya merupakan faktor yang berkontribusi memunculkan keluhan *non auditory*. Usia termasuk unsur intrinsik yang berasal dari dalam tubuh pekerja. Faktor usia mampu memunculkan keluhan *non auditory effect* terkait dengan fungsi fisiologis tubuh pekerja. Seharusnya, jika faktor usia bersinergi dengan intensitas kebisingan tinggi, maka kemungkinan munculnya keluhan *non auditory effect* semakin besar. Ketiadaan hubungan antar variabel tersebut kemungkinan disebabkan persebaran data usia yang kurang merata. Usia tenaga kerja di area turbin dan boiler tersebar pada rentang 21-39 tahun saja, dengan usia termuda 21 tahun dan tertua 39 tahun. Menurut peneliti, penyebab hasil uji statistik tidak menunjukkan hubungan signifikan adalah penentuan titik potong yang kurang tepat, karena titik potong dapat mempengaruhi hasil uji statistik. Selain itu para tenaga kerja yang bekerja di area turbin dan boiler mayoritas merupakan tenaga kerja muda yang berusia dibawah 35 tahun.

Ketiadaan hubungan tersebut kemungkinan juga disebabkan adanya pengaruh faktor lain yang lebih kuat yaitu intensitas kebisingan mengingat variabel yang berpengaruh di analisis sekaligus secara bersamaan sehingga kemungkinan dipengaruhi variabel lain yang lebih besar pengaruhnya terhadap terjadinya keluhan. Pekerja usia muda dengan masa kerja yang termasuk kategori masa kerja di bawah 5 tahun menyatakan bahwa mereka merasa sudah terbiasa bekerja di lingkungan kerja yang bising. Walaupun mayoritas pekerja merupakan pekerja usia muda tetapi dampak intensitas kebisingan tempat kerja tidak bisa diabaikan karena efek negatif kebisingan bersifat kronis apabila tenaga kerja terpapar bising secara kontinyu dalam jangka waktu lama tanpa adanya upaya pengendalian bising yang optimal sehingga lambat laun akan menimbulkan gangguan-gangguan *non auditory*.

b. Hubungan Masa Kerja Dengan Keluhan *Non Auditory Effect*

Distribusi frekuensi hubungan masa kerja dengan keluhan *non auditory effect* dapat dilihat pada tabel 4.12 sebagai berikut :

Tabel 4.12 Distribusi Responden Berdasarkan Hubungan Masa Kerja Dengan Keluhan *Non Auditory Effect*

Masa Kerja (Tahun)	Keluhan <i>Non Auditory Effect</i>						Jumlah		sig
	Keluhan ringan		Keluhan sedang		Keluhan berat		N	%	
	N	%	N	%	n	%			
1-2	6	13,95	9	20,95	-	-	15	34,9	0,037
3-4	12	27,9	9	20,95	1	2,3	22	51,1	
>4	6	13,95	-	-	-	-	6	14,1	
Jumlah	24	55,8	18	41,9	1	2,3	43	100	

Sumber : Data Terolah 2015

Hasil penelitian pada tabel 4.12 menunjukkan bahwa responden mengalami keluhan *non auditory* yang paling pada masa kerja 3-4 tahun (51,1%), dengan rincian 12 responden (27,9%) mengalami keluhan ringan, 9 responden (20,95%) mengalami keluhan sedang, dan 1 responden (2,3%) mengalami keluhan berat. Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan uji *Spearman* menunjukkan $p < \alpha$ yaitu 0,037 sehingga H_0 ditolak dan dapat disimpulkan bahwa ada hubungan antara masa kerja dengan keluhan *non auditory effect* pada tenaga kerja area Turbin dan Boiler Pembangkit. Tenaga kerja yang memiliki masa kerja

3-4 tahun paling banyak mengalami keluhan ringan sebanyak 12 responden, 9 responden mengalami keluhan sedang kemudian 1 responden yang mengalami keluhan berat, Sedangkan tenaga kerja yang memiliki masa kerja >4 tahun seluruhnya (6 responden) mengalami keluhan ringan.

Masa kerja berperan dalam potensi terjadinya bahaya akibat kebisingan. Faktor masa kerja berkaitan dengan aspek durasi maupun dosis terhadap paparan bising yang diterima pekerja. Tenaga kerja yang melakukan pekerjaan di area bising cukup lama akan menerima jumlah paparan bising yang lebih besar dibandingkan dengan pekerja baru. Semakin lama seseorang terpapar bising maka risiko untuk mengalami gangguan atau keluhan juga semakin besar walaupun masih ada faktor lain seperti lama paparan per hari juga ikut mempengaruhi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja yang mengalami keluhan *non auditory effect* baik keluhan ringan, sedang maupun berat berada pada kategori masa kerja 3-4 tahun. 6 Responden kategori masa kerja >4 tahun juga mengalami keluhan *non auditory effect* tetapi masih dalam kategori keluhan ringan. Hal ini karena responden tersebut jarang terpapar kebisingan dalam waktu yang lama tetapi intensitas bising yang diterima cukup tinggi sehingga risiko keluhan yang dialami juga relatif ringan.

Hasil uji statistik *Spearman* menyatakan bahwa ada hubungan antara masa kerja dengan keluhan *non auditory effect* pada tenaga kerja di area Turbin dan Boiler Pembangkit. Hasil ini didukung oleh penelitian Sudirman *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa ada hubungan masa kerja dengan keluhan non auditory pada pekerja instalasi gizi RS ($p=0,011$)

Menurut teori disebutkan bahwa masa kerja mempengaruhi terjadinya penyakit akibat kerja. Semakin lama seseorang bekerja di lingkungan kerja tertentu kemungkinan terpapar oleh berbagai faktor lingkungan kerja baik fisik, kimia, biologi, ergonomi maupun psikologi yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan ataupun penyakit akibat kerja sehingga dapat berakibat menurunnya efisiensi dan produktifitas kerja (Wahyu, 2003). Masa kerja erat kaitannya dengan akumulasi dari lamanya paparan yang telah diterima pekerja selama bekerja di tempat kerja bising sehingga sangat memungkinkan pekerja dengan masa kerja

lama mengalami berbagai gangguan atau dampak *non auditory* akibat bising baik secara psikologi maupun fisiologis. Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian Susanti (2010) yang menyatakan masa kerja yang lama lebih beresiko untuk mengalami keluhan *non auditory* berupa gangguan komunikasi, psikologis dan fisiologis.

c. Hubungan Lama Paparan Bising Per Hari Dengan Keluhan *Non Auditory Effect*

Hubungan lama paparan bising per hari dengan keluhan *non auditory effect* dapat dilihat pada tabel 4.13 sebagai berikut :

Tabel 4.13 Distribusi Responden Berdasarkan Hubungan Lama Paparan Per Hari Dengan Keluhan *Non Auditory Effect*

Lama Paparan (jam/hari)	Keluhan <i>Non Auditory Effect</i>						Jumlah		sig
	Keluhan ringan		Keluhan sedang		Keluhan berat		N	%	
	N	%	N	%	N	%			
1-2	3	6,97	2	4,6	-	-	5	11,6	0,535
3-4	8	18,6	7	16,3	-	-	15	34,9	
5-6	9	20,93	4	9,3	-	-	13	30,2	
7-8	4	9,3	5	11,7	1	2,3	10	23,3	
Jumlah	24	55,8	18	41,9	1	2,3	43	100	

Sumber : Data Primer Terolah 2015

Berdasarkan penelitian yang ditunjukkan pada tabel 4.13 diketahui bahwa sebagian besar responden yang mengalami keluhan *non auditory effect* yaitu dengan lama paparan 3-4 jam sebanyak 15 responden (34,9) dengan rincian 8 responden (18,6%) mengalami keluhan ringan dan 7 responden (16,3%) mengalami keluhan sedang. Hasil uji statistik *Spearman* dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ didapatkan hasil ($p=0,535$) sehingga H_0 diterima. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara lama paparan bising per hari dengan keluhan *non auditory effect*. Responden terbanyak yang mengalami keluhan *non auditory effect* adalah responden yang menerima paparan bising 3-4 jam/hari.

Lamanya seseorang bekerja yang baik umumnya ≤ 8 jam/hari. Memperpanjang waktu kerja lebih dari kemampuan lama kerja tidak disertai efisiensi, efektivitas, produktivitas yang optimal, bahkan biasanya terlihat penurunan kualitas dan hasil kerja serta bekerja dengan waktu yang

berkepanjangan akan timbul kecenderungan untuk terjadi kelelahan, gangguan kesehatan, kecelakaan, penyakit, ketidakpuasan dan menurunkan tingkat efisiensi kerja (Suma'mur, 2009). Dalam hal ini hasil penelitian menunjukkan bahwa responden yang mengalami keluhan *non auditory effect* ringan, sedang, maupun berat menerima paparan bising selama 7-8 jam/hari. Namun, hasil uji statistik menunjukkan tidak adanya hubungan antara lama paparan bising/ hari dengan keluhan *non auditory effect*.

Salah satu faktor yang menyebabkan tidak adanya hubungan antar variabel tersebut adalah adanya pengaruh faktor lain yang lebih kuat, yaitu intensitas kebisingan dan masa kerja, mengingat variabel yang berpengaruh dianalisis sekaligus secara bersamaan sehingga kemungkinan dipengaruhi variabel lain yang lebih besar pengaruhnya terhadap terjadinya keluhan *non auditory effect* pada tenaga kerja area Turboin dan Boiler Pembangkit.

Selain itu, tidak adanya hubungan antara lama paparan bising dengan keluhan pada tenaga kerja bisa disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya tenaga kerja yang terpapar intensitas bising cukup tinggi namun waktu paparannya tidak kontinyu sehingga memungkinkan seorang tenaga kerja mengalami pemulihan bising setelah berada di area kerja bising. Faktor kesadaran menggunakan APT yang kurang dalam melakukan pekerjaan di area bising sehingga risiko memiliki keluhan *non auditory* seperti gangguan komunikasi, gangguan psikologi dan fisiologis tetap ada.

Adanya keluhan tersebut juga kemungkinan disebabkan oleh intensitas kebisingan di area kerja bising yang cukup tinggi. Kemudian sejumlah tenaga kerja yang memiliki waktu paparan bising lebih lama seperti 5-8 jam namun mereka berada di lingkungan kerja bising tidak dalam waktu kerja lokal yang sepenuhnya karena berdasarkan pengamatan peneliti di lokasi, setiap hari kerjanya beberapa pekerja masih bisa meninggalkan lokasi kerja bising (selain waktu istirahat) beberapa saat walaupun secara bergantian dengan pekerja lainnya, misalnya pekerja keluar dari area kerja bising menuju CCR (*central control room*) yaitu ruang kontrol yang kedap suara ataupun keluar dari area kerja bising menuju gedung admin, gedung harmes, INC, dan ruang kerja lain yang tidak bising.

Dapat disimpulkan bahwa pekerja tidak sepenuhnya menghabiskan total waktu kerja setiap harinya di tempat kerja yang berintensitas bising tinggi. Selain itu juga beberapa tenaga kerja yang memiliki waktu kerja di tempat bising yang lama menyadari risiko yang ada sehingga mereka menggunakan APT ketika bekerja sehingga risiko keluhan dapat diminimalkan. Penelitian ini memiliki kekurangan karena tidak dilakukan pengendalian terhadap faktor pengganggu seperti kesadaran penggunaan APT pada saat bekerja di lingkungan kerja yang bising sehingga mempengaruhi hasil penelitian dimana tidak ada hubungan antara lama paparan bising dengan keluhan *non auditory effect*.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- 1) Berdasarkan hasil pengukuran kebisingan, intensitas kebisingan di area Turbin dan Boiler melebihi nilai ambang batas (NAB) yang ditetapkan dalam PERMENAKER No. PER/13/X/2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja.
- 2) Sebagian besar responden berusia 25-34 tahun, mayoritas memiliki masa kerja 3-4 tahun dan lama paparan bising per hari terbanyak adalah 3-4 jam/hari.
- 3) Sebagian besar responden mengalami keluhan *non auditory* ringan.
- 4) Upaya pengendalian kebisingan yang telah dilakukan oleh perusahaan untuk menanggulangi masalah kebisingan antara lain adalah substitusi dengan mengganti suku cadang mesin secara rutin, pengendalian teknik dengan melakukan pengecekan dan perawatan mesin secara berkala, memasang penyekat antara mesin yang bising dengan pekerja, dan pengaturan waktu operasi, pengendalian administratif yaitu monitoring kebisingan lingkungan kerja, pemeriksaan kesehatan berkala dan kewajiban penggunaan APT.
- 5) Ada hubungan antara intensitas kebisingan dengan keluhan *non auditory effect*.
- 6) Ada hubungan antara masa kerja dengan keluhan *non auditory effect*, tidak ada hubungan antara usia dan lama paparan bising per hari dengan keluhan *non auditory effect*.

5.2 Saran

a. Bagi Perusahaan terkait

- 1) Melaksanakan *training* awal termasuk *training* khusus pencegahan bahaya kebisingan kepada seluruh tenaga kerja sebelum masuk kerja serta melaksanakan tes kesehatan seperti *general check-up* rutin dan tes audiometri

pada tenaga kerja yang bekerja di area bising, yang akan bekerja di area kerja bising dan yang telah bekerja di area kerja bising terutama kepada tenaga kerja dengan masa kerja >4 tahun dan usia >35 tahun.

- 2) Memodifikasi desain peredam suara, yaitu pengontrolan suara pada jalur penghubung antara sumber bising dan pekerja dengan penggunaan bahan bersifat menyerap suara seperti karet elastis atau bahan logam pada sekitar mesin.
 - 3) *Upgrade* pengetahuan khusus kebisingan diantaranya rutin memberikan materi mengenai bahaya kebisingan, dampak dan pencegahannya melalui kegiatan diskusi bersama dan penekanan berkelanjutan yang dapat disisipkan dalam *meeting* rutin harian di tiap unit kerja supaya tenaga kerja makin paham dan menghargai keseriusan efek kebisingan terhadap kesehatan dan keselamatan kerja.
 - 4) Pendidikan dan pelatihan khusus penggunaan fungsi dan manfaat cara perawatan dan penggunaan APT yang baik dan benar perlu dilakukan untuk meyakinkan pentingnya perlindungan telinga dan keuntungan pribadi yang didapatkan dari penggunaan APT yang konsisten sehingga diharapkan pekerja memiliki rasa kedisiplinan tinggi dan sikap positif dalam menggunakan APT.
- b. Bagi pekerja
- 1) Tenaga kerja yang bekerja di area kerja bising dapat saling mengawasi, mengingatkan dan menegaskan rekan kerja sehingga dapat membangun kedisiplinan dan konsistensi penggunaan APT.
 - 2) Mengikuti pelatihan khusus pencegahan kebisingan sehingga setiap tenaga kerja yang bekerja di area kerja bising paham dengan bahaya kebisingan dan cara pencegahan yang efektif untuk mengurangi efek kebisingan.
- c. Bagi Penelitian Selanjutnya
- 1) Bagi peneliti yang ingin melakukan penelitian tentang efek *non auditory* kebisingan dapat menggunakan tambahan data audiometri untuk membedakan dan mengetahui apakah pekerja yang mengalami gangguan *non auditory* juga mengalami *Noise Induced Hearing Loss* (NIHL) sehingga

pembahasan mengenai efek kebisingan akan lebih mendetail dengan instrumen pengukuran yang lebih lengkap dan beragam.

- 2) Kebisingan tidak hanya berupa kebisingan jenis *steady noise* saja tetapi memiliki beragam jenis seperti kebisingan *intermitten* dan impulsif. Kebisingan tersebut bila berinteraksi dengan karakteristik pekerja seperti usia, lama pajanan bising, masa kerja serta penggunaan APT dapat menjadi faktor yang mempengaruhi timbulnya berbagai gangguan akibat kebisingan di lingkungan kerja. Oleh karena itu dapat dilakukan penelitian mengenai pengaruh kebisingan impulsif ataupun *intermitten* terhadap gangguan *non auditory*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, Indra Nur. 2009. *Hubungan Antara Keluhan Subyektif Non Auditory Dengan Intensitas Kebisingan Pada Pekerja Di PT. Lotus Indah Tekstil*. [skripsi]. Surabaya : Universitas Airlangga
- Anies. 2005. *Penyakit Akibat Kerja*. Cetakan Pertama. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo
- Anizar. 2009. *Teknik Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Industri*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Arcole, M. (1996). *Hidup Sehat Bagi Usia Lanjut*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Arifiani, Novi. 2004. *Pengaruh Kebisingan Terhadap Kesehatan Tenaga Kerja*. Jakarta : Cermin Kedokteran
- Arikunto. 2010. *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktis*. Jakarta : Rineka Cipta
- BPS. 2007. *Penduduk Usia Kerja Menurut Golongan Umur dan Jenis Kelamin*. [Serial Online]. www.Depnakertrans.go.id. [26 Agustus 2014]
- Buchory. 2007. *Prosedur Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Serta Lingkungan*. Sumatra : USU Repository
- Budiarto, E. 2003. *Metodologi Penelitian Kedokteran : Sebuah Pengantar*. Jakarta:EGC
- Budiono, AM. Sugeng, dan Pusparini, Adriana. 2003. *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan Kerja*. Bunga Rampai Hiperkes dan Keselamatan Kerja. Edisi ke – 2. Semarang, Universitas Diponegoro
- Budiono, AM. Sugeng. 2005. *Pengenalan Potensi Bahaya industrial dan Analisa Kecelakaan kerja*. (Dalam Artikel) Depnakertrans
- Bungin, Burhan. 2005. *Metodologi Penelitian Kuantitatif : Komunikasi, Ekonomi dan Kebijakan Publik Serta Ilmu-Ilmu Sosial Lainnya*. Edisi Pertama Cetakan Pertama. Jakarta : Salemba Empat
- Bungin, Burhan. 2010. *Metodologi Penelitian Kuantitatif : Komunikasi, Ekonomi dan Kebijakan Publik Serta Ilmu-Ilmu Sosial Lainnya*. Jakarta : Kencana
- CCOHS. 2007. *Noise Non Auditory Effect*. [online]. http://www.ccohs.ca/ohsanswer/phys_agents/non_auditory.html,2007. [1 September 2014]

- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2002. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002 Tahun 2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja, Perkantoran dan Industri. Jakarta : Departemen Kesehatan Republik Indonesia
- European Agency for Safety and Health at Work. 2008a. *What Is Noise*. [online]. http://osha.europa.eu/en/topics/noise/index/html/what_is_noise.html. [12 Agustus 2014]
- Fitri, Rosian Lailatul. 2010. *Keluhan Subjektif Pada Pekerja yang Terpapar Bising Dan Upaya Pengendaliannya*. [online] <http://adln.lib.unair.ac.id/files/disk1/326/gdlhub-gdl-s1-2011-fitrirosia-16288-fkmhkk-k-.pdf>. [08 Agustus 2014]
- Hapsari, Cinantya W. 2011. *Keluhan Subjektif Akibat Kebisingan dan Upaya Pengendaliannya di UD. Plastik Jaya Surabaya*. Skripsi. Surabaya : Universitas Airlangga
- Harrianto, Ridwan. 2010. *Buku Ajar Kesehatan Kerja*. Jakarta : EGC
- Kholik, Heri Mujayin, Dimas Aji Krisna. 2012. *Analisis Tingkat Kebisingan Peralatan Produksi Terhadap Kinerja Karyawan*. [Jurnal Online] 2012;13(2):197 [diakses tanggal 19 Maret 2015] <http://www.scribd.com/doc/129742426/1185-2614-1-PB>
- Lise, Henry. 2004. *Analisis Penurunan Fungsi Pendengaran Akibat Paparan Bising Pada Karyawan di Area Finishing & dyeing PT. Coats Rejo, Bogor Tahun 2004*. [Tesis]. Program Pasca sarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Depok
- Mokhtar, Mohzani, Sahrul Kamarudin, Zahid A. Khan & Zulkarnaen Mallick. 2007. *A Study On The Effect Of Noise On Industrial Workers In Malaysia*. Universiti Teknologi Malaysia : *Jurnal Teknologi* 46 (2007) 17-30
- Nawawinetu, E.R., Andriyani, R., 2007. *Stress Akibat Kerja pada Tenaga Kerja yang Terpapar Bising*. *Ind. J. Pub. Health* Vol. 4 (2). Pp: 59-63.
- Notoadmojo, Soekidjo. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka Cipta
- OSHA. 2010. *Occupational Noise Exposure*. [online]. <http://www.osha.gov/SLTC/noisehearingconservation/>. [12 Agustus 2014]
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER. 08/MEN/VII/2010 Tahun 2010 Tentang Alat Pelindung Diri (APD)

- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per. 13/MEN/X/2011 tahun 2011 Tentang nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja
- Rahmi, Adita. 2009. *Analisis Hubungan Tingkat Kebisingan Dan Keluhan Subjektif (Non Auditory) Pada Operator SPBU di DKI Jakarta*. Skripsi. Jakarta : Universitas Indonesia
- Ramli, Soehatman. 2010. *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta : Dian Rakyat
- Ratna, Dwi W. 2010. *Hubungan Antara Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan Subjektif Pada Pekerja (Studi di Bagian Asam Fospat dan Bagian Administrasi Pabrik III PT. Petrokimia Gresik*. Skripsi. Surabaya : Universitas Airlangga
- Rini, F. Jacinta. 2002. *Stres Kerja*. Jakarta : Team e-psikologi.com
- Roestam, Ambar W. 2004. *Program Konservasi Pendengaran di Tempat Kerja*. [online]http://www.kalbe.co.id/files/cdk/files/144_12ProgramKonservasiPendengarandiTempatKerja.html. [08 Agustus 2014]
- Sahab,Syukri. 1997. *Teknik Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta : Bina Sumber Daya Manusia
- Sanda Bungin Ada, Yustinus. 2008. *Kebisingan, Pencahayaannya, dan getaran di Tempat Kerja*. *Jurnal Mitra XIV* nomor 3b 282-190
- Saptaputra, Syawal Kamiludin. 2011. *Hubungan Masa Kerja dan Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan Subjektif Karyawan Ruang Pembangkit Listrik Unit PLTD Wua-Wua PT PLN Sektor Kendari, Tahun 2011*. [jurnal]. Yogyakarta : FK Universitas Gajah Mada
- Sarwono, Wirawan. 1995. *Psikologi Lingkungan*. Jakarta: Grasindo
- Sihar Tigor B.T. 2005. *Kebisingan di Tempat Kerja*. Yogyakarta: ANDI
- Siswanto. 1991. *Kebisingan dan Alat Pelindung Diri*. Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Jawa Timur
- Soeripto. 2008. *Higiene Industri*. Jakarta : Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
- Soetirto, I.. 2007. *Gangguan Pendengaran Akibat Bising (Noise Induced Hearing Loss)*. *Buku Ajar Ilmu Penyakit THT*. Edisi VI. Jakarta : FK UI
- Soetirto, Indro. 1997. *Tuli Akibat Bising (Noise Induced Hearing Loss)*, dalam Efiaty Arsyad Soepardi dan Nurbaiti Iskandar (editor), *Buku Ajar Ilmu Penyakit Telinga Hidung Tenggorokan Edisi Ketiga*. Jakarta : Balai Penerbit FK UI

- Srisantyorini, Triana. 2002. *Tingkat Kebisingan dan Gangguan Pendengaran pada Karyawan PT. Friesche Vlag Indonesia Tahun 2002*. Tesis. Depok : Universitas Indonesia
- Standard, John J. 2002. Chapter 9 : *Industrial Noise*, dalam Barbara A. Plog dan Patricia J. Quinlan (editor) , *Fundamental of Industrial Hygiene 5 th Edition*. United States of America : National Safety Council
- Sudirman, M. Furqaan Naiem, Awaluddin. 2014. *Keluhan Kesehatan Non Pendengaran Akibat Kebisingan Pada Pekerja Instalasi Rumah Sakit*. [online jurnal]. [Diakses 15 Maret 2015].
<http://repository.unhazs.ac.id/handle/123456789/10848>
- Suma'mur PK. 1982. *Ergonomi Untuk Produktifitas Kerja*. Yayasan Swadaya Kerja : Jakarta
- Suma'mur. 1991. *Higiene Perusahaan Dan Kesehatan Kerja*. Jakarta : Haji Mas Agung
- Suma'mur PK. 1996. *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan*. Jakarta : Penerbit CV. Haji Masagung
- Suma'mur. 2009. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)*. Jakarta: CV. Sagung Seto.
- Susanti, Yunita. 2010. *Keluhan Subjektif Pada Kebisingan dan Upaya Pengendaliannya di Unit NPK Granulasi 3 PT. Petrokimia Gresik*. Skripsi. Surabaya : Universitas Airlangga
- Tambunan, Tigor. 2005. *Kebisingan di Tempat Kerja (occupational Noise)*. Yogyakarta : CV Andi Offset
- Tambunan. 2007. *Personal Protective Equipment*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Tarwaka, dkk. 2004. *Ergonomi Untuk Kesehatan, Keselamatan & Produktifitas*. Edisi I. Surakarta : UNIBA Press
- Wahyu, Atjo. 2003. *Higiene Perusahaan*. Makassar: Jurusan Kesehatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin
- WHO. 1972. *Health Hazard of The Human Environment*. Geneva : WHO
- Winarsunu, T. (2008). *Psikologi Keselamatan Kerja*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Yahya, Deswita. 2012. *Hubungan Intensitas Kebisingan Dan Perilaku Penggunaan APT Dengan Keluhan Non Auditory Effect Pada Tenaga Kerja Di Departemen Produksi PT. X*. Skripsi. Jember : UNEJ

Yulianto, Adrian Rizky. 2013. *Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Gangguan Non Auditory Pada Musisi Rock*. Jurnal [online jurnal]:2(1):6 [diakses 2 Maret 2015] available at <http://core.kmi.open.a.uk/display/11736114>



Lampiran A. Lembar Persetujuan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jl. Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878,
322995, 322996 fax (0331) 332995 Jember 68121

**PERNYATAAN PERSETUJUAN
(INFORMED CONSENT)**

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama :
Telp/HP :
Alamat :

Bersedia menjadi responden dalam penelitian yang berjudul “Hubungan Antara Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan *Non Auditory Effect* di Area Turbin dan Boiler Pembangkit”.

Prosedur penelitian ini tidak akan memberikan dampak dan risiko apapun pada responden. Saya telah diberikan penjelasan mengenai hal tersebut di atas dan saya telah diberikan kesempatan untuk bertanya mengenai hal-hal yang belum dimengerti dan telah mendapatkan jawaban yang jelas dan benar serta kerahasiaan jawaban kuesioner yang saya berikan dijamin sepenuhnya oleh peneliti.

Dengan ini saya menyatakan secara sukarela untuk berpartisipasi sebagai responden dalam penelitian ini.

Probolinggo,Desember 2014

Responden

(.....)

Lampiran B. Pengantar Kuesioner



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jl. Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878,
322995, 322996 fax (0331) 332995 Jember 68121**

Dengan hormat,

Dalam rangka penulisan skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka peneliti mohon kesediaan Anda untuk mengisi kuesioner ini.

Kuesioner penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Hubungan Antara Intensitas Kebisingan dengan Keluhan *Non Auditory Effect* pada tenaga kerja di area Turbin dan Boiler sebagai bahan referensi untuk menunjang penerapan K3 apabila diperlukan. Kuesioner penelitian ini tidak mempunyai dampak apapun dan tidak merugikan pihak manapun karena semata-mata untuk kepentingan ilmiah. Perlu diketahui pula bahwa kerahasiaan jawaban kuesioner yang Anda berikan dijamin sepenuhnya oleh peneliti. Oleh karena itu, besar harapan kami Anda dapat menjawab pertanyaan yang kami berikan dengan sejujurnya.

Setiap jawaban yang anda berikan sebagai responden mempunyai arti yang penting bagi peneliti. Tanpa keterangan Anda, penelitian ini tidak akan berjalan karena peneliti tidak mendapatkan informasi yang dapat mendukung penyediaan data penelitian ini.

Atas perhatian dan kerjasama Anda, Peneliti mengucapkan terima kasih.

Jember, Desember 201

Peneliti

Ike Agustin R

Lampiran C. Kuesioner Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jl. Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878 Fax
(0331) 322995 Jember 68121

Judul : Hubungan Antara Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan *Non Auditory Effect* Di Area Turbin Dan Boiler Pembangkit

No. (diisi peneliti) :

Area Kerja :

Tanggal :

Petunjuk Pengisian

1. Mohon dengan hormat bantuan dan kesediaan Anda untuk menjawab seluruh pertanyaan yang ada dengan jujur dan sesuai dengan kondisi/keadaan yang Anda alami di tempat kerja.
2. Pilihlah jawaban yang menurut Anda paling tepat dan paling dapat menggambarkan situasi nyata yang Anda alami di tempat kerja.

I. Karakteristik Responden

(Petunjuk : Isi dan silang jawaban pertanyaan di bawah ini dengan jawaban yang sesuai dengan Anda)

1. Nama :
2. Tanggal Lahir / Rentang Usia : /
 - a. 15-24 tahun
 - b. 25-34 tahun
 - c. 35-44 tahun
 - d. 45-54 tahun
 - e. \geq 55 tahun
3. Lama kerja/lama terpapar bising per hari :
 - a. 1-2 jam/hari
 - b. 3-4 jam/hari
 - c. 5-6 jam/hari
 - d. 7-8 jam/hari
4. Masa kerja :
 - a. 1-2 tahun
 - b. 3-4 tahun
 - c. $>$ 4 tahun

II. Keluhann*Non Auditory Effect* (Gangguan Komunikasi, Gangguan Fisiologi dan Gangguan Psikologi)

Petunjuk Pengisian

1. Pilih salah satu alternatif jawaban yang menurut Anda paling sesuai dengan keadaan yang Anda hadapi di tempat kerja (dalam kurun waktu 1 tahun terakhir), dengan ketentuan sebagai berikut :

TP : Tidak Pernah (Bila Anda tidak pernah mengalami/merasakan keluhan tersebut)

KD : Kadang-kadang (bila Anda pernah, tidak selalu, atau jarang mengalami/merasakan keluhan tersebut)

S : Selalu (bila Anda sering dan selalu mengalami/merasakan keluhan tersebut)

2. Berilah tanda silang (X) pada kolom alternatif jawaban yang tersedia.

Gangguan Komunikasi

No.	Pernyataan	Tidak pernah	Kadang-kadang	Selalu
1.	Anda merasa kesulitan berkomunikasi dengan rekan kerja anda saat bekerja			
2.	Suara (bising) yang ditimbulkan oleh lingkungan kerja Anda mengganggu konsentrasi Anda dan rekan kerja Anda dalam berkomunikasi			
3.	Ketika Anda bekerja ditempat kerja yang bising, Anda selalu meminta orang lain untuk mengulang kalimat yang diucapkannya			
4.	Anda maupun rekan kerja Anda harus mengeraskan suara ketika berbicara dengan rekan kerja Anda (saat bekerja di tempat kerja yang bising)			
5.	Anda membaca gerak bibir rekan kerja Anda ketika sedang berkomunikasi di tempat kerja yang bising			
6.	Saat bekerja di tempat kerja yang bising, Anda mendekatkan jarak Anda dengan lawan bicara Anda ketika sedang berkomunikasi			
7.	Anda tidak dapat mendengar pembicaraan biasa dengan orang lain setelah bekerja			
8.	Setelah bekerja, rekan kerja Anda memakai bahasa isyarat (dengan menepuk tangan/bersiul) untuk memanggil Anda			

Gangguan Fisiologis

No.	Pernyataan	Tidak Pernah	Kadang-kadang	Selalu
1.	Anda pernah merasa pusing/sakit kepala (vertigo) saat bekerja di tempat kerja yang bising			
2.	Anda pernah mengalami kesulitan mengawali tidur atau sering tidur <8 jam/hari sejak Anda bekerja di tempat kerja yang bising			
3.	Saat Anda bekerja di tempat kerja yang bising, Anda merasakan lelah di seluruh badan			
4.	Saat Anda bekerja ditempat kerja yang bising, Anda merasa kaku otot ketika bergerak			
5.	Anda pernah mengalami gangguan pada lambung dan sistem pencernaan (maag, sakit perut, mual) ketika bekerja di tempat yang bising			

6.	Anda pernah merasakan sesak napas ketika bekerja di tempat kerja yang bising			
7.	Anda merasa tidak bergairah bekerja di tempat yang bising			
8.	Anda mudah berkeringat ketika bekerja di tempat yang bising			

Gangguan Psikologis

No.	Pernyataan	Tidak Pernah	Kadang-kadang	Selalu
1.	Anda merasa terganggu atau tidak nyaman bekerja di tempat kerja yang bising			
2.	Saat bekerja ditempat kerja yang bising, Anda pernah mengalami kesulitan berkonsentrasi/memusatkan perhatian pada sesuatu			
3.	Anda pernah merasa bosan saat bekerja di lingkungan kerja yang bising			
4.	Anda pernah merasa pekerjaan Anda membingungkan dan sulit untuk diselesaikan ketika bekerja di tempat yang bising			
5.	Suara bising di tempat kerja membuat Anda menjadi lebih mudah emosi/marah saat bekerja			
6.	Saat bekerja ditempat kerja yang bising, Anda pernah mengalami gejala <i>aggressive distrustiful</i> (perasaan mudah curiga dan mudah tersinggung)			
7.	Saat bekerja ditempat kerja yang bising, Anda merasa mudah jengkel tanpa sebab yang jelas			
8.	Saat bekerja ditempat kerja yang bising, Anda merasa mudah khawatir dan cemas tanpa sebab yang jelas			

TERIMA KASIH ATAS KERJASAMANYA

Lampiran D. *Form* Pengukuran Kebisingan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jl. Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878 Fax
(0331) 322995 Jember 68121

Judul : Hubungan Antara Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan *Non-Auditory Effect* Di Area Turbin Dan Boiler Pembangkit

Pengukuran Kebisingan di Area Turbin - Boiler
Tanggal pengukuran : 9 Desember 2014

Area Turbin

No	Titik pengukuran	Hasil pengukuran kebisingan (dB)
CEP		
1	Titik 1	95,6
2	Titik 2	98,4
Extraction		
1.	Titik 1	90,4
2.	Titik 2	99
3.	Titik 3	89,6
Generator		
1.	Titik 1	89
2.	Titik 2	86,7
3.	Titik 3	90,6
4.	Titik 4	90,5
5.	Titik 5	90,5

Area Boiler House

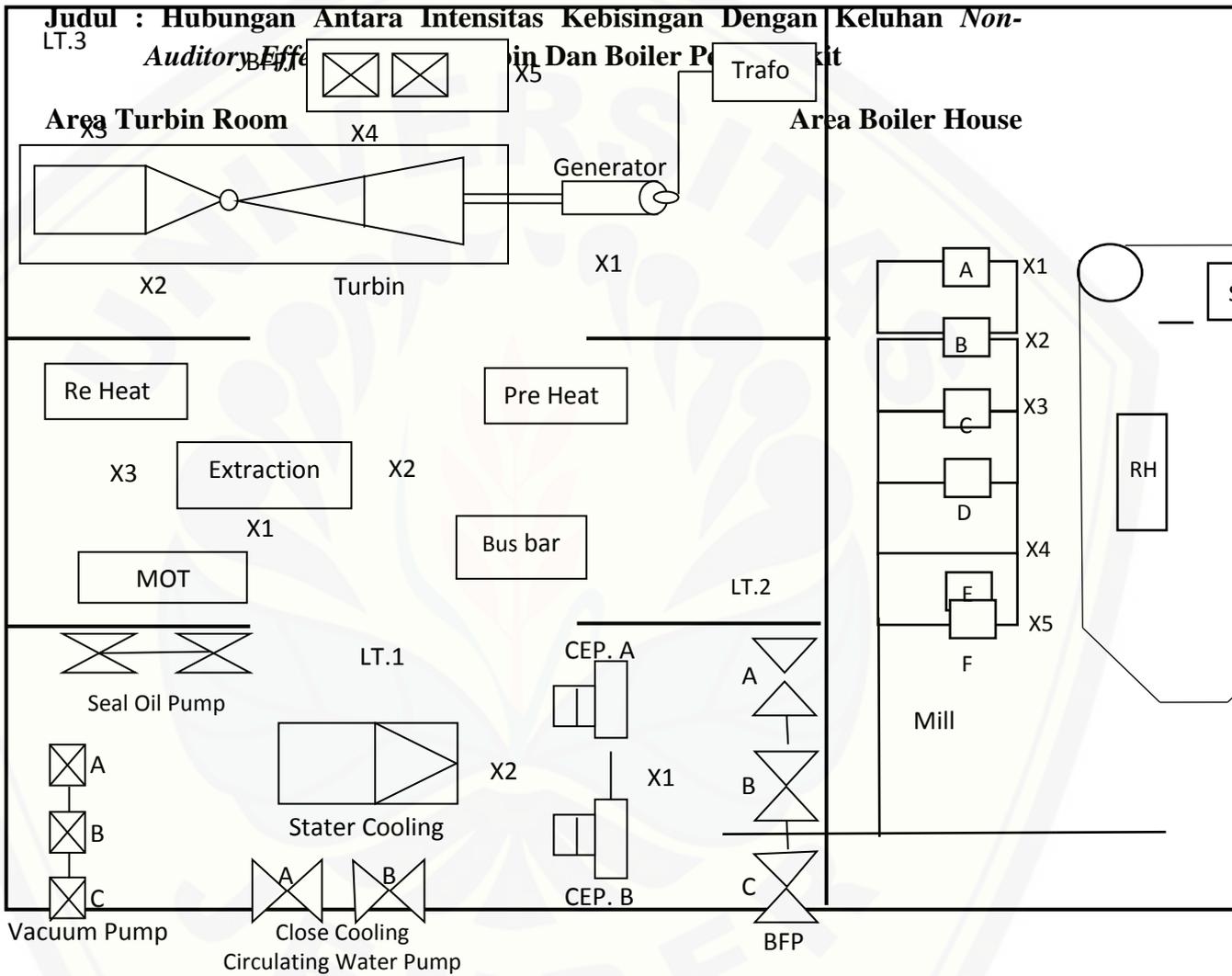
No	Titik pengukuran	Hasil pengukuran kebisingan (dB)
PA Fan-FD Fan		
1.	Titik 1	97,4
2.	Titik 2	96,5

3.	Titik 3	97,1
4.	Titik 4	99,4
5.	Titik 5	93,8
Coal Mill		
1.	Titik 1	89,5
2.	Titik 2	90
3.	Titik 3	90
4.	Titik 4	90,4
5.	Titik 5	91,2
ID Fan		
1	Titik 1	88,7
2	Titik 2	88,5

Lampiran E. Denah Titik Pengukuran Kebisingan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
 Jl. Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878 Fax
 (0331) 322995 Jember 68121



Lampiran E. Denah Titik Pengukuran Intensitas Kebisingan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jl. Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878 Fax
(0331) 322995 Jember 68121

Judul : Hubungan Antara Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan *Non-Auditory Effect* di Area Turbin dan Boiler Pembangkit

Keterangan :

1. Area Turbin

a. Generator

- Titik 1 : Sebelah timur mesin Generator
- Titik 2 : Sebelah timur mesin Turbin
- Titik 3 : Sebelah barat mesin Turbin
- Titik 4 : Diantara mesin Turbin dan BFPT
- Titik 5 : Sebelah utara mesin BFPT

b. *Extraction*

- Titik 1 : Diantara mesin MOT dan mesin *Extraction*
- Titik 2 : Disebelah utara mesin *Extraction*
- Titik 3 : Diantara mesin Re-heat dan mesin *Extraction*

c. CEP

- Titik 1 : Diantara mesin CEP A dan CEP B
- Titik 2 : Diantara mesin CEP dan BFP

2. Area Boiler

a. PA Fan-FD Fan

- Titik 1 : Diantara mesin PA Fan 1 dan FD Fan
- Titik 2 : Diantara mesin FD Fan 1 dan FD Fan 2
- Titik 3 : Diantara mesin FD Fan 2 dan PA Fan 2
- Titik 4 : Sebelah barat mesin PA Fan 1
- Titik 5 : Sebelah timur mesin PA Fan 2

b. Coal Mill

- Titik 1 : Di depan mesin Mill A
- Titik 2 : Di depan mesin Mill B
- Titik 3 : Di depan mesin Mill C
- Titik 4 : Didepan mesin Mill E
- Titik 5 : Di depan mesin Mill F

c. ID Fan

- Titik 1 : Di depan mesin ID Fan 1
- Titik 2 : di depan mesin ID Fan 2

Lampiran F. Hasil Perhitungan Intensitas Kebisingan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jl. Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878 Fax
(0331) 322995 Jember 68121

Judul : Hubungan Antara Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan *Non-Auditory Effect* Di Area Turbin Dan Boiler Pembangkit

Perhitungan intensitas kebisingan.

Berdasarkan hasil pengukuran maka intensitas kebisingan adalah sebagai berikut :

1. CEP

$$\text{Titik no.1} = 95,6 = 10^{95,6/10} = \text{antilog } 9,56 = 3,6 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.2} = 98,4 = 10^{98,4/10} = \text{antilog } 9,84 = 6,9 \times 10^9$$

$$\begin{aligned} L_{ek} &= 10 \text{ Log } (10,5 \times 10^9) \\ &= 100,2 \text{ dBA} \end{aligned}$$

2. EXTRACTION

$$\text{Titik no.1} = 90,4 = 10^{90,4/10} = \text{antilog } 9,04 = 1,09 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.2} = 99 = 10^{99/10} = \text{antilog } 9,9 = 7,9 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.3} = 89,6 = 10^{89,6/10} = \text{antilog } 8,96 = 0,9 \times 10^9$$

$$\begin{aligned} L_{ek} &= 10 \text{ Log } (9,89 \times 10^9) \\ &= 99,9 \text{ dBA} \end{aligned}$$

3. GENERATOR

$$\text{Titik no.1} = 89 = 10^{89/10} = \text{antilog } 8,9 = 0,79 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.2} = 86,7 = 10^{86,7/10} = \text{antilog } 8,67 = 0,46 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.3} = 90,6 = 10^{90,6/10} = \text{antilog } 9,06 = 1,1 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.4} = 90,5 = 10^{90,5/10} = \text{antilog } 9,05 = 1,1 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.5} = 90,5 = 10^{90,5/10} = \text{antilog } 9,05 = 1,1 \times 10^9$$

$$\begin{aligned} L_{ek} &= 10 \text{ Log } (4,59 \times 10^9) \\ &= 96,5 \text{ dBA} \end{aligned}$$

4. PA FAN - FD FAN

$$\text{Titik no.1} = 97,4 = 10^{97,4/10} = \text{antilog } 9,74 = 5,4 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.2} = 96,5 = 10^{96,5/10} = \text{antilog } 9,65 = 4,4 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.3} = 97,1 = 10^{97,1/10} = \text{antilog } 9,71 = 5 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.4} = 99,4 = 10^{99,4/10} = \text{antilog } 9,94 = 8,7 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.5} = 93,8 = 10^{93,8/10} = \text{antilog } 9,38 = 2,3 \times 10^9$$

$$L_{ek} = 10 \text{ Log } (25,9 \times 10^9)$$

$$= 104 \text{ dBA}$$

5. COAL MILL

$$\text{Titik no.1} = 89,5 = 10^{89,5/10} = \text{antilog } 8,95 = 0,89 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.2} = 90 = 10^{90/10} = \text{antilog } 9 = 1 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.3} = 90 = 10^{90/10} = \text{antilog } 9 = 1 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.4} = 90,4 = 10^{90,4/10} = \text{antilog } 9,04 = 1,09 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.5} = 91,2 = 10^{91,2/10} = \text{antilog } 9,12 = 1,3 \times 10^9$$

$$\begin{aligned} L_{ek} &= 10 \text{ Log } (5,28 \times 10^9) \\ &= 97,2 \text{ dBA} \end{aligned}$$

6. ID FAN

$$\text{Titik no.1} = 88,7 = 10^{88,7/10} = \text{antilog } 8,87 = 0,7 \times 10^9$$

$$\text{Titik no.2} = 88,5 = 10^{88,5/10} = \text{antilog } 8,85 = 0,7 \times 10^9$$

$$\begin{aligned} L_{ek} &= 10 \text{ Log } (1,40 \times 10^9) \\ &= 91,4 \text{ dBA} \end{aligned}$$

Jumlah dari hasil pengukuran 22 titik adalah $57,54 \times 10^9$

Jadi rata-rata :

$$\frac{P^2 \text{ rata-rata}}{P_0^2} = 57,54 \times 10^9$$

$$\begin{aligned} L_{ek} \text{ Turbin} &= 10 \text{ Log } \sum_{i=1}^n = 10^{Li/10} \\ &= 10 \text{ Log } (24,94 \times 10^9) \\ &= 103,9 \text{ dBA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{ek} \text{ Boiler} &= 10 \text{ Log } \sum_{i=1}^n = 10^{Li/10} \\ &= 10 \text{ Log } (32,6 \times 10^9) \\ &= 105 \text{ dBA} \end{aligned}$$

Lampiran G. Lembar *Checklist* Pengendalian Kebisingan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
 Jl. Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878 Fax
 (0331) 322995 Jember 68121

Judul : Hubungan Antara Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan *Non-Auditory Effect* Di Area Turbin Dan Boiler Pembangkit

Checklist Upaya Pengendalian Kebisingan di Area Turbin & Boiler

Tanggal : 16 Januari 2015

Informan : Staf senior LK3

No.	Upaya Pengendalian Kebisingan	Diterapkan	Belum diterapkan
1.	Eliminasi		√
2.	Substitusi a. Mengganti mesin yang bising dengan yang lebih ramah suara b. Mengganti suku cadang mesin	√	√
3.	Pengendalian teknik a. Melakukan pengecekan, pemeliharaan, dan servis mesin rutin b. Pemasangan pelindung atau <i>barrier</i> pada mesin penyekat antara mesin dan pekerja c. Pemasangan peredam suara pada langit-langit, dinding d. Pengaturan waktu operasi	√ √ √	√
4.	Pengendalian administrative a. Rotasi pekerjaan b. Pendidikan dan pelatihan tentang kebisingan c. Monitoring kebisingan lingkungan kerja d. pemeriksaan kesehatan awal, berkala dan khusus	√ √ √ √	
5.	Penggunaan APT a. Perusahaan menyediakan APT b. Tenaga kerja menggunakan APT saat bekerja	√ √	

Lampiran H. Output SPSS



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
 Jl. Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878 Fax
 (0331) 322995 Jember 68121

Judul : Hubungan Antara Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan *Non-Auditory Effect* Di Area Turbin Dan Boiler Pembangkit

Frequency Tabel

KEBISINGAN

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	91,40	6	13,3	14,0	14,0
	96,50	7	15,6	16,3	30,2
	97,20	8	17,8	18,6	48,8
	99,90	9	20,0	20,9	69,8
	100,20	7	15,6	16,3	86,0
	104,00	6	13,3	14,0	100,0
	Total	43	95,6	100,0	
Missing	System	2	4,4		
Total		45	100,0		

G.BISING

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
	keluhan berat	1	2,2	2,3	2,3
	keluhan sedang	18	40,0	41,9	44,2
	keluhan ringan	24	53,3	55,8	100,0
	Total	43	95,6	100,0	
Missing	System	2	4,4		
Total		45	100,0		

MASKER

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
	1-2 tahun	15	33,3	34,9	34,9
	3-4 tahun	22	48,9	51,2	86,0
	>4 tahun	6	13,3	14,0	100,0
	Total	43	95,6	100,0	
Missing	System	2	4,4		
Total		45	100,0		

USIA

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
	15-24 tahun	13	28,9	30,2	30,2
	25-34 tahun	28	62,2	65,1	95,3
	35-44 tahun	2	4,4	4,7	100,0
	Total	43	95,6	100,0	
Missing	System	2	4,4		
Total		45	100,0		

LAMPAR

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
	1-2 jam/hari	5	11,1	11,6	11,6
	3-4 jam/hari	15	33,3	34,9	46,5
	5-6 jam/hari	13	28,9	30,2	76,7
	7-8 jam/hari	10	22,2	23,3	100,0
	Total	43	95,6	100,0	
Missing	System	2	4,4		
Total		45	100,0		

Tests of Normality

	KEBISING	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
G.BISING	91,40	,492	6	,000	,496	6	,000
	96,50	,435	7	,000	,600	7	,000
	97,20	,325	8	,013	,665	8	,001
	99,90	,356	9	,002	,655	9	,000
	100,20	,360	7	,007	,664	7	,001
	104,00	,254	6	,200(*)	,866	6	,212

* This is a lower bound of the true significance.

a Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality(b)

	USIA	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
G.BISING	15-24 tahun	,352	13	,000	,646	13	,000
	25-34 tahun	,342	28	,000	,712	28	,000

a Lilliefors Significance Correction

b G.BISING is constant when USIA = 35-44 tahun. It has been omitted.

Tests of Normality(b)

		Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
G.BISING	1-2 tahun	,385	15	,000	,630	15	,000
	3-4 tahun	,344	22	,000	,720	22	,000

a Lilliefors Significance Correction

b G.BISING is constant when MASKER = >4 tahun. It has been omitted.

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
G.BISING	1-2 jam/hari	,367	5	,026	,684	5	,006
	3-4 jam/hari	,350	15	,000	,643	15	,000
	5-6 jam/hari	,431	13	,000	,592	13	,000
	7-8 jam/hari	,272	10	,035	,802	10	,015

a Lilliefors Significance Correction

Correlations

			KEBISING	USIA	MASKER	LAMPAR	G.BISING
Spearman's rho	KEBISING	Correlation Coefficient	1,000	,043	-,228	,038	-,318(*)
		Sig. (2-tailed)	.	,785	,141	,808	,037
		N	43	43	43	43	43
	USIA	Correlation Coefficient	,043	1,000	,318(*)	-,077	,070
		Sig. (2-tailed)	,785	.	,038	,623	,655
		N	43	43	43	43	43
	MASKER	Correlation Coefficient	-,228	,318(*)	1,000	,079	,318(*)
		Sig. (2-tailed)	,141	,038	.	,613	,037
		N	43	43	43	43	43
	LAMPAR	Correlation Coefficient	,038	-,077	,079	1,000	-,097
		Sig. (2-tailed)	,808	,623	,613	.	,535
		N	43	43	43	43	43
	G.BISING	Correlation Coefficient	-,318(*)	,070	,318(*)	-,097	1,000
		Sig. (2-tailed)	,037	,655	,037	,535	.
		N	43	43	43	43	43

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Lampiran I. Dokumentasi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jl. Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878 Fax
(0331) 322995 Jember 68121

Judul : Hubungan Antara Intensitas Kebisingan Dengan Keluhan *Non-Auditory Effect* Di Area Turbin Dan Boiler Pembangkit

Area Turbin :



Gambar 1. Perangkat mesin BFPT di lantai 3 MPH turbin



Gambar 2. *Checking* parameter rutin yang dilakukan oleh teknisi Harmes dan INC di area Extraction



Gambar 3. Mesin Turbin dari sisi samping/sisi timur



Gambar 4. Teknisi harmes 1 dan Har.listrik di area Turbin -Generator



Gambar 5. Pengecekan oleh teknisi Harmes 1 di Bagian dalam mesin Turbin



Gambar 6. Operator lokal melakukan pekerjaan di area Turbin



Gambar 7. Mesin Generator dari sisi/sebelah barat



Gambar 8. Pengecekan parameter di area CEP oleh teknisi *maintenance*

Area Boiler :



Gambar 9. Mesin *Pulverizer/Coal Mill* dari sisi depan



Gambar 10. Salah satu dari 6 mesin *Mill* yang berfungsi sebagai penghancur batubara



Gambar 11. Pemeriksaan komponen mesin *Mill* oleh operator lokal Boiler



Gambar 12. Perbaikan di *lube oil mill* oleh teknisi harmes 1 yang diawasi oleh operator lokal



Gambar 13. Mesin PA Fan dari sisi samping atau sebelah utara



Gambar 14. Kegiatan *patrol check* dengan memantau parameter mesin FD Fan oleh operator lokal Boiler



Gambar 15. *Patrol check* operator lokal Boiler di area



Gambar 16. Pengecekan *power* oleh operator lokal Boiler di area peralatan Fan Boiler



Gambar 17. Mesin ID Fan dari sisi samping kanan



Gambar 18. Mesin FD Fan dari sisi samping kiri



Gambar 19. komunikasi via HT operator lokal Boiler dengan operator CCR di dekat mesin FD Fan



Gambar 20. Pengecekan *valve cooling* PA Fan oleh operator lokal Boiler