



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS FAKTOR RISIKO YANG BERHUBUNGAN
DENGAN PENURUNAN PENDENGARAN PADA PEKERJA DI
PT. PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY
AREA KAMOJANG TAHUN 2012**

SKRIPSI

**AMIRA PRIMADONA
0806335580**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT
DEPARTEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
DEPOK
MEI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS FAKTOR RISIKO YANG BERHUBUNGAN
DENGAN PENURUNAN PENDENGARAN PADA PEKERJA DI
PT. PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY
AREA KAMOJANG TAHUN 2012**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
sarjana**

SKRIPSI

**AMIRA PRIMADONA
0806335580**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT
DEPARTEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
DEPOK
MEI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Amira Primadona

NPM : 0806335580

Tanda Tangan :



Tanggal : 26 Mei 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Amira Primadona
NPM : 0806335580
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Judul Skripsi : ANALISIS FAKTOR RISIKO YANG
BERHUBUNGAN DENGAN PENURUNAN PENDENGARAN PADA
PEKERJA DI PT. PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY AREA
KAMOJANG TAHUN 2012

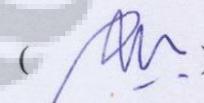
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

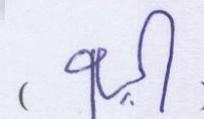
Pembimbing : Hendra, S.KM, M.KKK



Penguji 1 : Doni Hikmat Ramdhan, S.KM, M.KKK, Ph.D.



Penguji 2 : Widodo Suwanto, S.T



Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 26 Mei 2012

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Amira Primadona
NPM : 0806335580
Mahasiswa Program : S1 Reguler, Sarjana Kesehatan Masyarakat
Tahun Akademik : 2008/2009

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

**ANALISIS FAKTOR RISIKO YANG BERHUBUNGAN
DENGAN PENURUNAN PENDENGARAN PADA PEKERJA DI
PT. PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY AREA
KAMOJANG TAHUN 2012**

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 26 Mei 2012



(Amira Primadona)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Wa Syukurillah, puji syukur Peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan rahmat dan hidayah-Nya Peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan Salam juga Peneliti haturkan kepada Baginda Nabi Besar Muhammad SAW beserta Keluarga dan para Sahabatnya. Dalam pembuatan skripsi ini, Peneliti mendapatkan banyak bantuan serta masukan dari banyak pihak. Oleh karena itu, ucapan terimakasih Peneliti sampaikan kepada :

1. Bapak Hendra, S.KM, M.KKK selaku dosen Pembimbing Akademis yang telah memberi masukan, arahan dan penilaian selama proses pembuatan skripsi,
2. Bapak Doni Hikmat Ramdhan, S.KM, M.KKK, Ph.D. dan Widodo Suwanto, S.T yang sudah bersedia untuk menjadi tim penguji sidang skripsi,
3. Bapak Fahmi H. Dereinda selaku Manajer K3LL, Widodo Suwanto dan Ewon Sonjaya selaku *Staff* K3LL dan seluruh Pekarya fungsi K3LL yang selalu membantu Peneliti mengumpulkan data-data yang diperlukan,
4. Bapak Dr. Yudhi Suwandono selaku dokter perusahaan yang selalu membantu peneliti dalam pengumpulan data-data yang diperlukan,
5. Tim SDM Kantor Pusat dan Area Geothermal Kamojang yang selalu membantu peneliti dalam hal akomodasi dan administrasi,
6. Seluruh pekerja dan keluarga besar PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah bersedia menjadi sampel dan memberikan banyak informasi terkait dengan topik penelitian,
7. Seluruh *Staff* Pengajar dan Karyawan Departemen K3 FKM UI
8. Mama dan Papa, kedua Kakak dan keluarga besar Peneliti yang selalu memberikan begitu banyak doa dan semangat,
9. Teman-teman Peneliti, terutama mahasiswa/i K3 2008 yang berjuang bersama menyelesaikan skripsi,
10. Seluruh pihak yang turut membantu yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, Peneliti berharap agar Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi peneliti dan pembaca, serta perkembangan ilmu pengetahuan.

Depok, Mei 2012

Peneliti



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Amira Primadona
NPM : 0806335580
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)
Fakultas : Fakultas Kesehatan Masyarakat
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS FAKTOR RISIKO YANG BERHUBUNGAN DENGAN
PENURUNAN PENDENGARAN PADA PEKERJA DI PT. PERTAMINA
GEOTHERMAL ENERGY AREA KAMOJANG TAHUN 2012**

Dengan perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 26 Mei 2012

Yang menyatakan



(Amira Primadona)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Amira Primadona
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 22 Januari 1990
Alamat Rumah : Jl. Dewisartika No.11 Rt. 004 Rw.013 Cililitan,
Kramat Jati, Jakarta Timur, 13640

Riwayat Pendidikan :

1. 1995-1996 : TK Islam Mamba'ul-'Ula, Jakarta Timur
2. 1996-2002 : SD Islam Mamba'ul-'Ula, Jakarta Timur
3. 2002-2005 : SMP Negeri 49 Jakarta, Kramat Jati, Jakarta Timur
4. 2005-2008 : SMA Negeri 14 Jakarta, Cawang, Jakarta Timur
5. 2008-Sekarang : Fakultas Kesehatan Masyarakat, Departemen K3
FKM UI, Depok

ABSTRAK

Nama : Amira Primadona
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Judul : Analisis Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Penurunan Pendengaran pada Pekerja di PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang Tahun 2012

Penurunan pendengaran merupakan salah satu gangguan kesehatan yang dapat terjadi akibat pajanan kebisingan di tempat kerja. Terdapat banyak faktor risiko yang dapat menyebabkan penurunan pendengaran pekerja, selain itu dampak yang ditimbulkannya pun dapat merugikan banyak pihak. PT. Pertamina Geothermal Energy (PGE) Area Kamojang merupakan salah satu perusahaan yang mana kegiatan produksinya juga tidak terlepas dari bahaya kebisingan. Data yang ada menunjukkan terdapat beberapa pekerja di sana mengalami penurunan pendengaran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menjelaskan hubungan antara faktor risiko dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012. Penelitian ini menggunakan desain studi *cross sectional*. Terdapat enam variabel yang digunakan dalam penelitian ini : kejadian penurunan pendengaran sebagai variabel dependen, tingkat pajanan bising per hari dan lama pajanan bising per hari sebagai variabel independen dan masa kerja, usia pekerja dan pemakaian APT sebagai variabel *counfounding*. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara menganalisis hasil pemeriksaan audiometri tahun 2011 yang dimiliki perusahaan, mengukur tingkat kebisingan area kerja menggunakan *sound level meter* (SLM) dan pengisian kuesioner oleh para pekerja. Pekerja yang menjadi sampel penelitian ini ada sebanyak 60 orang. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 5 pekerja yang mengalami penurunan pendengaran. Area kerja yang memiliki tingkat kebisingan lebih dari NAB adalah WPS Cikaro, area sumur dan area lokal PLTP Unit IV. Variabel yang memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian penurunan pendengaran adalah variabel usia pekerja. Faktor risiko utama yang kemungkinan besar menyebabkan penurunan pendengaran pada pekerja yang terpajan kebisingan adalah tingkat kebisingan yang sangat tinggi yang berasal dari kegiatan uji produksi sumur, khususnya uji tegak, yaitu maksimal hingga mencapai 129,5 dBA (dosis=2.818.382,9%). Saran yang diberikan peneliti untuk mencegah atau mengurangi kejadian penurunan pendengaran adalah pihak perusahaan meningkatkan pelaksanaan program konservasi pendengaran yang telah dilakukan. Selain itu, sebaiknya lakukan pengendalian secara *engineering* untuk meredam kebisingan pada pipa uji tegak dan area *ejector* PLTP Unit IV.

Kata kunci :

Penurunan Pendengaran, Faktor Risiko Penurunan Pendengaran, Kebisingan

ABSTRACT

Name : Amira Primadona
Study Program : Public Health
Title : Risk Factors Analysis Which Has Relationship With Hearing Loss in Workers at PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang in 2012.

Hearing loss is one of the health problems that may occur due to noise exposure in the workplace. There are many risk factors that could cause hearing loss of workers, its impact can also be detrimental to many parties. PT. Pertamina Geothermal Energy (PGE) Area Kamojang is one of the companies in which the production activities can not be separated from the noise hazard. The data shows that there are some workers who suffered hearing loss. The objectives of this study are to identify and explain the relationship between risk factors of hearing loss and the incidence of hearing loss in workers at PT. PGE Area Kamojang in 2012. This study uses *cross sectional* study design. There are six variables that are used in this study: the incidence of hearing loss as a dependent variable, the level of noise exposure per day and the time of noise exposure per day as independent variables, while the years of employment, age of workers and the use of hearing protection device as confounding variables. The methods of data collecting are done by analyzing the results of company's audiometric examination in 2011, measuring the noise level at working area by using sound level meter (SLM) and filling out the questionnaire by the workers. There are 60 workers taken as samples in this study. The results of this study show that there are 5 workers who suffered hearing loss. Working areas where the noise level greater than threshold value are WPS Cikaro, production well areas and the local area of PLTP Unit IV. Variable that has significant relationship with the incidence of hearing loss is the age of workers. The main risk factor that is likely to cause hearing loss in workers exposed to noise is the very high noise level from the well production test activities, especially vertical test (*uji tegak*) which the maximum noise level is up to 129,5 dBA (dose=2.818.382,9%). Advice that could be given to prevent or reduce the incidence of hearing loss is the company should enhance the implementation of hearing conservation program. In addition, company should do engineering control to reduce noise level in the pipe of vertical test and ejector area of PLTP Unit IV.

Key Words :

Hearing Loss, Risk Factors of Hearing Loss, Noise

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR RUMUS	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Pertanyaan Penelitian	5
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.4.1. Tujuan Umum	6
1.4.2. Tujuan Khusus	6
1.5. Manfaat Penelitian	7
1.5.1. Bagi PT. PGE Area Kamojang	7
1.5.2. Bagi Pekerja	7
1.5.3. Bagi Peneliti	7
1.6. Ruang Lingkup Penelitian	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Telinga Manusia	9
2.1.1. Telinga Luar	9
2.1.2. Telinga Tengah	9
2.1.3. Telinga Dalam	10
2.1.4. Syaraf Pendengaran	11
2.2. Sistem Pendengaran Manusia	12
2.3. Definisi Bunyi	13
2.4. Kebisingan	14
2.4.1. Jenis Kebisingan	15
2.4.2. Pengaruh Kebisingan Pada Pekerja	16
2.5. Efek Kebisingan Pada Pendengaran	17
2.6. Faktor Risiko Gangguan Pendengaran	21
2.7. Pengukuran Kebisingan	24
2.7.1. <i>Area Noise Monitoring</i>	24
2.7.2. <i>Personal Noise Monitoring</i>	26
2.8. Pemeriksaan Audiometri Nada Murni	27
2.9. Nilai Ambang Batas (NAB) Kebisingan	30
2.10. Pengendalian Kebisingan	31

2.11. <i>Hearing Conservation Program</i>	37
BAB 3 KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, HIPOTESIS DAN DEFINISI OPERASIONAL	
3.1. Kerangka Teori	39
3.2. Kerangka Konsep	40
3.3. Hipotesis	41
3.4. Definisi Operasional	42
BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN	
4.1. Desain Penelitian	44
4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	44
4.3. Populasi dan Sampel Penelitian	44
4.4. Teknik Pengumpulan Data	44
4.4.1. Sumber Data	44
4.4.2. Instrumen Pengumpulan Data	45
4.4.3. Cara Pengumpulan Data	45
4.4.3.1. Data Intensitas Bising	45
4.4.3.2. Data Lama Paparan Bising per Hari, Masa Kerja, Usia Pekerja dan Pemakaian Alat Pelindung Telinga	47
4.4.3.3. Data Tingkat Paparan Bising	47
4.4.3.4. Data Audiometri	47
4.5. Pengolahan Data	47
4.6. Analisis dan Penyajian Data	48
4.6.1. Analisis Univariat	48
4.6.2. Analisis Bivariat	48
BAB 5. GAMBARAN UMUM PT. PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY AREA KAMOJANG	
5.1. Profil Perusahaan	50
5.1.1. Profil PT. Pertamina Geothermal Energy	50
5.1.2. Profil Area Geothermal Kamojang	51
5.2. Energi Geothermal (Panasbumi)	55
5.3. Proses Kerja Perusahaan	59
5.3.1. Survei Pendahuluan	60
5.3.2. Eksplorasi	60
5.3.2.1. Survei Geologi Lanjut	61
5.3.2.2. Survei Geokimia Lanjut	61
5.3.2.3. Survei Geofisika	62
5.3.3. Pengeboran Eksplorasi	63
5.3.4. Studi Kelayakan	64
5.3.5. Eksploitasi	65
5.3.6. Pemanfaatan	66
5.4. Jenis Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi (PLTP)	66
5.5. Struktur Organisasi PT. PGE Area Kamojang	68
5.6. Bahaya Kebisingan di PT. PGE Area Kamojang	70
5.7. Pengendalian Bahaya Kebisingan yang Dilakukan Perusahaan	73

BAB 6. HASIL PENELITIAN

6.1. Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan di Area Kerja PT. PGE Area Kamojang	77
6.2. Karakteristik Berdasarkan Jenis Kelamin dan Fungsi Kerja	78
6.3. Karakteristik Gangguan Pendengaran	78
6.3.1. Karakteristik Kejadian Telinga Berdengung	78
6.3.2. Karakteristik Status Pendengaran	79
6.4. Karakteristik Derajat Penurunan Pendengaran	80
6.5. Karakteristik Tingkat Paparan Kebisingan	80
6.6. Karakteristik Lama Paparan Bising per Hari	81
6.7. Karakteristik Masa Kerja	82
6.8. Karakteristik Usia	82
6.9. Karakteristik Pemakaian APT	83
6.10. Hubungan Antara Faktor Risiko dan Kejadian Telinga Berdengung	83
6.11. Hubungan Antara Tingkat Paparan Kebisingan Pekerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran	85
6.12. Hubungan Antara Lama Paparan Bising per Hari dan Kejadian Penurunan Pendengaran	86
6.13. Hubungan Antara Masa Kerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran	87
6.14. Hubungan Antara Usia Pekerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran	87
6.15. Hubungan Antara Pemakaian APT dan Kejadian Penurunan Pendengaran	88
6.16. Karakteristik Responden yang Mengalami Penurunan Pendengaran	88
BAB 7. PEMBAHASAN	
7.1. Keterbatasan Penelitian	90
7.2. Pengukuran Tingkat Kebisingan di Area PT. PGE Area Kamojang	91
7.3. Gangguan Pendengaran	94
7.3.1. Kejadian Telinga Berdengung	94
7.3.2. Kejadian Penurunan Pendengaran	95
7.4. Tingkat Paparan Kebisingan Pekerja	97
7.5. Lama Paparan Bising per Hari	99
7.6. Masa Kerja	100
7.7. Usia Pekerja	100
7.8. Pemakaian APT	101
7.9. Hubungan Antara Faktor Risiko dan Kejadian Telinga Berdengung	102
7.10. Hubungan Antara Tingkat Paparan Kebisingan Pekerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran	104
7.11. Hubungan Antara Lama Paparan Bising per Hari dan Kejadian Penurunan Pendengaran	107
7.12. Hubungan Antara Masa Kerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran	108
7.13. Hubungan Antara Usia Pekerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran	110

7.14. Hubungan Antara Pemakaian APT dan Kejadian Penurunan Pendengaran	112
BAB 8. KESIMPULAN DAN SARAN	
8.1. Kesimpulan	115
8.2. Saran	116
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. NAB Pajanan Kebisingan di Tempat Kerja Berdasarkan Permenaker No. 13 Tahun 2011	30
Tabel 3.1. Definisi Operasional	42
Tabel 5.1. Jumlah Pekerja PT. PGE Area Kamojang Periode Februari 2012	69
Tabel 6.1. Tingkat Kebisingan Area Kerja PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	77
Tabel 6.2. Tingkat Kebisingan Pada Kegiatan Uji Tegak Sumur KMJ-84 PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	77
Tabel 6.3. Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin dan Fungsi Kerja Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	78
Tabel 6.4. Distribusi Frekuensi Responden yang Mengalami Telinga Berdengung di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	78
Tabel 6.5. Distribusi Frekuensi Responden yang Mengalami Telinga Berdengung Berdasarkan Fungsi Kerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	79
Tabel 6.6. Distribusi Frekuensi Status Pendengaran Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	79
Tabel 6.7. Distribusi Frekuensi Derajat Penurunan Pendengaran Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	80
Tabel 6.8. Estimasi Tingkat Pajanan Kebisingan Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	80
Tabel 6.9. Distribusi Frekuensi Tingkat Pajanan Kebisingan Responden Sebelum dan Setelah Memakai APT di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	81
Tabel 6.10. Distribusi Frekuensi Lama Pajanan Bising per Hari Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	81
Tabel 6.11. Distribusi Frekuensi Masa Kerja Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	82
Tabel 6.12. Distribusi Frekuensi Usia Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	82
Tabel 6.13. Distribusi Frekuensi Pemakaian APT Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	83
Tabel 6.14. Distribusi Frekuensi Jenis APT yang Sering Digunakan Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	83
Tabel 6.15. Distribusi Responden Berdasarkan Faktor Risiko dan Kejadian Telinga Berdengung di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	84
Tabel 6.16. Distribusi Responden Berdasarkan Tingkat Pajanan Kebisingan Sebelum Memakai APT dan Kejadian Penurunan Pendengaran di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	85

Tabel 6.17. Distribusi Responden Berdasarkan Tingkat Paparan Kebisingan Setelah Memakai APT dan Kejadian Penurunan Pendengaran di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	85
Tabel 6.18. Distribusi Lama Paparan Bising per Hari (Jam) Responden yang Pendengarannya Menurun Dibandingkan Responden yang Pendengarannya Normal di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	86
Tabel 6.19. Distribusi Responden Berdasarkan Lama Paparan Bising per Hari dan Kejadian Penurunan Pendengaran di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	86
Tabel 6.20. Distribusi Responden Berdasarkan Masa Kerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	87
Tabel 6.21. Distribusi Responden Berdasarkan Usia dan Kejadian Penurunan Pendengaran di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	87
Tabel.6.22. Distribusi Frekuensi Karakteristik Responden yang Mengalami Penurunan Pendengaran di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	88
Tabel 7.1. Masa Kerja Responden yang Mengalami Penurunan Pendengaran di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	109
Tabel 7.2. Rata-rata Ambang Dengar Responden yang Mengalami Penurunan Pendengaran Sebelum dan Setelah Dikoreksi Faktor Usia di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Anatomi Telinga Manusia	12
Gambar 2.2. Sel-sel Rambut di Telinga Tengah	13
Gambar 2.3. SLM SoundPro DL-2	26
Gambar 2.4. <i>Noise Dosimeter</i>	27
Gambar 2.5. Jenis-jenis Alat Pelindung Telinga	35
Gambar 3.1. Kerangka Teori	40
Gambar 3.2. Kerangka Konsep	41
Gambar 4.1. SLM SoundPro DL-2	45
Gambar 5.1. Potensi dan Peluang Bisnis Geothermal di Indonesia	51
Gambar 5.2. Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi Indonesia	51
Gambar 5.3. Wilayah Kuasa Pertambangan Pertamina	52
Gambar 5.4. Lokasi dan Peta Kamojang	53
Gambar 5.5. Peta Jaringan Pipa Uap dan Reinjeksi Area Kamojang	55
Gambar 5.6. Reservoir Panasbumi	56
Gambar 5.7. Konfigurasi Tektonik di Sepanjang Busur Kepulauan Indonesia, Hasil Interaksi Tiga Lempeng Tektonik: Lempeng Pasifik, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia	57
Gambar 5.8. Proses Kerja PT. PGE Area Kamojang	59
Gambar 5.9. Profil Sumur Kamojang	65
Gambar 5.10. Rangkaian Kepala Sumur Geothermal	65
Gambar 5.11. Skema Instalasi Pembangkit Listrik Untuk Sistem Dominasi Uap	67
Gambar 5.12. Skema Instalasi Pembangkit Listrik Untuk Sistem Dominasi Air	68
Gambar 5.13. Struktur Organisasi PT. PGE Area Kamojang	68
Gambar 5.14. Struktur Organisasi Fungsi K3LL PT. PGE Area Kamojang	69
Gambar 5.15. Kegiatan Uji Tegak Sumur	71
Gambar 5.16. Kegiatan Uji Datar Sumur	71
Gambar 5.17. <i>Rockmuffler</i> di Lokasi Uji Datar	73
Gambar 5.18. <i>Formable Earplug</i>	74
Gambar 5.19. <i>Premolded 3-Flanged Earplug</i>	74
Gambar 5.20. <i>Earmuff</i>	75
Gambar 8.1. Rangkaian Fasilitas Uji Tegak	117
Gambar 8.2. Pemasangan <i>Casing</i> Peredam Bising Pipa Uji Tegak Tampak Depan	117
Gambar 8.3. Pemasangan <i>Casing</i> Peredam Bising Pipa Uji Tegak Tampak Bawah dan Samping	118

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1. Perhitungan L_{eq}	26
Rumus 2.2. Perhitungan Tingkat Paparan Efektif	36



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. *Output* Hasil Analisis
- Lampiran 2. Kuesioner Penelitian 1
- Lampiran 3. Kuesioner Penelitian 2
- Lampiran 4. Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan
- Lampiran 5. Hasil Pemeriksaan Audiometri
- Lampiran 6. Beberapa Dokumentasi Pengukuran
- Lampiran 7. Surat Izin Penelitian dan Penggunaan Data 1
- Lampiran 8. Surat Izin Penelitian dan Penggunaan Data 2



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bahaya kebisingan merupakan salah satu bahaya fisika (*physical hazard*) yang sudah tidak asing lagi dan bukan merupakan bahaya yang baru di tempat kerja. Gangguan pendengaran akibat kebisingan sudah diamati sejak berabad-abad tahun yang lalu. Sebelum terjadinya revolusi industri, hanya sedikit pekerja yang terpajan tingkat kebisingan yang tinggi di tempat kerja. Penggunaan mesin tenaga uap (*boiler*) pada masa revolusi industri lah yang pertama kali membuat banyak pihak menyadari bahwa kebisingan merupakan salah satu bahaya di tempat kerja (*occupational hazard*) yang perlu perhatian lebih. Pada masa revolusi industri banyak para pekerja yang menggunakan mesin *boiler* mengalami penurunan pendengaran, sehingga penyakit ini dahulunya dijuluki dengan "*boilermakers disease*". Pada saat ini penggunaan mesin-mesin di industri (mekanisasi) semakin meningkat, hal ini semakin meningkatkan juga permasalahan kebisingan di tempat kerja yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan pendengaran pada pekerja (NIOSH, 1998a).

Setiap pekerja yang terpajan kebisingan mempunyai risiko untuk mengalami gangguan pendengaran. Semakin tinggi intensitas bising dan semakin lama pekerja terpajan bising, maka risiko pekerja untuk mengalami gangguan pendengaran akan semakin tinggi pula. Di sektor manufaktur dan pertambangan, 40% pekerja terpajan tingkat kebisingan yang cukup tinggi selama lebih dari setengah waktu kerjanya, untuk sektor konstruksi sebesar 35% dan sektor lain seperti agrikultur, transportasi dan komunikasi sebesar 20% (European Agency for Safety and Health at Work, 2008c).

Pajanan kebisingan yang berlebihan adalah penyebab utama dari gangguan pendengaran di seluruh dunia yang sebenarnya dapat dihindari. Survei terakhir dari *Multi Center Study* (MCS) menyebutkan bahwa pada tahun 2000 terdapat 250 juta penduduk dunia mengalami gangguan pendengaran dan sekitar 50% nya (75-140 juta) berada di Asia Tenggara, termasuk Indonesia. Jumlah penderita gangguan pendengaran di Indonesia cukup dominan, yaitu menduduki peringkat

nomor 4 dengan proporsi 4,6% sesudah Sri Lanka (8,8%), Myanmar (8,4%) dan India (6,3%) (Ali, 2006).

Di negara maju, kebisingan yang tinggi setidaknya merupakan penyebab bagi sepertiga dari jumlah orang yang mengalami gangguan pendengaran. Di banyak negara, kebisingan yang tinggi merupakan bahaya yang menyebabkan besarnya kompensasi yang harus dibayarkan kepada pekerja (WHO,1997). Pada tahun 1983, *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) mengidentifikasi sepuluh penyakit akibat kerja dan cedera utama yang salah satu diantaranya adalah penurunan pendengaran akibat bising atau sering disebut dengan *Noise Induced Hearing Loss* (NIHL). Pada tahun 1990-an, NIHL menempati urutan delapan teratas dalam daftar penyakit akibat kerja dan cedera (NIOSH, 1992). Setiap tahun, sekitar 30 juta orang di Amerika Serikat terpajan tingkat kebisingan yang berbahaya di tempat kerja. NIHL merupakan salah satu penyakit akibat kerja yang paling umum di Amerika Serikat dan terbanyak kedua yang paling sering dilaporkan (NIOSH, 1999).

Di Amerika, lebih dari 5,1 juta pekerja terpajan bising dengan intensitas lebih dari 85 dB. Dilaporkan dari 246 pekerja yang memeriksakan telinga untuk keperluan ganti rugi asuransi, ditemukan sebanyak 85% menderita tuli saraf dan dari jumlah tersebut 37% didapatkan adanya gambaran takik pada frekuensi 4000-6000 Hz (Soetjipto, 2007). Pada tahun 2008, sekitar 2 juta pekerja di Amerika Serikat terpajan tingkat kebisingan yang menyebabkan mereka berisiko mengalami gangguan pendengaran dimana pada tahun 2007-nya dilaporkan ada sekitar 23.000 kasus gangguan pendengaran akibat kerja di negara tersebut (NIOSH, 2011b). Penurunan pendengaran akibat bising terus menerus menjadi isu penting dalam bidang keselamatan dan kesehatan kerja. NIOSH dan *The Occupational Safety and Health Community* menempatkan permasalahan penurunan pendengaran sebagai salah satu dari 21 bidang prioritas untuk penelitian pada abad berikut (NJLCA, 2008).

Pada penelitian yang dilakukan di PT. Friesche Vlag Indonesia Tahun 2002 oleh Triana Srisantyorini didapatkan hasil proporsi gangguan pendengaran berupa penurunan pendengaran pekerja sebesar 28,6% (Srisantyorini, 2002). Penelitian mengenai gangguan pendengaran di salah satu Sub Unit Power Plant Pabrik

Kertas di Probolinggo mendapatkan hasil, keluhan subjektif akibat pajanan bising yang dialami pekerja berupa tinnitus (*auditory effect*) sebesar 56,7% dan gangguan komunikasi (*non-auditory effect*) sebesar 73,3% (Fitri, 2010). Dari data-data yang telah disebutkan di atas dapat disimpulkan bahwa angka kejadian gangguan atau penurunan pendengaran akibat bising di tempat kerja masih cukup tinggi dan merupakan masalah di banyak negara, termasuk di Indonesia.

Kebisingan dengan intensitas tinggi tidak hanya berefek pada pendengaran pekerja, tetapi juga dapat menyebabkan beberapa efek lain, seperti stres fisik dan psikologis, mengurangi produktifitas, mengganggu komunikasi dan konsentrasi serta berkontribusi terhadap kecelakaan kerja dan cedera dengan membuat para pekerja sulit untuk mendengar sinyal peringatan tanda bahaya (*warning signals*). Efek dari gangguan pendengaran akibat bising dapat menyeluruh, membatasi kemampuan untuk mendengar suara frekuensi tinggi, sulit memahami pembicaraan dan merusak kemampuan berkomunikasi secara serius (<http://www.osha.gov/SLTC/noisehearingconservation/healtheffects.html>).

Selain berefek pada kesehatan pekerja dan proses pekerjaan, kebisingan di tempat kerja juga dapat menyebabkan kerugian finansial bagi perusahaan. Di negara-negara maju, perkiraan biaya yang harus dikeluarkan akibat pajanan bising berkisar dari 0,2%-2% dari *gross domestic product* (GDP) (WHO,1997). Di Amerika Serikat, sekitar \$242 juta dihabiskan setiap tahunnya untuk kompensasi para pekerja yang mengalami *hearing loss disability* (NIOSH, 2011a).

Terdapat beberapa faktor risiko yang menyebabkan terjadinya penurunan pendengaran pekerja. Menurut John J. Standard dalam buku *Fundamentals of Industrial Hygiene 5th Edition* dan Soetirto dalam Buku Ajar Ilmu Penyakit Telinga Hidung Tenggorokan Edisi Ketiga, dikatakan bahwa faktor risiko terjadinya penurunan pendengaran pekerja antara lain adalah intensitas bising, frekuensi bising, lama pajanan bising per hari, masa kerja, kerentanan individu, usia pekerja, penyakit telinga, pemakaian obat ototoksik, karakteristik lingkungan yang menghasilkan bising, jarak pekerja dari sumber bising dan posisi telinga saat menerima gelombang bunyi (Soetirto, 1997 dan Standard, 2002).

PT. Pertamina Geothermal Energy (PT. PGE) Area Kamojang merupakan salah satu industri geothermal (panasbumi) terbesar yang sedang berkembang saat

ini. Dalam melakukan proses produksi menghasilkan panas bumi maupun listrik melalui Pembangkit Listrik Tenaga Panas bumi (PLTP), pekerja di sana tidak terlepas dari bahaya kebisingan. Bahaya kebisingan di area PT. PGE Area Kamojang antara lain berasal dari peralatan kerja dan proses produksi. Area kerja yang memiliki tingkat kebisingan tinggi antara lain area sumur panas bumi dan PLTP Unit IV. Tingkat kebisingan di area sumur dan PLTP Unit IV dapat dikatakan tinggi, yaitu mencapai lebih dari 100 dBA untuk area sumur dan lebih dari 90 dBA untuk area PLTP Unit IV. Kebisingan di area sumur tinggi dikarenakan bising yang berasal dari proses pergerakan aliran uap panas di sepanjang pipa sumur, sedangkan untuk area PLTP Unit IV selain berasal dari proses pergerakan aliran uap di sepanjang pipa, kebisingan juga berasal dari mesin dan peralatan kerja yang digunakan seperti turbin, generator, pompa, *separator*, *demister* dll. Tingginya tingkat kebisingan yang dihasilkan di area perusahaan ini dapat menyebabkan gangguan pendengaran pada pekerja. Dari hasil *medical check-up* yang dilakukan perusahaan, dari hasil audiometri didapatkan hasil bahwa terdapat beberapa pekerja yang mengalami penurunan pendengaran.

Terdapat beberapa faktor risiko yang dapat menyebabkan gangguan atau penurunan pendengaran pekerja, dampak yang ditimbulkannya pun dapat merugikan banyak pihak. Selain itu, tingkat kebisingan di beberapa area perusahaan tergolong tinggi dan terdapat beberapa pekerja yang mengalami penurunan pendengaran. Oleh karena itu, peneliti mengangkat hal ini sebagai tema penelitian dengan judul "*Analisis Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Penurunan Pendengaran pada Pekerja di PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang Tahun 2012*".

1.2. Rumusan Masalah

Terdapat beberapa faktor risiko yang dapat menyebabkan penurunan pendengaran pekerja yang salah satu diantaranya adalah kebisingan, tingkat kebisingan di beberapa area kerja di PT. PGE Area Kamojang termasuk tinggi dan dari hasil audiometri yang dilakukan perusahaan terlihat bahwa terdapat beberapa pekerja yang mengalami penurunan pendengaran. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, peneliti ingin mengetahui hubungan antara faktor risiko dan

kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.

1.3. Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan dalam penelitian ini yang ingin dijawab oleh peneliti adalah :

1. Bagaimana gambaran kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012?
2. Bagaimana gambaran tingkat pajanan bising pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012?
3. Bagaimana gambaran lama pajanan bising per hari pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012?
4. Bagaimana gambaran masa kerja pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012?
5. Bagaimana gambaran usia pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012?
6. Bagaimana gambaran pemakaian alat pelindung telinga oleh pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012?
7. Apakah terdapat hubungan antara tingkat pajanan bising dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012?
8. Apakah terdapat hubungan antara lama pajanan bising per hari dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012?
9. Apakah terdapat hubungan antara masa kerja dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012?
10. Apakah terdapat hubungan antara usia pekerja dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012?
11. Apakah terdapat hubungan antara pemakaian alat pelindung telinga dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012?

1.4. Tujuan Penelitian

1.4.1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan hubungan antara faktor risiko dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.

1.4.2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus penelitian ini adalah :

1. Menjelaskan gambaran kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.
2. Menjelaskan gambaran tingkat pajanan bising pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.
3. Menjelaskan gambaran lama pajanan bising per hari pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.
4. Menjelaskan gambaran masa kerja pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.
5. Menjelaskan gambaran usia pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.
6. Menjelaskan gambaran pemakaian alat pelindung telinga oleh pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.
7. Menjelaskan hubungan antara tingkat pajanan bising dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.
8. Menjelaskan hubungan antara lama pajanan bising per hari dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.
9. Menjelaskan hubungan antara masa kerja dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.
10. Menjelaskan hubungan antara usia pekerja dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.
11. Menjelaskan hubungan antara pemakaian alat pelindung telinga dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.

1.5. Manfaat Penelitian

1.5.1. Bagi PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data dan informasi kepada pihak perusahaan mengenai hubungan antara faktor risiko dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi pihak perusahaan untuk melakukan tindakan pencegahan dan pengendalian terhadap faktor risiko yang terbukti berhubungan dengan kejadian penurunan pendengaran agar risiko kejadian pada pekerja dapat dikurangi.

1.5.2. Bagi Pekerja

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahan pengetahuan dan pemahaman bagi pekerja terhadap faktor risiko yang dapat menyebabkan penurunan pendengaran. Tujuannya adalah agar pada saat bekerja, mereka dapat lebih memperhatikan faktor risiko tersebut sehingga dapat mengurangi kemungkinan terjadinya penurunan pendengaran.

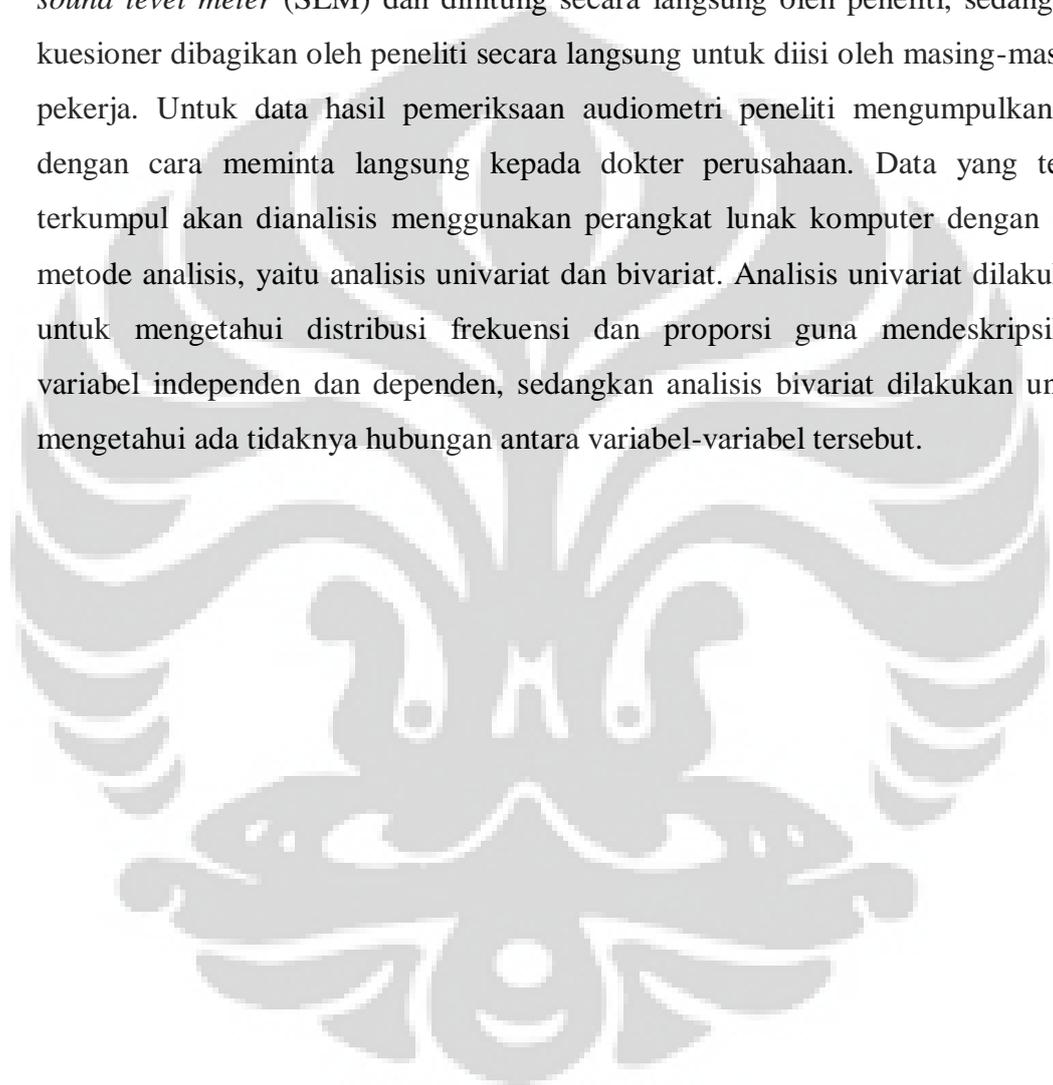
1.5.3. Bagi Peneliti

1. Penelitian ini dapat meningkatkan pemahaman peneliti mengenai faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja, khususnya pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang.
2. Penelitian ini dapat meningkatkan kemampuan peneliti untuk dapat memberikan masukan dan rekomendasi mengenai upaya pengendalian bahaya kebisingan dan penurunan pendengaran pada pekerja, khususnya pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang.

1.6. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian mengenai hubungan antara faktor risiko dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-April 2012 dengan sampel penelitian sebanyak 60 pekerja. Penelitian ini menggunakan jenis desain studi *cross sectional*, menggunakan data primer berupa hasil pengukuran

intensitas/tingkat kebisingan area kerja yang selanjutnya digunakan untuk menghitung tingkat pajanan bising yang diterima pekerja dan kuesioner mengenai lama pajanan bising perhari, masa kerja, usia pekerja dan pemakaian APT serta data sekunder berupa hasil pemeriksaan audiometri tahun 2011 yang telah dilakukan oleh pihak perusahaan kepada para pekerja. Pengumpulan data tingkat kebisingan dan tingkat pajanan bising yang diterima pekerja diukur menggunakan *sound level meter* (SLM) dan dihitung secara langsung oleh peneliti, sedangkan kuesioner dibagikan oleh peneliti secara langsung untuk diisi oleh masing-masing pekerja. Untuk data hasil pemeriksaan audiometri peneliti mengumpulkannya dengan cara meminta langsung kepada dokter perusahaan. Data yang telah terkumpul akan dianalisis menggunakan perangkat lunak komputer dengan dua metode analisis, yaitu analisis univariat dan bivariat. Analisis univariat dilakukan untuk mengetahui distribusi frekuensi dan proporsi guna mendeskripsikan variabel independen dan dependen, sedangkan analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara variabel-variabel tersebut.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Telinga Manusia

Organ pendengaran manusia adalah telinga. Saraf yang melayani indera pendengaran manusia adalah saraf kranial ke-VIII atau *nervus auditorius*. Telinga terdiri dari 3 bagian utama, yaitu telinga bagian luar, tengah dan dalam (Pearce, 1983).

2.1.1. Telinga Luar

Telinga luar terdiri atas *aurikel/pinna* atau daun telinga dan *meatus auditorius externa* atau lubang telinga. Daun telinga berfungsi untuk membantu mengumpulkan gelombang suara. Daun telinga berbentuk tidak teratur serta terdiri dari tulang rawan dan jaringan fibrosa, kecuali pada ujung paling bawah, yaitu cuping telinga, terutama terdiri dari lemak. Lubang telinga terletak menjorok ke dalam menjauhi daun telinga berfungsi untuk menghantarkan gerakan suara menuju membran timpani. Lubang ini berukuran panjang sekitar 2,5 cm dengan sepertiga bagian luarnya merupakan tulang rawan. Bagian tulang rawan ini tidak lurus, tetapi dapat diluruskan dengan cara mengangkat daun telinga ke arah belakang atas. Hal ini biasa dilakukan bila seseorang hendak menyemprotkan cairan ke dalam telinga. Terdapat tiga jenis otot yang terletak pada bagian depan, atas dan belakang telinga, namun manusia hanya sanggup menggerakkan telinganya sedikit sekali sehingga pergerakan telinga yang dilakukan hampir tidak terlihat (Pearce, 1983).

2.1.2. Telinga Tengah

Telinga tengah atau rongga timpani adalah ruangan kecil dalam telinga yang berisi udara. Rongga ini terletak di sebelah dalam membran timpani atau gendang telinga yang memisahkan rongga ini dari lubang telinga. Pada bagian telinga tengah ini terdapat tulang-tulang pendengaran, yaitu tiga tulang kecil yang tersusun pada rongga telinga tengah seperti rantai yang bersambung dari membran timpani menuju rongga telinga dalam (Pearce, 1983).

Tulang sebelah luar adalah *malleus*, berbentuk seperti martil dengan gagang yang terkait pada membran timpani, sementara kepalanya menjulur ke dalam ruang timpani. Tulang yang berada di tengah adalah *incus* atau tulang landasan. Sisi luar dari *incus* bersendi dengan *malleus*, sementara sisi dalamnya bersendi dengan tulang pendengaran lain yaitu dengan *stapes* atau tulang sanggurdi. Rangkaian tulang-tulang ini berfungsi untuk mengalirkan getaran suara dari gendang telinga menuju rongga telinga dalam (Pearce, 1983).

2.1.3. Telinga Dalam

Telinga dalam terdiri dari berbagai rongga yang menyerupai saluran-saluran dalam tulang temporalis. Rongga-rongga ini disebut labirin tulang yang dilapisi membran sehingga membentuk labirin membranosa. Saluran-saluran bermembran ini mengandung cairan serta terdapat ujung-ujung saraf pendengaran dan keseimbangan. Labirin tulang ini terdiri dari tiga bagian, yaitu vestibula, saluran setengah lingkaran dan koklea.

- Vestibula
Vestibula merupakan bagian tengah dari labirin tulang yang merupakan tempat bersambungannya bagian-bagian lain.
- Saluran setengah lingkaran
Saluran setengah lingkaran bersambungan dengan vestibula. Terdapat tiga jenis saluran, yaitu saluran superior, posterior dan lateral. Ketiga saluran ini saling membuat sudut tegak lurus satu sama lain. Pada salah satu ujung setiap saluran terdapat penebalan yang disebut dengan ampula. Gerakan cairan yang merangsang ujung-ujung akhir syaraf khusus dalam ampula inilah yang menyebabkan seseorang sadar akan kedudukan tubuhnya. Bagian telinga dalam ini berfungsi untuk membantu *cerebelum* dalam mengendalikan keseimbangan serta kesadaran akan kedudukan tubuh seseorang.
- Koklea
Koklea merupakan sebuah tabung berbentuk spiral yang membelit dirinya seperti sebuah rumah siput. Dalam setiap belitan terdapat saluran membranosa yang mengandung ujung-ujung syaraf pendengaran. Cairan dalam saluran

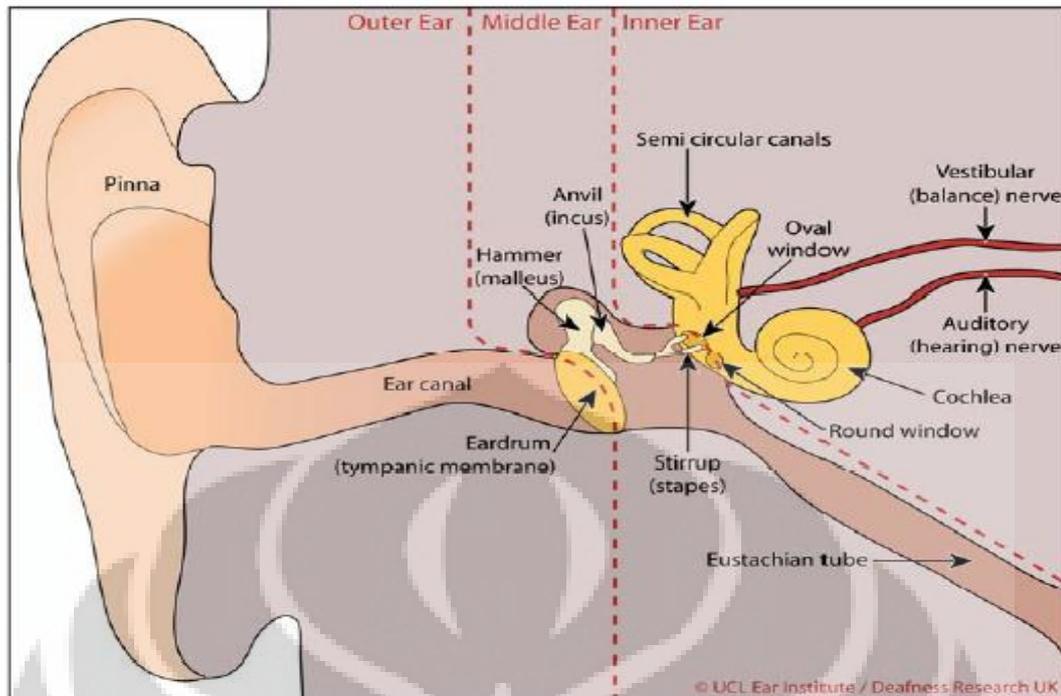
membranosa disebut *endolimfe*, sementara cairan di luarnya disebut *perilimfe*. Terdapat dua tingkap dalam koklea ini :

1. *Fenestra vestibuli*, disebut dengan tingkap oval (*oval window*) karena bentuknya yang bulat panjang ditutup oleh tulang *stapes*.
2. *Fenestra kokhlea*, disebut dengan tingkap bundar (*round window*) karena bentuknya bundar ditutup dengan membran.

Kedua tingkap ini menghadap ke telinga dalam, berfungsi untuk mengalihkan getaran dari rongga telinga tengah ke dalam *perilimfe* yang selanjutnya akan dialihkan lagi menuju *endolimfe* dengan demikian merangsang ujung-ujung akhir syaraf pendengaran (Pearce, 1983).

2.1.4. Syaraf Pendengaran

Syaraf pendengaran (*nervus auditorius*) terdiri dari dua bagian, yaitu bagian vestibuler (keseimbangan) dan bagian koklearis (pendengaran). Bagian vestibuler berhubungan dengan keseimbangan tubuh. Serabut-serabut syaraf ini bergerak menuju nukleus vestibularis yang berada pada titik pertemuan antara *pons* dan *medulla oblongata*, kemudian bergerak menuju *cerebelum*. Bagian koklearis pada *nervus auditorius* adalah syaraf pendengaran yang sebenarnya. Serabut-serabut syaraf ini mula-mula bergerak menuju sebuah nukleus khusus tepat di belakang talamus, kemudian bergerak menuju pusat penerima akhir dalam korteks otak yang terletak pada bagian bawah lobus temporalis. Cedera pada syaraf bagian koklearis akan berakibat ketulian, sementara pada bagian vestibularis akan berakibat vertigo dan ataksia (Pearce, 1983).



Gambar 2.1. Anatomi Telinga Manusia

Sumber : <http://www.deafnessresearch.org.uk/factsheets/noise-at-work.pdf>

2.2. Sistem Pendengaran Manusia

Telinga manusia dan mekanisme pendengaran adalah suatu hal yang benar-benar luar biasa. Dalam waktu yang sangat cepat telinga dapat melakukan konversi energi mekanik menjadi respon elektrokimia. Sensitivitas telinga, kemampuannya untuk membedakan suara-suara tertentu dari suara-suara lain, membuat kinerjanya tidak dapat ditandingi oleh instrumen buatan manusia. Secara anatomis, telinga manusia terdiri dari 3 bagian utama, yaitu telinga bagian luar, bagian tengah yang berisi udara dan bagian dalam yang berisi cairan. Fungsi dari telinga bagian luar adalah untuk mengumpulkan suara, sedangkan bagian tengah untuk mengkonversi dan mengirimkan rangsangan suara ke telinga bagian dalam dimana reseptor sensorik (sel rambut) berada untuk merasakan suara (Purdum, 1980). Manusia dapat mendengar melalui suatu mekanisme, mekanisme pendengaran manusia secara ringkas dijelaskan seperti di bawah ini.

Gelombang suara masuk ke telinga luar dan berjalan melalui jalan sempit yang disebut lubang telinga yang mengarah ke gendang telinga. Suara yang masuk membuat gendang telinga bergetar, kemudian getaran ini dikirim ke tiga tulang kecil yang berada di telinga tengah, yaitu *malleus*, *incus* dan *stapes*. Tulang-tulang

tersebut memperkuat atau meningkatkan getaran suara dan mengirimkannya ke telinga bagian dalam, disebut dengan koklea, suatu saluran yang berbentuk seperti siput dan berisi cairan. Sel-sel sensoris khusus pada koklea, dikenal dengan sel-sel rambut, mendeteksi getaran dan mengonversikannya menjadi sinyal-sinyal listrik. Selanjutnya, sinyal-sinyal listrik ini dikirim melalui syaraf pendengaran menuju ke otak yang kemudian diterjemahkan menjadi suara yang kita kenali dan pahami (NIDCD, 2008).



Gambar 2.2. Sel-sel Rambut di Telinga Tengah

Sumber : <http://www.nidcd.nih.gov/health/hearing/pages/noise.aspx>

2.3. Definisi Bunyi

Secara fisika, bunyi atau suara merupakan gelombang yang diciptakan oleh benda bergetar dan merambat melalui media dari satu titik ke titik lain (<http://www.physicsclassroom.com/Class/sound/u1111a.cfm>). Menurut Purdom dalam buku *Environmental Health*, bunyi adalah energi dalam bentuk gelombang tekanan udara. Pada saat tekanan udara mengalami perubahan dan masuk ke telinga, maka akan terdengar sebagai bunyi. Hal ini bergantung pada besarnya amplitudo (tekanan suara) dan seberapa cepat sumber bergetar (frekuensi). Manusia dapat mendengar suara dengan frekuensi antara 20–20.000 Hz (Purdom, 1980).

Sedangkan menurut John J. Standard dalam buku *Fundamentals of Industrial Hygiene 5th Edition*, bunyi dapat didefinisikan sebagai variasi tekanan (di udara, air atau media lainnya) yang dapat dideteksi telinga manusia. Secara subyektif, bunyi dapat didefinisikan sebagai stimulus yang menghasilkan respon

sensorik di otak. Persepsi bunyi yang dihasilkan dalam sensasi yang disebut mendengar merupakan respon sensorik yang utama (Standard, 2002).

Berikut merupakan unit dan level pengukuran suara yang biasa digunakan untuk menilai tingkat kebisingan di tempat kerja (Barrientos, 2004) :

- dB : dB merupakan satuan yang digunakan untuk mengukur *power*, *intensity* dan *pressure* suara dalam skala logaritmik.
- dBA : dBA merupakan satuan yang digunakan untuk mengukur tingkat suara seperti yang dirasakan manusia. dB dengan pembobotan (*weighting*) A digunakan agar sesuai dengan sensitifitas frekuensi pendengaran manusia.
- *Sound pressure level* (L_p) : *Sound pressure level* merupakan ukuran dari getaran udara yang menghasilkan suara. Karena telinga manusia dapat mendeteksi tingkat tekanan suara dari 20 μ Pa hingga 200 Pa, maka ini dihitung menggunakan skala logaritmik dan menggunakan satuan dB untuk menunjukkan kenyaringan suara.
- *Equivalent sound pressure level* (L_{eq}) : Ketika tingkat suara berfluktuasi dari waktu ke waktu, seperti yang sering terjadi di tempat kerja maka digunakanlah L_{eq} . L_{eq} adalah nilai *equivalent sound pressure level* untuk kebisingan yang kontinu dan konstan dalam satuan waktu tertentu berdasarkan pada *exchange rate* (ER) 3 dB.

2.4. Kebisingan

Dalam teori di bidang elektronika, neurofisiologi dan komunikasi, kebisingan berarti sinyal yang tidak membawa informasi dan intensitasnya biasanya bervariasi secara acak dari waktu ke waktu. Kata kebisingan terkadang digunakan dalam arti akustik, tetapi untuk tujuan pembahasan kali ini kebisingan akan didefinisikan sebagai energi akustik yang terdengar yang dapat berdampak negatif terhadap fisiologi dan psikologi manusia. Hal ini konsisten dengan definisi umum dari kebisingan yang sering digunakan, yaitu kebisingan merupakan suara yang tidak diinginkan (Kryter, 1985).

Menurut WHO, 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 berdasarkan Permenaker No. 13 Tahun 2011 kebisingan diartikan 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 di atas, maka dapat disimpulkan bahwa kebisingan dapat diartikan sebagai suara atau bunyi yang tidak diinginkan yang dapat membahayakan atau mengganggu kesehatan seseorang.

2.4.1. Jenis Kebisingan

Dalam buku *Fundamentals of Industrial Hygiene 5th Edition*, pajanan kebisingan di tempat kerja dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu (Standard, 2002) :

1. *Continuous Noise*

Continuous noise merupakan jenis kebisingan yang memiliki tingkat dan spektrum frekuensi konstan. Kebisingan jenis ini memajan pekerja dengan periode waktu 8 jam per hari atau 40 jam per minggu.

2. *Intermittent Noise*

Intermittent noise merupakan jenis kebisingan yang memajan pekerja hanya pada waktu-waktu tertentu selama jam kerja. Contoh pekerja yang mengalami pajanan kebisingan jenis ini adalah *inspector* atau *plant supervisor* yang secara periodik meninggalkan area kerjanya yang relatif tenang menuju area kerja yang bising.

3. *Impact Noise*

Impact noise disebut juga dengan kebisingan impulsif, yaitu kebisingan dengan suara hentakan yang keras dan terputus-putus kurang dari 1 detik. Contoh kebisingan jenis ini adalah suara ledakan dan pukulan palu.

Sedangkan menurut Suma'mur dalam buku Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES), berdasarkan sifatnya kebisingan dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu (P.K. Suma'mur, 2009) :

1. Kebisingan menetap berkelanjutan (kontinyu) tanpa putus-putus dengan spektrum frekuensi luas (*steady state, wide band noise*), misalnya bising mesin, kipas angin dan dapur pijar.
2. Kebisingan menetap berkelanjutan dengan spektrum frekuensi sempit (*steady state, narrow band noise*), misalnya bising gergaji sirkuler dan katup gas.
3. Kebisingan terputus-putus (*intermittent noise*), misalnya bising lalu lintas suara kapal terbang di bandara.
4. Kebisingan impulsif (*impact or impulsive noise*), seperti bising pukulan palu, tembakan meriam dan ledakan.
5. Kebisingan impulsif berulang, misalnya bising mesin tempa di perusahaan atau tempaan tiang pancang bangunan.

Dari beberapa jenis kebisingan yang ada, bising yang dianggap lebih sering merusak pendengaran adalah bising yang bersifat kontinyu, terutama yang memiliki spektrum frekuensi luas dan intensitas yang tinggi.

2.4.2. Pengaruh Kebisingan Pada Pekerja

Menurut *Canadian Centre of Occupational Health and Safety*, pajanan kebisingan dapat menyebabkan dua jenis efek kesehatan, yaitu efek non-auditori dan auditori (pendengaran). Efek non-auditori yang dapat terjadi antara lain :

- Efek pada fungsi kardiovaskular (hipertensi, perubahan tekanan darah dan denyut jantung)
- Gangguan pada fungsi pernapasan
- Kejengkelan atau ketidaknyamanan
- Gangguan tidur
- Gangguan komunikasi
- Stres kerja
- Kecelakaan kerja

Sedangkan efek auditori yang terjadi yaitu gangguan pendengaran yang diakibatkan oleh pajanan kebisingan yang berlebihan. *Noise Induced Permanent Hearing Loss* (NIHL) merupakan gangguan pendengaran yang menjadi perhatian utama terkait dengan pajanan kebisingan di tempat kerja (CCOHS, 2008).

Menurut *European Agency for Safety and Health at Work*, risiko kesehatan dan keselamatan yang dapat dirasakan pekerja akibat pajanan kebisingan antara lain (*European Agency for Safety and Health at Work*, 2008b).

1. Gangguan pendengaran

Kebisingan yang berlebihan dapat merusak sel-sel rambut di koklea, bagian dari telinga dalam, menyebabkan kehilangan pendengaran. Di banyak negara, gangguan pendengaran akibat bisung berupa NIHL merupakan penyakit yang paling umum di bidang industri yang bersifat *irreversible*.

2. Efek fisiologis

Terdapat bukti bahwa pajanan kebisingan memiliki efek pada sistem kardiovaskular, yaitu mengakibatkan pelepasan katekolamin dan peningkatan tekanan darah. Tingkat katekolamin dalam darah (termasuk epinefrin/adrenalin) berhubungan dengan stres.

3. Stres terkait kerja

Stres terkait kerja jarang memiliki penyebab tunggal dan biasanya muncul dari interaksi beberapa faktor risiko. Kebisingan di lingkungan kerja dapat menjadi salah satu *stressor*-nya, bahkan pada tingkat yang cukup rendah.

4. Meningkatnya risiko kecelakaan

Tingkat kebisingan yang tinggi dapat menyulitkan pekerja untuk mendengar dan berkomunikasi, sehingga dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan. Stres terkait kerja (dimana kebisingan bisa menjadi faktor penyebab) dapat menambah permasalahan ini.

2.5. Efek Kebisingan Pada Pendengaran

Berdasarkan bagian telinga atau sistem pendengaran yang mengalami kerusakan, terdapat dua kategori utama gangguan pendengaran yaitu gangguan pendengaran konduktif dan perseptif (*sensorineural*) (*Malerbi*, 1989) :

1. *Conductive Hearing Loss*

Tipe gangguan pendengaran berupa *conductive hearing loss* berhubungan dengan kelainan pada telinga tengah dan dalam, dapat terjadi karena beberapa hal antara lain :

- Serumen atau benda asing yang menyumbat lubang telinga yang dapat mengurangi amplitudo bunyi yang memasuki telinga dengan membuat *barrier* dan merusak pergerakan getaran gendang telinga. Kondisi ini berlangsung sementara dan dapat dengan mudah dipulihkan.
- Pecahnya gendang telinga karena suara ledakan, pukulan di kepala atau perforasi karena penyakit seperti campak. Dalam kasus dimana sepertiga permukaan gendang telinga rusak karena suara ledakan, kondisi ini dapat sembuh dalam waktu 9 bulan.
- Tertutupnya *tuba eustachius* dikarenakan *discharge* atau pembengkakan serta telinga tengah tidak dapat menyesuaikan diri dengan tekanan atmosfer. Gendang telinga akan berada dalam kondisi di bawah tekanan dan tidak dapat merespon bunyi secara efisien.
- Tulang-tulang pendengaran mengalami dislokasi karena ledakan atau pukulan di kepala. Pergerakan tulang-tulang ini juga menjadi terbatas jika terjadi otitis media atau *otosclerosis*. Kondisi ini dapat di sembuhkan dengan melakukan operasi (Malerbi, 1989).

2. *Perceptive* (Sensorineural) *Hearing Loss*

Perceptive (sensorineural) *hearing loss* merupakan kerusakan pada telinga dalam, termasuk di dalamnya sel-sel rambut, syaraf pendengaran atau pusat sistem pendengaran di otak. Kesulitan diaksesnya telinga bagian dalam dan tidak terdapatnya fungsi mekanis menghalangi/menghambat kemungkinan keberhasilan operasi. NIHL merupakan gangguan pendengaran yang masuk ke dalam jenis ini (Malerbi, 1989).

Selain kedua kategori di atas, terdapat juga gangguan pendengaran campuran, yaitu gabungan dari gangguan pendengaran yang bersifat konduktif dan sensorineural. Menurut *Canadian Centre of Occupational Health and Safety*, efek auditori (pendengaran) utama yang dapat terjadi akibat pajanan bising adalah (CCOHS, 2008) :

1. Trauma Akustik

Trauma akustik merupakan kerusakan atau gangguan pendengaran secara mendadak yang disebabkan oleh kebisingan yang sangat ekstrim dalam jangka waktu pendek, misalnya karena suara tembakan pistol

(CCOHS, 2008). Diagnosis dari trauma akustik mudah dibuat karena penderita dapat mengatakan dengan tepat apa penyebab terjadinya gangguan pendengaran yang dirasakannya. Gangguan pendengaran ini biasanya bersifat akut dan dapat sembuh dengan cepat secara parsial atau sempurna (Roestam, 2004).

2. Tinnitus

Tinnitus merupakan gangguan pendengaran berupa bunyi dengung pada telinga. Tinnitus bukanlah suatu penyakit, melainkan pada umumnya merupakan suatu gejala dari adanya suatu kesalahan pada sistem pendengaran.

3. Gangguan Pendengaran Sementara

Gangguan pendengaran sementara dikenal juga sebagai pergeseran ambang dengar sementara atau *temporary threshold shift* (TTS). TTS merupakan gangguan pendengaran yang terjadi segera setelah terpajan tingkat kebisingan yang tinggi. Terjadi pemulihan bertahap ketika orang yang terpajan kebisingan ini berdiam terlebih dahulu di tempat yang tenang, sedangkan pemulihan secara sempurna dapat berlangsung selama beberapa jam (CCOHS, 2008). Sifat atau ciri-ciri dari TTS antara lain :

- Bersifat non-patologis
- Bersifat sementara
- Waktu pemulihan bervariasi
- *Reversible* atau bisa kembali normal

Apabila diberi cukup waktu untuk istirahat daya dengar penderita TTS dapat pulih dengan sempurna. Untuk kebisingan yang lebih besar dari 85 dBA, pekerja membutuhkan waktu bebas pajanan atau istirahat selama 3-7 hari. Bila waktu istirahat tidak mencukupi dan pekerja kembali terpajan bising seperti semula dan keadaan ini berlangsung secara terus menerus, maka TTS akan bertambah berat setiap harinya dan kemudian dapat menjadi ketulian menetap. Untuk mendiagnosis TTS perlu dilakukan dua kali audiometri yaitu sebelum dan sesudah pekerja terpajan bising (Roestam, 2004).

4. Gangguan Pendengaran Menetap

Gangguan pendengaran menetap juga dikenal dengan pergeseran ambang dengar permanen atau *permanent threshold shift* (PTS). PTS merupakan gangguan pendengaran yang terjadi akibat dari pajanan kebisingan dalam waktu lama dan terus menerus, yaitu hitungan bulan dan tahun. PTS bersifat patologis dan menetap. Gangguan pendengaran ini tidak dapat disembuhkan dengan pengobatan medis dan semakin memburuk akibat pajanan bising terus menerus. Ketika pajanan kebisingan berhenti, pekerja tidak menyadari bahwa ia telah mengalami penurunan sensitifitas pendengaran (CCOHS, 2008). Penurunan pendengaran ini disebut dengan penurunan pendengaran perseptif atau sensorineural. Penurunan daya dengar terjadi secara perlahan dan bertahap sebagai berikut (Roestam, 2004) :

- Tahap 1

Terjadi setelah 10-20 hari terpajan bising, pekerja mengeluh telinganya berbunyi atau berdengung pada setiap akhir waktu kerja.

- Tahap 2

Keluhan telinga berbunyi terjadi secara *intermittent*, sedangkan keluhan subjektif lainnya menghilang. Tahap ini berlangsung selama berbulan-bulan sampai bertahun-tahun.

- Tahap 3

Pekerja sudah mulai merasa terjadinya gangguan pendengaran seperti tidak mendengar detak jam dan tidak mendengar percakapan terutama bila ada suara lain.

- Tahap 4

Gangguan pendengaran bertambah jelas dan mulai sulit berkomunikasi. Pada tahap ini nilai ambang dengar menurun dan tidak akan kembali ke nilai ambang semula meskipun diberi istirahat yang cukup.

Pada umumnya, pada awal terjadinya penurunan pendengaran pekerja tidak mendeteksi terjadinya hal tersebut dikarenakan kerusakan sel-sel rambut di telinga bagian dalam terjadi tanpa rasa sakit. Tidak terdapat tanda-tanda maupun gejala seperti rasa sakit pada telinga yang membuat pekerja melakukan pemeriksaan

medis. Selain itu, dari pemeriksaan otoskopik lubang telinga dan membran timpani pun terlihat normal (Jaffe dan Bell, 1983).

Rekognisi dari penurunan pendengaran secara umum terjadi pada frekuensi bicara manusia yaitu 500-2000 Hz. Gejala awal yang dirasakan pekerja antara lain (Jaffe dan Bell, 1983):

- Telinga terasa berdengung (tinnitus)
- Telinga terasa seperti tertutup
- Sulit mendengar huruf 't' atau 'd' di akhir kalimat
- Sulit memahami suara anak kecil, percakapan jarak jauh dan percakapan di tempat yang ramai
- Peningkatan kerusakan sel-sel rambut secara terus-menerus menyebabkan pekerja merasakan beberapa suara menjadi lebih kencang daripada yang sebenarnya

2.6. Faktor Risiko Gangguan Pendengaran

Apabila telinga terpajan tingkat kebisingan tinggi dalam jangka waktu yang cukup lama, penurunan pendengaran maupun ketulian dapat terjadi. Menurut John J. Standard dalam buku *Fundamentals of Industrial Hygiene 5th Edition*, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat dan luasnya gangguan pendengaran yaitu intensitas atau kerasnya bunyi (*sound pressure level*), tipe bunyi (spektrum frekuensi), lama pajanan bising per hari, masa kerja, kerentanan individu, usia pekerja, penyakit telinga, karakteristik lingkungan yang menghasilkan bising, jarak dari sumber bising dan posisi telinga saat menerima gelombang bunyi. Empat faktor yang disebutkan pertama merupakan faktor yang paling penting dan faktor-faktor tersebut sering disebut dengan *noise exposure* (Standard, 2002).

Menurut Soetirto, banyak hal yang mempermudah seseorang mengalami penurunan pendengaran atau ketulian akibat terpajan bising, antara lain intensitas dan frekuensi bising yang tinggi, lebih lama terpajan bising, mendapat pengobatan yang bersifat racun pada telinga (ototoksik) seperti streptomisin, kanamisin, garamisin, kina, asetosal dan lain-lain (Soetirto, 1997). Menurut Soetjpto, faktor risiko yang berpengaruh pada derajat parahnya penurunan pendengaran atau ketulian ialah intensitas bising, frekuensi bising, lama pajanan perhari, lama masa

kerja, kepekaan individu, usia dan faktor lain yang dapat berpengaruh (Soetjipto, 2007).

Dari penjelasan di atas, dapat dikatakan bahwa faktor risiko penting dari terjadinya penurunan pendengaran akibat bising antara lain :

1. Intensitas atau kerasnya bunyi (*sound pressure level*)

Intensitas atau kerasnya kebisingan diukur dalam skala desibel (dB). Skala desibel adalah suatu logaritma, sehingga peningkatan tiga desibel pada tingkat suara sudah merupakan penggandaan dari intensitas kebisingan. Sebagai contoh, intensitas percakapan normal sekitar 65 dB dan seseorang berteriak sekitar 80 dB. Perbedaannya hanya 15 dB, tetapi berteriak adalah 30 kali lebih intensif daripada percakapan normal. Untuk memperhitungkan fakta bahwa telinga manusia memiliki sensitifitas yang berbeda untuk frekuensi yang berbeda, kekuatan atau intensitas dari kebisingan biasanya diukur dalam satuan dBA (European Agency for Safety and Health at Work, 2008a).

2. Frekuensi bunyi

Frekuensi adalah jumlah getaran bunyi per detik, dinyatakan dalam Hertz (Hz). Manusia dapat mendengar suara dengan frekuensi antara antara 20–20.000 Hz, sedangkan frekuensi bicara manusia berada pada frekuensi 500–2000 Hz. Bunyi yang memiliki frekuensi di bawah 20 Hz disebut infrasonik, sedangkan yang di atas 20.000 Hz disebut ultrasonik. Bunyi yang dapat membahayakan pendengaran manusia berada pada frekuensi tinggi.

3. Lama pajanan bising per hari

Untuk menentukan bahaya atau tidaknya suatu kebisingan tidak sebatas hanya dengan mengetahui intensitasnya, namun durasi dari pajanan bising tersebut juga sangat penting. Untuk mempertimbangkan hal ini, *time-weighted average* (TWA) dari pajanan bising juga ikut dipertimbangkan. Untuk kebisingan di tempat kerja, TWA yang digunakan biasanya didasarkan pada waktu kerja 8 jam (European Agency for Safety and Health at Work, 2008a). Semakin lama pekerja terpajan bising, dosis kebisingan yang diterima pekerja akan semakin besar. Efek kebisingan yang dialami pekerja akan sebanding dengan lama pekerja terpajan kebisingan tersebut.

4. Masa kerja

Penurunan pendengaran pada pekerja yang terpajan bising biasanya terjadi setelah masa kerja 5 tahun atau lebih (Soetirto, 1997). Namun, tidak menutup kemungkinan hal ini dapat terjadi sebelumnya apabila pekerja terpajan bising dengan intensitas sangat tinggi dengan waktu pajanan melebihi standar yang diperbolehkan setiap harinya. Semakin lama masa kerja yang dilalui pekerja di tempat kerja yang bising, maka akan semakin besar risiko untuk terjadinya penurunan pendengaran.

5. Usia pekerja

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 pertambahan usia dapat terjadi pada telinga. Membran yang ada di telinga bagian tengah, termasuk di dalamnya gendang telinga menjadi kurang fleksibel karena bertambahnya usia. Selain itu, tulang-tulang kecil yang terdapat di telinga bagian tengah juga menjadi lebih kaku dan sel-sel rambut di telinga bagian dalam dimana koklea berada juga mulai mengalami kerusakan. Rusak atau hilangnya sel-sel rambut ini lah yang menyebabkan seseorang sulit untuk mendengar suara. Perubahan-perubahan pada telinga bagian tengah dan dalam inilah yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan sensitifitas pendengaran seiring dengan bertambahnya usia seseorang (http://www.ageworks.com/information_on_aging/changeswithaging/aging3.shtml).

Penyebab paling umum terjadinya gangguan pendengaran terkait usia adalah *presbycusis*. *Presbycusis* ditandai dengan penurunan persepsi terhadap bunyi frekuensi tinggi dan penurunan kemampuan membedakan bunyi (http://www.ageworks.com/information_on_aging/changeswithaging/aging3.shtml). *Presbycusis* diasumsikan menyebabkan kenaikan ambang dengar 0,5 dB setiap tahun, dimulai dari usia 40 tahun (Djojodibroto,1999). Oleh karena itu, dalam perhitungan tingkat cacat maupun kompensasi digunakan faktor koreksi 0,5 dB setiap tahunnya untuk pekerja dengan usia lebih dari 40 tahun. Dalam penelitian mengenai penurunan pendengaran akibat kebisingan, faktor

usia harus diperhatikan sebagai salah satu faktor *counfounding* (perancu) yang penting (Zhang, 2010).

6. Pemakaian alat pelindung telinga (APT)

Selain faktor-faktor risiko yang telah disebutkan di atas, terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi terjadinya penurunan pendengaran akibat bising, namun faktor ini tidak berkontribusi secara langsung, yaitu faktor pemakaian APT. Menurut John J. Standard dalam buku *Fundamentals of Industrial Hygiene 5th Edition*, APT merupakan penghalang akustik (*acoustical barrier*) yang dapat mengurangi jumlah energi suara yang melewati lubang telinga menuju ke reseptor di dalam telinga (Standard, 2002). Dapat dikatakan bahwa dengan memakai APT di area kerja yang bising dapat mengurangi pajanan yang diterima pekerja dan mengurangi risiko terjadinya penurunan pendengaran akibat bising, demikian pula sebaliknya. Dengan syarat APT tersebut dipakai secara disiplin dan benar oleh pekerja.

2.7. Pengukuran Kebisingan

Berikut merupakan beberapa indikasi perlu dilakukannya pengukuran kebisingan di tempat kerja (Standard, 2002) :

- Terdapat area kerja dimana pekerja sulit untuk berkomunikasi karena suara bising
- Setelah terpajan kebisingan pekerja menjadi sulit untuk mendengar percakapan atau suara lainnya untuk beberapa jam
- Pekerja merasakan telinganya berdengung

Secara umum terdapat dua metode untuk melakukan pengukuran kebisingan, yaitu pengukuran pada area kerja (*area noise monitoring*) dan pekerja (*personal noise monitoring*).

2.7.1. Area Noise Monitoring

Area noise monitoring atau pengukuran kebisingan di area kerja dapat digunakan untuk mengestimasi pajanan bising dengan jenis kebisingan yang relatif konstan dan pekerja tidak terlalu banyak berpindah-pindah lokasi kerja (*mobile*). Peralatan dasar untuk melakukan pengukuran tingkat kebisingan di area

kerja adalah SLM. Untuk beberapa permasalahan kebisingan di industri dapat digunakan *octave band analyzer*, yaitu untuk menentukan komponen-komponen frekuensi dari kebisingan yang ada.

Berdasarkan standar *American National Standards Institute (ANSI) S1.4-1983* mengenai *Specifications for Sound Level Meters*, SLM dapat dibagi menjadi beberapa tipe tergantung pada tingkat ketelitiannya, yaitu SLM tipe 0, 1 dan 2 (<http://www.osha.gov/dts/osta/otm/noise/exposure/instrumentation.html>) :

- SLM tipe 0 : Digunakan di laboratorium dan sebagai standar acuan
- SLM tipe 1 : Digunakan untuk pengukuran yang teliti di lapangan, harus mempunyai keakuratan ± 1 dBA
- SLM tipe 2 : Digunakan untuk pengukuran secara umum, harus mempunyai keakuratan ± 2 dBA

Telinga manusia tidak responsif terhadap semua frekuensi. Telinga sangat peka pada suara dengan frekuensi sekitar 4000 Hz. Respon dari SLM dibuat mewakili respon telinga manusia, yaitu menggunakan skala A untuk mengevaluasi efek kebisingan pada manusia. *Response* pembobotan waktu yang terdapat pada SLM meliputi *response fast* (pencuplikan data 125 ms), *slow* (pencuplikan data 1 s) dan *impulse* (pencuplikan data 35 ms), dimana hasil yang didapat mencerminkan rata-rata *sound pressure level* yang diukur selama periode waktu yang dipilih. Pemilihan *response* yang digunakan tergantung dari tipe kebisingan yang akan diukur, tujuan pengukuran dan standar yang berlaku. Untuk pengukuran kebisingan di tempat kerja, NIOSH merekomendasikan penggunaan *response slow* (NIOSH, 1998b).

Pada saat pengukuran, SLM harus diletakkan dekat dengan area kerja dan setinggi area pendengaran pekerja yaitu telinga. Hasil dari pengukuran tidak boleh melebihi standar kebisingan maksimal yang artinya pekerja tidak boleh terpajan kebisingan melebihi standar kebisingan maksimal yang telah ditetapkan (Standard, 2002). Dari perhitungan intensitas kebisingan dan durasi/lamanya pajanan, kita dapat menentukan tingkat pajanan kebisingan yang diterima pekerja yang dinyatakan dalam *L equivalent (L_{eq})*. *L_{eq}* adalah nilai *equivalent sound pressure level* untuk kebisingan yang kontinu dan konstan dalam satuan waktu

tertentu berdasarkan nilai ER 3 dB. Rumus perhitungan L_{eq} adalah sebagai berikut :

$$L_{eq} = 10 \log \left\{ \frac{1}{T} [t_1 \times \text{xantilog}(L_1/10)] + [t_2 \times \text{xantilog}(L_2/10)] + \dots [t_n \times \text{xantilog}(L_n/10)] \right\} \quad (2.1)$$

Keterangan :

- T : Total waktu
- $t_{1,2,n}$ = Waktu pada tingkat kebisingan tertentu
- $L_{1,2,n}$ = Tingkat kebisingan selama periode waktu tertentu



Gambar 2.3. SLM SoundPro DL-2

Sumber : http://www.3m.co.uk/intl/uk/hearing_preservation/noise_hazard.html

2.7.2. *Personal Noise Monitoring*

Personal noise monitoring atau pengukuran kebisingan pada pekerja merupakan metode pengukuran pajanan kebisingan yang lebih akurat untuk digunakan di tempat kerja dimana pekerja berpindah dari satu area ke area lain yang intensitas kebisingannya berfluktuasi dari waktu ke waktu. Alat pengukuran yang digunakan untuk melakukan *personal noise monitoring* adalah *noise dosimeter*. *Noise dosimeter* mirip dengan SLM, namun alat ini menyimpan hasil pengukuran dan hasil pengukuran tersebut diintegrasikan dari waktu ke waktu, memberikan hasil rata-rata pajanan bising pekerja dalam jangka waktu tertentu, misalnya 8 jam kerja. Selama *noise dosimeter* dipakai oleh pekerja, maka tingkat

pajanan bising di area kerja dimana pekerja berpindah-pindah akan terus terukur (http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=standards&p_id=9742).



Gambar 2.4. Noise Dosimeter

Sumber: <http://www.directindustry.com/prod/quest-technologies/personal-noise-dosimeters-31507-197654.html>

2.8. Pemeriksaan Audiometri Nada Murni

Pemeriksaan audiometri dilakukan untuk mengidentifikasi terjadinya penurunan pendengaran pada pekerja. Alat yang digunakan untuk melakukan pemeriksaan audiometri disebut dengan audiometer. Untuk mengidentifikasi terjadinya penurunan pendengaran pada pekerja digunakan audiometer nada murni pada frekuensi 0,5, 1, 2, 3, 4, 6 dan 8 kHz. Setiap telinga diperiksa secara terpisah, intensitas ditingkatkan setiap 5 dB sampai pekerja merespon, lalu diturunkan sampai ke nada yang tidak dapat didengar. Hal ini diulang untuk masing-masing frekuensi lain sampai ambang dengar pekerja dapat dipastikan. Hasil dari pemeriksaan ini tercatat baik secara manual maupun otomatis dalam sebuah grafik yang disebut dengan audiogram (Malerbi, 1989).

Sebelum pemeriksaan dilakukan, terdapat tiga hal yang harus diperhatikan, yaitu pemilihan audiometer, pemilihan ruangan tempat dilakukannya pemeriksaan dan persiapan pekerja yang akan diperiksa (Malerbi, 1989) :

1. Pemilihan audiometer

Perlu diingat, bahwa untuk keperluan industri, waktu dan kecepatan adalah hal yang penting. Oleh karena itu, metode pemeriksaan audiometri harus dapat dengan mudah dijelaskan kepada para pekerja yang akan diperiksa dan waktu pemeriksaan juga harus dalam durasi yang singkat namun akurat. Pekerja harus diberi pengetahuan dan pelatihan mengenai tujuan dan prosedur dari pelaksanaan pemeriksaan audiometri. Tujuan dari pemeriksaan audiometri yang dilakukan adalah untuk memisahkan antara pekerja yang tidak terdapat tanda-tanda penurunan pendengaran dan pekerja yang membutuhkan pemeriksaan atau investigasi lebih lanjut (Malerbi, 1989).

2. Pemilihan ruangan

Selama pemeriksaan berlangsung, di ruangan yang dijadikan tempat pemeriksaan audiometri tidak boleh terdapat suara bising dari lingkungan sekitar. Untuk itu, dapat digunakan ruangan/bilik khusus yang kedap suara (*soundproff booth*). Setelah didapatkan ruangan untuk dilakukannya pemeriksaan, tingkat kebisingan di ruangan tersebut harus diukur dan dibandingkan dengan batas kebisingan lingkungan untuk audiometri di tempat kerja (Malerbi, 1989). Suara atau kebisingan ruangan yang dijadikan tempat dilakukannya audiometri tidak boleh melebihi 40 dB.

3. Persiapan pekerja

Pada saat dilakukannya pemeriksaan, kedua telinga harus bersih dan kotoran yang menyumbat telinga harus dikeluarkan. Apabila akan mengukur PTS, pekerja tidak boleh terpajan kebisingan yang dapat menimbulkan TTS. Waktu terbaik untuk melakukan pemeriksaan audiometri adalah sebelum bekerja yaitu pada Senin pagi dengan syarat pada akhir minggu pekerja terbebas dari lingkungan yang bising. Pekerja harus terbebas dari pajanan bising minimal selama 14 jam, sebagai alternatif untuk memastikannya adalah dengan cara pekerja memakai APT selama sebelum pemeriksaan dilakukan. Catatan mengenai data diri dan kuesioner medis harus diisi sebelum pemeriksaan dilakukan, sehingga penurunan pendengaran dikarenakan faktor penyebab lain dapat diidentifikasi. *Earphones* harus dipakaikan pada pekerja dengan benar, wana merah untuk telinga kanan dan warna biru untuk telinga

kiri. Sumbatan di telinga dan anting harus dilepaskan dan rambut harus dijauhkan dari telinga agar *earphones* dapat terpasang dengan baik (Malerbi, 1989).

Dalam menginterpretasikan hasil audiogram, perlu diingat bahwa tampilan audiogram tidak seperti grafik kebanyakan, yaitu garis horizontal yang naik pada grafik mengindikasikan pendengaran normal dan yang menurun menunjukkan frekuensi dimana terjadinya *hearing loss* (Malerbi, 1989). Indikasi awal terjadinya penurunan pendengaran frekuensi tinggi yaitu terjadi pada frekuensi 3000-6000 Hz. Pada kondisi dimana penurunan pendengaran semakin meningkat, terdapat karakteristik pada audiogram yaitu adanya takik pada frekuensi 4000 Hz (Jaffe dan Bell, 1983).

Menurut *Canadian Centre of Occupational Health and Safety*, penurunan pendengaran didefinisikan sebagai pergeseran ambang dengar rata-rata pada frekuensi 500, 1000, 2000 dan 3000 atau 4000 Hz (CCOHS, 2008). Berikut merupakan derajat penurunan pendengaran atau ketulian berdasarkan standar ISO (Soetirto dan Hendarmin, 1997) :

- Normal : rata-rata ambang dengar pekerja adalah 0-25 dB
- Penurunan pendengaran/tuli ringan : rata-rata ambang dengar pekerja adalah >25-40 dB
- Penurunan pendengaran/tuli sedang : rata-rata ambang dengar pekerja adalah >40-60 dB
- Penurunan pendengaran/tuli berat : rata-rata ambang dengar pekerja adalah >60-90 dB
- Penurunan pendengaran/tuli sangat berat : rata-rata ambang dengar pekerja adalah >90 dB

Pemeriksaan audiometri dapat dilakukan pada waktu-waktu berikut ini (NIOSH, 1996) :

- Pada saat penerimaan masuk sebagai pekerja di perusahaan (*pre-employment audiometric test*)
- Sebelum pekerja ditugaskan untuk bekerja di area yang dapat membahayakan pendengaran pekerja

- Setiap tahun untuk pekerja yang bekerja di area dengan intensitas bising lebih dari sama dengan 85 dBA (*annually audiometric test*)
- Pada saat pekerja selesai ditugaskan dari bekerja di area yang dapat membahayakan pendengaran pekerja
- Pada saat pekerja pensiun atau keluar dari perusahaan

2.9. Nilai Ambang Batas (NAB) Kebisingan

Terdapat beberapa peraturan perundangan nasional yang menetapkan NAB pajanan kebisingan di tempat kerja, salah satunya adalah Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 13 Tahun 2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja. Indonesia menetapkan NAB pajanan kebisingan di tempat kerja sebesar 85 dBA untuk pajanan 8 jam per hari atau 40 jam per minggu, dengan ER sebesar 3 dB. Nilai ini mengadopsi *Threshold Limited Value-Time Weighted Average (TLV-TWA)* yang dikeluarkan oleh *American Conference of Governmental Industrial Hygienist*. Berikut merupakan tabel NAB pajanan kebisingan di tempat kerja berdasarkan Permenaker No. 13 Tahun 2011 :

Tabel 2.1. NAB Pajanan Kebisingan di Tempat Kerja Berdasarkan Permenaker No. 13 Tahun 2011

Satuan Waktu	Waktu Pajanan per Hari	Intensitas Kebisingan (dBA)
Jam	8	85
	4	88
	2	91
	1	94
Menit	30	97
	15	100
	7,5	103
	3,75	106
	1,88	109
	0,94	112
Detik	28,12	115
	14,06	118
	7,03	121
	3,52	124
	1,76	127
	0,88	130

Tabel 2.1. NAB Pajanan Kebisingan di Tempat Kerja Berdasarkan Permenaker No. 13 Tahun 2011 (lanjutan)

Satuan Waktu	Waktu Pajanan per Hari	Intensitas Kebisingan (dBA)
Detik	0,44	133
	0,22	136
	0,11	139

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

Sumber : Permenaker No. 13 Tahun 2011

2.10. Pengendalian Kebisingan

Setiap permasalahan kebisingan dapat dibagi menjadi 3 aspek, yaitu sumber yang menghasilkan kebisingan (*source*), jalur dimana kebisingan tersebut memajan (*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 tingkat kebisingan yang terlalu tinggi. Berikut merupakan beberapa cara untuk mengurangi kebisingan pada sumber (Standard, 2002) :

- Desain akustik
 - Mengurangi vibrasi
 - Mengubah struktur dengan yang menghasilkan kebisingan lebih rendah
- Substitusi peralatan dengan yang menghasilkan kebisingan lebih rendah
- Mengubah proses kerja dengan proses yang menghasilkan kebisingan lebih rendah

2. *Noise Path*

Pengendalian kebisingan pada sumber tidak selalu dapat mengurangi kebisingan seperti yang kita harapkan, oleh karena itu kita harus melakukan pengendalian pada jalur pajanan kebisingan (*noise path*). Pengendalian

kebisingan di sepanjang jalur pajanan dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu (Standard, 2002) :

- Memberi pembatas (*shielding*) atau mengurung/mengelilingi (*enclosing*) sumber bising
- Menambah jarak antara sumber bising dan pekerja
- Menempatkan pembatas (*shielding*) antara sumber bising dan pekerja
- 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 (Standard, 2002) :

- Mengurung (*enclosure*) atau mengisolasi (*isolating*) pekerja
- Merotasi pekerja untuk mengurangi waktu pajanan
- Menyesuaikan jadwal kerja
- Memakai APT

Selain dengan melakukan pengendalian pada *source*, *path* dan *receiver*, pengendalian kebisingan juga dapat dilakukan dengan cara pengendalian *engineering*, pengendalian administratif dan pemakaian APT (Standard, 2002).

1. Pengendalian *Engineering*

Pengendalian *engineering* merupakan metode paling efektif untuk mengendalikan kebisingan, namun pertimbangan ekonomis dan kebutuhan operasi membuat beberapa metode ini sulit untuk diaplikasikan di tempat kerja. Berikut merupakan beberapa metode pengendalian *engineering* yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat kebisingan (Standard, 2002) :

- *Maintenance* mesin dan peralatan kerja
- Substitusi mesin
- Substitusi proses
- Mengurangi efek vibrasi
- Pemasangan peredam bising
- Mengisolasi operator dengan membuat *sound-proof booth*

Beberapa metode pengendalian yang disebutkan di atas ada yang dapat dilakukan dengan biaya yang cukup ekonomis oleh pekerja tanpa keahlian

husus, namun juga ada yang dilakukan dengan biaya tinggi dan membutuhkan teknisi yang ahli dalam bidangnya. Untuk merencanakan dan melakukan program pengendalian kebisingan secara *engineering* yang sesuai dan tepat di tempat kerja, maka diperlukan *acoustical engineer* yang kompeten. Keberhasilan dari program pengendalian kebisingan di atas bergantung pada kepintaran kita memilih pengendalian kebisingan apa yang dapat diaplikasikan tanpa mengurangi penggunaan mesin dan peralatan kerja yang ada (Standard, 2002).

2. Pengendalian Administratif

Terdapat beberapa proses kerja dimana pajanan kebisingan pada pekerja dapat dikendalikan dengan cara administratif. Berikut merupakan beberapa metode pengendalian administratif yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat pajanan kebisingan (Standard, 2002) :

- Mengubah jadwal produksi dengan menjadwalkan waktu operasi mesin untuk mengurangi jumlah pekerja yang terpajan
- Merotasi pekerja dari area dengan kebisingan tinggi ke area dengan kebisingan lebih rendah agar dosis pajanan harian pekerja tidak melebihi batas aman
- Pekerja yang lebih rentan terhadap kebisingan dapat dipindahkan ke area dengan kebisingan lebih rendah. Namun metode ini memiliki beberapa kelemahan, yaitu membuat produktifitas menurun serta gaji dan *prestige* pekerja pun berkurang

3. Pemakaian APT

Apabila pengendalian *engineering* dan administratif belum cukup untuk mengendalikan kebisingan yang ada, maka pengendalian lain yang dapat dilakukan adalah pemakaian APT oleh para pekerja. Keberhasilan dari program pemakaian APT bergantung pada cara inisiasi supervisor atau pihak manajemen. Supervisor atau pihak manajemen harus menjadi contoh yang baik (*role model*) misalnya dengan selalu memakai APT di tempat kerja yang terdapat bahaya kebisingan (Standard, 2002).

Tipe APT yang sering digunakan saat ini adalah tipe *insert/plug* dan *muff*. Tipe *insert/plug* digunakan dengan cara memasukkannya ke lubang telinga,

sedangkan tipe *muff* digunakan dengan cara menutup/mengurung (*enclose*) daun telinga. Efektifitas dari pemakaian APT bergantung pada beberapa faktor yang berhubungan dengan cara bunyi ditransmisikan melalui atau disekitar APT tersebut. Menurut John J. Standard dalam buku *Fundamentals of Industrial Hygiene 5th Edition*, jenis APT dapat dibagi menjadi 4 klasifikasi, yaitu *enclosure (entire head)*, *aural insert*, *superaural* dan *circumaural* (Standard, 2002).

a. *Enclosure (entire head)*

Seperti namanya, *enclosure (entire head)* merupakan suatu APT yang tergabung dengan sebuah alat yang membungkus kepala, yaitu seperti *helmet*. APT dapat mengurangi kebisingan maksimum sekitar 35 dB pada frekuensi 250 Hz dan sampai 50 dB pada frekuensi yang lebih tinggi. Dengan memakai APT lalu ditambah dengan *helmet* yang menutupi kepala, kebisingan dapat dikurangi lagi sebesar 10 dB. *Helmet* dapat digunakan untuk menunjang penggunaan *earmuffs* atau *earphones* dan menutupi bagian tulang dikepala untuk mengurangi konduksi suara dari tulang (*bone-conducted sound*). Ini biasanya digunakan untuk tingkat kebisingan yang sangat tinggi dan untuk melindungi kepala dari suara tembakan dan benturan.

b. *Aural insert*

Aural insert atau biasa disebut dengan *earplugs*, APT jenis ini termasuk dalam kategori APT dengan harga yang murah, namun tidak bertahan lama karena harus sering diganti dengan yang baru. *Earplugs* biasanya terbuat dari bahan yang lembut dan tidak mudah melukai lubang telinga, seperti bahan karet, plastik, *fine glass down* dan *wax* yang dicampur dengan kapas. Terdapat 3 tipe APT dengan jenis *aural insert*, yaitu *formable type*, *custom molded type* dan *premolded type*.

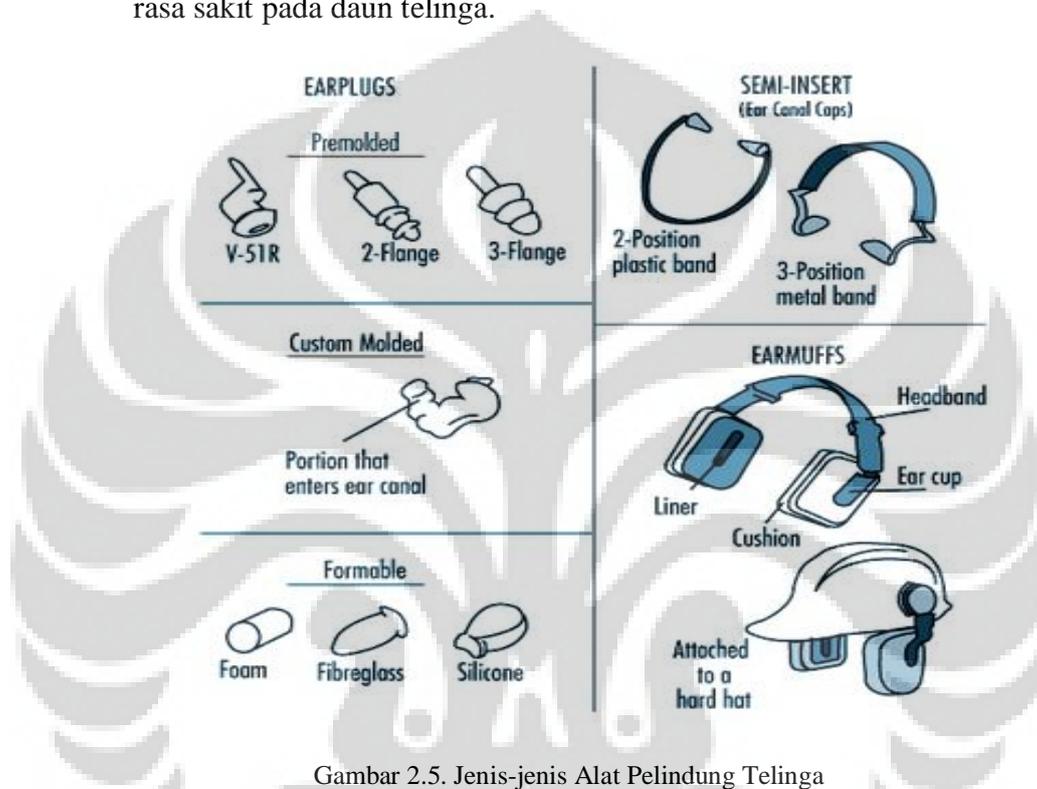
c. *Superaural*

Superaural atau biasa disebut dengan *canal caps*, merupakan jenis APT yang menutupi lubang telinga bagian luar yang terbuka untuk mendapatkan peredaman suara. Bahan yang lembut seperti karet dipasang dengan karet yang ringan atau karet pengikat kepala. Tegangan dari karet

tersebut mengikat perangkat *superaural* di bagian luar lubang telinga yang terbuka.

d. *Circumaural*

Circumaural atau biasa disebut dengan *earmuffs*, terdiri dari 2 buah *cup* yang menutupi keseluruhan telinga luar. Pemilihan *cup* dari *earmuffs* harus diperhatikan, sebaiknya pilih *cup* yang cukup luas agar tidak menimbulkan rasa sakit pada daun telinga.



Gambar 2.5. Jenis-jenis Alat Pelindung Telinga

Sumber : http://www.ilo.org/safework_bookshelf/english?content&nd=857170368

Terdapat berbagai macam jenis APT, oleh karena itu kita harus memilihnya sesuai dengan keperluan. Sebelum kita memilih, kita harus mengetahui karakteristik tingkat kebisingan, area kerja dimana bahaya kebisingan berada dan frekuensi dari pajanan. Untuk pajanan dengan frekuensi jarang (*once a day, once a week or very infrequently*) pekerja dapat memakai *earplugs*. Sebaliknya, untuk frekuensi pajanan yang relatif sering (*relatively frequent*) dan pekerja harus memakai APT dalam periode waktu yang lama, sebaiknya pekerja memakai *earmuffs*. Untuk pajanan *intermittent*, *earmuffs* dapat digunakan selama pekerja sulit untuk melepas dan memakai *earplugs* (Standard, 2002).

Cara sederhana dan mudah untuk mengukur kecukupan kapasitas peredaman suara dari APT adalah dengan mengecek *noise reduction rating* (NRR) dari APT tersebut. NRR merupakan sebuah *rating* atau penilaian yang dikembangkan oleh *US Environmental Protection Agency* (EPA). Berdasarkan peraturan EPA, NRR harus tercantum pada kemasan APT. NRR dapat dikorelasikan dengan intensitas kebisingan yang diterima pekerja untuk menilai kecukupan kapasitas peredaman APT tersebut (Standard, 2002). Agar pemakaian APT dapat efektif dalam mengurangi intensitas kebisingan yang diterima pekerja, perusahaan harus dengan tepat memilih jenis dan NRR APT yang sesuai dengan kebisingan di area kerja perusahaan. Kita dapat menentukan intensitas kebisingan (dalam dBA) yang diterima pekerja setelah pekerja memakai APT, berikut merupakan rumus perhitungannya :

$$dBA' = dBA - [(NRR - cf) \times Safety Factor] \quad (2.2)$$

Keterangan :

- dBA' : Intensitas bising yang diterima pekerja setelah memakai APT (dalam dBA)
- dBA : Intensitas bising awal/pengukuran
- NRR : Nilai reduksi APT (dalam dB)
- cf : Faktor koreksi, yaitu 7 dBA
- *Safety Factor* : 50%

Selain pemilihan APT yang sesuai, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemakaian APT, antara lain (European Agency for Safety and Health at Work, 2005) :

- Pekerja harus mempunyai pilihan APT yang cocok sehingga mereka dapat memilih yang paling nyaman
- Sediakan APT khusus untuk pekerjaan tertentu yang memungkinkan pekerja masih dapat berkomunikasi pada saat memakainya
- APT harus disimpan dan dirawat dengan benar
- Pemberian *training* kepada pekerja tentang perlunya pemakaian APT, bagaimana cara pemakaiannya serta bagaimana cara menyimpan dan merawatnya.

2.11. *Hearing Conservation Program*

Hearing conservation program (HCP) atau program konservasi pendengaran yang dibuat oleh OSHA merupakan program yang dibuat untuk melindungi pendengaran pekerja dengan tingkat paparan kebisingan yang signifikan dari kejadian penurunan pendengaran. Program ini terdiri dari monitoring kebisingan, pemeriksaan audiometri, APT, *training* (pelatihan) dan *record keeping*.

1. Monitoring Kebisingan

HCP mensyaratkan tempat kerja untuk melakukan monitoring kebisingan dan tingkat paparan kebisingan terhadap pekerja yang terpapar kebisingan lebih dari sama dengan 85 dBA. Monitoring kebisingan ini perlu dilakukan ulang apabila terdapat perubahan pada proses produksi yang dapat meningkatkan tingkat paparan bising kepada pekerja. Perubahan ini dapat mengakibatkan adanya tambahan pekerja yang diikutsertakan dalam program HCP.

2. Pemeriksaan Audiometri

Pemeriksaan audiometri dapat memonitor kondisi pendengaran pekerja dari waktu ke waktu. Pemeriksaan audiometri juga dapat menjadi sarana untuk memberikan pemahaman kepada para pekerja mengenai kondisi pendengaran dan pentingnya untuk melindungi pendengaran itu sendiri. Elemen-elemen penting dari pemeriksaan audiometri antara lain adalah audiogram awal, audiogram tahunan, pelatihan dan prosedur tindak lanjut (*follow up*). *Follow up* dari kegiatan audiometri ini harus dapat menunjukkan apakah program HCP yang telah dilakukan dapat mencegah atau mengurangi kejadian penurunan pendengaran.

3. Alat Pelindung Telinga

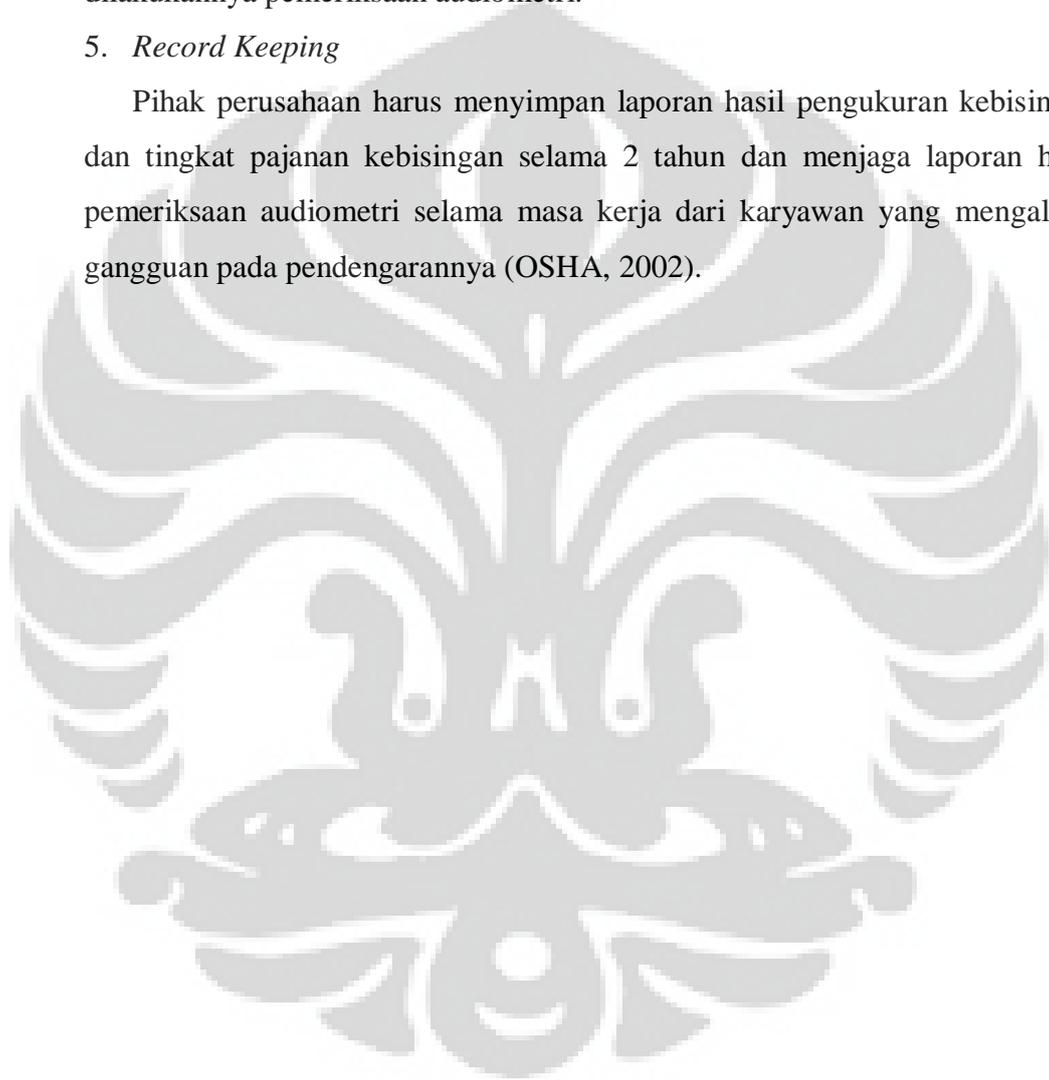
Perusahaan harus menyediakan APT untuk semua pekerja yang berisiko terkena paparan kebisingan lebih dari sama dengan 85 dBA. Pihak perusahaan harus menyediakan pilihan APT bagi para pekerja seperti *earplug* dan *earmuff*, sehingga pekerja dapat memilih jenis APT yang ukuran dan jenisnya sesuai dengan lingkungan kerja mereka. APT yang dipilih harus terasa nyaman digunakan oleh pekerja dan cukup untuk meredam kebisingan yang ada.

4. Pelatihan

Pelatihan mengenai bahaya kebisingan adalah sesuatu yang sangat penting untuk diberikan kepada para pekerja. Para pekerja harus memahami alasan pentingnya dilaksanakan HCP. Pelatihan yang dapat diberikan antara lain, pelatihan mengenai tujuan, manfaat dan kerugian dari berbagai jenis APT, cara pemilihan, pemakaian dan perawatan APT serta tujuan dan prosedur dilakukannya pemeriksaan audiometri.

5. *Record Keeping*

Pihak perusahaan harus menyimpan laporan hasil pengukuran kebisingan dan tingkat pajanan kebisingan selama 2 tahun dan menjaga laporan hasil pemeriksaan audiometri selama masa kerja dari karyawan yang mengalami gangguan pada pendengarannya (OSHA, 2002).

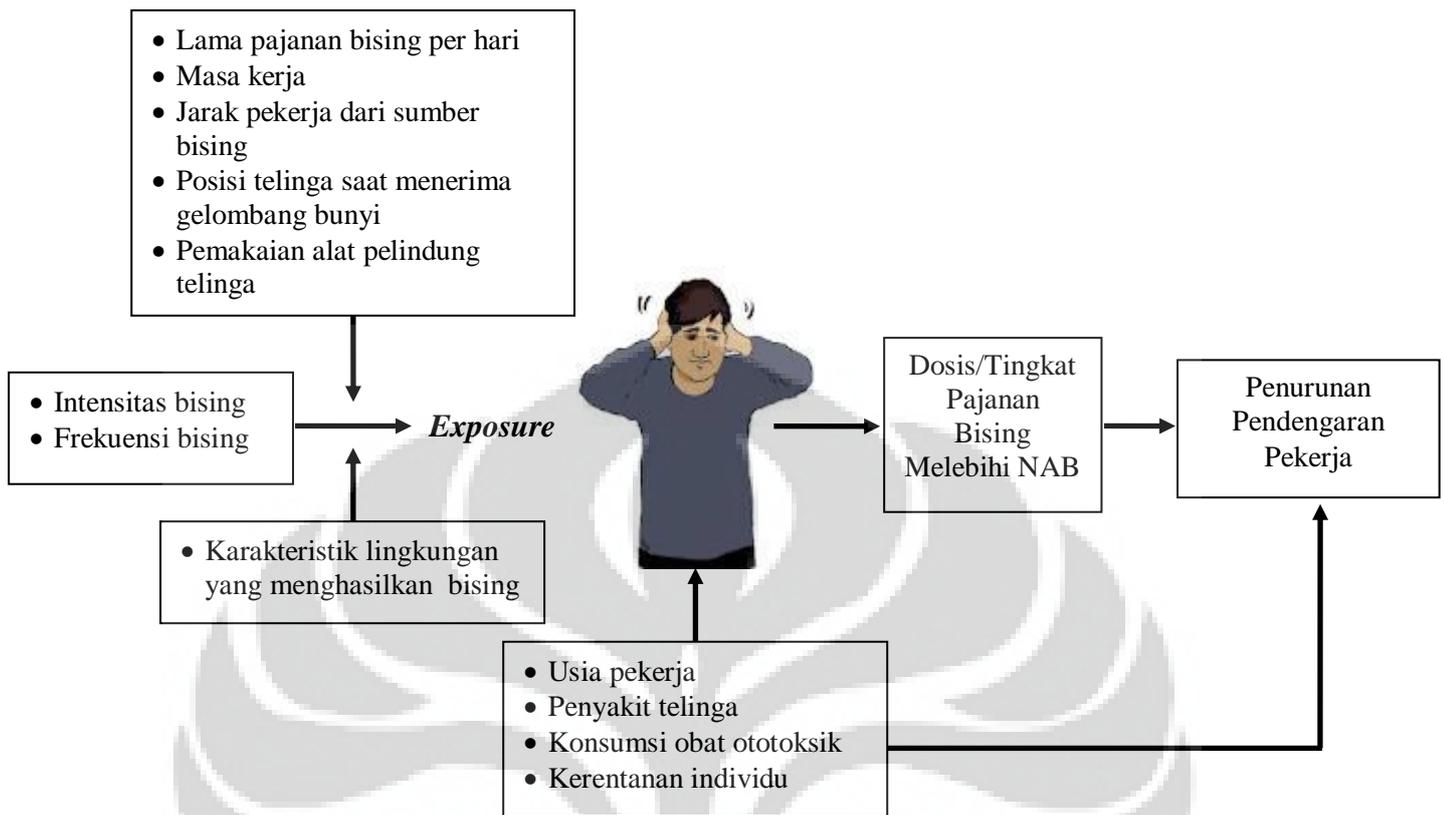


BAB 3

KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, HIPOTESIS DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1. Kerangka Teori

Terdapat beberapa faktor risiko yang mempengaruhi terjadinya penurunan pendengaran, yaitu intensitas atau kerasnya bising (*sound pressure level*), tipe bising (spektrum frekuensi), lama pajanan bising per hari, masa kerja, kerentanan individu, usia pekerja, penyakit telinga, karakteristik lingkungan yang menghasilkan bising, jarak pekerja dari sumber bising, posisi telinga saat menerima gelombang bunyi dan konsumsi obat ototoksik. Empat faktor yang disebutkan pertama merupakan faktor yang paling penting dan faktor-faktor tersebut sering disebut dengan *noise exposure* (Soetirto, 1997 dan Standard, 2002). Tingkat pajanan bising yang diterima pekerja juga merupakan salah satu faktor risiko, tingkat pajanan bising dapat dihitung berdasarkan intensitas bising dan durasi/lamanya pekerja terpajan intensitas bising tersebut. Selain faktor-faktor yang telah disebutkan di atas, terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi terjadinya penurunan pendengaran akibat bising, namun faktor ini tidak berkontribusi secara langsung, yaitu faktor pemakaian APT.

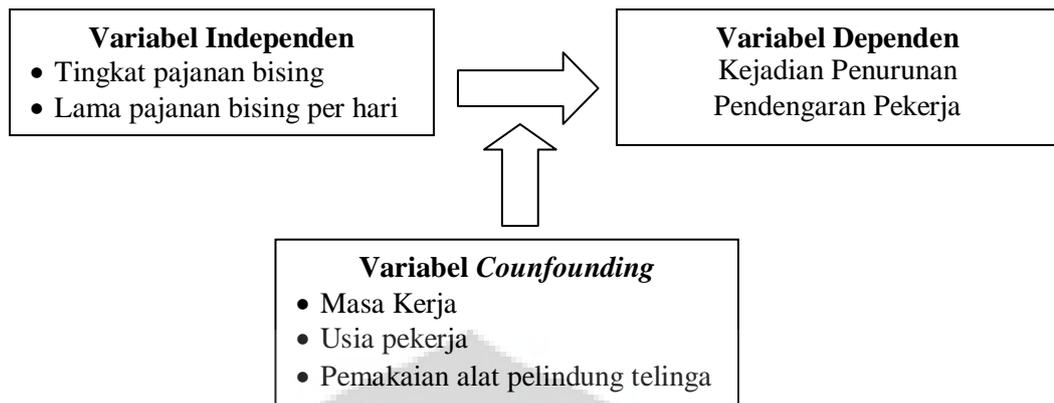


Gambar 3.1. Kerangka Teori

Sumber : Soetirto, 1997 dan Standard, 2002

3.2. Kerangka Konsep

Dari beberapa faktor risiko yang ada, peneliti hanya mengambil beberapa faktor risiko untuk diamati, yaitu tingkat paparan bising dan lama paparan bising per hari sebagai variabel independen serta masa kerja, usia pekerja dan pemakaian APT sebagai variabel *counfounding*. Peneliti memilih faktor-faktor tersebut karena faktor-faktor tersebutlah yang cukup berpengaruh besar pada kejadian penurunan pendengaran akibat paparan bising baik secara eksternal maupun internal pekerja. Berikut merupakan kerangka konsep yang peneliti gunakan :



Gambar 3.2. Kerangka Konsep

3.3. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Terdapat hubungan antara tingkat pajanan bising dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.
2. Terdapat hubungan antara lama pajanan bising per hari dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.
3. Terdapat hubungan antara masa kerja dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.
4. Terdapat hubungan antara usia pekerja dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.
5. Terdapat hubungan antara pemakaian alat pelindung telinga dan kejadian penurunan pendengaran pada pekerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012.

3.4. Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Variabel Dependen					
Penurunan Pendengaran	Pergeseran ambang dengar rata-rata pada frekuensi 500, 1000, 2000 dan 3000 atau 4000 Hz, baik pada satu maupun kedua telinga (CCOHS, 2008).	Data hasil audiometri pekerja tahun 2011	Membaca dan menganalisis data hasil audiometri yang dimiliki perusahaan	Derajat penurunan pendengaran berdasarkan ISO : 1. Pendengaran menurun : rata-rata ambang dengar pekerja dari hasil audiometri >25 dB 2. Normal : rata-rata ambang dengar pekerja dari hasil audiometri ≤25 dB	Ordinal
Variabel Independen					
Tingkat pajanan bising	Intensitas pajanan bising yang diterima pekerja, dinyatakan dalam L_{eq}	<ul style="list-style-type: none"> • Sound Level Meter (SLM) : Untuk mengukur intensitas bising • Kuesioner : Untuk mengetahui durasi/lama pajanan bising pekerja 	<ul style="list-style-type: none"> • Menghitung intensitas bising menggunakan SLM dan memberikan kuesioner untuk diisi oleh pekerja • Setelah didapat hasilnya, dilakukan perhitungan tingkat pajanan menggunakan rumus L_{eq} 	1. > Nilai Ambang Batas 2. ≤ Nilai Ambang Batas	Ordinal
Lama pajanan bising per hari	Lama pekerja terpajan bising di area kerja per hari	Kuesioner	Memberikan kuesioner ke pekerja untuk diisi lalu membaca hasil kuesioner tersebut	1. > Median 2. ≤ Median	Ordinal

Tabel 3.1 Definisi Operasional (lanjutan)

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Variabel <i>Counfounding</i>					
Masa kerja	Lamanya pekerja bekerja di PT. PGE Area Kamojang terhitung semenjak awal terdaftar menjadi pekerja hingga saat pengambilan data dilakukan	Kuesioner	Memberikan kuesioner ke pekerja untuk diisi lalu membaca hasil kuesioner tersebut	1. ≥ 5 Tahun 2. < 5 Tahun	Ordinal
Usia Pekerja	Usia pekerja terhitung semenjak lahir hingga pengambilan data dilakukan	Kuesioner	Memberikan kuesioner ke pekerja untuk diisi lalu membaca hasil kuesioner tersebut	1. > 40 Tahun : > 40 tahun 6 bulan 2. ≤ 40 Tahun : ≤ 40 tahun 6 bulan	Ordinal
Pemakaian alat pelindung telinga (APT)	Pemakaian alat yang dapat mengurangi jumlah energi suara yang melewati lubang telinga menuju ke reseptor di dalam telinga (Standard, 2002).	Kuesioner	Memberikan kuesioner ke pekerja untuk diisi lalu membaca hasil kuesioner tersebut	1. Pemakaian APT buruk : Kadang-kadang memakai atau tidak pernah memakai APT saat bekerja di area yang bising 2. Pemakaian APT baik : Selalu memakai APT saat bekerja di area yang bising	Ordinal

BAB 4

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif yang bersifat deskriptif analitik dengan desain studi *cross sectional*. Menggunakan desain studi *cross sectional* karena variabel independen berupa faktor risiko penyebab penurunan pendengaran dan variabel dependen berupa penurunan pendengaran yang dialami pekerja diamati pada waktu yang bersamaan.

4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang, Bandung, Jawa Barat. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari–April 2012.

4.3. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dari penelitian ini adalah seluruh pekerja di PT. PGE Area Kamojang yang berjumlah 83 orang, sedangkan pekerja yang dijadikan sampel adalah pekerja yang memiliki hasil pemeriksaan audiometri tahun 2011 yang dilakukan pihak perusahaan yaitu berjumlah 68 orang. Dari 68 orang pekerja yang dijadikan sampel, hanya 60 pekerja yang dapat ikut serta dalam penelitian ini. Delapan pekerja lainnya tidak dapat ikut serta dikarenakan beberapa hal, yaitu dua orang tidak mau dijadikan sampel, satu orang cuti pemulihan sakit dan lima orang lainnya sedang tidak berada di tempat, dinas dan *training* dalam waktu yang cukup lama.

4.4. Teknik Pengumpulan Data

4.4.1. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer berupa data intensitas kebisingan area kerja yang diukur secara langsung oleh peneliti. Hasil pengukuran intensitas bising yang didapat selanjutnya digunakan untuk menghitung tingkat pajanan bising yang diterima pekerja. Selain itu, peneliti juga

mengambil data primer melalui kuesioner yang diisi oleh masing-masing pekerja. Untuk data sekunder, peneliti menggunakan data hasil pemeriksaan audiometri tahun 2011 yang telah dilakukan oleh perusahaan kepada para pekerja.

4.4.2. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan dalam proses pengumpulan data adalah SLM untuk mengukur intensitas kebisingan area kerja dan kuesioner untuk mengetahui faktor risiko lain yang berhubungan dengan penurunan pendengaran, seperti lama pajanan bising per hari, masa kerja, usia pekerja dan pemakaian APT. SLM yang digunakan dalam penelitian ini adalah SLM merk Quest dengan type SoundPro DL-2.



Gambar 4.1. SLM SoundPro DL-2

Sumber : http://www.3m.co.uk/intl/uk/hearing_preservation/noise_hazard.html

4.4.3. Cara Pengumpulan Data

4.4.3.1. Data Intensitas Bising

Data intensitas bising dikumpulkan peneliti dengan cara melakukan pengukuran kebisingan di area kerja secara langsung menggunakan SLM. SLM yang digunakan adalah SLM tipe 2 yaitu SLM yang digunakan untuk pengukuran secara umum. SLM yang peneliti digunakan adalah SLM merk Quest dengan tipe SoundPro DL-2. Pengukuran dilakukan menggunakan pembobotan (*weighting*) dengan skala A, *response slow* dan ER 3 dB. Pengukuran di setiap area kerja

dilakukan selama 10 menit dengan *logging rate* setiap 5 detik. Pengukuran intensitas bising di area kerja mengacu pada standar SNI 7231:2009 mengenai Metode Pengukuran Intensitas Bising di Tempat Kerja.

Berikut merupakan langkah-langkah pengukuran intensitas bising di area kerja

:

- Tentukan area kerja yang akan dijadikan lokasi pengukuran
- Hidupkan SLM
- Pastikan SLM dalam kondisi baik dan baterainya mencukupi
- Lakukan kalibrasi menggunakan kalibrator yang tersedia, yaitu kalibrator QC-10
- Lakukan pengaturan SLM dengan posisi *weighting A*, *response slow*, ER 3 dB, *logging rate* 5 detik dan tipe/jenis pengukuran L_{eq}
- Tempatkan SLM di titik tertentu dimana pekerja sering melakukan pekerjaan di area tersebut
- Mulai lakukan pengukuran
- Pada setiap titik, lakukan pengukuran selama 10 menit
- Setelah pengukuran selesai, catat hasil pengukuran
- Jika SLM telah selesai digunakan maka matikan SLM
- Selama pengukuran dilakukan, hal-hal yang perlu diperhatikan :
 - Ketinggian *microphone* adalah 1,2-1,5 meter dari permukaan lantai atau setinggi posisi telinga pekerja di area pengukuran
 - Gunakan *windscreen* untuk menghindari gangguan angin, terutama apabila pengukuran dilakukan di area terbuka
 - Hindari pengukuran jika terjadi hujan lebat
 - Hindari medan elektromagnetik yang besar, terutama pada daerah di bawah kabel listrik tegangan tinggi
 - Jauhi permukaan yang dapat memantulkan bunyi

4.4.3.2. Data Lama Paparan Bising per Hari, Masa Kerja, Usia Pekerja dan Pemakaian APT

Data lama paparan bising per hari, masa kerja, usia pekerja dan pemakaian APT didapatkan peneliti dengan cara membagikan kuesioner secara langsung untuk diisi oleh masing-masing pekerja.

4.4.3.3. Data Tingkat Paparan Bising

Data tingkat paparan bising didapatkan peneliti dengan cara melakukan perhitungan secara langsung berdasarkan data intensitas kebisingan area kerja dan durasi/lamanya paparan. Tingkat paparan bising yang diterima pekerja ini dinyatakan dalam $L_{\text{equivalent}}$ (L_{eq}). L_{eq} adalah nilai *equivalent sound pressure level* untuk kebisingan yang kontinyu dan konstan dalam satuan waktu tertentu berdasarkan nilai ER 3 dB. Rumus perhitungan yang peneliti gunakan adalah rumus 2.1.

4.4.3.4. Data Audiometri

Data audiometri didapatkan peneliti dengan cara meminta langsung hasil audiometri tersebut kepada dokter perusahaan, untuk kemudian dianalisis oleh peneliti bagaimana kondisi pendengaran masing-masing pekerja.

4.5. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah semua data terkumpul. Langkah-langkah pengolahan data yang dilakukan antara lain :

1. *Coding*

Untuk memudahkan proses analisis, maka dilakukan pemberian kode pada setiap data.

2. *Editing*

Setelah data didapatkan dan sebelum diolah terlebih dahulu dilakukan pengecekan ulang (*edit*) pada data untuk memastikan bahwa semua data yang diperlukan telah terisi dan menghilangkan keraguan dari peneliti.

3. *Data entry*

Data entry merupakan proses pemasukan data ke dalam sistem perangkat lunak komputer untuk pengolahan lebih lanjut.

4. *Data cleaning*

Data cleaning merupakan proses pengecekan kembali data yang telah dimasukkan (*entry*) untuk memastikan bahwa data tersebut telah dimasukkan dengan benar. Hal ini dilakukan untuk melihat dan menemukan apabila terdapat kesalahan yang dilakukan peneliti pada saat memasukkan data.

4.6. Analisis dan Penyajian Data

Setelah data dimasukkan, data akan dianalisis menggunakan perangkat lunak komputer. Data akan dianalisis menggunakan dua metode, yaitu analisis univariat dan bivariat.

4.6.1. Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan untuk mengetahui distribusi frekuensi dan proporsi guna mendeskripsikan variabel independen dan dependen yang diteliti. Hasil analisis ini disajikan dalam bentuk tabel dan narasi singkat.

4.6.2 Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara variabel independen dan dependen yang diteliti. Dalam penelitian ini, data yang dianalisis oleh peneliti berupa data numerik-kategorik dan kategorik-kategorik. Untuk data numerik-kategorik, peneliti menganalisis menggunakan uji statistik *t-test*, sedangkan untuk data kategorik-kategorik peneliti menganalisis menggunakan uji statistik *Chi-Square* (Kai-Kuadrat).

Untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan antara variabel yang diteliti digunakan nilai *p-value*. Tingkat kemaknaan yang digunakan adalah $\alpha=0,05$. H_0 ditolak apabila nilai $p<\alpha$, yang artinya terdapat hubungan yang bermakna dan H_0 gagal ditolak apabila nilai $p>\alpha$, yang artinya tidak terdapat hubungan yang bermakna. Hasil analisis bivariat disajikan dalam bentuk perhitungan analisis

bivariat dan *odds ratio* (OR). Selain itu, peneliti juga menampilkan tabel 2x2 untuk menampilkan hasil pengamatan hubungan antara variabel independen dan dependen.



BAB 5
GAMBARAN UMUM PT. PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY
AREA KAMOJANG

5.1. Profil Perusahaan

5.1.1. Profil PT. Pertamina Geothermal Energy

PT. PGE, anak perusahaan PT. Pertamina (Persero), berdiri sejak tahun 2006 telah diamanatkan oleh pemerintah untuk mengembangkan 15 Wilayah Kerja Pertambangan Geothermal Indonesia. Saham perusahaan ini 90% dimiliki oleh PT. Pertamina (Persero) dan 10% dimiliki oleh PT. Pertamina Dana Ventura. Sebagai perusahaan pionir yang terdepan dalam pemanfaatan sumber energi terbaru di Indonesia, PT. PGE dibentuk untuk meningkatkan peran PT. Pertamina (Persero) di bidang geothermal dalam menunjang pemenuhan kebutuhan energi nasional. Saat ini, PT. PGE telah membangkitkan listrik sebesar 272 MWe. Prestasi ini harus terus ditingkatkan dari tahun ke tahun untuk mencapai target membangkitkan 1.342 MWe pada tahun 2014.

PT. PGE memiliki visi, yaitu :

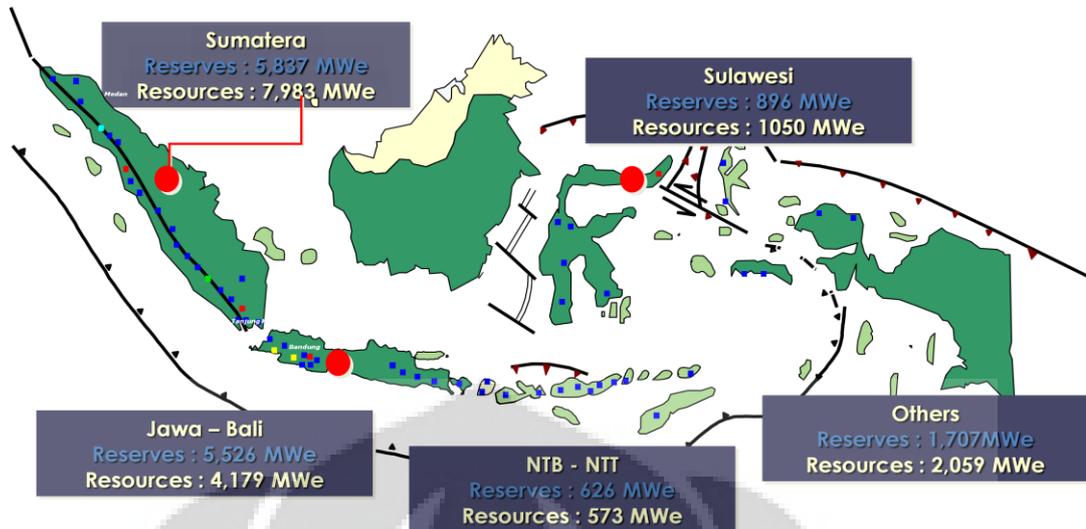
2008 : *Business Minded Geothermal Company*

2011 : *Center of Excellence for Indonesia Geothermal Industry*

2014 : *World Class Geothermal Energy Enterprise*

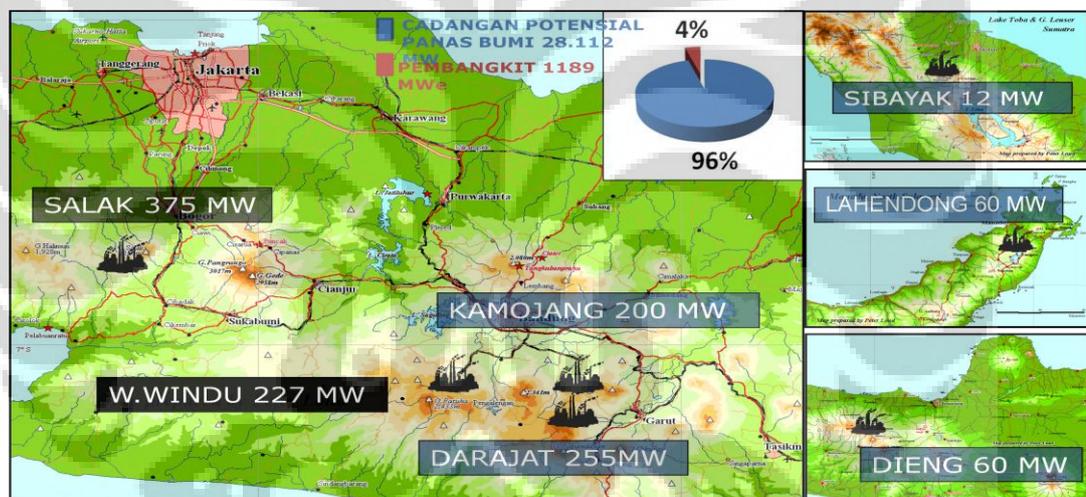
Sedangkan misinya adalah melakukan usaha pengembangan energi geothermal secara optimal yang berwawasan lingkungan dan memberi nilai tambah bagi *stakeholder*.

Penyebaran prospek panasbumi di Indonesia berasosiasi dengan jalur vulkanik (gunung api) sirkum Pasifik dan Mediterania yang terbentuk melalui sistem pertemuan lempeng tektonik Indo-Australia dengan Eurasia dan lempeng Pasifik. PT. PGE telah mengidentifikasi 70 daerah prospek geothermal bertemperatur tinggi yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Prospek tersebut menyebar mulai dari Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara dan Sulawesi. Indonesia memiliki cadangan sebesar 28.000 MWe atau 40% cadangan geothermal di dunia. Pemanfaatan energi geothermal di Indonesia saat ini baru mencapai 1194 MWe atau 4% dari potensi sumber daya yang telah diidentifikasi.



Gambar 5.1. Potensi dan Peluang Bisnis Geothermal di Indonesia

Sumber : PT. PGE



Gambar 5.2. Peta Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi (PLTP) Indonesia

Sumber : PT. PGE

5.1.2. Profil Area Geothermal Kamojang

PT. PGE memiliki hak pengelolaan atas 15 Wilayah Kuasa Pertambangan (WKP), yaitu :

1. Sibyak-Sinabung
2. Sibualbuali-Sarulla
3. Sungai Penuh
4. TB Sawah-Hululais

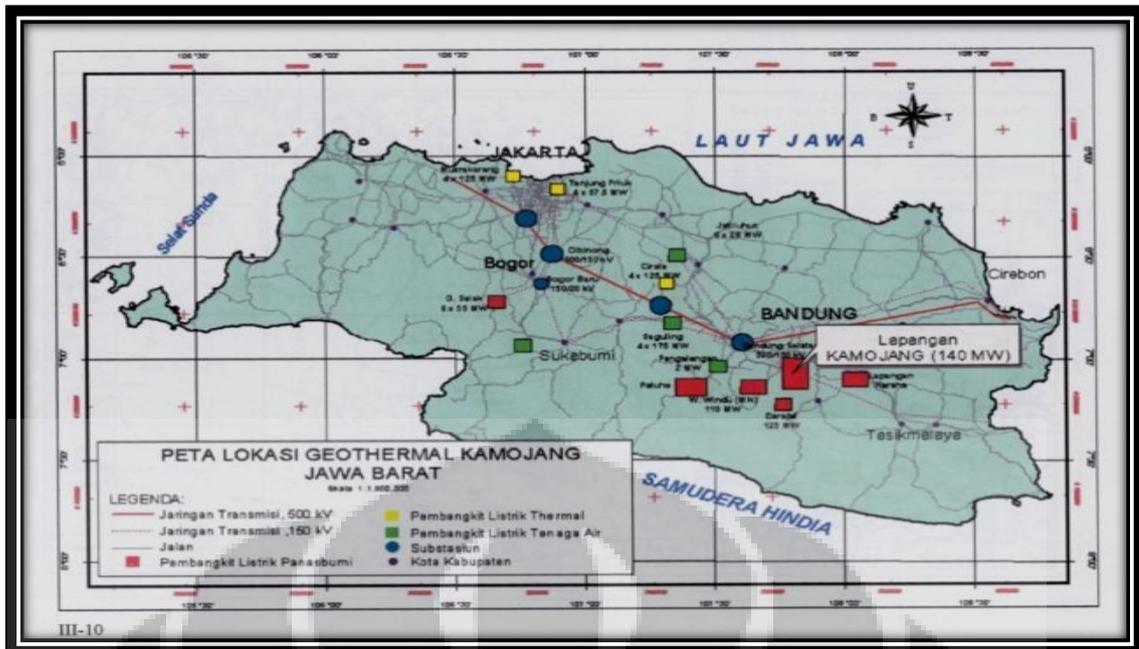
5. Lumut Balai-Margabayur
6. Waypanas Ulubelu
7. Pengalengan Wayang Windu
8. Kamojang-Darajat
9. Karaha-Cakrabuana
10. Dieng
11. Iyang Argopuro
12. Tabanan/Bedugul-Bali
13. Lahendong
14. Kotamobagu
15. Cibereum Parabakti



Gambar 5.3. Wilayah Kuasa Pertambangan Pertamina

Sumber : PT. PGE

Area Kamojang merupakan salah satu unit usaha PT. PGE yang secara administratif terletak di dua wilayah kabupaten yaitu Bandung dan Garut, sedangkan pusat kegiatan operasi berada di Kampung Pangkalan, Desa Laksana, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Area Kamojang terletak 40 km sebelah Tenggara kota Bandung dan 24 km Barat Laut kota Garut. Daerah yang beriklim sejuk ini (15-20°C) berada pada ketinggian sekitar 1.500 meter di atas permukaan laut.



Gambar 5.4. Lokasi dan Peta Kamojang

Sumber : PT. PGE

Area Kamojang pertama kali beroperasi pada tahun 1982. Total kapasitas PLTP saat ini sebesar 200 MWe. PT. PGE mensuplai uap untuk PLTP unit I, II dan III ke PT. Indonesia Power dengan total kapasitas terpasang 140 MWe serta PLTP unit IV *total project* milik PT. PGE Area Kamojang dengan kapasitas 60 MWe. *total project* telah mengangkat citra bisnis Pertamina yang selama ini terkesan hanya mampu bergerak di bidang pengembangan geothermal sisi hulu saja. Saat ini tengah dilakukan kegiatan pengembangan rencana PLTP Unit V *total project*. Di PT. PGE Area Kamojang, jumlah pemakaian uap yang digunakan untuk menghasilkan listrik sangatlah efisien, yaitu untuk membangkitkan listrik sebesar 140 MWe PLTP Unit I, II dan III membutuhkan uap sebanyak 1100 ton/jam atau 18,3 ton setiap 1 MWh, sedangkan untuk membangkitkan listrik sebesar 60 MWe PLTP Unit IV membutuhkan uap sebanyak 410 ton/jam atau 6,9 ton setiap 1 MWh.

Sejarah panasbumi di Kamojang berawal dari usulan JB Van Dijk pada tahun 1918 untuk memanfaatkan sumber energi panasbumi di daerah kawah. Peristiwa tersebut merupakan titik awal sejarah perkembangan panasbumi di Indonesia. Secara kebetulan peristiwa itu bersamaan waktu dengan awal pengusahaan panasbumi di dunia, yaitu di Larnderello, Italia, yang juga terjadi di tahun 1918. Bedanya adalah di Indonesia masih sebatas usulan saja, sedangkan di Italia

pengusahaan telah menghasilkan uap alam yang dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan tenaga listrik.

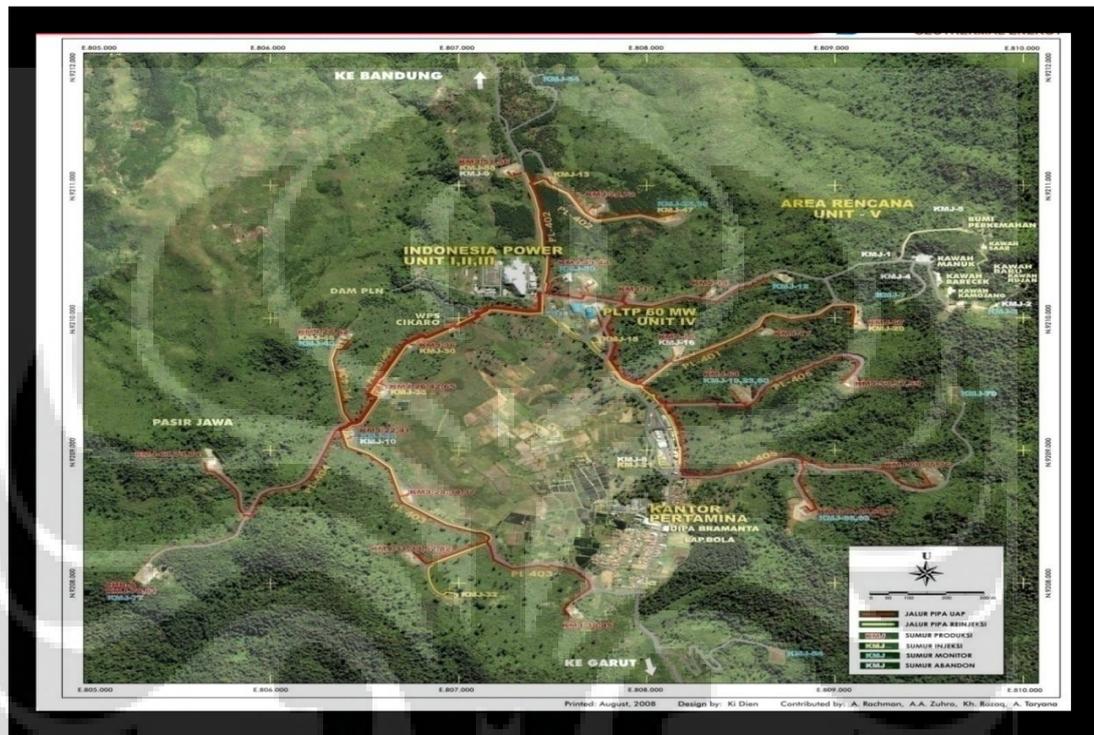
Pengeboran panasbumi di Kamojang pertama kali dimulai oleh pemerintahan Belanda pada kurun waktu 1926-1928. Pada saat itu, pemerintah Belanda berhasil mengeluarkan uap hanya di sumur KMJ-3 dengan kedalaman 66 meter. Sampai saat ini, KMJ-3 masih mengeluarkan uap alam kering dengan suhu 140°C dan tekanan 2,5 atmosfer. Saat ini sumur tersebut digunakan sebagai tempat atraksi wisata di kawasan Kawah Kamojang.

Lapangan Kamojang adalah lapangan panasbumi pertama di Indonesia, diresmikan pada tahun 1978 dengan *pilot project* 0,25 MWe. Secara komersial pertama kali beroperasi pada tahun 1982 dengan kapasitas 30 MWe dibangkitkan oleh PLTP Unit I milik PT. Indonesia Power. Kamojang terus berkembang, hingga saat ini total kapasitas pembangkitan sebesar 200 MWe yang dibangkitkan oleh PLTP Unit I, II, III dan IV. Berikut merupakan uraian sejarah lapangan panasbumi Kamojang mulai dari zaman pemerintahan Belanda sampai saat ini :

- 1926-1928 : Pengeboran 5 sumur oleh Pemerintah Belanda
- 1971-1979 : Pengeboran 10 sumur eksplorasi (kerjasama dengan Pemerintah Selandia Baru)
- 1978 : Peresmian monoblok 0,25 MWe oleh Menteri Pertambangan dan Energi (Prof. DR. Subroto)
- 1978-2003 : Pengeboran sumur pengembangan dan produksi
- 29 Januari 1983: Peresmian lapangan panasbumi Kamojang
- 7 Februari 1983: Peresmian PLTP Unit I (30MWe)
- 2 Februari 1988: Peresmian PLTP Unit II dan III (2 x 55 MWe)
- 1997 : Penundaan proyek pengembangan Kamojang (Keppres No. 39/1997)
- 2006-2007 : Pengembangan PLTP Unit IV (60 MWe)
- 2008 : COD PLTP Unit IV (60 MWe)
- 2011-sekarang : Pengembangan rencana PLTP Unit V

Reservoir di Kamojang memiliki karakteristik, yaitu memiliki sistem dominasi uap dengan suhu 230–245°C, tekanan 30–34 bar dan jenis fluida *saturated*. Kualitas uap yang dibutuhkan turbin memiliki kebasahan kurang dari 1% dan

TDS kurang dari 8 ppm. Uap yang mengarah ke turbin mengandung silika kurang dari 1 ppm dan NCGs (*non condensable gases*) kurang dari 1% (PT. PGE, 2010). Di Area Geothermal Kamojang terdapat 4 buah *pipe line* (PL) uap, yaitu PL 401, 402, 403, 404 dialirkan ke PLTP Unit I, II dan III dan PL 405 dialirkan ke PLTP Unit IV.



Gambar 5.5. Peta Jaringan Pipa Uap dan Reinjeksi Area Kamojang

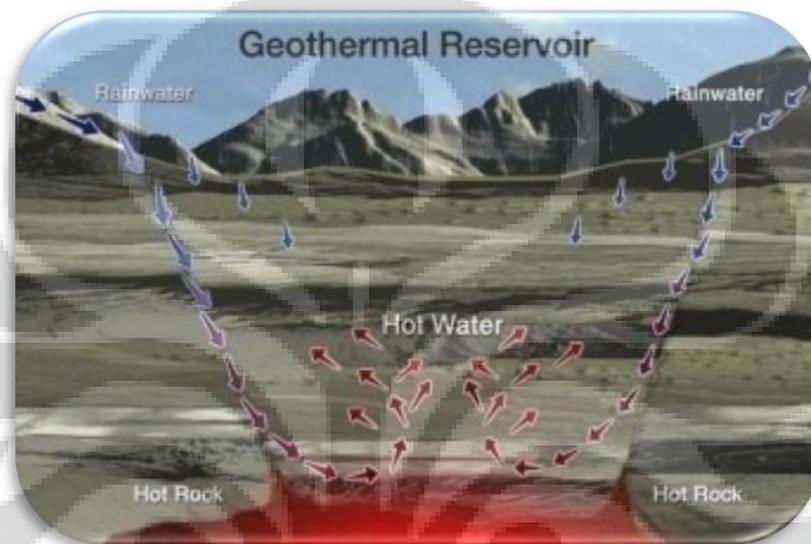
Sumber : PT. PGE

5.2. Energi Geothermal (Panasbumi)

Energi geothermal adalah energi yang dihasilkan dari interaksi panas batuan dengan air yang mengalir di sekitarnya. Interaksi tersebut menghasilkan uap yang dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik. Berbeda dengan energi fosil seperti minyak bumi dan batubara, energi geothermal dapat diperbarui dengan menjaga kandungan air yang berinteraksi dengan panas yang berasal dari dalam bumi.

Pada dasarnya, sistem panasbumi terbentuk sebagai hasil perpindahan panas dari suatu sumber panas ke sekelilingnya yang terjadi secara konduksi dan secara konveksi. Perpindahan panas secara konduksi terjadi melalui batuan, sedangkan perpindahan panas secara konveksi terjadi karena adanya kontak antara air dengan

suatu sumber panas. Perpindahan panas secara konveksi pada dasarnya terjadi karena gaya apung air. Gaya gravitasi selalu mempunyai kecenderungan untuk bergerak kebawah, akan tetapi apabila air kontak dengan suatu sumber panas maka akan terjadi perpindahan panas, sehingga temperatur air menjadi lebih tinggi dan air menjadi lebih ringan. Keadaan ini menyebabkan air yang lebih panas bergerak ke atas dan air yang lebih dingin bergerak turun ke bawah, sehingga terjadi sirkulasi air atau arus konveksi (Saptadji, 2007).

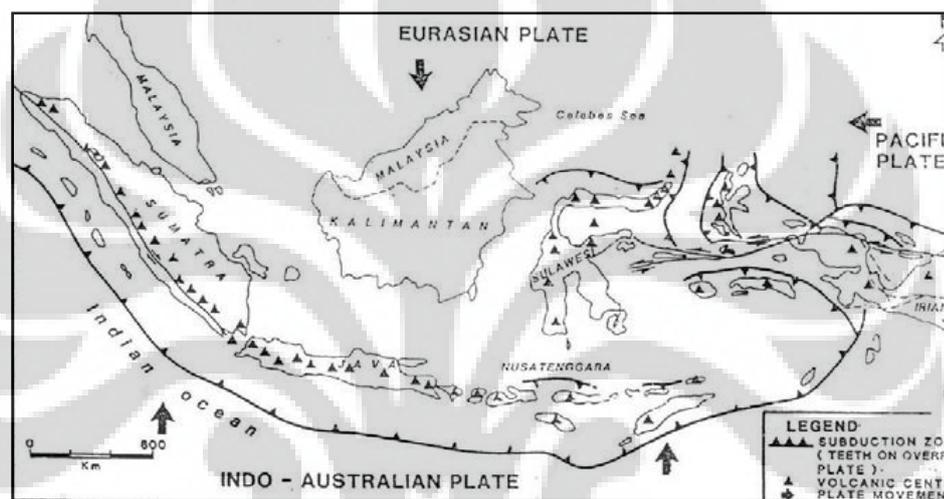


Gambar 5.6. Reservoir Panasbumi

Sumber : <http://miningundana07.wordpress.com/2009/10/08/geothermal/>

Terjadinya sumber energi panasbumi di Indonesia serta karakteristiknya adalah sebagai berikut. Terdapat tiga lempengan yang berinteraksi di Indonesia, yaitu lempeng Pasifik, lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia (Gambar 5.7). Tumbukan yang terjadi antara ketiga lempeng tektonik tersebut telah memberikan peranan yang sangat penting bagi terbentuknya sumber energi panasbumi di Indonesia. Tumbukan antara lempeng Indo-Australia di sebelah selatan dan lempeng Eurasia di sebelah utara menghasilkan zona penunjaman (subduksi) di kedalaman 160-210 km di bawah Pulau Jawa-Nusatenggara dan di kedalaman sekitar 100 km di bawah Pulau Sumatera. Hal ini menyebabkan proses magmatisasi di bawah Pulau Sumatera lebih dangkal dibandingkan dengan di bawah Pulau Jawa atau Nusatenggara (Budihardi, 1998 dalam Saptadji 2007).

Perbedaan kedalaman akan menghasilkan jenis magma yang berbeda. Pada kedalaman yang lebih besar jenis magma yang dihasilkan akan lebih bersifat basa dan lebih cair dengan kandungan gas magmatik yang lebih tinggi, sehingga menghasilkan erupsi gunung api yang lebih kuat yang pada akhirnya akan menghasilkan endapan vulkanik yang lebih tebal dan terhampar luas. Oleh karena itu, reservoir panas bumi di pulau Jawa umumnya lebih dalam dan menempati batuan vulkanik, sedangkan reservoir panas bumi di Sumatera terdapat di dalam batuan sedimen dan ditemukan pada kedalaman yang lebih dangkal (Budihardi, 1998 dalam Saptadji, 2007).



Gambar 5.7. Konfigurasi Tektonik di Sepanjang Busur Kepulauan Indonesia, Hasil Interaksi Tiga Lempeng Tektonik: Lempeng Pasifik, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia

Sumber : Budihardi, 1998 dalam Saptadji, 2007

Sistem panasbumi di pulau Sumatera umumnya berkaitan dengan kegiatan gunung api andesitis-riolitis yang disebabkan oleh sumber magma yang bersifat lebih asam dan lebih kental, sedangkan di pulau Jawa, Nusatenggara dan Sulawesi umumnya berasosiasi dengan kegiatan vulkanik bersifat andesitis-basaltis dengan sumber magma yang lebih cair. Karakteristik geologi untuk daerah panasbumi di ujung utara pulau Sulawesi memperlihatkan kesamaan karakteristik dengan di pulau Jawa (Budihardi, 1998 dalam Saptadji 2007).

Energi panasbumi diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu *earth energy*, *hydrothermal energy*, *geopressured energy*, *magma energy* dan *hot dry rock energy*. Dari semua energi tersebut, energi dari sistem hidrotermal (*hydrothermal*

system) adalah yang paling banyak dimanfaatkan karena pada sistem hidrotermal, pori-pori batuan mengandung air, uap atau keduanya. Selain itu, reservoir dari sistem hidrotermal umumnya letaknya tidak terlalu dalam sehingga masih ekonomis untuk diusahakan (Saptadji, 2007).

Berdasarkan pada jenis fluida produksi dan jenis kandungan fluida utamanya, sistem hidrotermal dibedakan menjadi dua, yaitu sistem satu fasa dan dua fasa.

1. Sistem Satu Fasa

Sistem satu fasa umumnya berisi air yang mempunyai temperatur 90-180°C dan tidak terjadi pendidihan bahkan selama eksploitasi. Contoh dari sistem ini adalah lapangan panasbumi di Tianjin (Cina) dan Waiwera (Selandia Baru).

2. Sistem Dua Fasa

Terdapat dua jenis sistem dua fasa, yaitu:

a. Sistem dominasi uap atau *vapour dominated system*

Sistem dominasi uap merupakan sistem panasbumi dimana sumur-sumurnya memproduksi uap kering atau uap basah karena rongga-rongga batuan reservoirnya sebagian besar berisi uap panas. Dalam sistem dominasi uap, diperkirakan uap mengisi rongga-rongga, saluran terbuka atau rekahan-rekahan, sedangkan air mengisi pori-pori batuan. Karena jumlah air yang terkandung di dalam pori-pori relatif sedikit, maka saturasi air mungkin sama atau hanya sedikit lebih besar dari saturasi air konat (S_{wc}) sehingga air terperangkap dalam pori-pori batuan dan tidak bergerak.

Lapangan panasbumi Kamojang dan Darajat termasuk dalam kategori jenis ini, karena sumur-sumur di sana umumnya menghasilkan uap kering. Di lapangan Kamojang diperkirakan 35% dari batuan reservoirnya berisi air, sedangkan rongga-rongga lainnya berisi uap. Demikian pula halnya di lapangan Darajat, diperkirakan 33% dari batuan reservoirnya berisi air. Dalam sistem dominasi uap, tekanan dan temperatur dari reservoir umumnya relatif tetap terhadap kedalaman.

b. Sistem dominasi air atau *water dominated system*

Sistem dominasi air merupakan sistem panasbumi dimana sumur-sumurnya menghasilkan fluida dua fasa berupa campuran uap air. Dalam sistem dominasi air, diperkirakan air mengisi rongga-rongga, saluran terbuka

atau rekahan-rekahan. Lapangan panasbumi Awibengkok termasuk dalam jenis ini, karena sumur-sumur di sana umumnya menghasilkan uap dan air. Pada sistem dominasi air, baik tekanan maupun temperatur tidak konstan terhadap kedalaman (Saptadji, 2007).

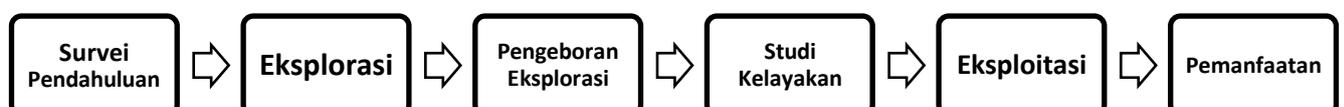
Dengan manajemen reservoir yang baik, geothermal mampu membangkitkan listrik secara kontinyu sehingga handal untuk dijadikan *based load*. Pada saat ini, pemanfaatan energi geothermal cukup beragam, baik untuk pembangkit listrik maupun keperluan lain di sektor non listrik seperti pemanas ruangan, pengeringan hasil pertanian dan peternakan, *greenhouse*, kolam air hangat dan geowisata.

Energi geothermal hanya menghasilkan *side product* yang minim, sehingga dapat mengurangi pemanasan global dan perubahan iklim dunia. Hal ini dikarenakan sisa fluida yang diambil dari bawah permukaan bumi diinjeksikan lagi kembali sehingga sisa produksi yang dilepas ke udara hanya H₂O. Emisi CO₂ yang dihasilkannya pun sangat kecil (15 Kg CO₂/MWh pada pembangkitan listrik dalam pembangkit dominasi uap) bila dibandingkan dengan pembangkit batubara (975 Kg CO₂/MWh pembangkit listrik) (PT. PGE, 2010).

5.3. Proses Kerja Perusahaan

Secara keseluruhan, proses kerja yang dilakukan oleh PT. PGE Area Kamojang untuk memproduksi uap panasbumi hingga menjadi listrik adalah sebagai berikut:

1. Survei Pendahuluan
2. Eksplorasi
3. Pengeboran Eksplorasi
4. Studi Kelayakan
5. Eksploitasi
6. Pemanfaatan



Gambar 5.8. Proses Kerja PT. PGE Area Kamojang

5.3.1. Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan dilakukan untuk mencari daerah prospek panasbumi, yaitu daerah yang menunjukkan tanda-tanda adanya sumberdaya panasbumi dilihat dari kenampakannya di permukaan, serta untuk mendapatkan gambaran mengenai geologi regional di daerah tersebut. Secara garis besar pekerjaan yang dilaksanakan pada tahap ini terdiri dari :

1. Studi literatur
2. Survei lapangan
3. Analisis data
4. Menentukan daerah prospek
5. Spekulasi besar potensi listrik
6. Menentukan jenis survei yang akan dilakukan selanjutnya

Data yang diperoleh dari hasil survei pendahuluan masih sangat umum. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih baik mengenai daerah prospek yang sedang diselidiki masih perlu dilakukan survei secara rinci. Dari hasil pengkajian data harus diusulkan tempat-tempat yang perlu disurvei secara rinci dengan skala prioritasnya (Saptadji, 2007).

5.3.2. Eksplorasi

Eksplorasi merupakan kegiatan survei lanjutan. Survei yang dilakukan terdiri dari survei geologi, geokimia dan geofisika. Tujuan dari survei tersebut adalah untuk mendapatkan informasi yang lebih baik mengenai kondisi geologi permukaan dan bawah permukaan, serta mengidentifikasi daerah yang diduga mengandung sumberdaya panasbumi.

Untuk mencapai tujuan tersebut di atas, survei umumnya dilakukan di tempat-tempat yang diusulkan dari hasil survei pendahuluan. Luas daerah yang akan disurvei tergantung dari keadaan geologi morfologi, tetapi umumnya daerah yang disurvei adalah sekitar 500-1000 km², namun ada juga yang hanya seluas 10-100 km². Waktu yang diperlukan sangat tergantung pada luas daerah yang diselidiki, jenis-jenis pengujian yang dilakukan serta jumlah orang yang terlibat (Saptadji, 2007).

5.3.2.1. Survei Geologi Lanjut

Diantara ketiga survei di atas, survei geologi umumnya yang pertama kali dilakukan. Untuk memahami struktur geologi dan stratigrafi, maka survei geologi rinci harus dilakukan di daerah yang cukup luas. Lama waktu penyelidikan tergantung pada luas daerah yang diselidiki serta jumlah orang yang terlibat dalam penyelidikan, tetapi hingga penulisan laporan biasanya diperlukan waktu sekitar 3-6 bulan. Survei geologi ini bertujuan untuk mengetahui penyebaran batuan secara mendatar maupun secara vertikal, struktur geologi, tektonik dan sejarah geologi dalam kaitannya dengan terbentuknya suatu sistem panasbumi termasuk memperkirakan luas daerah prospek dan sumber panasnya (Saptadji, 2007).

5.3.2.2. Survei Geokimia Lanjut

Pekerjaan yang dilakukan pada waktu survei geokimia lanjut pada dasarnya hampir sama dengan tahap survei pendahuluan, tetapi pada tahap ini sampel harus diambil dari semua manifestasi permukaan yang ada di daerah tersebut dan di daerah sekitarnya untuk dianalisis di tempat pengambilan sampel dan/atau laboratorium. Analisis geokimia tidak hanya dilakukan pada fluida atau gas dari manifestasi panas permukaan, tetapi juga pada daerah lainnya untuk melihat kandungan gas dan unsur-unsur tertentu yang terkandung dalam tanah yang terbentuk karena aktivitas hidrothermal. Selain itu juga perlu dibuat peta manifestasi permukaan, yaitu peta yang menunjukkan lokasi serta jenis semua manifestasi panasbumi di daerah tersebut.

Berbeda dengan sistem minyak dan gas, adanya suatu sumberdaya panasbumi di bawah permukaan sering kali ditunjukkan oleh adanya manifestasi panasbumi di permukaan (*geothermal surface manifestation*), seperti mata air panas, kubangan lumpur panas, geyser, tanah hangat, permukaan tanah beruap, telaga air panas, kolam air panas, fumarol, silika sinter dan batuan yang mengalami alterasi. Manifestasi panasbumi di permukaan diperkirakan terjadi karena adanya perambatan panas dari bawah permukaan atau karena adanya rekahan-rekahan yang memungkinkan fluida panasbumi (uap dan air panas) mengalir ke permukaan.

Hasil analisis kimia fluida dan isotop air dan gas dari seluruh manifestasi panas permukaan dan daerah lainnya berguna untuk memperkirakan sistem dan temperatur reservoir, asal sumber air, karakterisasi fluida dan sistem hidrologi di bawah permukaan. Hasil analisis air juga dapat digunakan untuk memperkirakan permasalahan yang mungkin terjadi (korosi dan *scale*) apabila fluida dari sumberdaya panasbumi tersebut dimanfaatkan di kemudian hari (Saptadji, 2007).

5.3.2.3. Survei Geofisika

Survei geofisika dilakukan setelah survei geologi dan geokimia karena biayanya lebih mahal. Dari survei geologi dan geokimia diusulkan daerah-daerah mana saja yang harus disurvei geofisika. Survei geofisika dilakukan untuk mengetahui sifat fisik batuan mulai dari permukaan hingga kedalaman beberapa kilometer di bawah permukaan. Dengan mengetahui sifat fisik batuan maka dapat diketahui daerah tempat terjadinya anomali yang disebabkan oleh sistem panasbuminya dan lebih lanjut geometri prospek serta lokasi dan bentuk batuan sumber panas dapat diperkirakan. Ada beberapa jenis survei geofisika, yaitu :

1. Survei *resistivity*
2. Survei *gravity*
3. Survei magnetik
4. Survei *macro earth quake* (MEQ)
5. Survei aliran panas
6. Survei *self potential*

Pemilihan jenis survei tergantung pada keadaan geologi dan struktur di daerah yang akan diselidiki, serta batasan anggaran untuk pengukuran di lapangan dan interpretasi data. Survei geofisika yang pertama kali dilakukan umumnya adalah survei *resistivity-schlumberger*, *gravity* dan magnetik karena peralatannya mudah didapat dan biayanya murah. Dari ketiga survei geofisika ini diusulkan daerah prospek panasbumi untuk di survei lebih detail dengan metode yang lebih mahal yaitu *magnetotelluric* (MT) atau *control source audio magnetotelluric* (CSAMT) untuk melihat struktur fisik batuan dengan kedalaman yang jauh lebih dalam dari kedalaman maksimal yang dicapai oleh metode *schlumberger* yang hanya mampu untuk mendeteksi kedalaman sampai beberapa ratus meter saja (Saptadji, 2007).

5.3.3. Pengeboran Eksplorasi

Apabila dari data geologi, geokimia dan geofisika yang diperoleh dari hasil survei rinci menunjukkan bahwa di daerah yang diselidiki terdapat sumberdaya panasbumi yang ekonomis untuk dikembangkan, maka tahap selanjutnya adalah tahap pengeboran sumur eksplorasi. Tujuan dari pengeboran sumur adalah untuk membuktikan adanya sumberdaya panasbumi di daerah yang diselidiki dan menguji model sistem panasbumi yang dibuat berdasarkan data-data hasil survei rinci.

Jumlah sumur eksplorasi tergantung dari besarnya luas daerah yang diduga mengandung energi panasbumi. Biasanya di dalam satu prospek dibor 3-5 sumur eksplorasi. Kedalaman sumur tergantung dari kedalaman reservoir yang diperkirakan dari data hasil survei rinci, batasan anggaran dan teknologi yang ada, tetapi sumur eksplorasi umumnya dibor hingga kedalaman 1000-3000 meter.

Menurut Cataldi (1982) dalam Saptadji (2007), tingkat keberhasilan atau *success ratio* pengeboran sumur panasbumi lebih tinggi daripada pengeboran minyak. Rasio keberhasilan dari pengeboran sumur panasbumi umumnya 50-70%. Ini berarti dari empat sumur eksplorasi yang dibor ada 2-3 sumur yang menghasilkan. Setelah pengeboran selesai, yaitu setelah pengeboran mencapai kedalaman yang diinginkan, dilakukan pengujian sumur. Jenis-jenis pengujian sumur yang dilakukan di sumur panasbumi adalah :

1. Uji hilang air (*water loss test*)
2. Uji permeabilitas total (*gross permeability test*)
3. Uji panas (*heating measurements*)
4. Uji produksi (*discharge/output test*)
5. Uji transien (*transient test*)

Pengujian sumur geothermal dilakukan untuk mendapatkan informasi/data yang lebih *detail* mengenai :

1. Jenis dan sifat fluida produksi
2. Kedalaman reservoir
3. Jenis reservoir
4. Temperatur reservoir
5. Sifat batuan reservoir

6. Laju alir massa fluida, *enthalpy* dan fraksi uap pada berbagai tekanan kepala sumur
7. Kapasitas produksi sumur (dalam MW)

Berdasarkan hasil pengeboran dan pengujian sumur harus diambil keputusan apakah perlu dibor beberapa sumur eksplorasi lain ataukah sumur eksplorasi yang ada telah cukup untuk memberikan informasi mengenai potensi sumberdaya. Apabila beberapa sumur eksplorasi mempunyai potensi cukup besar, maka perlu dipelajari apakah lapangan tersebut menarik untuk dikembangkan atau tidak (Saptadji, 2007).

5.3.4. Studi Kelayakan

Studi kelayakan perlu dilakukan apabila terdapat beberapa sumur eksplorasi menghasilkan fluida panasbumi. Tujuan dari studi ini adalah untuk menilai apakah sumberdaya panasbumi yang terdapat di daerah tersebut secara teknis dan ekonomis menarik untuk diproduksi. Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah:

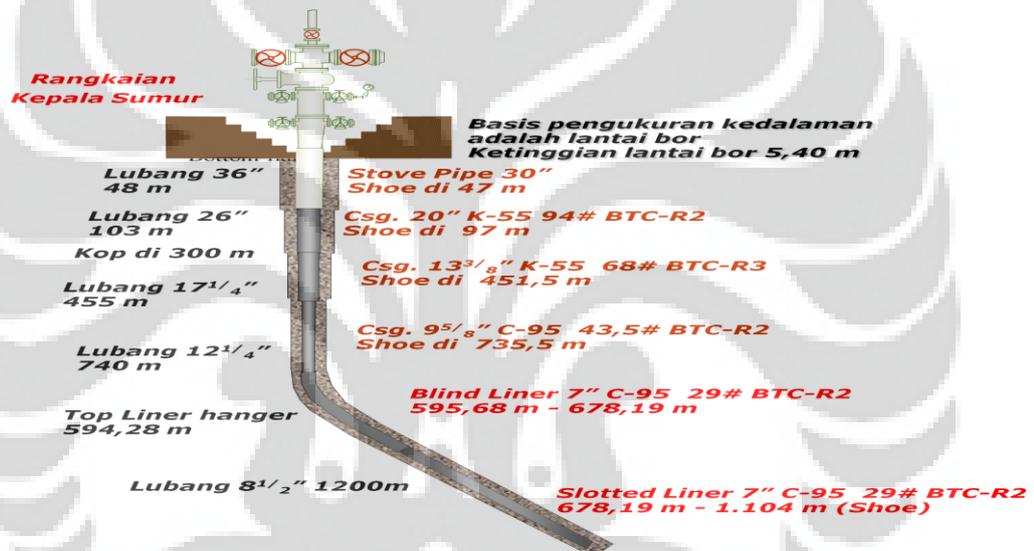
- Mengevaluasi data geologi, geokimia, geofisika dan data sumur
- Memperbaiki model sistem panasbumi
- Menghitung besarnya sumberdaya dan cadangan panasbumi (*recoverable reserve*) serta potensi listrik yang dapat dihasilkannya
- Mengevaluasi potensi sumur serta memperkirakan kinerjanya
- Menganalisis sifat fluida panasbumi dan kandungan *non condensible gas* serta memperkirakan sifat korosifitas air dan kemungkinan pembentukan *scale*
- Mempelajari apakah ada permintaan energi listrik, untuk apa dan berapa banyak
- Mengusulkan alternatif pengembangan dan kapasitas instalasi pembangkit listrik
- Melakukan analisis keekonomian untuk semua alternatif yang diusulkan

Apabila dari hasil studi kelayakan disimpulkan bahwa daerah panasbumi tersebut menarik untuk dikembangkan, baik ditinjau dari aspek teknis maupun ekonomi, maka tahap selanjutnya adalah membuat perencanaan secara rinci. Rencana pengembangan lapangan dan pembangkit listrik mencakup usulan secara rinci mengenai fasilitas kepala sumur, fasilitas produksi dan injeksi di permukaan, sistem pipa alir di permukaan, fasilitas pusat pembangkit listrik dan transmisi

listrik. Pada tahap ini gambar teknik perlu dibuat secara rinci, mencakup ukuran pipa alir uap, pipa alir dua fasa, penempatan *valve*, perangkat pembuang kondensat dan lain-lain (Saptadji, 2007).

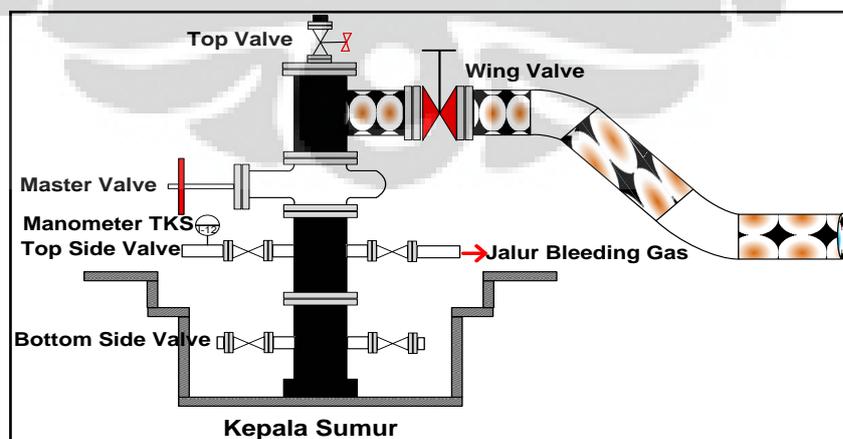
5.3.5. Eksploitasi

Eksploitasi merupakan kegiatan pengeboran sumur produksi, sumur injeksi dan pembangunan PLTP. Untuk menjamin tersedianya uap sebanyak yang dibutuhkan oleh pembangkit listrik, maka diperlukan sejumlah sumur produksi. Selain itu juga diperlukan sumur untuk menginjeksikan kembali air limbah. Pengeboran sumur dapat dilakukan secara bersamaan dengan tahap perencanaan pembangunan PLTP (Saptadji, 2007).



Gambar 5.9. Profil Sumur Kamojang

Sumber : PT. PGE



Gambar 5.10. Rangkaian Kepala Sumur Geothermal

Sumber : PT. PGE

5.3.6. Pemanfaatan

Pada tahap ini, PLTP telah beroperasi sehingga kegiatan utama pada tahap ini adalah menjaga kelangsungan :

- Produksi uap dari sumur-sumur produksi
- Produksi listrik dari PLTP
- Distribusi listrik kepada konsumen (Saptadji, 2007).

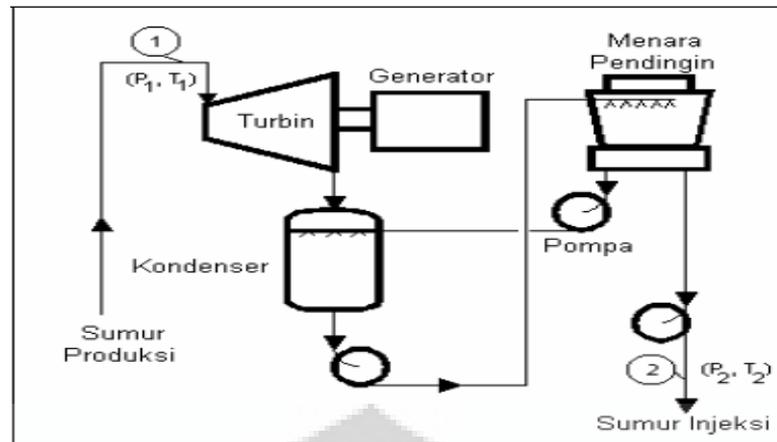
5.4. Jenis Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi (PLTP)

Fluida panasbumi yang telah dikeluarkan ke permukaan bumi mengandung energi panas yang akan dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Hal ini dimungkinkan oleh suatu sistem konversi energi fluida panasbumi (*geothermal power cycle*) yang mengubah energi panas dari fluida menjadi energi listrik. PLTP pada prinsipnya sama seperti Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), hanya pada PLTU uap dibuat di permukaan menggunakan *boiler*, sedangkan pada PLTP uap berasal dari reservoir panasbumi (Saptadji, 2007).

Banyak sistem pembangkitan listrik dari fluida panasbumi yang telah diterapkan di lapangan, diantaranya adalah *direct dry steam cycle* dan *separated steam cycle*.

1. *Direct Dry Steam Cycle* (Sistem Dominasi Uap)

Fluida panasbumi dapat berupa fasa cair, fasa uap atau campuran dari keduanya, tergantung dari tekanan dan temperaturnya. Apabila fluida di kepala sumur berupa fasa uap, maka uap tersebut dapat dialirkan langsung ke turbin. Turbin akan mengubah energi panasbumi menjadi energi gerak yang akan memutar generator sehingga dihasilkan energi listrik.



Gambar 5.11. Skema Instalasi Pembangkit Listrik Untuk Sistem Dominasi Uap

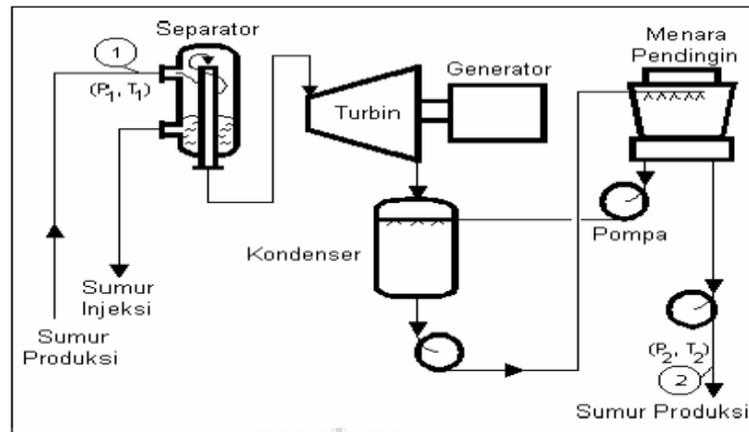
Sumber : Saptadji, 2007

Sistem konversi untuk fluida uap kering merupakan sistem konversi yang paling sederhana dan paling murah. Uap dari turbin dapat dibuang ke atmosfer (*atmospheric exhaust turbine*) atau dialirkan ke kondensor untuk dikondensasikan (*condensing turbine*). Dari kondensor, air kondensat kemudian dialirkan ke menara pendingin atau *cooling tower* dan selanjutnya diinjeksikan kembali ke bawah permukaan. Selain itu, sebagian dari air kondensat ini dialirkan ke kondensor. Pembangkitan listrik di PLTP Kamojang pada prinsipnya sama seperti pada gambar 5.11, karena sumur-sumur di lapangan Kamojang menghasilkan uap kering (temperatur di dalam reservoir 240°C).

2. *Separated Steam Cycle* (Sistem Dominasi Air)

Apabila fluida panas bumi keluar dari kepala sumur sebagai campuran fluida dua fasa (fasa uap dan cair) maka terlebih dahulu dilakukan proses pemisahan pada fluida. Hal ini dilakukan dengan cara melewati fluida ke dalam *separator*, sehingga fasa uap akan terpisah dari fasa cairnya. Fraksi uap yang dihasilkan dari *separator* inilah yang kemudian dialirkan ke turbin. Oleh karena uap yang digunakan adalah hasil pemisahan, maka sistem konversi energi ini dinamakan siklus uap hasil pemisahan (*separated steam cycle*).

Gambar 5.12 memperlihatkan proses pembangkitan listrik dari lapangan panasbumi yang menghasilkan fluida dua fasa, yaitu campuran uap dan air. Fluida dari sumur dipisahkan menjadi fasa uap dan air di dalam *separator* dimana uapnya kemudian dialirkan ke turbin dan airnya diinjeksikan kembali ke bawah permukaan.

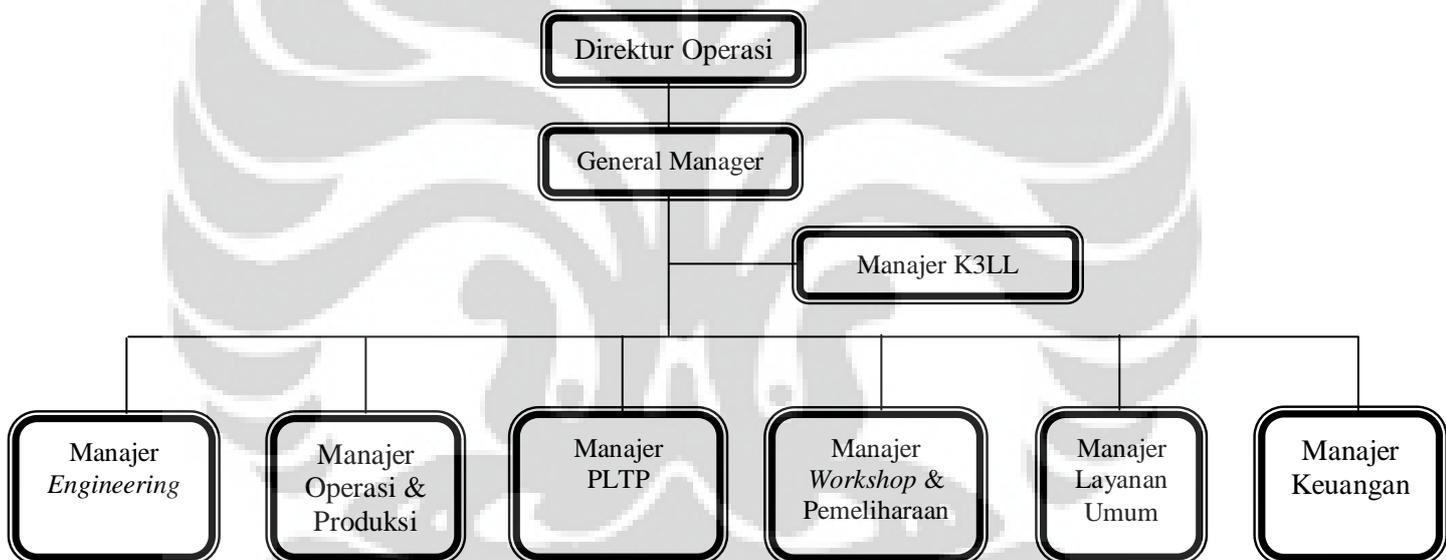


Gambar 5.12. Skema Instalasi Pembangkit Listrik Untuk Sistem Dominasi Air

Sumber : Saptadji, 2007

5.5. Struktur Organisasi PT. PGE Area Kamojang

Berikut merupakan struktur organisasi secara keseluruhan dari PT. PGE Area Kamojang :



Gambar 5.13. Struktur Organisasi PT. PGE Area Kamojang

PT. PGE Area Kamojang memiliki fungsi kerja Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Lindungan Lingkungan (K3LL) yang terintegrasi dengan fungsi-fungsi kerja lainnya di perusahaan. Perusahaan menempatkan sistem manajemen K3LL sebagai satu komponen utama kegiatan produksi. Penerapannya dilakukan secara disiplin dan perbaikan yang berkesinambungan. Hal ini didasari pertimbangan bahwa operasi eksplorasi dan produksi geothermal merupakan kegiatan yang memiliki potensi kecelakaan dan penyakit akibat kerja.

Fungsi K3LL atau sering disebut juga dengan fungsi HSE (*Health, Safety and Environment*), selain mengurus permasalahan mengenai kesehatan dan keselamatan kerja juga mengurus permasalahan lingkungan dan mutu. Berikut merupakan struktur organisasi fungsi K3LL PT. PGE Area Kamojang :



Gambar 5.14. Struktur Organisasi Fungsi K3LL PT. PGE Area Kamojang

Fungsi K3LL terdiri dari Manajer, *Staff K3*, *Staff Lindungan Lingkungan* dan *Staff Inspeksi*. Pekarya fungsi K3LL terdiri dari 6 orang dengan pembagian, 2 pekerja harian dan 4 pekerja *shift*. Pekarya adalah sebutan untuk pekerja dengan sistem kerja *outsourcing*. Sampai periode Februari 2012, PT. PGE Area Kamojang memiliki pekerja dengan jumlah 83 orang dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 5.1. Jumlah Pekerja PT. PGE Area Kamojang Periode Februari 2012

Unit Kerja	Jumlah Pekerja
<i>General Manager</i>	1
<i>Engineering</i>	7
K3LL	3
Layanan Umum	11
Operasi & Produksi	16
PLTP Unit IV	35
<i>Workshop</i> dan Pemeliharaan	6
Keuangan	4
Jumlah	83

Sumber : Unit SDM PT. PGE Area Kamojang

Aktifitas kerja harian perusahaan dimulai pada pukul 07.15 sampai dengan 15.45 WIB (8 jam kerja). Untuk aktifitas kerja *shift*, pekerja dibagi menjadi 3 *shift* yaitu pagi (07.00-15.00 WIB), sore (15.00-23.00 WIB) dan malam (23.00-07.00 WIB), dengan pola kerja 3 hari pagi, 3 hari malam, 3 hari sore dengan diselingi 1 hari libur saat pergantian dari *shift* malam ke *shift* sore.

5.6. Bahaya Kebisingan di PT. PGE Area Kamojang

Area kerja PT. PGE Area Kamojang memiliki potensi bahaya kebisingan baik yang berasal dari peralatan maupun proses kerja. Area yang memiliki sumber bahaya kebisingan yang utama adalah area sumur dan area lokal PLTP Unit IV. Kebisingan di area sumur berasal dari proses pergerakan aliran uap panas di sepanjang pipa sumur, sedangkan untuk area PLTP Unit IV selain berasal dari proses pergerakan aliran uap di sepanjang pipa, kebisingan juga berasal dari mesin dan peralatan kerja yang digunakan seperti turbin, generator, pompa, *separator*, *demister* dll. Semua sumber kebisingan yang ada di area sumur dan PLTP Unit IV bersifat kontinyu atau terus-menerus selama 24 jam.

Dilihat dari area kerja dimana sumber kebisingan berasal, maka pekerja yang paling berisiko untuk terpajan kebisingan adalah pekerja fungsi Operasi & Produksi dan PLTP Unit IV. Kegiatan rutin pekerja fungsi Operasi & Produksi antara lain melakukan pemantauan tekanan kepala sumur (TKS), pemantauan laju alir uap, perawatan kepala sumur, *steam trap* dan penggantian instrumen sumur. Kegiatan ini dilakukan oleh pekerja dan pekarya Operasi & Produksi setiap hari di setiap sumur. Apabila akan dilakukan kegiatan uji produksi sumur, maka pekerja melakukan persiapan antara lain pemasangan rangkaian pipa uji.

Uji produksi sumur merupakan salah satu kegiatan dalam operasi sistem panasbumi yang memiliki bahaya kebisingan yang sangat tinggi. Kegiatan uji produksi sumur merupakan kegiatan uji produksi yang menggunakan metode *lip pressure*. Metode ini merupakan metode yang sangat ekonomis, bertujuan untuk membersihkan sumur dari kotoran hasil pengeboran, memperkirakan karakteristik sumur panasbumi dan melakukan estimasi potensi produksi dari sumur. Terdapat dua jenis uji produksi sumur yang menggunakan metode *lip pressure*, yaitu uji tegak (vertikal) dan uji datar (horizontal). Dari kedua jenis uji produksi tersebut,

uji tegak memiliki tingkat kebisingan yang lebih tinggi dibandingkan uji datar. Pada saat dilakukannya kegiatan uji tegak atau datar pada sumur, maka pekerja yang berkepentingan berada di area sumur untuk membuka *valve* dan mengecek tekanan (*pressure*) serta kecepatan laju alir (*flow*) uap.



Gambar 5.15. Kegiatan Uji Tegak Sumur



Gambar 5.16. Kegiatan Uji Datar Sumur

Untuk pekerja fungsi PLTP Unit IV, kegiatan rutin yang dilakukan adalah melakukan pengecekan rutin terhadap peralatan kerja yang dapat dikatakan hampir seluruhnya menghasilkan kebisingan. Pengecekan yang dilakukan ini merupakan pengecekan harian (*daily check*), dimana dalam satu *shift* dilakukan pengecekan sebanyak dua kali. Berikut merupakan fungsi dan kegunaan dari

beberapa mesin dan peralatan kerja di area lokal PLTP Unit IV yang rutin dilakukan pengecekan oleh para pekerja :

- Turbin : Turbin berfungsi untuk mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik, tujuannya adalah untuk memutar generator yang akan membangkitkan listrik.
- Generator : Generator berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.
- *Hot Well Pump* (HWP) : HWP berfungsi untuk memompakan air kondensat dari kondensor ke *cooling tower* dengan tujuan untuk mendinginkan air kondensat untuk selanjutnya disirkulasikan kembali dan sebagiannya diinjeksikan ke reservoir.
- *Ejector* : *Ejector* berfungsi untuk menghisap gas-gas yang tidak dapat terkondensasi (*non condensable gases* atau NCGs) di dalam kondensor, seperti misalnya gas H_2S . Hal ini dilakukan agar kondensor bersih dari tumpukan gas-gas yang tersisa, karena kondensor harus selalu dalam kondisi *vacuum*. Selain itu, NCGs juga harus dihisap karena apabila gas-gas tersebut masuk ke dalam turbin, hal ini dapat mengurangi efisiensi turbin.
- LRVP : Dari *ejector*, uap yang ikut terhisap dikondensasikan kembali di intrakondensor. LRVP ini bertindak sebagai *suction condensate* yang keluar dari intrakondensor untuk dialirkan ke dalam kondensor.
- *Cooling tower* : *Cooling tower* merupakan menara yang berfungsi untuk mendinginkan air kondensat yang berasal dari kondensor agar suhu air kondensat tersebut sesuai sehingga dapat disirkulasikan kembali ke kondensor dan diinjeksikan ke dalam reservoir.
- Kondensor : Kondensor berfungsi untuk mengondensasikan uap yang sudah terpakai di turbin.
- *Separator* : *Separator* berfungsi untuk memisahkan antara uap dan kondensat yang terbentuk di sepanjang jalur pipa.
- *Demister* : *Demister* memiliki fungsi yang hampir sama dengan *separator*, namun *demister* berfungsi untuk lebih memastikan bahwa uap yang akan masuk ke turbin dalam keadaan kering (*superheated*).

5.7. Pengendalian Bahaya Kebisingan yang Dilakukan Perusahaan

Terdapat beberapa program pengendalian kebisingan yang dilakukan di PT. PGE Area Kamojang yang juga dikenal dengan istilah dengan *hearing conservation program* (HCP) atau program konservasi pendengaran, yaitu :

1. Monitoring Kebisingan

- Monitoring atau pengukuran kebisingan baik di area kantor maupun area dengan kebisingan tinggi seperti sumur dan PLTP Unit IV. Pengukuran rutin dilakukan setiap 3 bulan, selain itu pengukuran juga dilakukan setiap ada pekerjaan yang dilakukan di area sumur, seperti uji produksi, pengukuran sumur serta perawatan dan pemeliharaan sumur
- Pembuatan *noise mapping* untuk area PLTP Unit IV secara keseluruhan

2. Pengendalian *Engineering*

- Ruang isolasi turbin di PLTP Unit IV
- Penggunaan *rockmuffler* (*silencer*) untuk meredam bising pada saat dilakukan uji produksi (uji datar) sumur
- Penyediaan *control room* untuk operator operasi di PLTP Unit IV



Gambar 5.17. *Rockmuffler* di Lokasi Uji Datar

3. Pengendalian Administratif

- Pemasangan *sign* besar kebisingan di area dengan kebisingan tinggi
- Pemasangan *sign* mewajibkan pemakaian APT di area dengan kebisingan tinggi

- Menerapkan sistem *shift* kerja bagi operator fungsi Operasi & Produksi dan PLTP Unit IV, yaitu dalam satu hari kerja terdapat 3 *shift* masing-masing 8 jam kerja
- Program observasi kepatuhan pemakaian APT yang dilakukan setiap bulan oleh pihak manajemen secara langsung

4. Pengendalian *Personal* (APT)

Perusahaan menyediakan APT untuk dipakai oleh para pekerja, yaitu berupa *earplug* dan *earmuff*. Perusahaan menyediakan dua jenis *earplug*, yaitu jenis *formable* yang terbuat dari *foam* dengan NRR sebesar 33 dB dan jenis *premolded 3-flanged* dengan NRR sebesar 25 dB. Sedangkan untuk *earmuff*, perusahaan menyediakan *earmuff* dengan NRR sebesar 21 dB.



Gambar 5.18. *Formable Earplug*

Sumber : <http://www.publicsafetycenter.com/howard-leight.html>



Gambar 5.19. *Premolded 3-Flanged Earplug*

Sumber : http://www.sears.com/shc/s/t_10153_12605?tName=corded-ear-plugs.html



Gambar 5.20. Earmuff

Sumber : <http://www.allsafetyproducts.com/safety-ear-muffs.html>

5. Pelatihan dan Pendidikan

Terdapat beberapa pelatihan terkait dengan bahaya kebisingan yang diberikan kepada para pekerja, antara lain :

- Pelatihan cara menggunakan SLM untuk mengukur tingkat kebisingan, diberikan oleh *vendor* SLM yang bersangkutan
- Pihak perusahaan bekerjasama dengan *vendor* APT mengadakan pelatihan cara memakai APT yang baik dan benar yaitu berupa *fit test*. Bagi pekerja yang lolos mengikuti pelatihan ini akan mendapatkan sertifikat
- Selain pelatihan, pihak perusahaan juga selalu meningkatkan *awareness* para pekerja mengenai pentingnya pemakaian APT dalam kegiatan *safety meeting, safety walk and talk* (SWAT) dan observasi-intervensi

6. Pemeriksaan Audiometri

Pemeriksaan audiometri di PT. PGE Area Kamojang merupakan program kerja gabungan dari bagian Kesehatan Unit SDM dan K3LL. Saat ini, program pemeriksaan audiometri lebih merupakan program kerja unit SDM. Fungsi K3LL hanya menerima laporan hasil akhir kesimpulan kondisi pendengaran pekerja dari hasil pemeriksaan audiometri. Audiometri dilakukan kepada pekerja sekali dalam setahun dimulai dari tahun pertama terhitung sebagai pekerja. Audiometri merupakan salah satu jenis pemeriksaan kesehatan yang termasuk dalam program *medical check-up* (MCU) perusahaan. Pada pelaksanaan audiometri, idealnya pekerja harus terbebas dari kebisingan minimal 14 jam, namun pada pelaksanaannya di perusahaan hal tersebut tidak dapat disamaratakan kepada

setiap pekerja karena waktu pelaksanaannya juga tergantung pada waktu yang dimiliki pekerja, yaitu biasanya dilakukan pada saat pekerja libur atau tidak ada pekerjaan yang penting dan mendesak.

Dalam melaksanakan program MCU termasuk pemeriksaan audiometri, pihak perusahaan bekerja sama dengan empat rumah sakit di daerah Bandung. Seluruh rumah sakit yang bekerja sama dengan perusahaan harus memenuhi persyaratan dan MOU yang telah ditetapkan, salah satunya adalah dokter yang melakukan pemeriksaan haruslah bersertifikat HIPERKES. Hasil pemeriksaan dari setiap pekerja akan dilaporkan oleh pihak RS kepada dokter perusahaan, untuk selanjutnya dijadikan data perusahaan dan disampaikan kepada pekerja yang bersangkutan apabila diperlukan. Apabila terdapat permasalahan dengan kesehatan pendengarannya, pekerja dapat melakukan kontrol ulang dan *follow up* untuk memastikan kembali hasil pemeriksaan yang telah dilakukan.

7. *Evaluation and Record Keeping*

Seluruh data yang berkaitan dengan bahaya kebisingan seperti data pengukuran kebisingan, kalibrasi alat ukur kebisingan, pemeriksaan audiometri dan pelaksanaan *training* disimpan dan dijaga dengan baik oleh pihak perusahaan. Untuk data pengukuran kebisingan yang dilakukan setiap 3 bulan juga dikirim oleh pihak K3LL Area Geothermal Kamojang kepada pihak K3LL *Corporate* PT. Pertamina.

8. *Audit Program*

Audit dari program yang berhubungan dengan bahaya kebisingan di perusahaan dilakukan setahun sekali. Audit ini bukan merupakan audit khusus hanya untuk program konservasi pendengaran, namun merupakan bagian dari audit tahunan keseluruhan program kerja yang dilakukan perusahaan.

BAB 6

HASIL PENELITIAN

6.1. Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan di Area Kerja PT. PGE Area Kamojang

Berikut merupakan tabel hasil pengukuran tingkat kebisingan di area kerja PT. PGE Area Kamojang yang peneliti sajikan berdasarkan area kerja masing-masing fungsi kerja, sedangkan untuk hasil pengukuran setiap lokasi (titik) pengukuran terdapat pada lampiran 4.

Tabel 6.1. Tingkat Kebisingan Area Kerja PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Lokasi Pengukuran	Tingkat Kebisingan (dBA)
Ruang Kerja Fungsi Operasi & Produksi	42,5-60,3
Ruang Kerja Fungsi <i>Engineering</i>	49,4-54,1
Ruang Kerja Fungsi <i>Workshop</i>	56,3-84,9
Ruang Kerja Fungsi PLTP Unit IV	47,1-68,3
Area Lokal PLTP Unit IV	81,4-99,6
Ruang Kerja Fungsi K3LL	46,7-57,0
Ruang Kerja Fungsi Keuangan	54,7-56,5
Ruang Kerja Fungsi Layanan Umum	43,3-62,4
Area Sumur Kamojang	51,7-104,8
Uji Datar Sumur	90,8-103,9
Uji Tegak Sumur	126,2-128,7
<i>Water Pump Station</i> (WPS) Cikaro+Ruang Operator	66,5-86

Untuk kegiatan uji tegak sumur, peneliti melakukan pengukuran pada tiga titik. Berikut merupakan hasil pengukuran tingkat kebisingan pada saat uji tegak pada masing-masing titik pengukuran :

Tabel 6.2. Tingkat Kebisingan Pada Kegiatan Uji Tegak Sumur KMJ-84 PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Titik Pengukuran	L_{eq} (dBA)	Max (dBA)
20 m dari <i>cellar</i>	126,2	129,4
10 m dari <i>cellar</i>	128,7	129,5
5 m dari <i>cellar</i>	128,7	129,4

6.2. Karakteristik Jenis Kelamin dan Fungsi Kerja

Tabel 6.3. Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin dan Fungsi Kerja Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012 (n=60)

Variabel	Frekuensi	Persentase (%)
Jenis kelamin		
Laki-laki	55	91,7
Perempuan	5	8,3
Fungsi Kerja		
<i>Engineering</i>	4	6,7
K3LL	3	5,0
Keuangan	4	6,7
Layanan Umum	9	15,0
Operasi & Produksi	13	21,7
PLTP Unit IV	24	40,0
<i>Workshop</i>	3	5,0

Berdasarkan tabel 6.3, dari semua pekerja yang menjadi responden (60), terlihat bahwa sebagian besar responden adalah berjenis kelamin laki-laki. Responden paling banyak berasal dari fungsi kerja PLTP Unit IV dan Operasi & Produksi. Responden banyak yang berasal dari kedua fungsi kerja tersebut dikarenakan jumlah pekerja pada fungsi kerja tersebut memang lebih banyak bila dibandingkan dengan fungsi kerja lainnya.

6.3. Karakteristik Gangguan Pendengaran

6.3.1. Karakteristik Kejadian Telinga Berdengung

Peneliti mencoba mencari tahu apakah banyak para pekerja yang mengalami gejala awal penurunan pendengaran berupa rasa dengung pada telinga (tinnitus). Berikut merupakan hasil penelitian mengenai kejadian telinga berdengung pada responden.

Tabel 6.4. Distribusi Frekuensi Responden yang Mengalami Telinga Berdengung di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Telinga Berdengung	Frekuensi	Persentase (%)
Ya	21	35,0
Tidak	39	65,0
Total	60	100,0

Tabel 6.5. Distribusi Frekuensi Responden yang Mengalami Telinga Berdengung Berdasarkan Fungsi Kerja di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Fungsi Kerja	Frekuensi	Persentase (%)
<i>Engineering</i>	0	0
K3LL	0	0
Keuangan	1	4,8
LU	2	9,5
Operasi & Produksi	4	19,0
PLTP Unit IV	14	66,7
<i>Workshop</i>	0	0
Total	21	100,0

Berdasarkan tabel 6.4 dan 6.5 di atas, dapat dilihat bahwa dari 60 pekerja yang menjadi responden terdapat 21 pekerja yang merasakan telinganya berdengung pada saat atau setelah bekerja di area yang bising. Dari 21 pekerja tersebut, terdapat 14 pekerja (66,7%) dari fungsi PLTP Unit IV dan 4 pekerja (19,0%) dari fungsi Operasi & Produksi. Hal ini menunjukkan bahwa pekerja yang merasakan telinganya berdengung paling banyak berasal dari fungsi kerja yang berkaitan dengan bahaya kebisingan.

6.3.2. Karakteristik Status Pendengaran

Tabel 6.6. Distribusi Frekuensi Status Pendengaran Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Status Pendengaran	Frekuensi	Persentase (%)
Pendengaran Menurun	5	8,3
Pendengaran Normal	55	91,7
Total	60	100,0

Berdasarkan tabel 6.6, dari semua pekerja yang menjadi responden (60), terlihat bahwa sebagian besar pekerja kondisi pendengarannya masih dalam keadaan normal, hanya terdapat 5 pekerja yang kondisi pendengarannya menurun. Walaupun hanya terdapat 5 pekerja yang mengalami penurunan pendengaran, namun cukup banyak pekerja yang sudah merasakan gejala awal penurunan pendengaran berupa rasa dengung pada telinga.

6.4. Karakteristik Derajat Penurunan Pendengaran

Tabel 6.7. Distribusi Frekuensi Derajat Penurunan Pendengaran Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Derajat Penurunan Pendengaran	Frekuensi	Persentase (%)
Sangat Berat	0	0
Berat	0	0
Sedang	2	3,3
Ringan	3	5,0
Normal	55	91,7
Total	60	100,0

Berdasarkan tabel 6.7, derajat penurunan pendengaran yang paling banyak dialami oleh para pekerja adalah penurunan pendengaran derajat ringan. Selain itu, terdapat juga pekerja yang mengalami penurunan pendengaran derajat sedang, yaitu sebanyak 2 orang.

6.5. Karakteristik Tingkat Paparan Kebisingan

Berikut merupakan tabel hasil pengukuran estimasi tingkat paparan kebisingan pekerja di PT. PGE Area Kamojang yang peneliti sajikan berdasarkan fungsi kerja.

Tabel 6.8. Estimasi Tingkat Paparan Kebisingan Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Fungsi Kerja	Tingkat Paparan Kebisingan (dBA)	Tingkat Paparan Kebisingan+Pemakaian APT (dBA)		
		Earplug dengan NRR 33 dB	Earplug dengan NRR 25 dB	Earmuff dengan NRR 21 dB
Fungsi Operasi & Produksi	58,9-94,3	70,7-81,3	74,7-85,3	76,7-87,3
Fungsi <i>Engineering</i>	49,4-53,0	-	-	-
Fungsi <i>Workshop</i>	56,3-81,8	68,7-68,8	72,7-72,8	74,7-74,8
Fungsi PLTP Unit IV	66,8-87,6	53,8-74,6	57,8-78,6	59,8-80,6
Fungsi K3LL	46,7-82,7	64,3-69,7	68,3-73,7	70,3-75,7
Fungsi Keuangan	54,7-56,5	-	-	-
Fungsi Layanan Umum	43,3-75,9	-	-	-

Berdasarkan tabel 6.8 dapat dilihat bahwa estimasi tingkat paparan kebisingan yang diterima pekerja dalam sehari pada saat sebelum memakai APT ada yang

lebih dari NAB dan ada juga yang kurang dari NAB. Fungsi kerja yang memiliki estimasi tingkat pajanan kebisingan pekerjaanya lebih dari NAB adalah fungsi Operasi & Produksi yaitu mencapai 94,3 dBA dan fungsi PLTP Unit IV yaitu mencapai 87,6 dBA. Untuk estimasi tingkat pajanan kebisingan yang diterima pekerja setelah pekerja memakai APT, terdapat satu fungsi kerja yang tingkat pajanan kebisingan pekerjaanya lebih dari NAB, yaitu fungsi Operasi & Produksi. Pekerja menerima tingkat pajanan kebisingan lebih dari NAB kemungkinan pada saat bekerja di area bising memakai *earplug* dengan NRR 25 dB atau *earmuff* dengan NRR 21 dB.

Tabel 6.9. Distribusi Frekuensi Tingkat Pajanan Kebisingan Responden Sebelum dan Setelah Memakai APT di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012 (n=60)

Tingkat Pajanan Kebisingan	Frekuensi	Persentase (%)
Sebelum Memakai APT		
> NAB	28	46,7
≤ NAB	32	53,3
Setelah Memakai APT		
> NAB	3	5,0
≤ NAB	57	95,0

Berdasarkan tabel 6.9, dari semua pekerja yang menjadi responden (60), terlihat bahwa sebelum memakai APT terdapat 28 pekerja yang memiliki estimasi tingkat pajanan kebisingan lebih dari NAB, sedangkan setelah memakai APT hanya terdapat 3 pekerja saja yang estimasi tingkat pajanan kebisingannya lebih dari NAB. Hal ini menunjukkan bahwa APT yang digunakan oleh sebagian besar pekerja sudah cukup baik dalam mereduksi tingkat pajanan kebisingan yang diterima pekerja.

6.6. Karakteristik Lama Pajanan Bising per Hari

Tabel 6.10. Distribusi Frekuensi Lama Pajanan Bising per Hari Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Lama Pajanan Bising per Hari	Frekuensi	Persentase (%)
> Median	29	48,3
≤ Median	31	51,7
Total	60	100,0

Dari semua pekerja yang menjadi responden (60), rata-rata lama pajanan bising per hari mereka adalah 1,24 jam dengan nilai median 0,83 jam. Lama pajanan bising per hari terendah adalah 0 jam yang artinya pekerja tidak terpajan kebisingan sama sekali dan terlama 3,6 jam. Berdasarkan tabel 6.10, terlihat bahwa pekerja yang memiliki lama pajanan bising per hari selama lebih dari 0,83 jam berjumlah 29 orang. Jumlah ini sedikit lebih rendah bila dibandingkan dengan pekerja yang memiliki lama pajanan bising per hari selama kurang dari sama dengan 0,83 jam.

6.7. Karakteristik Masa Kerja

Tabel 6.11. Distribusi Frekuensi Masa Kerja Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Masa Kerja	Frekuensi	Persentase (%)
≥5 Tahun	26	43,3
<5 Tahun	34	56,7
Total	60	100,0

Berdasarkan tabel 6.11, dari semua pekerja yang menjadi responden (60), terlihat bahwa pekerja yang memiliki masa kerja lebih dari sama dengan 5 tahun berjumlah 26 orang. Jumlah ini lebih rendah bila dibandingkan dengan pekerja yang memiliki masa kerja kurang dari 5 tahun. Rata-rata masa kerja para pekerja adalah 7,08 tahun, dengan masa kerja terendah 2 tahun dan terlama 27 tahun.

6.8. Karakteristik Usia

Tabel 6.12. Distribusi Frekuensi Usia Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Usia Pekerja	Frekuensi	Persentase (%)
>40 Tahun	15	25,0
≤40 Tahun	45	75,0
Total	60	100,0

Berdasarkan tabel 6.12, dari semua pekerja yang menjadi responden (60), terlihat bahwa sebagian besar pekerja berusia kurang dari sama dengan 40 Tahun, sedangkan pekerja yang berusia lebih dari 40 tahun hanya berjumlah 15 orang.

Rata-rata usia para pekerja adalah 35,55 tahun, dengan usia termuda 26 tahun dan tertua 54 tahun.

6.9. Karakteristik Pemakaian APT

Tabel 6.13. Distribusi Frekuensi Pemakaian APT Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Pemakaian APT	Frekuensi	Persentase (%)
Pemakaian APT Buruk	0	0
Pemakaian APT Baik	59	100,0
Total	59	100,0

Dari semua pekerja yang menjadi responden (60), terdapat 59 pekerja yang memakai APT saat bekerja di area bising, sedangkan 1 pekerja lainnya tidak memakai APT dikarenakan pekerja tersebut tidak pernah bekerja di area kerja yang bising. Berdasarkan tabel 6.13 terlihat bahwa dari 59 pekerja, seluruh pekerja pemakaian APT nya baik. Dibawah ini merupakan tabel yang memperlihatkan jenis APT yang sering digunakan oleh para pekerja.

Tabel 6.14. Distribusi Frekuensi Jenis APT yang Sering Digunakan Responden di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Jenis APT	Frekuensi	Persentase (%)
Sumbat telinga (<i>earplug</i>)	37	62,7
Tutup telinga (<i> earmuff</i>)	4	6,8
Keduanya (<i>earplug</i> dan <i> earmuff</i>)	18	30,5
Lainnya	0	0
Total	59	100,0

Berdasarkan tabel 6.14, dari 59 pekerja yang memakai APT, jenis APT yang paling sering dipakai pekerja adalah sumbat telinga (*earplug*), selanjutnya adalah *earplug* dan *earmuff* dan terakhir adalah tutup telinga (*earmuff*).

6.10. Hubungan Antara Faktor Risiko dan Kejadian Telinga Berdengung

Sebelum menganalisis hubungan antara faktor risiko dan kejadian penurunan pendengaran, peneliti terlebih dahulu menganalisis hubungan antara faktor risiko dan kejadian telinga berdengung yang merupakan efek awal setelah terpajan bisingan yang dapat menjadi gejala awal terjadinya penurunan pendengaran.

Tabel 6.15. Distribusi Responden Berdasarkan Faktor Risiko dan Kejadian Telinga Berdengung di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Variabel	Telinga Berdengung				Total		P-value	OR (95% CI)
	Ya		Tidak		N	%		
	n	%	n	%				
Tingkat Pajanan Bising Efektif								
> NAB	2	66,7%	1	33,3%	3	100,0%	0,278	4,000(0,341-46,951)
≤ NAB	19	33,3%	38	66,7%	57	100,0%		
Lama Pajanan per Hari								
> Median	15	51,7%	14	48,3%	29	100,0%	0,014	4,464(1,412-14,111)
≤ Median	6	19,4%	25	80,6%	31	100,0%		
Masa Kerja								
≥5 Tahun	8	30,8%	18	69,2%	26	100,0%	0,595	0,718(0,243-2,120)
<5 Tahun	13	38,2%	21	61,8%	34	100,0%		
Usia								
>40 Tahun	4	26,7%	11	73,3%	15	100,0%	0,541	0,599(0,164-2,183)
≤40 Tahun	17	37,8%	28	62,2%	45	100,0%		

Berdasarkan tabel 6.15 terlihat bahwa dari beberapa faktor risiko yang ada hanya faktor lama pajanan bising per hari yang memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian telinga berdengung. Terlihat bahwa ada sebanyak 15 orang (51,7%) pekerja yang memiliki lama pajanan bising per hari lebih dari median mengalami telinga berdengung, sedangkan pada pekerja yang memiliki lama pajanan bising per hari kurang dari sama dengan median ada sebanyak 6 orang (19,4%) pekerja mengalami telinga berdengung. Dari hasil uji statistik diperoleh nilai $p=0,014$ ($p<\alpha$) yang berarti bahwa secara statistik terdapat hubungan yang bermakna antara lama pajanan bising per hari dan kejadian telinga berdengung. Dari nilai OR dapat disimpulkan bahwa pekerja yang memiliki lama pajanan bising per hari lebih dari median memiliki risiko 4,464 kali lebih tinggi untuk mengalami telinga berdengung dibandingkan pekerja yang memiliki lama pajanan bising per hari kurang dari sama dengan median.

6.11. Hubungan Antara Tingkat Paparan Kebisingan Pekerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran

Tabel 6.16. Distribusi Responden Berdasarkan Tingkat Paparan Kebisingan Sebelum Memakai APT dan Kejadian Penurunan Pendengaran di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Tingkat Paparan Kebisingan	Status Pendengaran				Total	p-value	OR (95% CI)
	Pendengaran Menurun		Normal				
	n	%	n	%			
> NAB	3	10,7	25	89,3	28	100,0	0,657 1,8 (0,278-11,635)
≤ NAB	2	6,3	30	93,8	32	100,0	
Total	5	8,3	55	91,7	60	100,0	

Berdasarkan tabel 6.16 terlihat bahwa sebelum memakai APT ada sebanyak 3 orang (10,7%) pekerja yang memiliki estimasi tingkat paparan kebisingan lebih dari NAB mengalami penurunan pendengaran, sedangkan pada pekerja yang memiliki estimasi tingkat paparan kebisingan kurang dari sama dengan NAB ada sebanyak 2 orang (6,3%) pekerja mengalami penurunan pendengaran. Dari hasil uji statistik diperoleh nilai $p=0,657$ ($p>\alpha$) yang berarti bahwa secara statistik tidak terdapat hubungan yang bermakna antara estimasi tingkat paparan kebisingan pekerja sebelum memakai APT dan kejadian penurunan pendengaran.

Tabel 6.17. Distribusi Responden Berdasarkan Tingkat Paparan Kebisingan Setelah Memakai APT dan Kejadian Penurunan Pendengaran di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Tingkat Paparan Kebisingan	Status Pendengaran				Total	p-value	OR (95% CI)
	Pendengaran Menurun		Normal				
	n	%	n	%			
> NAB	1	33,3	2	66,7	3	100,0	0,233 6,625(0,489-89,799)
≤ NAB	4	7,0	53	93,0	57	100,0	
Total	5	8,3	55	91,7	60	100,0	

Berdasarkan tabel 6.17 terlihat bahwa setelah memakai APT ada sebanyak 1 orang (33,3%) pekerja yang memiliki estimasi tingkat paparan kebisingan lebih dari NAB mengalami penurunan pendengaran, sedangkan pada pekerja yang memiliki estimasi tingkat paparan kebisingan kurang dari sama dengan NAB ada sebanyak 4 orang (7,0%) pekerja mengalami penurunan pendengaran. Dari hasil uji statistik diperoleh nilai $p=0,233$ ($p>\alpha$) yang berarti bahwa secara statistik tidak

terdapat hubungan yang bermakna antara estimasi tingkat pajanan kebisingan pekerja setelah memakai APT dan kejadian penurunan pendengaran.

6.12. Hubungan Antara Lama Pajanan Bising per Hari dan Kejadian Penurunan Pendengaran

Tabel 6.18. Distribusi Lama Pajanan Bising per Hari (Jam) Pekerja yang Pendengarannya Menurun Dibandingkan Pekerja yang Pendengarannya Normal

Status Pendengaran	n	Mean	SD	T (t-test)	p-value
Pendengaran Menurun	5	0,99	1,54	-0,472	0,639
Normal	55	1,26	1,24		

Tabel 6.19. Distribusi Responden Berdasarkan Lama Pajanan Bising per Hari dan Kejadian Penurunan Pendengaran di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Lama Pajanan Bising per Hari	Status Pendengaran				Total	p-value	OR (95% CI)
	Pendengaran Menurun		Normal				
	n	%	n	%			
> Median	2	6,9	27	93,1	29	100,0	0,691
≤ Median	3	9,7	28	90,3	31	100,0	1,000
Total	5	8,3	55	91,7	60	100,0	4,466)

Rata-rata lama pajanan kebisingan per hari para pekerja yang mengalami penurunan pendengaran adalah 0,99 jam. Berdasarkan tabel 6.19 terlihat bahwa ada sebanyak 2 orang (6,9%) pekerja yang memiliki lama pajanan bising per hari lebih dari median mengalami penurunan pendengaran, sedangkan pada pekerja yang memiliki lama pajanan bising per hari kurang dari sama dengan median ada sebanyak 3 orang (9,7%) pekerja mengalami penurunan pendengaran. Dari hasil uji statistik diperoleh nilai $p=1,000$ ($p>\alpha$) yang berarti bahwa secara statistik tidak terdapat hubungan yang bermakna antara lama pajanan bising per hari dan kejadian penurunan pendengaran.

6.13. Hubungan Antara Masa Kerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran

Tabel 6.20. Distribusi Responden Berdasarkan Masa Kerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Masa Kerja	Status Pendengaran				Total	p-value	OR (95% CI)
	Pendengaran Menurun		Normal				
	n	%	n	%			
≥5 Tahun	3	11,5	23	88,5	26	100,0	0,644 2,087(0,322-13,510)
<5 Tahun	2	5,9	32	94,1	34	100,0	
Total	5	8,3	55	91,7	60	100,0	

Berdasarkan tabel 6.20 terlihat bahwa ada sebanyak 3 orang (11,5%) pekerja yang memiliki masa kerja lebih dari sama dengan 5 tahun mengalami penurunan pendengaran, sedangkan pada pekerja yang memiliki masa kerja kurang dari 5 tahun ada sebanyak 2 orang (5,9%) pekerja mengalami penurunan pendengaran. Dari hasil uji statistik diperoleh nilai $p=0,644$ ($p>\alpha$) yang berarti bahwa secara statistik tidak terdapat hubungan yang bermakna antara masa kerja dan kejadian penurunan pendengaran.

6.14. Hubungan Antara Usia Pekerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran

Tabel 6.21. Distribusi Responden Berdasarkan Usia dan Kejadian Penurunan Pendengaran di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Usia Pekerja	Status Pendengaran				Total	P-value	OR (95% CI)
	Pendengaran Menurun		Normal				
	n	%	n	%			
>40 Tahun	4	26,7	11	73,3	15	100,0	0,012 16 (1,622-157,801)
≤40 Tahun	1	2,2	44	97,8	45	100,0	
Total	5	8,3	55	91,7	60	100,0	

Berdasarkan tabel 6.21 terlihat bahwa ada sebanyak 4 orang (26,7%) pekerja yang berusia lebih dari 40 tahun mengalami penurunan pendengaran, sedangkan pada pekerja yang berusia kurang dari sama dengan 40 tahun ada sebanyak 1 orang (2,2%) pekerja mengalami penurunan pendengaran. Dari hasil uji statistik diperoleh nilai $p=0,012$ ($p<\alpha$) yang berarti bahwa secara statistik terdapat hubungan yang bermakna antara usia pekerja dan kejadian penurunan pendengaran. Dari nilai OR dapat disimpulkan bahwa pekerja yang berusia lebih dari 40 tahun memiliki risiko 16 kali lebih tinggi untuk mengalami penurunan

pendengaran dibandingkan pekerja yang berusia kurang dari sama dengan 40 tahun.

6.15. Hubungan Antara Pemakaian APT dan Kejadian Penurunan Pendengaran

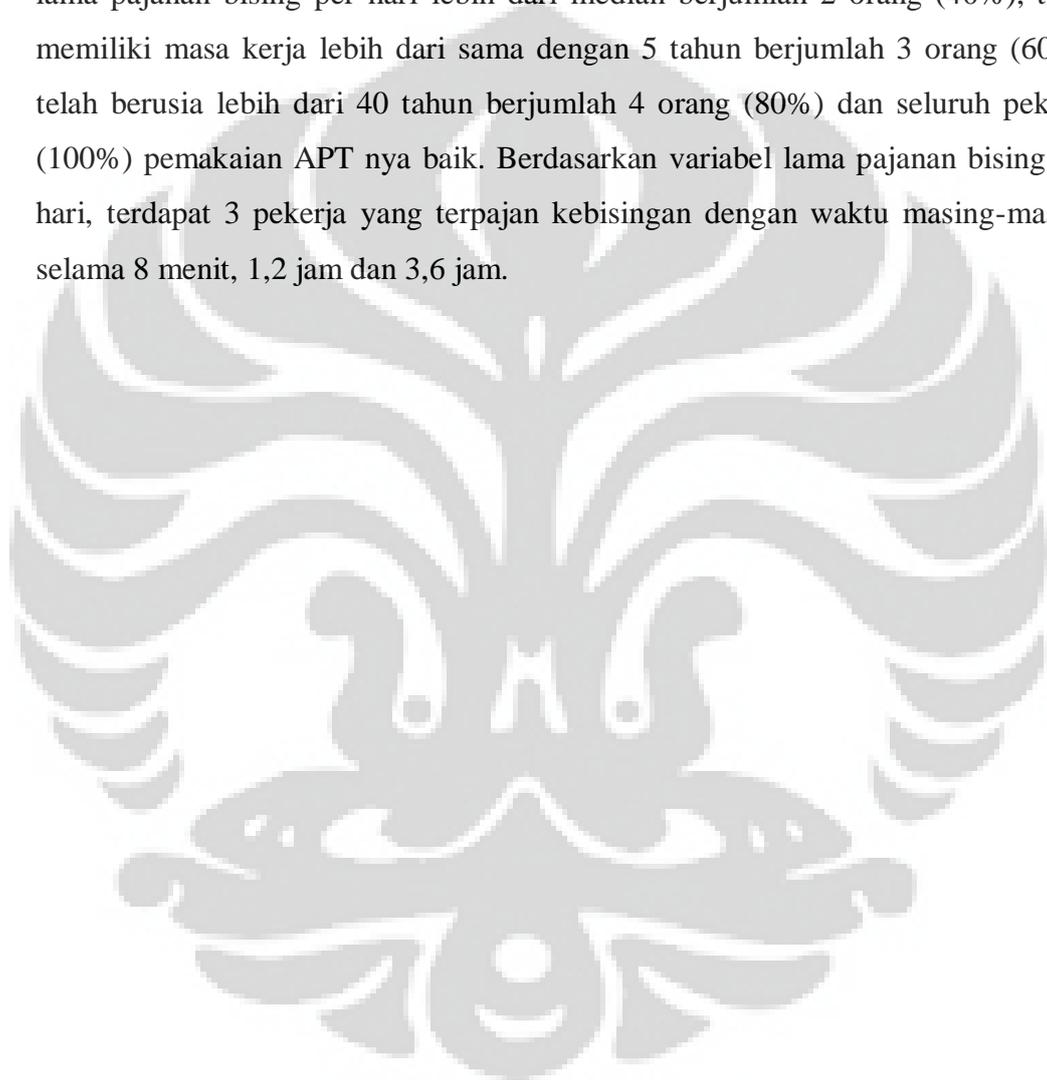
Peneliti tidak dapat melakukan analisis hubungan antara pemakaian APT dan kejadian penurunan pendengaran karena data pemakaian APT yang didapatkan oleh peneliti bersifat homogen, yaitu seluruh pekerja pemakaian APT nya baik sehingga data ini tidak dapat teruji secara statistik menggunakan uji *Chi-Square* (Kai-Kuadrat).

6.16. Karakteristik Responden yang Mengalami Penurunan Pendengaran

Tabel. 6.22. Distribusi Frekuensi Karakteristik Responden yang Mengalami Penurunan Pendengaran di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012 (n=5)

Variabel	Frekuensi	Persentase (%)
Tingkat Pajanan Sebelum Memakai APT		
> NAB	3	60,0
≤ NAB	2	40,0
Tingkat Pajanan Setelah Memakai APT		
> NAB	1	20,0
≤ NAB	4	80,0
Lama Pajanan Bising per Hari		
8 menit	1	20,0
1,2 jam	1	20,0
3,6 jam	1	20,0
Tidak ke area bising	2	40,0
Lama Pajanan Bising per Hari		
> Median	2	40,0
≤ Median	3	60,0
Masa Kerja		
≥5 Tahun	3	60,0
<5 Tahun	2	40,0
Usia Pekerja		
>40 Tahun	4	80,0
≤40 Tahun	1	20,0
Pemakaian APT		
Pemakaian APT buruk	0	0
Pemakaian APT baik	5	100,0

Tabel 6.22 di atas merupakan tabel yang memperlihatkan distribusi frekuensi responden yang mengalami penurunan pendengaran berdasarkan beberapa karakteristik. Dari 5 pekerja yang mengalami penurunan pendengaran, pekerja yang sebelum memakai APT memiliki estimasi tingkat pajanan kebisingan lebih dari NAB berjumlah 3 orang (60%), setelah memakai APT memiliki estimasi tingkat pajanan kebisingan lebih dari NAB berjumlah 1 orang (20%), memiliki lama pajanan bising per hari lebih dari median berjumlah 2 orang (40%), telah memiliki masa kerja lebih dari sama dengan 5 tahun berjumlah 3 orang (60%), telah berusia lebih dari 40 tahun berjumlah 4 orang (80%) dan seluruh pekerja (100%) pemakaian APT nya baik. Berdasarkan variabel lama pajanan bising per hari, terdapat 3 pekerja yang terpajan kebisingan dengan waktu masing-masing selama 8 menit, 1,2 jam dan 3,6 jam.



BAB 7 PEMBAHASAN

7.1. Keterbatasan Penelitian

Berikut merupakan beberapa keterbatasan dari penelitian ini :

1. Pengukuran tingkat kebisingan hanya dilakukan satu kali dan satu titik untuk setiap lokasi pengukuran. Selain itu, aspek *background noise* saat dilakukannya pengukuran pun tidak diperhitungkan.
2. Pengukuran tingkat kebisingan tidak dapat dilakukan dalam satu hari yang sama dikarenakan banyaknya lokasi pengukuran, lokasi pengukuran saling berjauhan dan faktor cuaca yang tidak memungkinkan peneliti untuk melakukan pengukuran.
3. Hasil perhitungan tingkat pajanan kebisingan pekerja hanya merupakan nilai estimasi tingkat pajanan kebisingan. Lamanya pajanan kebisingan yang merupakan salah satu data yang dibutuhkan dalam perhitungan tingkat pajanan tersebut peneliti dapatkan hanya dari informasi para pekerja saja.
4. Terdapat satu variabel data yang bersifat homogen, yaitu data pemakaian APT. Oleh karena itu, peneliti tidak dapat melakukan analisis bivariat untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara pemakaian APT dan kejadian penurunan pendengaran.
5. Peneliti tidak dapat memperoleh *baseline* data atau data awal audiometri para pekerja, sehingga peneliti tidak dapat membandingkan kondisi pendengaran para pekerja saat ini dengan saat awal masuk menjadi pekerja.
6. Hasil audiometri yang digunakan untuk melihat kejadian atau status penurunan pendengaran pekerja bukan merupakan data primer yang didapatkan sendiri oleh peneliti, melainkan merupakan data sekunder hasil pemeriksaan audiometri pekerja tahun 2011 yang telah dilakukan oleh pihak perusahaan.
7. Kelemahan dari desain studi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu desain studi *cross sectional* adalah penelitian ini dilakukan hanya pada satu waktu dan satu kali sehingga tidak ada *follow up*, tidak dapat menggambarkan perkembangan penyakit secara tepat, dapat menggambarkan korelasi namun

tidak dapat menggambarkan hubungan sebab-akibat karena variabel-variabel diteliti pada waktu yang bersamaan dan hasil korelasi antara faktor risiko dengan efeknya pun bersifat lebih lemah bila dibandingkan dengan rancangan penelitian analitik lainnya.

7.2. Pengukuran Tingkat Kebisingan di Area PT. PGE Area Kamojang

Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan untuk mengetahui besarnya tingkat kebisingan yang ada di setiap area kerja. Pengukuran tingkat kebisingan ini dilakukan oleh peneliti secara langsung dengan didampingi oleh pekarya fungsi K3LL. Pengukuran dilakukan saat jam kerja, pada tanggal 20-28 Februari 2012 dan 7-15 Maret 2012 menggunakan *Sound Level Meter* tipe 2 merk Quest dengan tipe SoundPro DL-2. Alat ukur digunakan dengan pengaturan pembobotan (*weighting*) skala A, *response slow* dan *exchange rate* 3 dB. Untuk setiap titik pengukuran, pengukuran dilakukan selama 10 menit dengan *logging rate* setiap 5 detik. Hasil pengukuran tingkat kebisingan dinyatakan dengan nilai L_{eq} yang tertera pada alat ukur. Peneliti melakukan pengukuran baik di area kantor yang cenderung tidak bising maupun di lapangan yang memiliki sumber kebisingan, yaitu area *workshop*, PLTP Unit IV, sumur dan WPS Cikaro. Sumber kebisingan yang ada di seluruh lokasi tempat dilakukannya pengukuran bersifat kontinyu atau terus menerus selama 24 jam.

NAB yang peneliti gunakan sebagai nilai acuan tingkat kebisingan di tempat kerja adalah sesuai dengan yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 13 Tahun 2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja, yaitu 85 dBA. Dari pengukuran yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa area kantor memang tidak termasuk dalam kategori bising karena masih jauh di bawah 85 dBA. Area kerja yang masuk dalam kategori bising antara lain *workshop*, area lokal PLTP Unit IV, area sumur, area sumur saat dilakukan uji produksi dan WPS Cikaro. Dari seluruh area yang masuk dalam kategori bising tersebut, area yang memiliki kebisingan sangat tinggi adalah area sumur, khususnya saat dilakukan kegiatan uji produksi sumur.

Kebisingan di sumur bersumber dari pergerakan uap panas yang mengalir di dalam pipa. Tingkat kebisingan antara sumur satu dengan sumur lainnya tidak

dapat disamakan. Hal ini bergantung pada besarnya kecepatan aliran (*flow*) uap di dalam pipa, tekanan (*pressure*) uap dan ukuran pipa itu sendiri. Semakin besar kecepatan aliran dan tekanan uap serta semakin kecilnya ukuran pipa, maka akan semakin besar tingkat kebisingan yang dihasilkan, begitu pula sebaliknya. Tidak semua sumur menghasilkan kebisingan, karena terdapat pula sumur yang tidak mengalirkan uap melainkan mengalirkan air dan memiliki tekanan yang negatif, yaitu disebut dengan sumur injeksi. Oleh karena itu, tingkat kebisingan di area sumur ada yang kurang dan lebih dari 85 dBA. Tingkat kebisingan di area sumur berkisar antara 51,7-104,8 dBA. Tingkat kebisingan di area sumur yang mencapai 104,8 dBA dihasilkan oleh sumur produksi yang sedang dalam kondisi *bleeding*. *Bleeding* merupakan kegiatan pemanasan sumur produksi yang uapnya sedang tidak dialirkan, oleh karena itu uap di dalam sumur tersebut dikeluarkan dalam jumlah sedikit melalui pipa kecil berdiameter $\frac{1}{2}$ inch sehingga menghasilkan kebisingan yang cukup tinggi.

Selain dari sumur-sumur yang telah produksi, tingkat kebisingan yang sangat penting untuk diperhatikan adalah kebisingan yang bersumber dari kegiatan uji produksi sumur, baik uji datar maupun uji tegak. Uji produksi merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar potensi kandungan dan mutu uap yang ada dalam sumur. Untuk kegiatan uji tegak, kegiatan ini termasuk kegiatan yang jarang dilakukan. Dari data yang didapatkan peneliti, pada tahun 2010 tercatat uji tegak dilakukan sebanyak 2 kali, tahun 2011 sebanyak 2 kali dan tahun 2012 hingga bulan April 2012 sebanyak 4 kali. Frekuensi dilakukannya uji tegak setiap tahunnya tidak sama, hal ini tergantung pada kebutuhan produksi di lapangan. Saat peneliti melakukan pengambilan data, fungsi Operasi & Produksi sedang melakukan kegiatan uji tegak pada sumur KMJ-84 yang baru saja selesai dari proses pengeboran.

Dari hasil pengukuran yang didapatkan dapat dilihat bahwa tingkat kebisingan yang dihasilkan pada kegiatan uji tegak sumur sangat tinggi sekali. Hal ini sangatlah berisiko untuk pendengaran pekerja, karena dengan tingkat kebisingan yang sangat tinggi ini pekerja berada di lokasi dalam waktu yang cukup lama yaitu selama ± 2 jam dengan jarak yang sangat dekat. Pekerja yang ikut serta dalam kegiatan uji tegak ini berjumlah sekitar 15 orang. Jarak pekerja terjauh

dengan sumber bising ini sekitar 10-20 m, yaitu para pengawas dari fungsi Operasi & Produksi, *Engineering*, K3LL dan pihak pengeboran. Sedangkan jarak pekerja terdekat dari sumber bising adalah tepat berada di sumber bising tersebut, yaitu para pekerja fungsi Operasi & Produksi yang bertugas memutar *valve* untuk membuka sumur dan memantau hasil uji tegak ini.

Untuk uji datar, saat peneliti melakukan pengambilan data, fungsi Operasi & Produksi sedang melakukan kegiatan uji datar pada sumur KMJ-79 dan KMJ-84. Tingkat kebisingan saat uji datar pada sumur KMJ-79 adalah 90,8 dBA, sedangkan KMJ-84 adalah 103,9 dBA. Tingkat kebisingan pada sumur KMJ-79 jauh lebih kecil dibandingkan dengan KMJ-84 karena KMJ-79 termasuk sumur yang kecil sehingga kebisingannya pun tidak sebesar KMJ-84. Dilihat dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, tingkat kebisingan pada saat kegiatan uji produksi ini dapat dikatakan sangat tinggi dan sangat berbahaya bagi para pekerja.

Kegiatan uji tegak dengan tingkat kebisingan maksimal hingga mencapai 129,5 dBA dilakukan oleh pekerja selama ± 2 jam, padahal berdasarkan Permenaker No. 13 Tahun 2011, dengan tingkat kebisingan sebesar itu tanpa memakai APT pekerja hanya boleh terpajan selama sekitar 0,88 detik, sedangkan dengan bantuan pemakaian APT secara *double* yaitu *earplug* dan *earmuff*, tingkat kebisingan yang diterima pekerja pun masih tinggi yaitu sebesar 109,5 dBA yang artinya pekerja hanya boleh terpajan selama sekitar 1,5 menit. Untuk uji datar, kegiatan ini biasanya dilakukan 2 kali dalam sebulan selama 10 hari hingga 1 bulan. Dari data yang didapatkan peneliti, pada tahun 2010 tercatat uji datar dilakukan sebanyak 18 kali, tahun 2011 sebanyak 16 kali dan tahun 2012 hingga bulan April 2012 sebanyak 12 kali. Tidak seperti kegiatan uji tegak yang pekerjanya *full* berada di lokasi, pada kegiatan uji datar pekerja berada di lokasi hanya sebentar saja untuk membuka *valve*, kemudian selanjutnya kegiatan tersebut dibiarkan begitu saja sampai dikatakan selesai. Setelah kegiatan uji datar dimulai, untuk selanjutnya pekerja ke lokasi uji datar tersebut hanya beberapa kali saja dan hanya dalam waktu singkat untuk melakukan pengecekan dan pemantauan. Memang kedua kegiatan uji produksi ini tidak secara rutin dilakukan, namun dilihat dari tingkat kebisingannya yang sangat tinggi dan waktu pajanannya pun lama, terutama uji tegak, bukan tidak mungkin hal ini lah yang

menyebabkan kejadian penurunan pendengaran pekerja saat ini atau beberapa waktu kedepan.

Selain area sumur, area yang memiliki tingkat kebisingan tinggi adalah area lokal PLTP Unit IV. Tingkat kebisingan di area lokal PLTP Unit IV berkisar antara 81,4-99,6 dBA. Kebisingan di area ini terutama bersumber dari mesin dan peralatan kerja yang digunakan seperti turbin, generator, pompa, *ejector*, *separator* dan *demister*. Dari beberapa lokasi tempat dilakukannya pengukuran, tingkat kebisingan yang tertinggi berada di area *ejector* yaitu sebesar 99,6 dBA dengan tingkat kebisingan maksimal mencapai 100,3 dBA. *Ejector* merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk menghisap gas-gas yang tidak dapat terkondensasi (*non condensable gases* atau NCGs) di dalam kondensor, seperti misalnya gas H₂S. Penghisapan NCGs ini dilakukan agar kondensor bersih dari tumpukan gas-gas yang tersisa, karena kondensor harus selalu dalam kondisi *vacuum*. Selain itu, NCGs juga harus dihisap karena apabila gas-gas ini masuk ke dalam turbin, hal ini dapat mengurangi efisiensi dari turbin tersebut. Pekerja yang potensial dan rutin terpajan kebisingan setiap hari adalah para Operator Operasi fungsi PLTP Unit IV karena kegiatan mereka setiap harinya adalah melakukan pengecekan rutin pada seluruh peralatan di area lokal PLTP Unit IV yang dapat dikatakan seluruhnya menghasilkan kebisingan.

7.3. Gangguan Pendengaran

7.3.1. Kejadian Telinga Berdengung

Salah satu gejala awal terjadinya penurunan pendengaran adalah telinga terasa berdengung. Berdasarkan kuesioner yang diisi oleh para pekerja, peneliti dapat mengetahui apakah para pekerja merasakan telinganya berdengung atau tidak. Selain itu, peneliti juga dapat mengetahui pekerja dari fungsi kerja apa saja yang merasakan telinganya berdengung, yaitu dari fungsi kerja yang berkaitan dengan bahaya kebisingan atau tidak. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa masih cukup banyak responden yang merasakan telinganya berdengung pada saat atau setelah bekerja di area yang bising, yaitu sebesar 35%. Pekerja yang merasakan telinganya berdengung tersebut paling banyak berasal dari fungsi kerja yang berkaitan dengan bahaya kebisingan, yaitu PLTP Unit IV dan Operasi &

Produksi. Hal ini perlu menjadi perhatian penting mengingat bahwa telinga berdengung merupakan salah satu gejala awal terjadinya penurunan pendengaran yang lama kelamaan nantinya dapat berkembang menjadi penurunan pendengaran yang sebenarnya. Saat ini memang hanya terdapat 5 orang pekerja yang mengalami penurunan ambang dengar rata-rata, namun bukan tidak mungkin bahwa para pekerja yang merasakan telinga berdengung ini nantinya dapat mengalami penurunan pendengaran juga. Oleh karena itu, tetap perlu dilakukan pengendalian atau penanganan pada gejala sekecil atau seringnya apapun.

7.3.2. Kejadian Penurunan Pendengaran

Penurunan pendengaran merupakan suatu keadaan dimana menurunnya kemampuan telinga, baik satu maupun kedua telinga, untuk menangkap suara. Dalam penelitian ini, untuk melihat kejadian atau status penurunan pendengaran pekerja peneliti menggunakan data sekunder berupa hasil pemeriksaan audiometri pekerja tahun 2011 yang telah dilakukan oleh pihak perusahaan. Peneliti menganalisis hasil audiometri pekerja satu per satu untuk menghitung nilai *hearing threshold level* (HTL) rata-rata atau ambang dengar rata-rata yang nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk mengategorikan pekerja yang pendengarannya normal atau menurun. Nilai ambang dengar rata-rata didapatkan dengan cara menjumlahkan nilai ambang dengar pada frekuensi 500, 1000, 2000 dan 3000/4000 Hz kemudian dibagi 4. Berdasarkan standar ISO (Soetirto, 1997), pendengaran dikatakan normal apabila rata-rata ambang dengar pekerja kurang dari sama dengan 25 dB dan pendengaran dikatakan menurun apabila ambang dengar pekerja lebih dari 25 dB.

Dari hasil analisis didapatkan, dari 60 pekerja yang menjadi responden, terdapat 5 pekerja yang pendengarannya menurun, 3 pekerja dari fungsi Operasi & Produksi, 1 orang dari fungsi Layanan Umum dan 1 orang lainnya berasal dari fungsi Keuangan. Berdasarkan standar ISO, terdapat beberapa jenis derajat penurunan pendengaran yaitu normal, penurunan pendengaran ringan, sedang, berat dan sangat berat (Soetirto, 1997). Dari 5 pekerja yang mengalami penurunan pendengaran, terdapat 2 pekerja mengalami penurunan pendengaran derajat sedang dan 3 pekerja mengalami penurunan pendengaran derajat ringan. Dari 5

pekerja yang mengalami penurunan pendengaran, terdapat 1 pekerja yang didiagnosis *suspect* NIHL oleh dokter yang melakukan pemeriksaan audiometri.

Berdasarkan bagian telinga atau sistem pendengaran yang mengalami kerusakan, terdapat dua kategori utama gangguan pendengaran yaitu gangguan pendengaran konduktif dan perseptif (sensorineural) (Malerbi, 1989), selain itu juga terdapat gangguan pendengaran yang bersifat campuran antara konduktif dan sensorineural. Penurunan pendengaran yang diakibatkan oleh pajanan kebisingan adalah termasuk dalam kategori sensorineural. Dari data hasil audiometri yang peneliti kumpulkan, selain gangguan pendengaran yang bersifat sensorineural ternyata terdapat juga pekerja yang mengalami gangguan pendengaran yang bersifat konduktif. Berdasarkan diagnosis dokter, terdapat 2 pekerja yang mengalami gangguan pendengaran konduktif dan keduanya berderajat ringan.

Selain itu, peneliti juga menemukan bahwa walaupun pekerja tersebut nilai rata-rata ambang dengarnya masih dalam kategori normal, namun pekerja tersebut mengalami penurunan ambang dengar pada frekuensi tertentu. Terdapat 1 pekerja yang mengalami penurunan pendengaran ringan pada frekuensi 4000 Hz dan 2 pekerja mengalami penurunan pendengaran pada frekuensi tinggi yaitu frekuensi 4000-8000 Hz. Hal ini tetap harus diperhatikan, karena mungkin saja penurunan pendengaran yang dialami oleh pekerja saat ini juga dapat terjadi pada frekuensi lainnya di masa yang akan datang yang nantinya akan memperparah kondisi pendengaran pekerja.

Terdapat keterbatasan atau kelemahan dari data hasil audiometri yang peneliti gunakan, karena data ini merupakan data sekunder hasil pemeriksaan audiometri yang telah dilakukan oleh pihak perusahaan yang peneliti sendiri tidak mengetahui bagaimana *detail* pelaksanaannya, apakah sesuai atau tidak dengan prosedur pelaksanaan audiometri yang seharusnya. Misalnya dari aspek persiapan pekerja, apabila akan dilakukan pemeriksaan PTS, pekerja tidak boleh terpajan kebisingan yang dapat menimbulkan TTS. Pekerja harus terbebas dari pajanan bising minimal selama 14 jam, sebagai alternatif untuk memastikannya adalah dengan cara pekerja memakai APT selama sebelum pemeriksaan dilakukan (Malerbi, 1989). Hal ini peneliti tanyakan kepada pihak dokter perusahaan, dikatakan bahwa prosedur tersebut sudah dilaksanakan, namun pada

pelaksanaannya hal tersebut tidak dapat disamaratakan kepada setiap pekerja karena waktu pelaksanaannya juga tergantung kepada waktu yang dimiliki masing-masing pekerja, yaitu biasanya pada saat pekerja libur atau tidak ada pekerjaan yang penting dan mendesak sehingga pekerja dapat melakukan pemeriksaan. Oleh karena itu, peneliti tidak dapat memastikan dengan tepat apakah hasil audiometri ini benar-benar menggambarkan kondisi pendengaran pekerja atau mungkin terpengaruh dengan faktor TTS.

Selain dari aspek persiapan pekerja, pemilihan ruangan juga merupakan satu aspek yang penting dalam pelaksanaan audiometri. Selama pemeriksaan berlangsung, di ruangan yang dijadikan tempat pemeriksaan tidak boleh terdapat suara bising dari lingkungan sekitar. Untuk itu, dapat digunakan ruangan/bilik khusus yang kedap suara (*soundproof booth*) (Malerbi, 1989). Suara atau kebisingan ruangan yang dijadikan tempat dilakukannya audiometri tidak boleh melebihi 40 dB. Berdasarkan tanya jawab singkat kepada pekerja mengenai pelaksanaan audiometri, peneliti mendapatkan informasi bahwa saat dilakukannya pemeriksaan, pekerja mengalami sedikit kesulitan untuk mengenali suara yang berasal dari audiometer karena terdapat gangguan suara dari sekitar ruangan tempat dilakukannya pemeriksaan, karena ternyata ruangan yang dijadikan tempat pemeriksaan berdekatan dengan ruang tunggu. Oleh karena itu, peneliti pun tidak dapat memastikan dengan tepat bagaimana prosedur pelaksanaan audiometri yang telah dilakukan.

7.4. Tingkat Paparan Kebisingan Pekerja

Berdasarkan hasil pengukuran tingkat kebisingan di area kerja dan lamanya pekerja berada di area tersebut, maka peneliti menghitung estimasi tingkat paparan kebisingan yang diterima oleh pekerja. Peneliti menghitung estimasi tingkat paparan kebisingan menggunakan rumus 2.1. Berdasarkan hasil perhitungan yang didapat, estimasi tingkat paparan kebisingan para pekerja sebelum memakai APT ada yang melebihi NAB, yaitu pekerja fungsi Operasi & Produksi mencapai 94,3 dBA dan pekerja fungsi PLTP Unit IV mencapai 87,6 dBA.

Pekerja yang estimasi tingkat pajanan kebisingannya tinggi berasal dari fungsi kerja yang berkaitan dengan bahaya kebisingan dimana pada fungsi kerja tersebut para pekerja berpotensi terpajan kebisingan setiap harinya. Untuk pekerja yang berasal dari fungsi kerja selain Operasi & Produksi dan PLTP Unit IV, estimasi tingkat pajanan kebisingannya tidak ada yang melebihi NAB karena memang sehari-hari area kerja yang dikunjungi tidak memiliki tingkat kebisingan yang tinggi. Walaupun sehari-hari area kerja yang dikunjungi memiliki tingkat kebisingan yang tidak tinggi, namun para pekerja tersebut sesekali juga mengunjungi area kerja yang bising tetapi biasanya hanya dalam waktu singkat dan frekuensinya pun jarang.

Sebelum memakai APT terdapat 28 pekerja yang estimasi tingkat pajanan kebisingannya lebih dari NAB dan setelah memakai APT terdapat 3 pekerja yang estimasi tingkat pajanan kebisingannya lebih dari NAB. Hal ini menunjukkan bahwa dengan estimasi tingkat pajanan seperti yang didapatkan peneliti, jenis APT yang dipakai oleh sebagian besar pekerja sudah sesuai dengan tingkat pajanan yang diterimanya dengan syarat APT tersebut dipakai dengan benar. Ada beberapa jenis APT yang saat pemakaian APT tersebut beberapa pekerja masih menerima tingkat pajanan di atas NAB, yaitu *earplug* dengan NRR 25 dan *earmuff* dengan NRR 21 dB. Dengan tingkat pajanan kebisingan sebesar 94,3 dBA, *earplug* dengan NRR 25 hanya sesuai dipakai selama 7,5 jam, sedangkan *earmuff* dengan NRR 21 dB hanya sesuai dipakai selama 5 jam. Pemakaian jenis APT tersebutlah yang memungkinkan pekerja untuk menerima tingkat pajanan lebih dari NAB.

Khusus untuk tingkat kebisingan yang sangat tinggi seperti tingkat kebisingan pada kegiatan uji tegak dapat dikatakan seluruh APT yang ada tidak sesuai untuk dipakai. Kegiatan uji tegak memiliki tingkat kebisingan maksimal hingga mencapai 129,5 dBA, dengan bantuan pemakaian APT secara *double* yaitu *earplug* dan *earmuff*, tingkat kebisingan yang diterima pekerja pun masih tinggi yaitu sebesar 109,5 dBA yang artinya pekerja hanya boleh terpajan selama 1,5 menit. Dosis pajanan bising yang diterima para pekerja saat uji tegak tanpa memakai APT adalah sebesar 2.818.382,9%, sedangkan setelah memakai *double* APT dosis pajanan bising yang diterima pekerja adalah sebesar 28.184%. Dosis

pajanan bising yang diterima pekerja ini dapat dikatakan sangat tinggi dan berbahaya mengingat dosis pajanan bising pekerja yang diperbolehkan yaitu hanya sebesar kurang dari 100%.

7.5. Lama Pajanan Bising per Hari

Rata-rata lama pajanan bising per hari para pekerja adalah 1,24 jam, dengan lama pajanan kebisingan per hari terendah 0 jam yang artinya pekerja tidak terpajan kebisingan sama sekali dan terlama 3,6 jam. Lama pajanan kebisingan per hari seluruh pekerja di PT. PGE Area Kamojang termasuk dalam kategori kurang dari sama dengan 8 jam, oleh karena itu dalam menganalisisnya peneliti mengategorikan data mentah yang ada menjadi dua kategori, yaitu lebih dari median dan kurang dari sama dengan median. Nilai median dari lama pajanan bising per hari para pekerja adalah 0,83 jam. Dari 60 pekerja yang menjadi responden, terdapat 29 pekerja yang memiliki lama pajanan bising per hari selama lebih dari 0,83 jam.

Pekerja yang lama pajanan kebisingan per hari nya terendah yaitu 0 jam adalah pekerja yang berasal dari fungsi-fungsi kerja yang tidak memiliki bahaya kebisingan, sedangkan pekerja dengan lama pajanan kebisingan per hari nya terlama adalah pekerja dari fungsi Operasi & Produksi diikuti oleh pekerja dari fungsi PLTP Unit IV. Untuk beberapa pekerja dari fungsi Operasi & Produksi, dikarenakan kegiatan kerja mereka sangat *mobile*, area kerjanya luas dan tidak dapat dipastikan rutin seperti itu setiap harinya maka data lama pajanan kebisingan mereka adalah rata-rata lama pajanan bising selama satu minggu kerja.

Lama pajanan bising per hari para pekerja yang menjadi responden ini tergolong rendah/kecil, hal ini dikarenakan kegiatan para pekerja tersebut jika dihitung memang lebih dominan berada di area kantor daripada di lapangan. Selain itu, beberapa data yang peneliti gunakan merupakan data rata-rata lama pajanan kebisingan pekerja selama satu minggu kerja, karena dalama satu minggu kerja pekerja tidak rutin setiap hari ke area kerja yang bising, sehingga saat dirata-ratakan selama satu minggu kerja hasil rata-rata lama pajanan kebisingannya pun menjadi rendah/kecil. Bila dibandingkan dengan para pekerja, sebenarnya individu yang lebih sering atau terbilang rutin setiap hari bekerja di lapangan dan

berpotensi terpajan kebisingan adalah para pekerja *outsourcing* atau biasa disebut dengan para pekarya. Walaupun para pekerja tidak rutin bekerja di area bising dan waktunya pun terbilang sebentar, namun perlu diperhatikan bahwa para pekerja berpotensi terpajan tingkat pajanan kebisingan yang sangat tinggi. Seperti yang terjadi pada kegiatan uji tegak, tingkat kebisingan pada kegiatan tersebut maksimal hingga mencapai 129,5 dBA.

7.6. Masa Kerja

Dari data mentah yang ada, peneliti mengategorikan variabel masa kerja menjadi dua kategori, yaitu lebih dari sama dengan 5 tahun dan kurang dari 5 tahun. Penentuan titik potong ini didasarkan pada teori yang menyatakan bahwa penurunan pendengaran pada pekerja yang terpajan bising biasanya terjadi setelah masa kerja 5 tahun atau lebih (Soetirto, 1997). Dari hasil analisis didapatkan, dari 60 pekerja yang menjadi responden, pekerja yang memiliki masa kerja lebih dari sama dengan 5 tahun ada sebanyak 26 pekerja. Masa kerja terendah dan terlama yang dimiliki oleh para pekerja adalah 2 tahun dan 27 tahun.

Seluruh pekerja yang menjadi responden telah memiliki masa kerja lebih dari sama dengan 1 tahun. Hal ini dikarenakan kriteria inklusi yang peneliti gunakan dalam penelitian ini adalah pekerja yang dapat dijadikan sampel penelitian merupakan pekerja yang telah memiliki hasil pemeriksaan audiometri di perusahaan, sedangkan perusahaan melakukan pemeriksaan audiometri dimulai dari tahun pertama terhitung sebagai pekerja. Jadi, sudah pasti pekerja yang telah memiliki hasil pemeriksaan audiometri adalah pekerja yang sudah bekerja di perusahaan selama lebih dari sama dengan 1 tahun. Masa kerja yang dimaksud dalam penelitian ini adalah lamanya pekerja bekerja di PT. PGE Area Kamojang terhitung semenjak awal terdaftar menjadi pekerja hingga saat pengambilan data dilakukan, jadi data ini tidak hanya menggambarkan masa kerja di area bising saja.

7.7. Usia Pekerja

Dari data mentah yang ada, peneliti mengategorikan variabel usia pekerja menjadi dua kategori, yaitu lebih dari 40 tahun dan kurang dari sama dengan 40

tahun. Penentuan titik potong ini didasarkan pada terdapatnya faktor penyebab umum yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan pendengaran terkait usia, yaitu *presbycusis*. *Presbycusis* diasumsikan dapat menyebabkan kenaikan ambang dengar 0,5 dB setiap tahun, dimulai dari usia 40 tahun (Djojodibroto,1999). Dari hasil analisis didapatkan, dari 60 pekerja yang menjadi responden, pekerja yang berusia lebih dari 40 tahun ada sebanyak 15 orang. Rata-rata usia dari seluruh responden dalam penelitian ini adalah 35,55 tahun.

Dibandingkan dengan pekerja yang berusia lebih dari 40 tahun, pekerja yang berusia kurang dari sama dengan 40 tahun jumlahnya lebih banyak. Hal ini terjadi dikarenakan setiap tahunnya pihak perusahaan selalu membuka penerimaan pekerja baru yang bila dilihat dari persyaratan usia memang pekerja yang boleh mengikutinya adalah pekerja yang masih berusia muda. Penerimaan pekerja yang masih berusia muda ini dilakukan lebih sering bila dibandingkan penerimaan pekerja yang sudah berpengalaman yang biasanya sudah berusia lebih tua atau lebih dari 40 tahun. Oleh karena itu, tentunya jumlah pekerja yang berusia kurang dari sama dengan 40 tahun jumlahnya lebih banyak daripada pekerja yang berusia lebih dari 40 tahun.

7.8. Pemakaian APT

Pemakaian APT merupakan cara terakhir dalam hirarkhi pengendalian kebisingan yang dapat dilakukan di tempat kerja, dengan syarat APT tersebut dipakai secara disiplin, baik dan benar oleh pekerja. Peneliti mengategorikan variabel pemakaian APT menjadi dua kategori, yaitu pemakaian APT buruk dan pemakaian APT baik. Pemakaian APT dikatakan buruk apabila pekerja kadang-kadang memakai atau tidak pernah memakai APT saat bekerja di area yang bising, sedangkan pemakaian APT dikatakan baik apabila pekerja selalu memakai APT saat bekerja di area yang bising.

Dari hasil analisis didapatkan, dari 60 pekerja yang menjadi responden, terdapat 59 pekerja yang memakai APT saat bekerja di area bising, sedangkan 1 pekerja lainnya tidak memakai APT dikarenakan pekerja tersebut tidak pernah bekerja di area kerja yang bising. Berdasarkan keterangan dari pekerja yang bersangkutan, selama ini beliau tidak pernah ke area kerja yang bising karena

memang aktivitas kerjanya selalu berada di area kantor saja. Hal ini membuat peneliti menyimpulkan bahwa data hasil penelitian pemakaian APT adalah seluruh pekerja selalu memakai APT saat bekerja di area yang bising. Oleh karena itu, data pemakaian APT yang didapatkan oleh peneliti adalah data yang bersifat homogen, yaitu seluruh responden pemakaian APT nya baik.

Terdapat beberapa jenis APT yang disediakan oleh pihak perusahaan, yaitu berupa *earplug* dan *earmuff*. Dari semua pekerja yang memakai APT, jenis APT yang paling sering dipakai pekerja adalah sumbat telinga (*earplug*), selanjutnya adalah *earplug* dan *earmuff* dan terakhir adalah tutup telinga (*earmuff*). Untuk *earplug*, terdapat dua jenis *earplug* yang disediakan, yaitu jenis *formable* yang terbuat dari *foam* dan jenis *premolded 3-flanged*. Berdasarkan tanya jawab singkat kepada pekerja, dari dua jenis *earplug* yang disediakan, pekerja lebih suka untuk memakai *earplug* dengan jenis *formable* yang terbuat dari *foam* dengan alasan *earplug* tersebut terasa lebih lembut untuk dipakai dibandingkan dengan *earplug* jenis *premolded 3-flanged* yang membuat telinga terasa sakit setelah selesai dipakai. Pilihan yang diambil pekerja ini termasuk baik dikarenakan *earplug* yang paling sering dan banyak dipakai pekerja adalah *earplug* dengan NRR terbesar dibandingkan APT lain yang disediakan, yaitu 33 dB.

7.9. Hubungan Antara Faktor Risiko dan Kejadian Telinga Berdengung

Dari beberapa faktor risiko yang ada hanya faktor lama pajanan bising per hari yang memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian telinga berdengung. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari 21 pekerja yang mengalami telinga berdengung, 15 pekerja memiliki lama pajanan bising per hari lebih 0,83 jam dan 6 pekerja lainnya memiliki lama pajanan bising per hari kurang dari sama dengan 0,83 jam. Artinya, proporsi kejadian telinga berdengung pada pekerja yang memiliki lama pajanan bising per hari lebih dari median lebih besar daripada proporsi kejadian telinga berdengung pada pekerja yang memiliki lama pajanan bising per hari kurang dari sama dengan median. Hasil uji statistik juga menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara lama pajanan bising per hari dan kejadian telinga berdengung. Hal ini sesuai dengan teori yang

ada yang menyatakan bahwa semakin lama pajanan bising per hari maka semakin besar risiko untuk mengalami telinga berdengung.

Kejadian telinga berdengung merupakan tahap awal dari kejadian penurunan pendengaran yang biasanya terjadi langsung setelah terpajan kebisingan (akut), sehingga kejadian telinga berdengung ini lebih dipengaruhi oleh faktor kebisingan itu sendiri yaitu faktor tingkat pajanan bising yang diterima dan lama pajanan bising per hari, sedangkan faktor risiko yang lain tidak terlalu mempengaruhinya. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara lama pajanan bising per hari dan kejadian telinga berdengung, namun untuk faktor tingkat pajanan bising memang tidak menunjukkan adanya hubungan yang bermakna.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor tingkat pajanan bising yang diterima pekerja tidak memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian telinga berdengung. Selain itu, dari 21 pekerja yang mengalami telinga berdengung sebagian besar jumlahnya (19 pekerja) juga berasal dari kelompok pekerja yang memiliki tingkat pajanan kebisingan yang kurang dari sama dengan NAB. Hal yang tidak sejalan dengan teori ini dapat terjadi mungkin dikarenakan walaupun tingkat pajanan kebisingan yang diterima pekerja masih berada di bawah NAB, namun tingkat pajanan kebisingan tersebut sudah dapat memberikan efek kepada pendengaran para pekerja. Hal lain yang mungkin menjadi penjelasan bahwa hasil penelitian ini tidak sejalan dengan teori yang ada adalah tingkat pajanan yang dihitung peneliti merupakan nilai estimasi saja dan peneliti menghitungnya pun tidak menggunakan *noise dosimeter*. Selain itu, tingkat pajanan yang sangat tinggi yang diterima pekerja saat kegiatan uji tegak pun peneliti tidak ikut sertakan. Belum lagi kemungkinan hadirnya faktor ketidaksesuaian atau ketidakdisiplinan pemakaian APT. Perhitungan tingkat pajanan kebisingan yang diterima pekerja setelah memakai APT yang peneliti dapatkan ini hanya merupakan nilai estimasi dengan anggapan bahwa memang benar semua pekerja selalu memakai APT seperti yang mereka isi dalam kuesioner. Nilai ini mungkin saja tidak sesuai dengan kondisi di lapangan apabila ternyata sebenarnya para pekerja tidak selalu memakai APT dengan sesuai dan disiplin. Hal-hal seperti yang telah disebutkan di atas bisa saja membuat hasil tingkat pajanan kebisingan yang diterima pekerja

yang peneliti dapatkan kurang dari sama dengan NAB ternyata sebenarnya lebih dari NAB yang efeknya akan membuat para pekerja merasa telinganya berdengung.

7.10. Hubungan Antara Tingkat Paparan Kebisingan Pekerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran

Peneliti melakukan dua kali analisis untuk melihat hubungan antara tingkat paparan kebisingan dan kejadian penurunan pendengaran, yaitu dengan menganalisis tingkat paparan kebisingan sebelum pekerja memakai APT dan setelah memakai APT. Dari hasil analisis didapatkan, sebelum pekerja memakai APT terdapat 28 pekerja yang memiliki estimasi tingkat paparan kebisingan lebih dari NAB. Data ini menunjukkan bahwa sebelum memakai APT, masih cukup banyak pekerja yang memiliki tingkat paparan kebisingan lebih dari NAB, yaitu sebanyak 45% dari seluruh total pekerja yang menjadi responden.

Sebelum memakai APT, dari 5 pekerja yang mengalami penurunan pendengaran, 3 pekerja memiliki estimasi tingkat paparan kebisingan lebih dari NAB dan 2 pekerja lainnya memiliki estimasi tingkat paparan kebisingan kurang dari sama dengan NAB. Data ini menunjukkan bahwa proporsi kejadian penurunan pendengaran pada pekerja yang memiliki estimasi tingkat paparan kebisingan lebih dari NAB lebih besar daripada proporsi kejadian penurunan pendengaran pada pekerja yang memiliki estimasi tingkat paparan kebisingan kurang dari sama dengan NAB, namun secara statistik memang hal ini tidak bermakna karena *p-value* yang didapatkan lebih besar dari 0,05.

Secara statistik memang hal ini tidak bermakna, namun bila dilihat dari jumlah proporsi pekerja hal ini sesuai dengan teori yang ada yang menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat paparan kebisingan yang diterima pekerja maka semakin tinggi pula risiko pekerja tersebut untuk mengalami penurunan pendengaran. Hal ini terbukti dari pekerja yang mengalami penurunan pendengaran lebih banyak berasal dari pekerja yang memiliki tingkat paparan kebisingan lebih dari NAB.

Untuk analisis data tingkat paparan kebisingan setelah pekerja memakai APT, dari 5 pekerja yang mengalami penurunan pendengaran, 1 pekerja memiliki estimasi tingkat paparan kebisingan lebih dari NAB, sedangkan 4 pekerja lainnya

memiliki estimasi tingkat pajanan kebisingan kurang dari sama dengan NAB. Walaupun dari 5 pekerja yang mengalami penurunan pendengaran hanya 1 pekerja yang memiliki tingkat pajanan kebisingan lebih dari NAB, namun bila dianalisis secara keseluruhan dengan pekerja yang pendengarannya normal maka didapatkan hasil bahwa proporsi kejadian penurunan pendengaran pada pekerja yang memiliki estimasi tingkat pajanan kebisingan lebih dari NAB (33,3%) lebih besar daripada proporsi kejadian penurunan pendengaran pada pekerja yang memiliki estimasi tingkat pajanan kebisingan kurang dari sama dengan NAB (7,0%). Namun sekali lagi, secara statistik memang hal ini tidak bermakna karena *p-value* yang didapatkan lebih besar dari 0,05.

Dari 5 pekerja yang mengalami penurunan pendengaran memang hanya 1 pekerja yang memiliki tingkat pajanan lebih dari NAB, selain itu secara statistik hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara estimasi tingkat pajanan kebisingan pekerja dan kejadian penurunan pendengaran. Hal ini mungkin memang tidak sejalan dengan teori yang ada yang menyatakan bahwa terdapat hubungan antara tingkat pajanan kebisingan dan kejadian penurunan pendengaran yang biasanya penurunan pendengaran lebih banyak terjadi pada pekerja yang memiliki tingkat pajanan lebih dari NAB. Hasil dari penelitian yang tidak sejalan dengan teori yang ada ini mungkin dikarenakan tingkat pajanan yang dihitung peneliti merupakan nilai estimasi saja dan peneliti menghitungnya pun tidak menggunakan *noise dosimeter* yang seharusnya lebih cocok untuk digunakan bagi para pekerja dengan jenis aktivitas yang sangat *mobile* dan tidak dapat dipastikan monoton seperti itu setiap harinya seperti para pekerja yang ada di PT. PGE Area Kamojang ini. Selain itu, tingkat pajanan yang diterima pekerja saat kegiatan uji tegak pun peneliti tidak ikut sertakan karena kegiatan uji tegak ini bukan merupakan kegiatan yang rutin dilakukan. Peneliti hanya menghitung estimasi tingkat pajanan kebisingan dari hasil kegiatan kerja yang hampir setiap hari rutin dilakukan oleh para pekerja. Khususnya untuk pekerja fungsi Operasi & Produksi, uji tegak memang termasuk kegiatan yang jarang dilakukan, namun dari hasil perhitungan yang dilakukan oleh peneliti, tingkat pajanan kebisingan dari kegiatan inilah yang merupakan faktor risiko utama yang menyebabkan para pekerja mengalami penurunan pendengaran karena

tingkat kebisingan yang diterima pekerja dari kegiatan uji tegak ini sangat tinggi sekali.

Dalam teori dinyatakan bahwa semakin rendah tingkat pajanan kebisingan, maka semakin rendah pula risiko terjadinya penurunan pendengaran. Namun yang terjadi disini adalah hal sebaliknya, yaitu jumlah pekerja yang mengalami penurunan pendengaran lebih banyak berasal dari pekerja yang memiliki tingkat pajanan kebisingan kurang dari sama dengan NAB. Salah satu hal yang mungkin mempengaruhi kejadian ini adalah faktor usia pekerja. Seperti diketahui bahwa semakin bertambahnya usia, fungsi organ pendengaran manusia akan menurun. Jadi, walaupun tingkat pajanan yang diterima pekerja kurang dari NAB, namun apabila pekerja tersebut sudah memasuki usia yang menyebabkan menurunnya fungsi pendengaran, tingkat pajanan kebisingan yang diterima pekerja tersebut akan memberikan dampak yang lebih serius daripada biasanya. Pada bagian analisis hubungan antara usia pekerja dan kejadian penurunan pendengaran dapat dilihat bahwa 80% pekerja yang mengalami penurunan pendengaran sudah berusia lebih dari 40 tahun. Maka mungkin saja memang faktor usia inilah yang mempengaruhi penurunan sensitifitas pendengaran para pekerja dan menyebabkan lebih mudahnya pekerja untuk mengalami penurunan pendengaran walaupun pekerja tersebut hanya menerima tingkat pajanan kebisingan yang kurang dari sama dengan NAB. Terlebih lagi ditambah dengan kemungkinan hadirnya faktor ketidaksesuaian atau ketidakdisiplinan pemakaian APT yang tidak dapat peneliti observasi secara mendalam terhadap para pekerja. Perhitungan tingkat pajanan kebisingan yang diterima pekerja setelah memakai APT yang peneliti dapatkan ini hanya merupakan nilai estimasi dengan anggapan bahwa memang benar semua pekerja selalu memakai APT seperti yang mereka isi dalam kuesioner. Nilai ini mungkin saja tidak sesuai dengan kondisi di lapangan apabila ternyata sebenarnya para pekerja tidak selalu memakai APT dengan sesuai dan disiplin yang pada akhirnya ternyata menyebabkan tingkat pajanan kebisingan yang mereka terima adalah lebih dari NAB.

7.11. Hubungan Antara Lama Paparan Bising per Hari dan Kejadian Penurunan Pendengaran

Untuk menganalisis hubungan antara lama paparan bising per hari dan kejadian penurunan pendengaran, peneliti melakukan dua analisis yaitu menggunakan uji statistik *t-test* dan *chi square*. Setelah dilakukan uji statistik *t-test* didapatkan rata-rata lama paparan kebisingan per hari 5 pekerja yang pendengarannya menurun adalah 0,99 jam. Nilai $p=1,000$ menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara rata-rata lama paparan bising per hari pekerja yang pendengarannya menurun dibandingkan pekerja yang pendengarannya normal.

Berdasarkan data yang didapatkan, dari 5 pekerja yang mengalami penurunan pendengaran, 2 pekerja memiliki lama paparan bising per hari lebih dari median dan 3 pekerja lainnya memiliki lama paparan bising per hari kurang dari sama dengan median. Artinya, proporsi kejadian penurunan pendengaran pada pekerja yang memiliki lama paparan bising per hari kurang dari sama dengan median lebih besar daripada proporsi kejadian penurunan pendengaran pada pekerja yang memiliki lama paparan bising per hari lebih dari median. Namun hal ini tidak bermakna secara statistik.

Teori yang ada menyatakan bahwa efek kebisingan yang dialami pekerja akan sebanding dengan lama paparan bisingnya, semakin lama pekerja terpapar bising maka akan semakin besar risiko pekerja tersebut untuk mengalami penurunan pendengaran. Namun, data yang ada memperlihatkan bahwa rata-rata lama paparan kebisingan per hari pekerja yang mengalami penurunan pendengaran lebih kecil daripada pekerja yang pendengarannya normal dan kejadian penurunan pendengarannya pun lebih banyak terjadi pada pekerja yang memiliki lama paparan bising per hari kurang dari sama dengan median.

Hal yang tidak sejalan dengan teori yang ada ini terjadi karena untuk pekerja yang mengalami penurunan pendengaran yang berasal dari fungsi kerja yang terdapat bahaya kebisingan, walaupun lama paparan yang diterima pekerja hanya sebentar, namun intensitas kebisingan yang memapar pekerja tersebut dapat dikatakan cukup intensif untuk mengakibatkan penurunan pendengaran, khususnya bagi pekerja fungsi Operasi & Produksi yang juga menerima paparan

kebisingan sangat tinggi dari kegiatan uji produksi. Perlu diingat bahwa tingkat pajanan yang diterima oleh pekerja tidak dapat dipisahkan dari dua faktor utama, yaitu lama pajanan dan tingkat kebisingan yang memajan, sehingga saat lama pajanan dikalikan dengan tingkat kebisingan yang tinggi, maka hasil akhir tingkat pajanan kebisingan yang diterima pekerja akan tinggi juga walaupun lama pajanannya hanya dalam waktu singkat. Dengan tingkat pajanan yang tinggi inilah risiko pekerja untuk mengalami penurunan pendengaran menjadi lebih besar.

Untuk kejadian penurunan pendengaran pada pekerja yang tidak terpajan kebisingan saat bekerja, kejadian penurunan pendengaran tersebut kemungkinan lebih dikarenakan faktor usia. Hal ini dapat dilihat pada bagian hasil analisis mengenai hubungan antara usia pekerja dan kejadian penurunan pendengaran. Pada bagian tersebut dapat dilihat bahwa 80% dari pekerja yang mengalami penurunan pendengaran sudah berusia lebih dari 40 tahun, dimana pada usia tersebut seseorang lebih berisiko untuk mengalami penurunan pendengaran.

7.12. Hubungan Antara Masa Kerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran

Berdasarkan data yang didapatkan, dari 5 pekerja yang mengalami penurunan pendengaran, 3 pekerja memiliki masa kerja lebih dari sama dengan 5 tahun dan 2 pekerja lainnya memiliki masa kerja kurang dari 5 tahun. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai $p=0,644$ ($p>\alpha$), yang berarti bahwa secara statistik tidak terdapat hubungan yang bermakna antara masa kerja dan kejadian penurunan pendengaran. Teori yang ada menyatakan bahwa semakin lama waktu pekerja terpajan bising yang artinya semakin lama masa kerjanya, maka semakin besar pula risiko pekerja untuk mengalami penurunan pendengaran. Walaupun hal ini tidak terbukti secara statistik, namun bila dilihat dari data yang ada terbukti bahwa proporsi kejadian penurunan pendengaran pada pekerja yang memiliki masa kerja lebih dari sama dengan 5 tahun lebih besar daripada proporsi kejadian penurunan pendengaran pada pekerja yang memiliki masa kerja kurang dari 5 tahun.

Tidak terdapatnya hubungan yang bermakna secara statistik antara masa kerja dan kejadian penurunan pendengaran mungkin terjadi dikarenakan definisi masa kerja yang digunakan dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini masa kerja yang

digunakan tidak hanya lamanya pekerja bekerja di fungsi yang memiliki bahaya kebisingan saja, namun lamanya pekerja bekerja di PT. PGE Area Kamojang terhitung semenjak awal terdaftar menjadi pekerja hingga saat pengambilan data dilakukan. Terdapat pekerja yang masa kerjanya lama, namun ternyata pekerja tersebut hanya bekerja di fungsi kerja yang tidak memiliki potensi bahaya kebisingan. Di sisi lain, terdapat pekerja yang masa kerjanya baru sebentar, namun ternyata pekerja tersebut berada di fungsi kerja yang menyebabkan pekerja tersebut terpajan kebisingan setiap harinya. Untuk itu, peneliti mencoba menganalisisnya pada masing-masing individu pekerja yang mengalami penurunan pendengaran.

Tabel 7.1. Masa Kerja Responden yang Mengalami Penurunan Pendengaran di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Responden	Masa Kerja di PT. PGE Area Kamojang		Masa Kerja di Tempat Lain yang Memiliki Bahaya Kebisingan
	Di Fungsi Kerja Terkait Kebisingan	Di Fungsi Kerja Tidak Terkait Kebisingan	
1	2 Tahun	-	26 Tahun
2	5 Tahun	12 Tahun	-
3	4 Tahun	6 Tahun	-
4	-	7 Tahun	-
5	-	2 Tahun	-

Dari 3 pekerja yang masa kerjanya lebih dari sama dengan 5 tahun, 1 pekerja memang sudah bekerja selama 5 tahun di fungsi kerja yang memiliki bahaya kebisingan, 1 pekerja sudah bekerja selama 4 tahun di fungsi kerja yang memiliki bahaya kebisingan dan 1 pekerja lainnya tidak pernah bekerja di fungsi kerja yang memiliki bahaya kebisingan. Sedangkan dari 2 pekerja yang masa kerjanya kurang dari 5 tahun, 1 pekerja tidak pernah bekerja di fungsi kerja yang memiliki bahaya kebisingan dan 1 pekerja lainnya walaupun pekerja ini baru selama 2 tahun bekerja di PT. PGE Area Kamojang di fungsi kerja yang memiliki bahaya kebisingan, namun pekerja ini sudah pernah bekerja selama 26 tahun di tempat lain yang memiliki bahaya kebisingan dan pekerja tersebut mengatakan bahwa beliau terpajan kebisingan dengan frekuensi yang sangat sering pada saat dulu bekerja di tempat lain tersebut. Dengan demikian, apabila dilakukan analisis pada masing-masing individu pekerja yang mengalami penurunan pendengaran, dapat

disimpulkan bahwa penurunan pendengaran yang dialami pekerja ada hubungannya dengan masa kerja di area bising, baik masa kerja di dalam atau luar PT. PGE Area Kamojang, namun hal ini hanya terjadi untuk beberapa pekerja saja.

7.13. Hubungan Antara Usia Pekerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran

Usia merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan pendengaran, namun faktor ini bukan merupakan faktor yang terkait langsung dengan kebisingan di tempat kerja karena faktor usia ini merupakan faktor intrinsik yang berasal dari dalam diri pekerja sendiri. Sebenarnya faktor usia sendiri sudah cukup menjadi salah satu faktor penyebab penurunan pendengaran dikarenakan semakin bertambahnya usia, fungsi-fungsi dari organ pendengaran pekerja akan mengalami penurunan. Seperti yang umumnya diketahui, penyebab paling umum terjadinya penurunan pendengaran terkait usia adalah *presbycusis* yang biasanya mulai terjadi pada usia 40 tahun.

Berdasarkan data yang didapatkan, dari 5 pekerja yang mengalami penurunan pendengaran, 4 pekerja berusia lebih dari 40 tahun dan 1 pekerja lainnya berusia kurang dari sama dengan 40 tahun. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai $p=0,012$ ($p<\alpha$), maka dapat disimpulkan bahwa secara statistik terdapat hubungan yang bermakna antara usia pekerja dan kejadian penurunan pendengaran. Hal ini sesuai dengan teori yang ada yang menyatakan bahwa semakin bertambahnya usia maka semakin besar risiko untuk mengalami penurunan pendengaran.

Dalam penelitian ini terbukti bahwa proporsi kejadian penurunan pendengaran pada pekerja yang berusia lebih dari 40 tahun lebih besar daripada proporsi kejadian penurunan pendengaran pada pekerja yang berusia kurang dari sama dengan 40 tahun. Hasil yang didapat pada penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Indah Fitria Sari pada tahun 2004 mengenai gambaran faktor-faktor yang berhubungan dengan penurunan pendengaran pada penyelam teknik bawah air Pertamina Jakarta dan penelitian yang dilakukan oleh Afriman Djafri pada tahun 2005 mengenai hubungan tingkat pajanan kebisingan

dengan keluhan pendengaran di PT. Denso Indonesia (Sari, 2004 dan Djafri, 2005).

Untuk melihat adakah faktor lain yang bersama-sama dengan faktor usia menyebabkan penurunan pendengaran, peneliti mencoba untuk menghitung rata-rata ambang dengar 4 pekerja yang berusia lebih dari 40 tahun yang mengalami penurunan pendengaran setelah dikoreksi dengan mengurangi 0,5 dB setiap tahunnya dimulai dari usia 40 tahun.

Tabel 7.2. Rata-rata Ambang Dengar Responden yang Mengalami Penurunan Pendengaran Sebelum dan Setelah Dikoreksi Faktor Usia di PT. PGE Area Kamojang Tahun 2012

Responden	Usia	Rata-rata Ambang Dengar (dB)			
		Sebelum Dikoreksi		Setelah Dikoreksi	
		Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
1.	52 Tahun	41,25	26,25	35,25	20,25
2.	53 Tahun	33,75	46,25	27,25	39,75
3.	53 Tahun	28,75	30	22,25	23,5
4.	46 Tahun	26,25	-	23,25	-

Perhitungan yang telah dilakukan diatas menunjukkan bahwa untuk responden 1 dan 2, setelah dilakukan koreksi ternyata rata-rata ambang dengarnya masih lebih dari 25 dB. Hal ini berarti bahwa penurunan pendengaran yang dialami 2 responden tersebut saat ini bukan hanya karena faktor usia saja, namun juga ada kontribusi faktor risiko lainnya. Bila dilihat dari fungsi kerjanya, responden 1 dan 2 saat ini berada di fungsi kerja yang berkaitan dengan bahaya kebisingan, bahkan kebisingan yang sangat tinggi. Hasil ini juga sejalan dengan faktor masa kerja seperti yang telah dijelaskan di bagian atas sebelumnya, yaitu responden 1 dan 2 ini adalah responden yang memiliki riwayat masa kerja terkait dengan bahaya kebisingannya lebih dari sama dengan 5 tahun, baik di dalam maupun luar PT. PGE Area Kamojang. Hal ini menunjukkan bahwa faktor pajanan kebisingan, masa kerja terkait dengan bahaya kebisingan dan usia pekerja bersama-sama mempengaruhi kejadian penurunan pendengaran kedua responden tersebut.

7.14. Hubungan Antara Pemakaian APT dan Kejadian Penurunan Pendengaran

Peneliti tidak dapat melakukan analisis hubungan antara pemakaian APT dan kejadian penurunan pendengaran karena data pemakaian APT yang didapatkan oleh peneliti bersifat homogen, yaitu dalam pengisian kuesioner seluruh pekerja menjawab mereka selalu memakai APT saat bekerja di area yang bising. Data yang homogen ini dapat terjadi karena memang benar pekerja selalu memakainya atau mungkin karena ada rasa takut pekerja dalam pengisian kuesioner, sehingga pekerja tidak mengisi keadaan sebenarnya di tempat kerja. Oleh karena itu, data homogen yang peneliti dapatkan ini mungkin benar sesuai dengan keadaan di tempat kerja atau mungkin juga tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya di tempat kerja.

Apabila data yang didapatkan peneliti ini benar bahwa semua pekerja selalu memakai APT saat bekerja di area yang bising, namun masih terdapat juga pekerja yang mengalami penurunan pendengaran, hal ini dapat terjadi mungkin dikarenakan kesalahan atau ketidaksesuaian pemakaian APT oleh pekerja. Kesalahan atau ketidaksesuaian yang terjadi dapat berupa kesalahan dalam cara pemakaian APT, ketidaksesuaian jenis APT yang dipakai atau ketidaktepatan waktu pemakaian APT sehingga APT yang dipakai tersebut tidak efektif untuk mereduksi tingkat kebisingan yang diterima pekerja.

Dari observasi yang dilakukan peneliti saat berlangsungnya penelitian, terlihat bahwa pekerja memang disiplin dalam pemakaian APT, namun observasi yang dilakukan ini hanya bersifat sesaat karena peneliti tidak secara terus-menerus mengobservasi tingkat kedisiplinan pekerja dalam pemakaian APT. Selain itu, observasi yang dilakukan peneliti hanya sebatas aspek kedisiplinan pemakaian APT saja, sedangkan aspek kesesuaian cara pemakaian tidak diobservasi oleh peneliti. Mungkin saja pekerja sudah disiplin memakai APT, namun dalam cara pemakaiannya belum sesuai. Selain itu, apakah APT tersebut benar-benar dipakai saat sebelum memasuki area kerja yang bising atau dipakai setelah pekerja tersebut telah memasuki area kerja yang bising yang artinya pekerja sudah terpapar kebisingan yang ada di area tersebut, karena ketidaksesuaian waktu

pemakaian APT juga akan mempengaruhi tingkat pajanan kebisingan yang diterima para pekerja.

Dilihat dari proporsi pekerja yang memakai APT sesuai dengan data yang diisi oleh pekerja dalam kuesioner, dapat dikatakan tingkat pemakaian APT di PT. PGE Area Kamojang sudah bagus. Hal ini juga terlihat dari usaha pihak perusahaan dalam penyediaan APT di beberapa area kerja, baik di area kantor maupun lapangan. Pihak perusahaan selalu meningkatkan *awareness* kepada para pekerja mengenai pentingnya pemakaian APT dalam kegiatan *safety meeting*, *safety walk and talk* (SWAT) dan observasi yang dilakukan setiap bulan oleh pihak Manajemen. Apabila di lapangan ditemukan pekerja yang tidak memakai APT saat bekerja di area bising, maka pekerja yang bersangkutan akan langsung diintervensi di tempat. Dalam rangka peningkatan pengetahuan dan pemahaman pekerja mengenai APT, pihak perusahaan bersama *vendor* APT terkait telah melaksanakan kegiatan *training* cara pemakaian APT yang baik dan benar. Setiap pekerja yang mengikuti *training* ini diuji satu per satu untuk mempraktikkan cara memakai APT yang baik dan benar (*fit test*), kemudian pekerja yang telah lolos uji mendapatkan sertifikat yang menyatakan bahwa pekerja tersebut telah dapat memakai APT dengan sesuai.

Terdapat dua jenis APT yang disediakan oleh pihak perusahaan, yaitu *earplug* dan *earmuff*. Untuk *earplug*, terdapat dua jenis *earplug* yang disediakan, yaitu jenis *formable* yang terbuat dari *foam* dengan NRR sebesar 33 dB dan jenis *premolded 3-flanged* dengan NRR sebesar 25 dB. Sedangkan untuk *earmuff*, perusahaan menyediakan *earmuff* dengan NRR sebesar 21 dB. Dengan NRR yang terdapat pada masing-masing APT, dapat diketahui keefektifan APT tersebut dalam mengurangi tingkat kebisingan yang diterima pekerja, yaitu dengan menggunakan rumus 2.2.

Dari perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

- Untuk pemakaian selama 8 jam, *earplug* dengan jenis *formable* dengan NRR sebesar 33 dB sesuai untuk dipakai di area dengan tingkat kebisingan maksimal 98 dBA, berarti *earplug* jenis ini dapat digunakan di beberapa area lokal PLTP Unit IV dan beberapa area sumur yang memiliki tingkat kebisingan kurang dari sama dengan 98 dBA.

- Untuk pemakaian selama 8 jam, *earplug* dengan jenis *premolded 3-flanged* dengan NRR sebesar 25 dB sesuai untuk dipakai di area dengan tingkat kebisingan maksimal 94 dBA, berarti *earplug* jenis ini dapat digunakan di beberapa area lokal PLTP Unit IV dan beberapa area sumur yang memiliki tingkat kebisingan kurang dari sama dengan 94 dBA.
- Untuk pemakaian selama 8 jam, *earmuff* dengan NRR sebesar 21 dB sesuai untuk dipakai di area dengan tingkat kebisingan maksimal 92 dBA, berarti *earmuff* jenis ini dapat digunakan di beberapa area lokal PLTP Unit IV dan beberapa area sumur yang memiliki tingkat kebisingan kurang dari sama dengan 92 dBA.

Pernyataan seperti yang tersebut di atas berlaku dengan syarat para pekerja memakai APT dengan disiplin, baik dan benar, karena kesalahan dan ketidaksesuaian pemakaian APT dapat mengurangi keefektifan dari kemampuan reduksi kebisingan sebuah APT. Perlu diperhatikan untuk kegiatan uji produksi, khususnya uji tegak, dengan bantuan pemakaian *double* APT (*earplug* dan *earmuff*) pun, tingkat kebisingan yang diterima pekerja masih sangat tinggi apalagi kegiatan tersebut dilakukan dalam hitungan waktu yang cukup lama. Hal ini sangat berisiko sekali untuk pendengaran para pekerja. Dari hasil observasi yang dilakukan peneliti saat kegiatan uji tegak, masih terdapat pekerja yang memakai APT jenis *earplug* saja. Dengan pemakaian *double* saja tingkat paparan kebisingan yang diperoleh pekerja masih tinggi, apalagi apabila pekerja hanya memakai *earplug* saja, kondisi ini akan lebih menambah risiko bagi pekerja yang bersangkutan.

BAB 8

KESIMPULAN DAN SARAN

8.1. Kesimpulan

Berikut merupakan beberapa kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti :

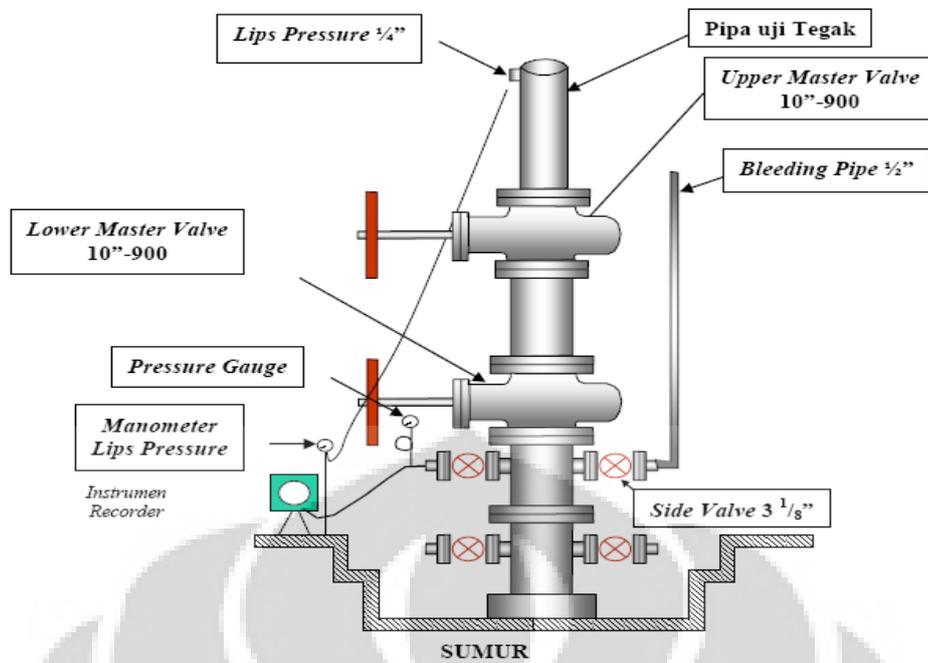
1. Tingkat kebisingan di area PT. PGE Area Kamojang berkisar antara 42,5-128,7 dBA. Area kerja yang memiliki tingkat kebisingan lebih dari NAB adalah area sumur mencapai 104,8 dBA, area lokal PLTP Unit IV mencapai 99,6 dBA, WPS Cikaro mencapai 86 dBA, area sumur saat uji datar 90,8-103,9 dBA dan area sumur saat uji tegak 126,2-128,7 dBA.
2. Hasil analisis menunjukkan bahwa variabel yang memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian penurunan pendengaran adalah variabel usia pekerja.
3. Faktor risiko utama yang kemungkinan besar menyebabkan penurunan pendengaran pada pekerja yang terpajan kebisingan adalah tingkat kebisingan yang sangat tinggi yang berasal dari kegiatan uji produksi, khususnya uji tegak. Kegiatan uji tegak memiliki tingkat kebisingan maksimal hingga mencapai 129,5 dBA (dosis=2.818.382,9%), dengan bantuan pemakaian APT secara *double* yaitu *earplug* dan *earmuff* tingkat kebisingan yang diterima pekerja pun masih tinggi yaitu sebesar 109,5 dBA (dosis=28.184%) yang artinya pekerja hanya boleh terpajan selama 1,5 menit. Namun, kenyataan dilapangan pekerja berada di area tersebut selama ± 2 jam, bahkan dapat lebih dari 2 jam tergantung pada situasi dan kondisi yang terjadi di lapangan.
4. Peneliti tidak dapat melakukan analisis hubungan antara pemakaian APT dan kejadian penurunan pendengaran karena data pemakaian APT yang didapatkan oleh peneliti bersifat homogen, yaitu semua pekerja pemakaian APT nya baik.
5. Masih cukup banyak jumlah pekerja yang merasa telinganya berdengung (tinnitus) pada saat atau setelah bekerja di area bising, terutama pekerja yang berasal dari fungsi kerja yang memiliki bahaya kebisingan yaitu PLTP Unit IV dan Operasi & Produksi. Hal ini perlu menjadi perhatian penting mengingat

bahwa telinga berdengung merupakan salah satu gejala awal terjadinya penurunan pendengaran yang lama kelamaan nantinya dapat berkembang menjadi penurunan pendengaran yang sebenarnya.

8.2. Saran

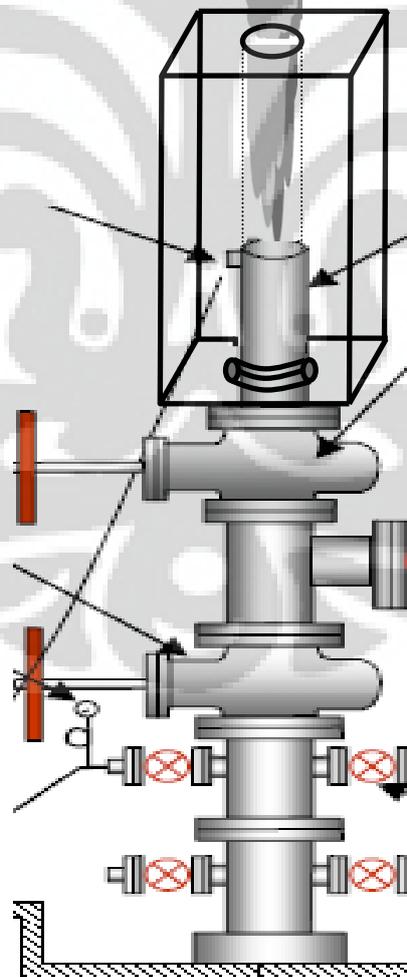
Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan dan observasi peneliti selama dilakukannya penelitian, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut :

1. Sebaiknya lakukan pengukuran tingkat pajanan kebisingan yang diterima pekerja, khususnya pekerja yang berpotensi untuk terkena pajanan kebisingan, menggunakan alat *noise dosimeter* agar tingkat pajanan kebisingan yang didapat lebih *valid* dan menggambarkan tingkat pajanan yang sebenarnya.
2. Pekerja dengan usia yang sudah cukup tua atau dikategorikan sensitifitas pendengarannya sudah mulai menurun karena faktor usia, sebaiknya frekuensi untuk terpajan bising dari pekerja tersebut lebih diringankan dibandingkan pekerja lainnya agar tidak memperparah kondisi pendengarannya. Ini bukan berarti bahwa pekerja yang muda boleh lebih sering terpajan bising, namun yang sensitifitas pendengarannya sudah menurun harus lebih dijaga. Pada intinya, baik yang sudah cukup usia maupun yang masih muda pendengarannya harus tetap terlindungi saat mereka bekerja di area bising.
3. Pihak perusahaan sudah melakukan pengendalian bahaya kebisingan dan menerapkan program konservasi pendengaran dengan baik, namun terdapat beberapa aspek yang belum ada ataupun harus ditingkatkan lagi penerapannya, antara lain :
 - a. Pengendalian *engineering*
 - Sebaiknya pasang alat peredam kebisingan di sekitar area *ejector* PLTP Unit IV, misalnya dengan cara menutup atau meng-*enclosure* *ejector* tersebut dengan bahan yang dapat meredam kebisingan. Walaupun *ejector* ini terletak di ruangan yang terbuka, namun pekerja cukup sering bekerja atau hanya sekedar melintasi area tersebut.
 - Sebaiknya pada saat dilakukan kegiatan uji tegak, pipa uji tegak yang menghasilkan kebisingan yang sangat tinggi tersebut diberikan *casing* peredam kebisingan. Berikut merupakan gambaran pemasangan *casing* peredam kebisingan pada pipa uji tegak.

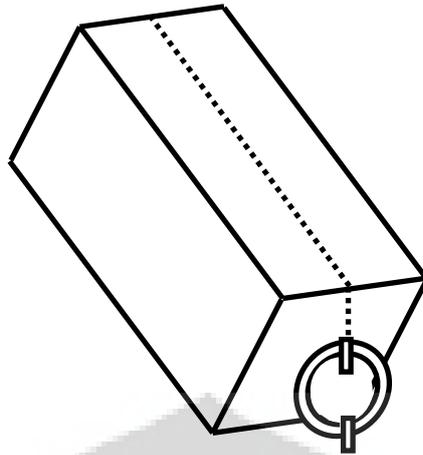


Gambar 8.1. Rangkaian Fasilitas Uji Tegak

Sumber : PT. PGE



Gambar 8.2. Pemasangan Casing Peredam Bising Pipa Uji Tegak Tampak Depan



Gambar 8.3. *Casing* Peredam Bising Pipa Uji Tegak Tampak Bawah dan Samping

b. Pengendalian *personal* (APT)

- Pada saat bekerja di area dengan kebisingan yang sangat tinggi seperti kegiatan uji tegak sebaiknya pekerja diharuskan untuk memakai APT secara *double* (*earplug* dan *earmuff*), karena masih terdapat pekerja yang memakai APT jenis *earplug* saja. Dengan pemakaian *double* saja tingkat pajanan kebisingan yang diterima pekerja masih sangat tinggi, apalagi apabila pekerja hanya memakai *earplug* saja, kondisi ini akan lebih menambah risiko bagi pekerja yang bersangkutan. Setidaknya dengan kondisi kebisingan yang sangat tinggi seperti ini, kita sudah berusaha untuk mengurangi tingkat pajanan kebisingan yang diterima pekerja semaksimal mungkin.
- Pada saat dilakukan kegiatan SWAT dan observasi-intervensi, selain mengobservasi tingkat kedisiplinan pekerja dalam pemakaian APT, sebaiknya dilakukan juga penilaian kesesuaian cara pemakaian APT yang dipakai oleh pekerja, sudah *fit* atau sudah maksimal atau belum cara pemakaiannya.

c. Pemeriksaan audiometri

- Sebaiknya pihak manajemen memastikan apakah prosedur pelaksanaan pemeriksaan audiometri yang dilaksanakan oleh *vendor-vendor* rumah sakit yang bekerja sama sudah sesuai atau belum dengan standar prosedur pemeriksaan audiometri yang seharusnya.

- Saat ini *baseline* data audiogram disimpan terpusat oleh pihak Pertamina Geothermal, pihak Area Geothermal Kamojang tidak menyimpan atau memilikinya. Sebaiknya pihak Area Geothermal Kamojang juga menyimpan atau memiliki data tersebut agar dapat membandingkan kondisi pendengaran pekerja saat ini dengan pada saat awal masuk kerja.
- Sebaiknya koordinasi fungsi K3LL dalam program MCU yang termasuk di dalamnya pemeriksaan audiometri pekerja lebih ditingkatkan lagi agar fungsi K3LL dapat mengetahui apakah kondisi pendengaran yang terjadi pada pekerja saat ini memiliki hubungan dengan faktor kebisingan di tempat kerja atau tidak. Apabila terdapat indikasi hubungan antara kebisingan di tempat kerja dan gangguan/penurunan pendengaran pekerja, maka fungsi K3LL harus dengan segera menganalisis atau menginvestigasi kejadian tersebut untuk membuktikan apakah memang gangguan pendengaran tersebut benar-benar terjadi dikarenakan faktor kebisingan di tempat kerja atau tidak.
- Bila memungkinkan sebaiknya dapat ditambahkan *point* mengenai persyaratan pemeriksaan audiometri atau audiometri awal bagi para pekarya yang bekerja di area bising yang dilakukan oleh pihak kontraktor penyalur pekarya-pekarya tersebut. Hal ini dilakukan karena bila dibandingkan dengan pekerja, pekarya lebih banyak menghabiskan waktu kerjanya di lapangan, terlebih lagi pekarya pada fungsi kerja yang kegiatan rutin sehari-harinya di area kerja yang bising.
- Sebaiknya lakukan survei awal untuk mengidentifikasi gejala awal ataupun keluhan subjektif yang mengindikasikan terjadinya penurunan pendengaran pada pekerja dan pekarya sehingga pihak perusahaan tahu individu mana saja yang harus diberikan perlindungan lebih untuk mencegah atau mengurangi risiko terjadinya penurunan pendengaran.

d. Pelatihan dan pendidikan

- Sebaiknya lakukan kembali pelatihan cara menggunakan SLM kepada para pekary fungsi K3LL, karena SLM yang digunakan saat ini merupakan jenis SLM yang masih terhitung baru digunakan dan sistem operasi penggunaannya pun berbeda dengan SLM yang biasa mereka gunakan sebelumnya.
- Sebaiknya lakukan *refreshment training* atau pelatihan ulang kepada para pekerja mengenai cara pemakaian APT yang sesuai agar pekerja selalu mengingat dan mempraktikkannya saat bekerja sehari-hari di area bising.

e. *Evaluation and record keeping*

- Sebaiknya lakukan kegiatan evaluasi untuk menilai apakah program-program terkait dengan bahaya kebisingan sudah terlaksana dengan baik atau masih memerlukan perbaikan.
- Data hasil pengukuran kebisingan dan pemeriksaan audiometri sudah tersimpan dan terjaga dengan baik, namun yang perlu ditingkatkan adalah upaya penukaran data atau informasi (*data or information sharing*) antara fungsi K3LL dan bagian Kesehatan Unit SDM. Hal ini berguna untuk meningkatkan koordinasi kedua fungsi kerja tersebut agar data yang ada dapat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan program kerja bagi masing-masing fungsi terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- 3M Company. 2012. *SLM SoundPro DL-2 (image)*. Diunduh dari http://www.3m.co.uk/intl/uk/hearing_preservation/noise_hazard.html. Diakses pada tanggal 28 Februari 2012, pukul 06.35 WIB.
- Administrator. 2009. *Geothermal Reservoir (image)*. Diunduh dari <http://miningundana07.wordpress.com/2009/10/08/geothermal/>. Diakses pada tanggal 17 Februari 2012, pukul 10.55 WIB.
- AgeWorks. *Changes with Aging : Hearing*. Diunduh dari http://www.ageworks.com/information_on_aging/changeswithaging/aging_3.shtml. Diakses pada tanggal 12 Januari 2012, pukul 21.20 WIB.
- Ali, Iskandar. 2006. *Sehat Dengan Ramuan Tradisional, Mengatasi Gangguan Pada Telinga dengan Tanaman Obat*. Depok : PT. AgroMedia Pustaka.
- All Safety Products. 2012. *Earmuff (image)*. Diunduh dari <http://www.allsafetyproducts.com/safety-ear-muffs.html>. Diakses pada tanggal 8 Maret 2012, pukul 11.49 WIB.
- Badan Standar Nasional Indonesia. 2009. *SNI 7231:2009, Metoda Pengukuran Intensitas Kebisingan di Tempat Kerja*. Jakarta : Badan Standar Nasional Indonesia.
- Barrientos, Marisol Cocha, dkk.. 2004. *Environmental Burden of Disease Series No. 9, Occupational Noise, Assessing The Burden of Disease From Work-Related Hearing Impairment At National And Local Levels* Diunduh dari http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/en/ebd9.pdf. Diakses pada tanggal 18 Jan 2012, pukul 22.00 WIB.
- CCOHS. 2008. *Noise-Auditory Effects*. Diunduh dari ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/noise_auditory.html. Diakses pada tanggal 1 Januari 2012, pukul 19.11 WIB.
- Deafness Research UK. 2008. *The Ear (Image) dalam Noise at Work*. Diunduh dari <http://www.deafnessresearch.org.uk/factsheets/noise-at-work.pdf>. Diakses pada tanggal 30 Desember 2011, pukul 06.37 WIB.

- Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. 2011. *Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Per.13/Men/X/2011 Tahun 2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja*. Jakarta : Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia.
- 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.
- Direct Industry. 2012. *Personal Noise Dosimeter (image)*. Diunduh dari <http://www.directindustry.com/prod/quest-technologies/personal-noise-dosimeters-31507-197654.html>. Diakses pada tanggal 9 Februari 2012, pukul 13.47 WIB.
- Djafri, Afriman. 2005. *Hubungan Tingkat Paparan Kebisingan Dengan Keluhan Pendengaran di PT. Denso Indonesia*. Skripsi. Depok : Universitas Indonesia.
- Djojodibroto, Darmanto R.. 1999. *Kesehatan Kerja di Perusahaan*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- European Agency for Safety and Health at Work. 2005. *Noise at Work*. Diunduh dari <http://osha.europa.eu/en/publications/magazine/8>. Diakses pada tanggal 12 Januari 2012, pukul 21.50 WIB.
- European Agency for Safety and Health at Work. 2008a. *What Is Noise*. Diunduh dari http://osha.europa.eu/en/topics/noise/index_html/what_is_noise_html. Diakses pada tanggal 29 Desember 2011, pukul 17.19 WIB.
- European Agency for Safety and Health at Work. 2008b. *What Problem Can Noise Cause*. Diunduh dari http://osha.europa.eu/en/topics/noise/index_html/problems_noise_cause_html. Diakses pada tanggal 29 Desember 2011, pukul 17.19 WIB.
- European Agency for Safety and Health at Work. 2008c. *Who is at Risk*. Diunduh dari http://osha.europa.eu/en/topics/noise/index_html/who_at_risk_html. Diakses pada tanggal 29 Desember 2011, pukul 17.19 WIB.

- Fitri, Rosian Lailatul. 2010. *Keluhan Subjektif Pada Pekerja yang Terpapar Bising dan Upaya Pengendaliannya*. Diunduh dari <http://adln.lib.unair.ac.id/files/disk1/326/gdlhub-gdl-s1-2011-fitrirosia-16288-fkmhkk-k.pdf>. Diakses pada tanggal 27 Desember 2011, pukul 10.05 WIB.
- Franks, John R. dan Berger, Elliott H.. *Hearing Protection (image)*. Diunduh dari http://www.ilo.org/safework_bookshelf/english?content&nd=857170368. Diakses pada tanggal 6 Februari 2012, pukul 14.35 WIB.
- Jaffe, Burton F. dan Bell, Douglas W.. 1983. *Chapter 14 : Workplace Noise and Hearing Impairment*. Dalam Barry S. Levy dan David H. Wegman (editor), *Occupational Health, Recognizing and Preventing Work Related Disease*. Boston : Little, Brown and Company.
- Kryter, Karl D..1985. *The Effects of Noise on Man 2nd Edition*. London: Academic Press.
- Malerbi, B.. 1989. *Chapter 12 : Audiometry*, dalam H.A. Waldron (editor), *Occupational Health Practice 3rd Edition*. London : Buttenworths.
- New Jersey Landscape Contractors Association (NJLCA). 2008. *Noise and Hearing Loss Prevention*. Diunduh dari <http://www.njlca.org/pages/Safety/Noise%20and%20Hearing%20Loss%20Prevention.pdf>. Diakses pada tanggal 10 Mei 2012, pukul 11.15 WIB.
- NIDCD. 2008. *Noise-Induced Hearing Loss*. Diunduh dari <http://www.nidcd.nih.gov/health/hearing/pages/noise.aspx>. Diakses pada tanggal 1 Januari 2012, pukul 13.34 WIB.
- NIOSH. 1992. *Papers And Proceedings of The Surgeon General's Conference on Agricultural Safety and Health, 30 April-3 Mei 1991*. Des Moines, Iowa: U.S Departement of Health and Human Service, Centers Of Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health.
- NIOSH. 1996. *Preventing Occupational Hearing Loss - A Practical Guide, Audiometric Evaluation*. Diunduh dari <http://www.cdc.gov/niosh/docs/96-110/audio.html>. Diakses pada tanggal 12 Januari, pukul 21.36 WIB.
- NIOSH. 1998a. *Criteria for a Recommended Standard: Occupational Noise Exposure, Chapter 2 Introduction*. Diunduh dari

- <http://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/chap2.html>. Diakses pada tanggal 13 Januari 2012, pukul 12.34 WIB.
- NIOSH. 1998b. *Criteria for a Recommended Standard: Occupational Noise Exposure, Chapter 4 Instrumentation for Noise Measurement*. Diunduh dari <http://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/chap4.html>. Diakses pada tanggal 13 Januari 2012, pukul 21.41 WIB.
- NIOSH. 1999. *Best Practices in Hearing Loss Prevention*. Diunduh dari <http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/2001-157.pdf>. Diakses pada tanggal 16 Mei 2012, pukul 09.09 WIB.
- NIOSH. 2011a. *Noise and Hearing Loss Prevention*. Diunduh dari <http://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/>. Diakses pada tanggal 20 Desember 2011, pukul 13.29 WIB.
- NIOSH. 2011b. *Noise and Hearing Loss Prevention*. Diunduh dari <http://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/stats.html>. Diakses pada tanggal 20 Desember 2011, pukul 13.31 WIB.
- OSHA. *Instruments Used to Conduct a Noise Survey*. Diunduh dari <http://www.osha.gov/dts/osta/otm/noise/exposure/instrumentation.html>. Diakses pada tanggal 19 Januari 2012, pukul 08.14 WIB.
- OSHA. *Monitoring Noise Levels Non-mandatory Informational Appendix*. Diunduh dari http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=standards&p_id=9742. Diakses pada tanggal 25 Januari 2012, pukul 07.46 WIB.
- OSHA. *Occupational Noise Exposure, Health Effects*. Diunduh dari <http://www.osha.gov/SLTC/noisehearingconservation/healtheffects.html>. Diakses pada tanggal 27 Desember 2011, pukul 09.05 WIB.
- OSHA. 2002. *Hearing Conservation, OSHA 3074, 2002 (Revised)*. Diunduh dari <http://www.osha.gov/Publications/osh3074.pdf>. Diakses pada tanggal 9 April 2012, pukul 09.17 WIB.
- Pearce, Evelyn C..1983. *Anatomi dan Fisiologi Untuk Paramedis*. Jakarta : Gramedia.

- P.K., Suma'mur.2009. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)*. Jakarta : CV. Sagung Seto.
- PT. Pertamina Geothermal Energy, 2010. *Company Profile* PT. Pertamina Geothermal Energy. Jakarta : PT. Pertamina Geothermal Energy.
- Public Safety Center. 2012. *Formable Earplug (image)*. Diunduh dari <http://www.publicsafetycenter.com/howard-leight.html>. Diakses pada tanggal 8 Maret 2012, pukul 11.40 WIB.
- Purdom, P. Walton. 1980. *Environmental Health*. New York : Academic Press.
- Roestam, Ambar W..2004. *Program Konservasi Pendengaran di Tempat Kerja*. Diunduh dari http://www.kalbe.co.id/files/cdk/files/144_12ProgramKonservasiPendengaranTempatKerja.pdf/144_12ProgramKonservasiPendengaranTempatKerja.html. Diakses pada tanggal 1 Januari 2012, pukul 13.28 WIB.
- Saptadji, Nenny Miryani. 2007. *Teknik Panas Bumi*. Bandung : Penerbit ITB.
- Sari, Indah Fitria. 2004. *Gambaran Faktor-Faktor yang Berhubungan Dengan Penurunan Pendengaran Pada Penyelam Teknik Bawah Air Pertamina Jakarta*. Skripsi. Depok : Universitas Indonesia.
- Sears. 2012. *Premolded 3-Flanged Earplug (image)*. Diunduh dari http://www.sears.com/shc/s/t_10153_12605?tName=corded-earplugs.html. Diakses pada tanggal 8 Maret 2012, pukul 11.44 WIB.
- 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.
- Soetirto, Indro dan Hendarmin, Hendarto. 1997. *Gangguan Pendengaran (Tuli)*, dalam Efiaty Arsyad Soepardi dan Nurbaiti Iskandar (editor), *Buku Ajar Ilmu Penyakit Telinga Hidung Tenggorokan Edisi Ketiga*. Jakarta : Balai Penerbit FK UI.
- Soetjipto, Damayanti. 2007. *Gangguan Pendengaran Akibat Bising*. Diunduh dari <http://www.ketuliaan.com/v1/web/index.php?to=article&id=15>. Diakses pada tanggal 27 Desember 2011, pukul 10.37 WIB.

- 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), *Fundamentals of Industrial Hygiene 5th Edition*. United States of America : National Safety Council.
- The Physics Classroom. 2012. *Sound Waves and Music- Lesson 1, The Nature of A Sound Wave*. Diunduh dari <http://www.physicsclassroom.com/Class/sound/u1111a.cfm>. Diakses pada tanggal 10 Januari 2012, pukul 10.23 WIB.
- WHO. 1972. *Health Hazards of The Human Environment*. Geneva : WHO.
- WHO. 1997. *Prevention of Noice-Induced Hearing Loss, Report of A WHO-PDH Informal Consultation, Geneva, 28-30 October 1997*. Diunduh dari <http://www.who.int/pbd/deafness/en/noise.pdf>. Diakses pada tanggal 30 Desember 2011, pukul 10.30 WIB.
- Zhang, Zhi-Ling. 2010. *Guideline For Diagnosing Occupational Noise-Induced Hearing Loss Part 2*. Diunduh dari http://www.acc.co.nz/PRD_EXT_CSMP/groups/external_communications/documents/reference_tools/wpc091006.pdf. Diakses pada tanggal 12 Januari 2012, pukul 21.57 WIB.

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis

A. Hasil Analisa Univariat

1. Fungsi Kerja

Statistics

Fungsi Kerja

N	Valid	60
	Missing	0

Fungsi Kerja

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Engineering	4	6.7	6.7	6.7
	K3LL	3	5.0	5.0	11.7
	Keuangan	4	6.7	6.7	18.3
	LU	9	15.0	15.0	33.3
	Operasi Produksi	13	21.7	21.7	55.0
	PLTP	24	40.0	40.0	95.0
	Workshop	3	5.0	5.0	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

2. Jenis Kelamin Pekerja

Statistics

Jenis Kelamin Pekerja

N	Valid	60
	Missing	0

Jenis Kelamin Pekerja

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Laki-laki	55	91.7	91.7	91.7
	Perempuan	5	8.3	8.3	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

3. Status Pendengaran

Statistics

Status Pendengaran

N	Valid	60
	Missing	0

Status Pendengaran

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Pendengaran Menurun	5	8.3	8.3	8.3
Normal	55	91.7	91.7	100.0
Total	60	100.0	100.0	

4. Derajat Penurunan Pendengaran

Statistics

Derajat Penurunan Pendengaran

N	Valid	60
	Missing	0

Derajat Penurunan Pendengaran

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Sedang	2	3.3	3.3	3.3
Ringan	3	5.0	5.0	8.3
Normal	55	91.7	91.7	100.0
Total	60	100.0	100.0	

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

5. Tingkat Pajanan Bising Awal

Statistics

Tingkat Pajanan Bising Awal

N	Valid	60
	Missing	0

Tingkat Pajanan Bising Awal

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid > NAB	28	46.7	46.7	46.7
<= NAB	32	53.3	53.3	100.0
Total	60	100.0	100.0	

6. Tingkat Pajanan Bising Efektif

Statistics

Tingkat Pajanan Bising Efektif

N	Valid	60
	Missing	0

Tingkat Pajanan Bising Efektif

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid > NAB	3	5.0	5.0	5.0
<= NAB	57	95.0	95.0	100.0
Total	60	100.0	100.0	

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

7. Lama Pajanan Bising per Hari

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Lama Pajanan Bising per Hari	60	100.0%	0	.0%	60	100.0%

Descriptives

			Statistic	Std. Error
Lama Pajanan Bising per Hari	Mean		1.2415	.16208
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.9172	
		Upper Bound	1.5658	
	5% Trimmed Mean		1.1794	
	Median		.8300	
	Variance		1.576	
	Std. Deviation		1.25550	
	Minimum		.00	
	Maximum		3.60	
	Range		3.60	
	Interquartile Range		2.00	
	Skewness		.472	.309
	Kurtosis		-1.220	.608

Statistics

Kategori Lama Pajanan Bising Per Hari

N	Valid	60
	Missing	0

Kategori Lama Pajanan Bising Per Hari

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	> Median	29	48.3	48.3	48.3
	<= Median	31	51.7	51.7	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

8. Masa Kerja

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Masa Kerja	60	100.0%	0	.0%	60	100.0%

Descriptives

		Statistic	Std. Error
Masa Kerja	Mean	7.08	.797
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 5.49	
		Upper Bound 8.68	
	5% Trimmed Mean	6.50	
	Median	4.00	
	Variance	38.145	
	Std. Deviation	6.176	
	Minimum	2	
	Maximum	27	
	Range	25	
	Interquartile Range	7	
	Skewness	1.456	.309
	Kurtosis	1.195	.608

Statistics

Kategori Masa Kerja

N	Valid	Missing
	60	0

Kategori Masa Kerja

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	>= 5 Tahun	26	43.3	43.3	43.3
	< 5 Tahun	34	56.7	56.7	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

9. Usia Pekerja

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Usia Pekerja	60	100.0%	0	.0%	60	100.0%

Descriptives

			Statistic	Std. Error
Usia Pekerja	Mean		35.55	1.077
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	33.40	
		Upper Bound	37.70	
	5% Trimmed Mean		35.06	
	Median		33.00	
	Variance		69.574	
	Std. Deviation		8.341	
	Minimum		26	
	Maximum		54	
	Range		28	
	Interquartile Range		12	
	Skewness		.986	.309
	Kurtosis		.023	.608

Statistics

Kategori Usia Pekerja

N	Valid	60
	Missing	0

Kategori Usia Pekerja

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	> 40 Tahun	15	25.0	25.0	25.0
	<= 40 Tahun	45	75.0	75.0	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

10. Pemakaian APT

Statistics

Pemakaian APT

N	Valid	59
	Missing	1

Pemakaian APT

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ya	59	98.3	100.0	100.0
Missing	System	1	1.7		
Total		60	100.0		

Statistics

Kategori Pemakaian APT

N	Valid	59
	Missing	1

Kategori Pemakaian APT

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Pemakaian APT Baik	59	98.3	100.0	100.0
Missing	System	1	1.7		
Total		60	100.0		

11. Jenis APT yang Sering Dipakai

Statistics

Jenis APT

N	Valid	59
	Missing	1

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

Jenis APT

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Sumbat telinga (earplug)	37	61.7	62.7	62.7
	Tutup telinga (earmuff)	4	6.7	6.8	69.5
	Keduanya (earplug dan earmuff)	18	30.0	30.5	100.0
	Total	59	98.3	100.0	
Missing	System	1	1.7		
Total		60	100.0		

12. Kejadian Telinga Berdengung

Statistics

Dengung

N	Valid	60
	Missing	0

Dengung

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ya	21	35.0	35.0	35.0
	Tidak	39	65.0	65.0	100.0
Total		60	100.0	100.0	

B. Hasil Analisis Bivariat

1. Hubungan Antara Tingkat Paparan Kebisingan Awal dan Kejadian Penurunan Pendengaran

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Tingkat Paparan Bising Awal * Status Pendengaran	60	100.0%	0	.0%	60	100.0%

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

Tingkat Paparan Bising Awal * Status Pendengaran Crosstabulation

		Status Pendengaran		Total	
		Pendengaran Menurun	Normal		
Tingkat Paparan Bising Awal	> NAB	Count % within Tingkat Paparan Bising Awal	3 10.7%	25 89.3%	28 100.0%
	<= NAB	Count % within Tingkat Paparan Bising Awal	2 6.3%	30 93.8%	32 100.0%
Total		Count % within Tingkat Paparan Bising Awal	5 8.3%	55 91.7%	60 100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.390 ^b	1	.533		
Continuity Correction ^a	.024	1	.876		
Likelihood Ratio	.390	1	.532		
Fisher's Exact Test				.657	.435
Linear-by-Linear Association	.383	1	.536		
N of Valid Cases	60				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.33.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Tingkat Paparan Bising Awal (> NAB / <= NAB)	1.800	.278	11.635
For cohort Status Pendengaran = Pendengaran Menurun	1.714	.308	9.533
For cohort Status Pendengaran = Normal	.952	.814	1.114
N of Valid Cases	60		

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

2. Hubungan Antara Tingkat Paparan Kebisingan Efektif dan Kejadian Penurunan Pendengaran

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Tingkat Paparan Bising Efektif * Status Pendengaran	60	100.0%	0	.0%	60	100.0%

Tingkat Paparan Bising Efektif * Status Pendengaran Crosstabulation

			Status Pendengaran		Total
			Pendengaran Menurun	Normal	
Tingkat Paparan Bising Efektif	> NAB	Count	1	2	3
		% within Tingkat Paparan Bising Efektif	33.3%	66.7%	100.0%
	<= NAB	Count	4	53	57
		% within Tingkat Paparan Bising Efektif	7.0%	93.0%	100.0%
Total		Count	5	55	60
		% within Tingkat Paparan Bising Efektif	8.3%	91.7%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2.584 ^b	1	.108		
Continuity Correction ^a	.287	1	.592		
Likelihood Ratio	1.635	1	.201		
Fisher's Exact Test				.233	.233
Linear-by-Linear Association	2.541	1	.111		
N of Valid Cases	60				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 3 cells (75.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .25.

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Tingkat Paparan Bising Efektif (> NAB / <= NAB) For cohort Status Pendengaran = Pendengaran Menurun	6.625	.489	89.799
For cohort Status Pendengaran = Normal	4.750	.741	30.466
N of Valid Cases	.717	.321	1.601
	60		

3. Hubungan Antara Lama Paparan Bising Per Hari dan Kejadian Penurunan Pendengaran

Group Statistics

Status Pendengaran		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Lama Paparan Bising per Hari	Pendengaran Menurun	5	.9860	1.54563	.69123
	Normal	55	1.2647	1.24043	.16726

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Lama Paparan Bising per Hari	Equal variances assumed	.000	.999	-.472	58	.639	-.27873	.59034	-1.46043	.90297
	Equal variances not assumed			-.392	4.481	.713	-.27873	.71118	-2.17243	1.61497

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Kategori Lama Paparan Bising Per Hari * Status Pendengaran	60	100.0%	0	.0%	60	100.0%

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

Kategori Lama Paparan Bising Per Hari * Status Pendengaran Crosstabulation

			Status Pendengaran		Total
			Pendengaran Menurun	Normal	
Kategori Lama Paparan Bising Per Hari	> Median	Count % within Kategori Lama Paparan Bising Per Hari	2 6.9%	27 93.1%	29 100.0%
	<= Median	Count % within Kategori Lama Paparan Bising Per Hari	3 9.7%	28 90.3%	31 100.0%
Total		Count % within Kategori Lama Paparan Bising Per Hari	5 8.3%	55 91.7%	60 100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.152 ^b	1	.697		
Continuity Correction ^a	.000	1	1.000		
Likelihood Ratio	.153	1	.696		
Fisher's Exact Test				1.000	.532
Linear-by-Linear Association	.149	1	.699		
N of Valid Cases	60				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.42.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori Lama Paparan Bising Per Hari (> Median / <= Median)	.691	.107	4.466
For cohort Status Pendengaran = Pendengaran Menurun	.713	.128	3.964
For cohort Status Pendengaran = Normal	1.031	.885	1.200
N of Valid Cases	60		

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

4. Hubungan Antara Masa Kerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Kategori Masa Kerja * Status Pendengaran	60	100.0%	0	.0%	60	100.0%

Kategori Masa Kerja * Status Pendengaran Crosstabulation

			Status Pendengaran		Total
			Pendengaran Menurun	Normal	
Kategori Masa Kerja	>= 5 Tahun	Count	3	23	26
		% within Kategori Masa Kerja	11.5%	88.5%	100.0%
	< 5 Tahun	Count	2	32	34
		% within Kategori Masa Kerja	5.9%	94.1%	100.0%
Total		Count	5	55	60
		% within Kategori Masa Kerja	8.3%	91.7%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.617 ^b	1	.432		
Continuity Correction ^a	.099	1	.753		
Likelihood Ratio	.611	1	.434		
Fisher's Exact Test				.644	.372
Linear-by-Linear Association	.607	1	.436		
N of Valid Cases	60				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.17.

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori Masa Kerja (>= 5 Tahun / < 5 Tahun)	2.087	.322	13.510
For cohort Status Pendengaran = Pendengaran Menurun	1.962	.353	10.897
For cohort Status Pendengaran = Normal	.940	.799	1.105
N of Valid Cases	60		

5. Hubungan Antara Usia Pekerja dan Kejadian Penurunan Pendengaran

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Kategori Usia Pekerja * Status Pendengaran	60	100.0%	0	.0%	60	100.0%

Kategori Usia Pekerja * Status Pendengaran Crosstabulation

			Status Pendengaran		Total
			Pendengaran Menurun	Normal	
Kategori Usia Pekerja	> 40 Tahun	Count	4	11	15
		% within Kategori Usia Pekerja	26.7%	73.3%	100.0%
	<= 40 Tahun	Count	1	44	45
		% within Kategori Usia Pekerja	2.2%	97.8%	100.0%
Total		Count	5	55	60
		% within Kategori Usia Pekerja	8.3%	91.7%	100.0%

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	8.800 ^b	1	.003		
Continuity Correction ^a	5.891	1	.015		
Likelihood Ratio	7.432	1	.006		
Fisher's Exact Test				.012	.012
Linear-by-Linear Association	8.653	1	.003		
N of Valid Cases	60				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.25.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori Usia Pekerja (> 40 Tahun / <= 40 Tahun)	16.000	1.622	157.801
For cohort Status Pendengaran = Pendengaran Menurun	12.000	1.452	99.173
For cohort Status Pendengaran = Normal	.750	.551	1.021
N of Valid Cases	60		

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

6. Kejadian Telinga Berdengung Berdasarkan Fungsi Kerja

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Fungsi Kerja * Dengung	60	100.0%	0	.0%	60	100.0%

Fungsi Kerja * Dengung Crosstabulation

			Dengung		Total
			Ya	Tidak	
Fungsi Kerja	Engineering	Count	0	4	4
		% within Fungsi Kerja	.0%	100.0%	100.0%
K3LL	Count	0	3	3	
	% within Fungsi Kerja	.0%	100.0%	100.0%	
Keuangan	Count	1	3	4	
	% within Fungsi Kerja	25.0%	75.0%	100.0%	
LU	Count	2	7	9	
	% within Fungsi Kerja	22.2%	77.8%	100.0%	
Operasi Produksi	Count	4	9	13	
	% within Fungsi Kerja	30.8%	69.2%	100.0%	
PLTP	Count	14	10	24	
	% within Fungsi Kerja	58.3%	41.7%	100.0%	
Workshop	Count	0	3	3	
	% within Fungsi Kerja	.0%	100.0%	100.0%	
Total	Count	21	39	60	
	% within Fungsi Kerja	35.0%	65.0%	100.0%	

7. Hubungan Antara Tingkat Paparan Bising dan Kejadian Telinga Berdengung

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Tingkat Paparan Bising Efektif * Dengung	60	100.0%	0	.0%	60	100.0%

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

Tingkat Paparan Bising Efektif * Dengung Crosstabulation

		Dengung		Total
		Ya	Tidak	
Tingkat Paparan Bising Efektif	> NAB	Count 2	1	3
		% within Tingkat Paparan Bising Efektif 66.7%	33.3%	100.0%
	<= NAB	Count 19	38	57
		% within Tingkat Paparan Bising Efektif 33.3%	66.7%	100.0%
Total		Count 21	39	60
		% within Tingkat Paparan Bising Efektif 35.0%	65.0%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1.392 ^b	1	.238		
Continuity Correction ^a	.312	1	.576		
Likelihood Ratio	1.312	1	.252		
Fisher's Exact Test				.278	.278
Linear-by-Linear Association	1.369	1	.242		
N of Valid Cases	60				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.05.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Tingkat Paparan Bising Efektif (> NAB / <= NAB)	4.000	.341	46.951
For cohort Dengung = Ya	2.000	.829	4.824
For cohort Dengung = Tidak	.500	.100	2.503
N of Valid Cases	60		

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

8. Hubungan Antara Lama Pajanan Bising per Hari dan Kejadian Telinga Berdengung

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Kategori Lama Pajanan Bising Per Hari * Dengung	60	100.0%	0	.0%	60	100.0%

Kategori Lama Pajanan Bising Per Hari * Dengung Crosstabulation

			Dengung		Total
			Ya	Tidak	
Kategori Lama Pajanan Bising Per Hari	> Median	Count	15	14	29
		% within Kategori Lama Pajanan Bising Per Hari	51.7%	48.3%	100.0%
	<= Median	Count	6	25	31
		% within Kategori Lama Pajanan Bising Per Hari	19.4%	80.6%	100.0%
Total		Count	21	39	60
		% within Kategori Lama Pajanan Bising Per Hari	35.0%	65.0%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	6.901 ^b	1	.009		
Continuity Correction ^a	5.551	1	.018		
Likelihood Ratio	7.063	1	.008		
Fisher's Exact Test				.014	.009
Linear-by-Linear Association	6.786	1	.009		
N of Valid Cases	60				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 10.15.

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori Lama Paparan Bising Per Hari (> Median / <= Median)	4.464	1.412	14.111
For cohort Dengung = Ya	2.672	1.201	5.947
For cohort Dengung = Tidak	.599	.396	.906
N of Valid Cases	60		

9. Hubungan Antara Masa Kerja dan Kejadian Telinga Berdengung

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Kategori Masa Kerja * Dengung	60	100.0%	0	.0%	60	100.0%

Kategori Masa Kerja * Dengung Crosstabulation

			Dengung		Total
			Ya	Tidak	
Kategori Masa Kerja	>= 5 Tahun	Count	8	18	26
		% within Kategori Masa Kerja	30.8%	69.2%	100.0%
	< 5 Tahun	Count	13	21	34
		% within Kategori Masa Kerja	38.2%	61.8%	100.0%
Total		Count	21	39	60
		% within Kategori Masa Kerja	35.0%	65.0%	100.0%

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.361 ^b	1	.548		
Continuity Correction ^a	.107	1	.743		
Likelihood Ratio	.363	1	.547		
Fisher's Exact Test				.595	.373
Linear-by-Linear Association	.355	1	.551		
N of Valid Cases	60				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9.10.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori Masa Kerja (>= 5 Tahun / < 5 Tahun)	.718	.243	2.120
For cohort Dengung = Ya	.805	.393	1.649
For cohort Dengung = Tidak	1.121	.776	1.620
N of Valid Cases	60		

10. Hubungan Antara Usia Pekerja dan Kejadian Telinga Berdengung

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Kategori Usia Pekerja * Dengung	60	100.0%	0	.0%	60	100.0%

Lampiran 1 : Output Hasil Analisis (Lanjutan)

Kategori Usia Pekerja * Dengung Crosstabulation

			Dengung		Total
			Ya	Tidak	
Kategori Usia Pekerja	> 40 Tahun	Count % within Kategori Usia Pekerja	4 26.7%	11 73.3%	15 100.0%
	<= 40 Tahun	Count % within Kategori Usia Pekerja	17 37.8%	28 62.2%	45 100.0%
Total		Count % within Kategori Usia Pekerja	21 35.0%	39 65.0%	60 100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.611 ^b	1	.435		
Continuity Correction ^a	.220	1	.639		
Likelihood Ratio	.629	1	.428		
Fisher's Exact Test				.541	.325
Linear-by-Linear Association	.600	1	.438		
N of Valid Cases	60				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5.25.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori Usia Pekerja (> 40 Tahun / <= 40 Tahun)	.599	.164	2.183
For cohort Dengung = Ya	.706	.282	1.770
For cohort Dengung = Tidak	1.179	.805	1.725
N of Valid Cases	60		



KUESIONER PENELITIAN
Analisis Faktor Risiko yang Berhubungan dengan
Penurunan Pendengaran pada Pekerja di PT Pertamina
Geothermal Energy Area Kamojang Tahun 2012

Kepada Yth.

Pekerja di PT. Pertamina Geothermal Energy (PGE)

Area Kamojang

Di tempat

Dengan hormat,

Bersamaan dengan sedang dilakukannya penelitian mengenai “**Analisis Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Penurunan Pendengaran pada Pekerja di PT Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang Tahun 2012**”, Saya Mahasiswa Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) FKM UI sebagai peneliti bekerja sama dengan pihak perusahaan melakukan pengambilan data primer dengan membagikan kuesioner yang nantinya akan diisi oleh para pekerja PT PGE Area Kamojang. Setelah terisi lengkap, harap kuesioner ini dikembalikan kepada peneliti.

Dalam pengisian kuesioner ini Peneliti mengharapkan para pekerja dapat menjawab sendiri dengan sejujurnya sesuai dengan kondisi sebenarnya di tempat kerja, sehingga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat untuk kedepannya.

Perlu diketahui bahwa pengisian kuesioner ini **tidak akan berpengaruh** pada nama baik dan pekerjaan para pekerja. Semua jawaban yang diberikan hanya akan digunakan untuk keperluan penelitian dan akan dijaga kerahasiaannya.

Atas perhatian dan kerjasamanya, Saya ucapkan terimakasih.

Hormat Saya,

Amira Primadona



KUESIONER PENELITIAN
Analisis Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Penurunan
Pendengaran pada Pekerja di PT Pertamina Geothermal Energy
Area Kamojang Tahun 2012

Petunjuk Pengisian :

1. Bacalah setiap pertanyaan dibawah ini dengan teliti !
2. Isi dan lingkarilah (O) jawaban yang Anda pilih !
3. Tanyakan kepada peneliti apabila terdapat pertanyaan yang kurang jelas atau tidak dimengerti !

Tanggal pengisian kuesioner :

I. IDENTITAS PEKERJA

1. Nomor Responden :(diisi oleh Peneliti)
2. Nama Lengkap :
3. Usia : Tahun.....Bulan
4. Jenis Kelamin : (1) Laki-laki (2) Perempuan
5. Tahun berapa anda mulai bekerja di PT PGE Area Kamojang?
Tahun.....
6. Deskripsikan riwayat pekerjaan Anda mulai dari awal masuk kerja di PT PGE Area Kamojang hingga saat ini !

No.	Bagian/Unit Kerja	Tahun
1.		.....sampai.....
2.		.....sampai.....
3.		.....sampai.....
4.		.....sampai.....
5.		.....sampai.....

7. Apakah sebelum bekerja di PT PGE Area Kamojang Anda pernah bekerja di tempat lain yang memiliki bahaya kebisingan?
(1) Tidak
(2) Ya, sebutkan berapa lamaTahun

Lampiran 2 : Kuesioner Penelitian 1 (Lanjutan)

II. WAKTU PAJANAN

8. Berapa lama Anda telah bekerja di PT PGE Area Kamojang ?
..... Tahun.....Bulan
9. Apakah Anda bekerja dalam sistem *shift* ?
 - (1) Tidak (Lanjut ke pertanyaan No.11)
 - (2) Ya
10. Terdapat berapa *shift* kerja dalam satu hari ?
 - (1) 3 *shift* (lama kerja 8 jam per hari)
 - (2) 2 *shift* (lama kerja 12 jam per hari)
11. Berapa hari Anda bekerja dalam seminggu ?
Sebutkan :.....Hari
12. Pukul berapa Anda mulai bekerja?
Sebutkan :.....WIB
13. Pukul berapa Anda selesai bekerja?
Sebutkan :.....WIB
14. Dalam satu hari kerja, berapa total waktu Anda untuk istirahat?
 - (1) 30 menit
 - (2) 1 jam
 - (3) 1 jam 30 menit
 - (4) 2 Jam
 - (5) Lainnya, sebutkan.....Jam
15. Dalam **satu hari kerja**, rata-rata berapa lama Anda mengunjungi suatu tempat/area kerja?

No.	Area Kerja	Lamanya
1.		.....Jam
2.		.....Jam
3.		.....Jam
4.		.....Jam
5.		.....Jam
6.		.....Jam

***Tuliskan area kerja dengan spesifik**

III. ALAT PELINDUNG TELINGA

16. Apakah di PT PGE Area Kamojang disediakan alat pelindung telinga?
- (1) Ya
 - (2) Tidak (Lanjut ke pertanyaan No.20)
17. Jika YA, apakah Anda selalu memakainya saat bekerja di tempat bising?
- (1) Ya
 - (2) Kadang-kadang
 - (3) Tidak (Lanjut ke pertanyaan No.19)
18. Jika jawaban Anda YA/KADANG-KADANG, alat pelindung telinga jenis apa yang paling sering Anda pakai?
- (1) Sumbat telinga (*earplug*)
 - (2) Tutup telinga (*earmuff*)
 - (3) Keduanya
 - (4) Lainnya, sebutkan.....
19. Jika jawaban Anda KADANG-KADANG/TIDAK, apa alasan Anda kadang-kadang/tidak memakainya? (Jawaban boleh lebih dari satu)
- (1) Tidak terbiasa memakai
 - (2) Tidak nyaman/merasa terganggu
 - (3) Tidak tersedia/jumlah tidak mencukupi
 - (4) Tidak ada pengawasan
 - (5) Lainnya, sebutkan.....

IV. KELUHAN PENURUNAN PENDENGARAN

20. Apakah Anda sering merasakan telinga Anda berdengung?
- (1) Tidak (Lanjut ke pertanyaan No.23)
 - (2) Ya
21. Di saat kapan Anda merasakan telinga Anda berdengung?
- (1) Saat bekerja
 - (2) Setelah selesai bekerja
22. Apakah Anda juga merasakan telinga Anda berdengung saat libur /cuti/ off kerja ?
- (1) Tidak
 - (2) Ya

Lampiran 2 : Kuesioner Penelitian 1 (Lanjutan)

23. Menurut Anda, apakah setelah bekerja di PT PGE Area Kamojang pendengaran Anda menurun?

- (1) Tidak **(Selesai sampai disini)**
- (2) Ya, Sejak kapan (sebutkan).....

24. Jika YA, menurut Anda apa yang menyebabkan Anda mengalami penurunan pendengaran?

- (1) Kebisingan di tempat kerja
- (2) Memiliki riwayat penyakit telinga
- (3) Penggunaan obat ototoksik (bersifat racun pada telinga)
- (4) Memiliki hobi yang berhubungan dengan kebisingan
- (5) Lainnya, sebutkan.....

25. Menurut Anda, bagaimana sifat gangguan/penurunan pendengaran yang Anda rasakan?

- (1) Kadang-kadang
- (2) Menetap

😊 TERIMAKASIH 😊



KUESIONER PENELITIAN
Analisis Faktor Risiko yang Berhubungan dengan
Penurunan Pendengaran pada Pekerja di PT Pertamina
Geothermal Energy Area Kamojang Tahun 2012

Kepada Yth.

Pekerja Fungsi Operasi & Produksi PT Pertamina Geothermal Energy (PGE)

Area Kamojang

Di tempat

Dengan hormat,

Melanjutkan pengumpulan data untuk keperluan penelitian mengenai **“Analisis Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Penurunan Pendengaran pada Pekerja di PT Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang Tahun 2012”**, Saya Mahasiswi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) FKM UI sebagai peneliti menanyakan kepada pekerja mengenai jam kerja para pekerja sekalian guna menghitung tingkat paparan bising yang diperoleh oleh para pekerja. Oleh karena itu, diharapkan para pekerja mengisi data di lokasi mana melakukan pekerjaan dan berapa lama bekerja di lokasi tersebut. Data yang ditulis adalah data kegiatan selama 1 minggu kerja.

Dalam pengisian data ini Peneliti mengharapkan para pekerja dapat menjawab sendiri dengan sejujurnya sesuai dengan kondisi sebenarnya di tempat kerja, sehingga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat untuk kedepannya. Perlu diketahui bahwa pengisian data ini **tidak akan berpengaruh** pada nama baik dan pekerjaan para pekerja. Semua jawaban yang diberikan hanya akan digunakan untuk keperluan penelitian dan akan dijaga kerahasiaannya.

Atas perhatian dan kerjasamanya, Saya ucapkan terimakasih.

Hormat Saya,

Amira Primadona

Lampiran 4 : Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan

**HASIL PENGUKURAN TINGKAT KEBISINGAN
AREA KERJA PT. PGE AREA KAMOJANG
TAHUN 2012**

No.	Lokasi Pengukuran	Tingkat Kebisingan (dBA)	No.	Lokasi Pengukuran	Tingkat Kebisingan (dBA)
1.	Ruang LU 1	47,1	39.	LRVP	91,6
2.	Ruang LU 2	52	40.	Injector	99,6
3.	Ruang LU 3	47,8	41.	Cooling tower	81,4
4.	Ruang LU 4	57,6	42.	Kondensor	89
5.	Ruang LU 5	43,3	43.	Separator Demister	92,3
6.	Ruang LU 6	55	44.	Ruang operator WPS Cikaro	66,5
7.	Ruang LU 7	57,3	45.	WPS Cikaro	86
8.	Ruang LU 8	57,8	46.	Genset pengeboran KMJ 79	96,9
9.	Ruang LU 9	58	47.	Sumur produksi KMJ 26	86,8
10.	Ruang Server	62,4	48.	Sumur Produksi KMJ 69	80,9
11.	Ruang Keuangan 1	54,7	49.	Sumur Produksi KMJ 45	71
12.	Ruang Keuangan 2	56,5	50.	Sumur Produksi KMJ 65	93,2
13.	Ruang Keuangan 3	55,5	51.	Sumur Produksi KMJ 51	96,3
14.	Ruang Engineering 1	49,4	52.	Sumur Produksi KMJ 11	78,3
15.	Ruang Engineering 2	54,1	53.	Sumur Produksi KMJ 31	83,8
16.	Ruang Engineering 3	49,7	54.	Sumur Produksi KMJ 48	82,6
17.	Ruang Engineering 4	53	55.	Sumur Produksi KMJ 44	80,9
18.	Ruang Engineering 5	51,9	56.	Sumur Produksi KMJ 14	95,3
19.	Ruang HSE 1	46,7	57.	Sumur Produksi KMJ 56	80,9
20.	Ruang HSE 2	57	58.	Sumur Injeksi KMJ 55	70,1
21.	Ruang Workshop 1	56,3	59.	Sumur pantau KMJ 13	76
22.	Ruang Workshop 2	74,8	60.	Sumur produksi KMJ 24	81,9
23.	Workshop	84,9	61.	Sumur produksi KMJ 72	83
24.	Ruang Operasi 1	58,9	62.	Sumur pantau KMJ 47	96
25.	Ruang Operasi 2	57,7	63.	Sumur produksi KMJ 25	77,9
26.	Ruang Operasi 3	58,3	64.	Sumur Pantau KMJ 39	86,3
27.	Ruang Operasi 4	60,3	65.	Sumur Produksi KMJ 71	86,7
28.	Ruang Operasi 5	42,5	66.	Sumur pantau KMJ 68	88,7
29.	Ruang Operator Operasi	54,2	67.	Sumur Produksi KMJ 49	77,7
30.	Lab Operasi	57,4	68.	Sumur Produksi KMJ 58	86,4
31.	Ruang 1 PLTP Unit IV	58,2	69.	Sumur Produksi KMJ 76	75
32.	Ruang 2 PLTP UNIT IV	47,1	70.	Sumur Produksi KMJ 75	78,4
33.	Ruang Pemeliharaan PLTP	68,3	71.	KMJ 82	85,5
34.	Ruang CCR PLTP	63,1	72.	Sumur Produksi KMJ 52	86,1
35.	DCS room PLTP	61,4	73.	Sumur Produksi KMJ 33	72
36.	Di dalam ruang turbin PLTP Unit IV	88,9	74.	Sumur Injeksi KMJ 32	51,7
37.	Di luar casing turbin PLTP Unit IV	85,9	75.	Sumur Produksi KMJ 38	71,5
38.	Hot well pump (HWP)	89,1	76.	Sumur Produksi KMJ 61	89,8

Lampiran 4 : Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan (Lanjutan)

No..	Lokasi Pengukuran	Tingkat Kebisingan (dBA)	No.	Lokasi Pengukuran	Tingkat Kebisingan (dBA)
77.	Sumur pantau KMJ 60	69,2	102.	Sumur produksi KMJ 40	104,8
78.	Sumur pantau KMJ 19	82,5	103.	Sumur produksi KMJ 46	93,9
79.	Sumur pantau KMJ 23	73,9	104.	Sumur produksi KMJ 27	79,6
80.	Sumur produksi KMJ 59	86,8	105.	Sumur injeksi KMJ 15	60,4
81.	Sumur produksi KMJ 53	81,9	106.	Sumur Pantau KMJ 7	57,9
82.	Sumur produksi KMJ 57	99,4	107.	Sumur pantau KMJ 50	73,4
83.	KMJ 83	87,5	108.	Sumur produksi KMJ 43	75,7
84.	Sumur produksi KMJ 28	81	109.	Sumur injeksi KMJ 20	69,5
85.	Sumur produksi KMJ 22	72,7	110.	Sumur produksi KMJ 67	85,7
86.	Sumur pantau KMJ 12	60,8	111.	Sumur produksi KMJ 17	84,5
87.	Sumur produksi KMJ 34	77,4	112.	Sumur produksi KMJ 18	73,7
88.	Sumur produksi KMJ 37	85,7	113.	Sumur pantau KMJ 6	92,2
89.	Sumur produksi KMJ 41	68,7	114.	Sumur injeksi KMJ 21	54,5
90.	Sumur pantau KMJ 30	93,3	115.	Sumur pantau KMJ 70	84,8
91.	Sumur produksi KMJ 36	76,9	116.	Sumur pantau KMJ 66	86,4
92.	Sumur produksi KMJ 42	74,6	117.	Sumur pantau KMJ 29	63,5
93.	Sumur pantau KMJ 35	83,2	118.	Sumur pantau KMJ 54	70,2
94.	Sumur produksi KMJ 78	84,6	119.	Uji datar sumur KMJ 79	90,8
95.	Sumur produksi CHR A	81,9	120.	KMJ 84 sebelum uji tegak	67,2
96.	Sumur pantau KMJ 77	87,7	121.	Uji tegak KMJ 84 20 m dari cellar	126,2
97.	Sumur KMJ 81	90,7	122.	Uji tegak KMJ 84 10 m dari cellar	128,7
98.	Sumur produksi KMJ 74	82,3	123.	Uji tegak KMJ 84 5 m dari cellar	128,7
99.	Sumur produksi KMJ 73	78,1	124.	Uji datar sumur KMJ 84	103,9
100.	Sumur produksi KMJ 63	83,5	125.	KMJ 85	102,4
101.	Sumur produksi KMJ 62	79,3	126.	KMJ 80	99,9

Lampiran 5 : Hasil Pemeriksaan Audiometri

HASIL PEMERIKSAAN AUDIOMETRI RESPONDEN PT. PGE AREA
KAMOJANG TAHUN 2011

No. Responden	Hearing Level Telinga Kanan (dB)						Hearing Level Telinga Kiri (dB)						Keterangan	
	500	1000	2000	4000	6000	8000	500	1000	2000	4000	6000	8000	Kanan	Kiri
1.	15	10	15	10	5	10	15	10	15	5	5	5	Normal	Normal
2.	20	10	5	10	10	15	10	10	5	15	25	15	Normal	Normal
3.	15	10	10	10	10	5	10	15	10	10	15	10	Normal	Normal
4.	25	15	5	0	10	5	20	15	10	15	15	15	Normal	Normal
5.	15	15	15	10	5	0	10	15	15	20	15	0	Normal	Normal
6.	20	25	20	15	20	15	15	20	15	15	20	20	Normal	Normal
7.	15	15	15	20	25	15	20	10	15	15	20	15	Normal	Normal
8.	10	10	5	5	15	5	10	5	15	5	15	0	Normal	Normal
9.	15	15	10	15	20	20	15	15	5	20	10	5	Normal	Normal
10.	10	10	0	15	15	15	10	5	15	15	15	10	Normal	Normal
11.	10	15	5	30	25	20	15	10	5	20	25	20	Normal	Normal
12.	10	10	15	10	0	0	15	10	15	10	15	5	Normal	Normal
13.	15	10	10	5	15	15	10	10	10	5	10	10	Normal	Normal
14.	10	15	15	5	10	15	10	15	20	10	15	5	Normal	Normal
15.	5	15	5	10	20	15	5	10	5	0	10	0	Normal	Normal
16.	20	25	25	10	15	10	20	25	25	10	20	20	Normal	Normal
17.	10	5	10	20	10	20	10	5	15	15	10	15	Normal	Normal
18.	15	10	10	20	10	5	10	5	10	20	20	10	Normal	Normal
19.	25	25	20	95	90	85	20	10	20	55	50	20	P.Sedang	P.Ringan
20.	25	30	35	45	45	40	35	40	50	60	60	60	P.Ringan	P.Sedang
21.	15	15	10	10	20	10	15	10	10	5	10	10	Normal	Normal
22.	15	15	30	35	20	25	15	10	25	25	25	5	Normal	Normal
23.	30	20	20	20	30	40	20	15	20	20	35	35	Normal	Normal
24.	5	15	5	15	15	5	0	10	10	20	15	10	Normal	Normal
25.	10	10	5	0	0	5	5	10	5	0	0	5	Normal	Normal
26.	10	10	20	20	20	10	15	10	15	30	30	15	Normal	Normal
27.	20	15	10	15	20	15	15	20	15	15	10	15	Normal	Normal
28.	-5	10	0	5	10	10	15	10	5	5	20	10	Normal	Normal
29.	10	15	20	10	25	40	10	10	5	10	20	15	Normal	Normal
30.	50	25	15	15	30	30	10	10	10	20	20	50	P.Ringan	Normal
31.	20	25	30	40	40	50	20	20	30	50	55	35	P.Ringan	P.Ringan
32.	20	15	20	20	25	30	10	10	10	15	20	20	Normal	Normal
33.	20	10	15	10	25	20	20	15	15	10	5	0	Normal	Normal
34.	10	10	10	10	5	5	10	15	10	15	20	0	Normal	Normal
35.	10	10	5	10	25	15	15	5	15	15	15	20	Normal	Normal
36.	15	10	0	10	10	15	15	10	0	5	10	-5	Normal	Normal
37.	20	15	15	15	5	20	15	10	5	15	5	10	Normal	Normal
38.	10	10	15	15	20	10	10	5	10	15	20	15	Normal	Normal
39.	0	5	5	10	20	15	5	5	0	15	10	15	Normal	Normal
40.	10	15	10	20	15	15	10	15	15	20	5	15	Normal	Normal
41.	15	15	5	15	15	0	10	10	10	20	15	0	Normal	Normal
42.	15	15	0	0	0	5	10	10	5	0	5	15	Normal	Normal
43.	15	10	5	10	5	10	15	15	15	15	5	0	Normal	Normal
44.	10	10	5	0	20	5	10	10	5	10	5	5	Normal	Normal
45.	10	10	10	35	-	50	15	10	10	35	-	60	Normal	Normal

Lampiran 5 : Hasil Pemeriksaan Audiometri (Lanjutan)

No. Responden	Hearing Level Telinga Kanan (dB)						Hearing Level Telinga Kiri (dB)						Keterangan	
	500	1000	2000	4000	6000	8000	500	1000	2000	4000	6000	8000	Kanan	Kiri
46.	15	15	15	20	15	20	15	10	5	20	15	15	Normal	Normal
47.	5	10	10	15	15	10	10	10	5	10	10	5	Normal	Normal
48.	30	20	20	25	-	35	25	20	20	20	-	35	Normal	Normal
49.	15	10	10	5	10	15	10	5	10	-5	10	10	Normal	Normal
50.	15	10	15	10	5	10	15	10	15	10	15	15	Normal	Normal
51.	5	5	10	15	20	15	10	5	0	10	5	0	Normal	Normal
52.	5	10	20	5	15	5	25	20	25	15	40	35	Normal	Normal
53.	15	15	0	15	5	0	15	15	5	15	15	15	Normal	Normal
54.	15	15	10	10	10	0	25	20	30	25	35	25	Normal	Normal
55.	15	10	5	5	10	10	15	10	15	15	20	5	Normal	Normal
56.	10	10	5	10	10	20	10	10	5	15	10	15	Normal	Normal
57.	10	15	15	10	20	10	15	15	15	5	15	10	Normal	Normal
58.	25	30	20	30	20	10	25	25	20	25	10	10	P.Ringan	Normal
59.	10	10	5	10	5	5	15	5	10	5	10	10	Normal	Normal
60.	15	15	5	10	10	5	15	15	15	10	5	20	Normal	Normal



Lampiran 6 : Beberapa Dokumentasi Pengukuran



KMJ-62



KMJ-42



KMJ-27



KMJ-67



KMJ-80



KMJ-55

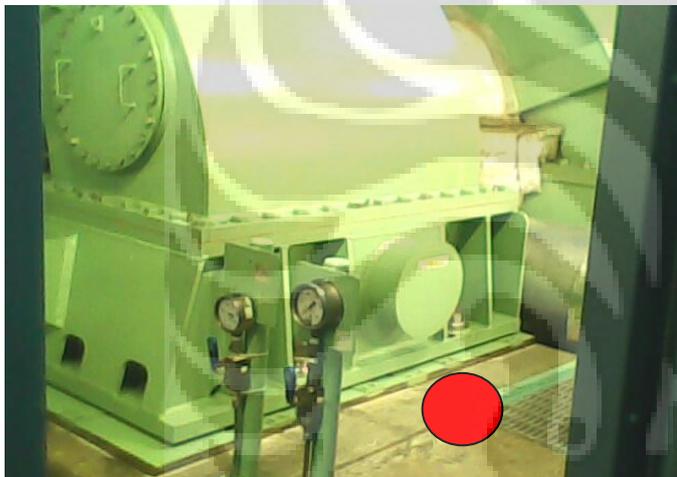
Lampiran 6 : Beberapa Dokumentasi Pengukuran (Lanjutan)



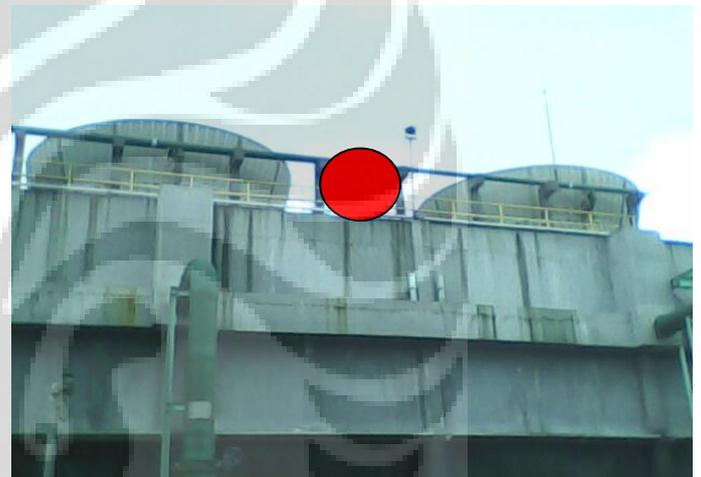
Kegiatan Pengelasan di *Workshop*



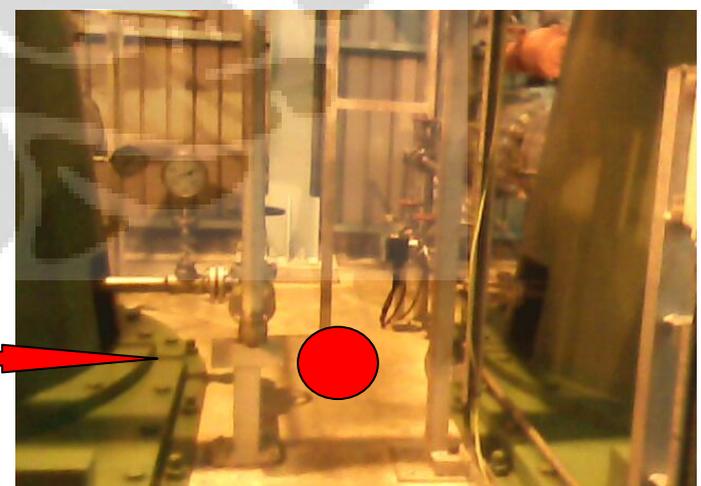
WPS Cikaro



Dalam Ruang Turbin PLTP Unit IV

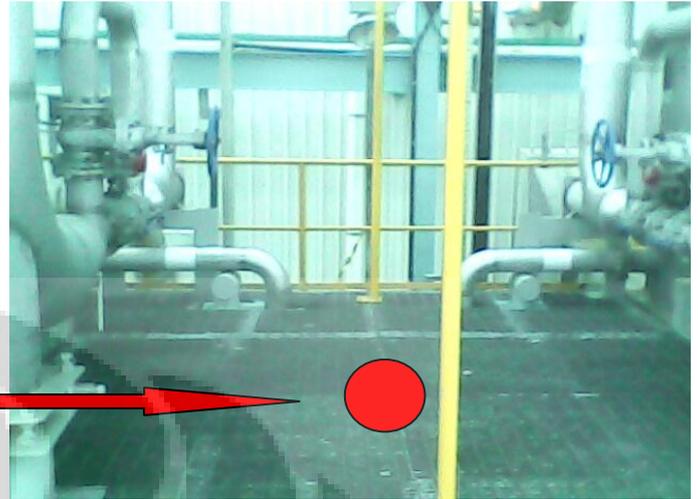


Cooling Tower PLTP Unit IV



Hot Well Pump PLTP Unit IV

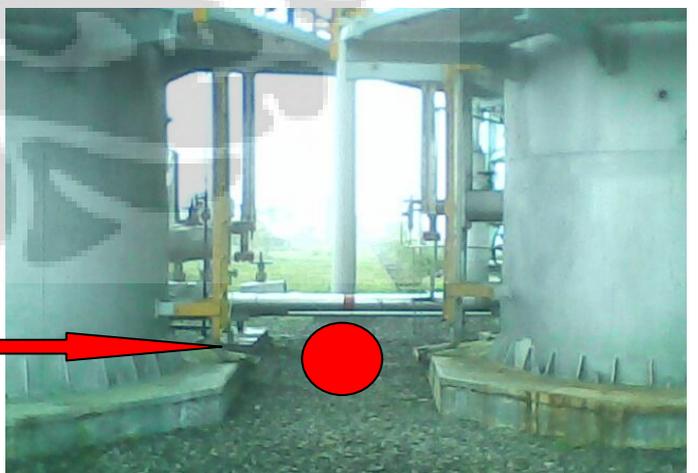
Lampiran 6 : Beberapa Dokumentasi Pengukuran (Lanjutan)



LRVP PLTP Unit IV



Ejector PLTP Unit IV



Separator & Demister PLTP Unit IV



Jakarta, 01 Februari 2012
Nomor : 0152/PGE710/2012-S0

Lampiran : -
Perihal : Ijin Penelitian dan Menggunakan Data

Yang terhormat,
**Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Indonesia**
Kampus Baru UI
Depok - 16424
Fax. (021) 7863472

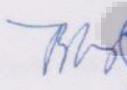
Menunjuk surat Saudara nomor 592/H2.F10/PPM.00.00/2012 tanggal 20 Januari 2012 perihal tersebut diatas, dengan ini kami informasikan bahwa pada prinsipnya kami dapat menyetujui permohonan tugas akhir untuk Mahasiswa atas nama **AMIRA PRIMADONA** (NPM : 0806335580).

Adapun tugas akhir yang bersangkutan dapat dilaksanakan terhitung mulai minggu pertama Februari 2012 sampai dengan April 2012 di Area Geothermal (AG) Kamojang.

Perlu kami sampaikan bahwa PT Pertamina Geothermal Energy tidak memberikan bantuan transportasi, akomodasi, konsumsi, uang saku, serta perlengkapan dan alat keselamatan kerja, kecuali kemudian ditentukan lain.

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Manajer HR & GA,




Ratu Reni Gusfiarni

Kantor Pusat
Menara Cakrawala Lantai 11
Jalan MH. Thamrin No. 9
Jakarta 10340 Indonesia
T +62 21 398 33 222
F +62 21 398 33 230
www.pge.pertamina.com



Kamojang, 10 Februari 2012

Nomor : 528 /PGE746-1/2012-SO
 Lampiran : -
 Perihal : Ijin Penelitian dan Menggunakan Data

Kepada Yth,
 Universitas Indonesia
 Kampus Baru Universitas Indonesia
 Depok - 16424
 No. Fac : 021-7863472

Dengan hormat,

Menunjuk memorandum dari Manajer HR & GA PGE no. 0151//PGE710/2012 – S) tanggal 01 Februari 2012 dan surat permohonan saudara No. 593/H2.F10/PPM.00.00/2012 tanga 20 Januari 2012 perihal tersebut diatas, dengan ini kami sampaikan bahwa pengajuan permohonan kerja praktek atas nama :

Nama : Amira Primadona
 NPM : 0806335580
 Thn. Angkatan : 2008/2009
 Pemintan : Keselamatan dan Kesehatan Kerja

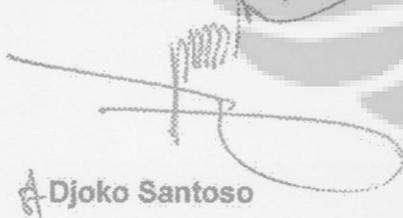
SKRIPSI

kami terima mulai bulan 13 Februari s/d 30 April 2012.

Sebelum pelaksanaan dimulai harap menghubungi bagian SDM/LU PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang untuk mendapatkan pengarahan lebih lanjut.

Demikian di sampaikan atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang,
 Pws. Utama SDM,


 Djoko Santoso

Area Kamojang
 Jl. Raya Kamojang, Kabupaten Bandung
 PO Box 120 Garut - 44191
 T : +6222 780 6882-83
 F : +6222 780 6379