



**PENGARUH PAPARAN KEBISINGAN AKUT TERHADAP
TEKANAN DARAH DAN DENYUT NADI PADA PEKERJA
PABRIK KAYU PT. MUROCO JEMBER**

SKRIPSI

Oleh

Wahyu Ikhwan Nanda Mukhlis

NIM 142010101004

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**PENGARUH PAPARAN KEBISINGAN AKUT TERHADAP
TEKANAN DARAH DAN DENYUT NADI PADA PEKERJA
PABRIK KAYU PT. MUROCO JEMBER**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Dokter (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran

Oleh

Wahyu Ikhwan Nanda Mukhlis

NIM 142010101004

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN:

Alhamdulillah, dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lancar. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umatnya menuju jalan yang terang

Dengan segala ketulusan, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang telah memberi limpahan rahmat dan hidayah-Nya serta nikmat sehat dalam setiap langkah kehidupan yang saya ambil;
2. Nabi Muhammad SAW beserta sahabatnya yang telah memberikan suri tauladan yang baik bagi umat Islam;
3. orang tua saya Ayah Paiman dan Ibu Tri Retna Setijaningsih yang telah memberikan doa, dukungan, bimbingan, serta kasih sayang yang tiada batas dan pengorbanan yang tiada tara;
4. kakak saya Puspandaru Nur Iman Fadlil, S.KG dan adik saya Arummitha Qurrotu'aini yang telah mendoakan saya hingga mampu menempuh pendidikan kedokteran ini;
5. para guru saya sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi yang telah mendidik saya dengan penuh kesabaran;
6. keluarga besar angkatan 2014 Fakultas Kedokteran Universitas Jember;
7. almamater Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

MOTO

Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri*
(terjemahan Surat *Ar-Ra'd* ayat 11)



*Kementerian Agama Republik Indonesia. 1998. *Al-Qur'an dan Terjemahnya*.
Semarang: CV Asy-Syfa'.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Wahyu Ikhwan Nanda Mukhlis

NIM : 142010101004

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "Pengaruh Paparan Kebisingan Akut Terhadap Tekanan Darah dan Denyut Nadi pada Pekerja Pabrik Kayu PT. Muroco Jember" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 25 Januari 2018

Yang menyatakan,

Wahyu Ikhwan Nanda Mukhlis
NIM 142010101004

SKRIPSI

**PENGARUH PAPARAN KEBISINGAN AKUT TERHADAP
TEKANAN DARAH DAN DENYUT NADI PADA PEKERJA
PABRIK KAYU PT. MUROCO JEMBER**

Oleh

Wahyu Ikhwan Nanda Mukhlis

NIM 142010101004

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama (DPU) : dr. Yohanes Sudarmanto, M.Med.Ed.

Dosen Pembimbing Anggota (DPA) : dr. Muhammad Hasan, M.Kes.,Sp.OT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Paparan Kebisingan Akut Terhadap Tekanan Darah dan Denyut Nadi pada Pekerja Pabrik Kayu PT. Muroco Jember” karya Wahyu Ikhwan Nanda Mukhlis telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Kamis, 25 Januari 2018

tempat : Fakultas Kedokteran Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Dr. dr. Aries Prasetyo, M.Kes.
NIP. 19690203 199903 1 001

dr. Desie Dwi Wisudanti, M. Biomed.
NIP. 19821211 200812 2 002

Anggota II,

Anggota III,

dr. Yohanes Sudarmanto, M.Med.Ed.
NIP. 19840119 200912 1 007

dr. Muhammad Hasan, M.Kes., Sp.OT.
NIP. 19690411 199903 1 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Jember,

dr. Enny Suswati, M.Kes
NIP 19700214 199903 2 001

RINGKASAN

Pengaruh Paparan Kebisingan Akut Terhadap Tekanan Darah dan Denyut Nadi pada Pekerja Pabrik Kayu PT. Muroco Jember; Wahyu Ikhwan Nanda Mukhlis, 142010101004; 2018; 67 halaman; Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Bunyi yang melebihi batas normal akan menimbulkan kebisingan. Sekitar lebih dari 70% sumber kebisingan berasal dari aktivitas industri pada pabrik. Pekerja pabrik menjadi pihak pertama yang terpapar kebisingan dan berdampak terhadap kesehatannya, salah satunya berdampak terhadap peningkatan tekanan darah dan denyut nadi. Faktor individu yang mempengaruhi peningkatan tekanan darah dan denyut nadi dapat berupa usia, perilaku merokok, kondisi stres, dan kondisi fisik rendah O₂. Faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap peningkatan tekanan darah dan denyut nadi adalah paparan kebisingan di tempat kerja. Kebisingan dapat menstimulasi saraf simpatis yang akan mempengaruhi pembuluh darah arterioler dan vena sehingga menyebabkan vasokonstriksi. Vasokonstriksi yang terjadi pada arterioler akan menyebabkan peningkatan resistensi perifer total (*total peripheral resistance*) sehingga tekanan darah meningkat. Ketika vena juga mengalami vasokonstriksi, maka akan terjadi peningkatan aliran balik vena, sehingga isi sekuncup (*stroke volume*) dan *cardiac output* meningkat. Dengan meningkatnya *cardiac output*, mengakibatkan tekanan darah meningkat. Jika hal ini terjadi dalam jangka waktu hingga lima tahun, maka dapat menyebabkan hipertensi dan memiliki risiko kematian akibat penyakit kardiovaskular dalam kurun waktu lebih dari 10 tahun sebesar 60% lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja yang tidak pernah terpapar kebisingan.

Penelitian ini bersifat analitik observasional dengan menggunakan metode *cross sectional*. Penelitian ini dilakukan kepada pekerja pabrik kayu PT. Muroco Jember dengan waktu penelitian tanggal 15 - 21 Desember 2017. Masing-masing responden mengisi data diri untuk mendapatkan data karakteristik responden. Bagi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dilakukan pengukuran tekanan darah dan denyut nadi sebelum dan sesudah bekerja selama 8 jam. Penelitian ini memperoleh responden sebanyak 24 orang laki-laki yang mengikuti penelitian hingga selesai. Sebagian besar responden (66,7%) berusia antara 29 - 40 tahun. Responden paling muda berusia 22 tahun dan paling tua berusia 40 tahun dengan masa kerja bervariasi antara 1 - 9 tahun. Sebanyak 91,7% responden tidak memakai alat pelindung telinga saat bekerja. Penelitian ini menggunakan uji komparasi *paired t-test* dan didapatkan $p=0,000$ untuk tekanan darah sistolik, $p=0,049$ untuk tekanan darah diastolik, dan $p=0,020$ untuk denyut nadi. Hasil ini menyimpulkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan terhadap tekanan darah sistolik, diastolik, denyut nadi antara sebelum dan setelah bekerja dalam paparan kebisingan akut pada responden pabrik kayu PT. Muroco Jember.

PRAKATA

Puji syukur atas ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Paparan Kebisingan Akut Terhadap Tekanan Darah dan Denyut Nadi pada Pekerja Pabrik Kayu PT. Muroco Jember”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. dr. Enny Suswati, M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Jember, atas segala fasilitas dan kesempatan yang diberikan dalam menempuh Pendidikan Dokter di Universitas Jember;
2. dr. Yudha Nurdian, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing saya dalam perkuliahan dan selalu menjadi inspirasi bagi saya;
3. dr. Yohanes Sudarmanto, M.Med.Ed., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan dr. Muhammad Hasan, M.Kes.,Sp.OT., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini sejak awal hingga akhir;
4. Dr. dr. Aries Prasetyo, M. Kes., selaku Dosen Penguji Utama dan dr. Desie Dwi Wisudanti, M.Biomed., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu dan memberikan saran untuk skripsi ini;
5. orang tua saya Ayah Paiman dan Ibu Tri Retna Setijaningsih yang telah membesarkan dengan penuh kasih sayang, mengajarkan makna hidup serta senantiasa berdoa untuk kelancaran dan kemudahan pendidikan saya;
6. kakak saya Puspandaru Nur Iman Fadlil dan adik saya Arummitha Qurrotu’aini yang senantiasa memberikan keceriaan saat di rumah;
7. Lathifa Rusyda Gani yang selalu setia menemani serta menyemangati saya dalam hal apapun;

8. saudara-saudara TBM Vertex terutama angkatan XII, yaitu Anis, Mega, Indah, Lathifa, Nanda, Nihayah, Aqmarina, Nurdiana, Shofi, Sofi, Trinita, Azka, Faizal, Nafiys, Novail, dan Rahmad yang telah berjuang bersama menempuh roda organisasi dengan penuh semangat persaudaraan;
9. rekan-rekan penelitian, yaitu Anis dan Lathifa yang telah banyak membantu dan memberikan motivasi dalam penelitian ini;
10. sahabat-sahabat saya, yaitu Syahrian, BJ Azmy, Heri Puguh, Indriana terima kasih atas dukungan, semangat dan do'a yang diberikan selama ini;
11. Pak Wiski, Mas Rizky, Mas Ilyas, Mas Reza, Mas Anton, dan civitas akademika lain yang selalu memberikan motivasi kepada saya;
12. teman-teman Elixir Fakultas Kedokteran Universitas Jember angkatan 2014 yang selalu bahu-membahu dalam mengarungi kehidupan sebagai mahasiswa kedokteran;
13. Mas Rifqi dan Bu Dewi yang telah mengizinkan melakukan penelitian di PT. Muroco Jember;
14. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Jember, Januari 2018

Penulis

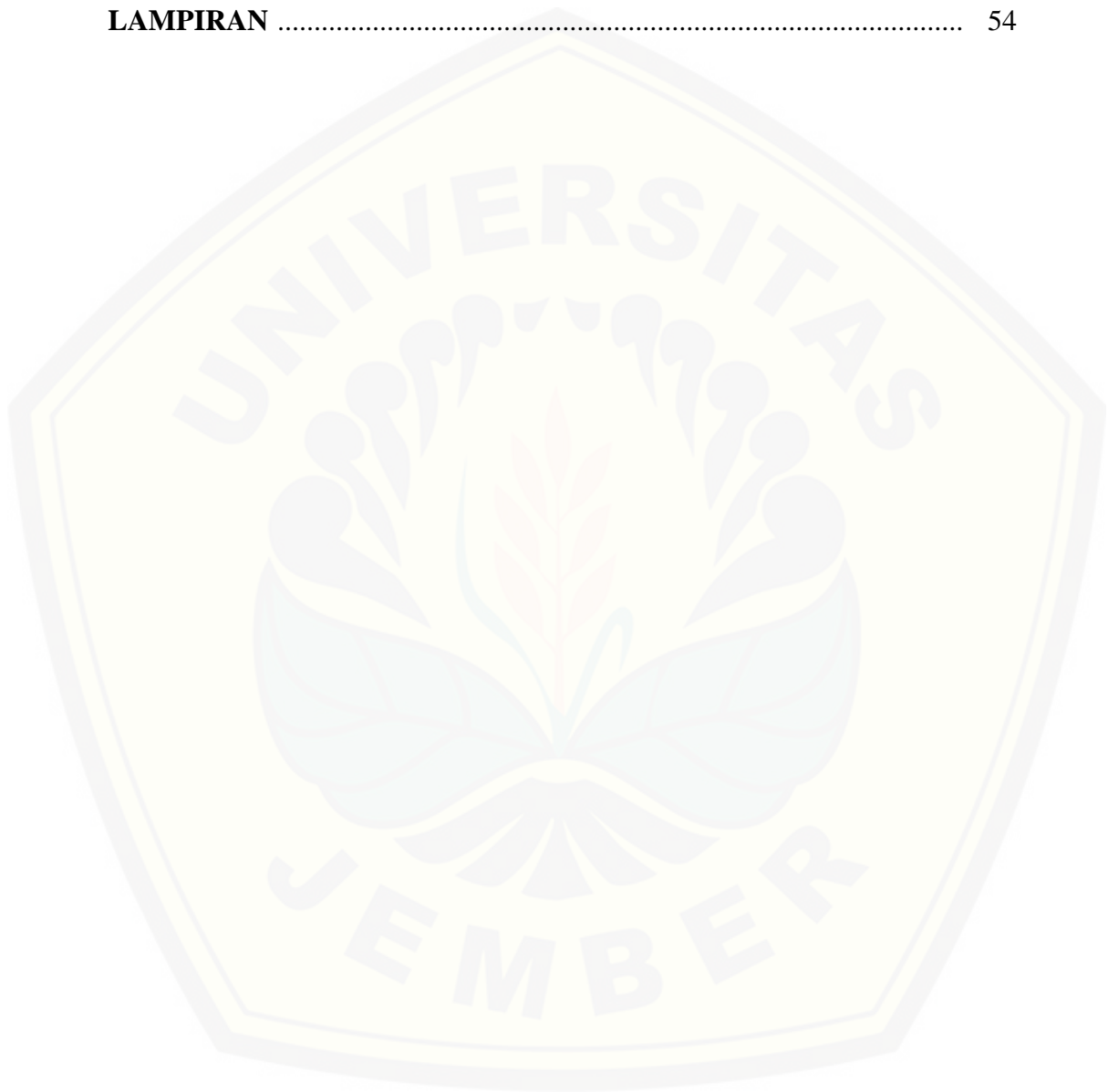
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Umum	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kebisingan	5
2.1.1 Definisi Kebisingan	5
2.1.2 Jenis Kebisingan	5
2.1.3 Sumber Kebisingan	6
2.1.4 Intensitas Kebisingan	6
2.1.5 Nilai Ambang Batas Kebisingan	7
2.1.6 Pengukuran Intensitas Kebisingan	8
2.2 Telinga	10

2.2.1 Anatomi Telinga	10
2.2.2 Fisiologi Pendengaran	13
2.3 Tekanan Darah	13
2.3.1 Definisi Tekanan Darah	13
2.3.2 Fisiologi Tekanan Darah	14
2.3.3 Hal – Hal yang Mempengaruhi Tekanan Darah	16
2.3.4 Pengukuran Tekanan Darah	18
2.3.5 Jenis Alat Ukur Tekanan Darah	20
2.4 Denyut Nadi	22
2.4.1 Definisi dan Fisiologi Denyut Nadi	22
2.4.2 Hal – Hal yang Mempengaruhi Denyut Nadi	23
2.4.3 Pengukuran Denyut Nadi	24
2.5 Profil Pabrik Kayu PT. Muroco Jember	26
2.6 Pengaruh Paparan Kebisingan Akut Terhadap Tekanan Darah dan Denyut Nadi	27
2.7 Kerangka Teori	29
2.8 Kerangka Konsep	30
2.9 Hipotesis Penelitian	30
BAB 3. METODE PENELITIAN	31
3.1 Jenis Penelitian	31
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	31
3.3.1 Populasi	31
3.3.2 Sampel	31
3.3.3 Jumlah Sampel	32
3.3.4 Teknik Pengambilan Sampel	32
3.4 Variabel Penelitian	32
3.4.1 Variabel Bebas	32
3.4.2 Variabel Terikat	32
3.5 Definisi Operasional	33

3.6 Rancangan Penelitian	34
3.7 Instrumen Penelitian	34
3.7.1 <i>Sound Level Meter</i>	34
3.7.2 <i>Sphygmomanometer</i> Air Raksa	35
3.7.3 Stetoskop	36
3.7.4 <i>Stopwatch</i>	36
3.7.5 Kuesioner	36
3.7.6 <i>Microtoise</i>	36
3.7.7 Timbangan Badan	36
3.8 Prosedur Pengambilan Data	37
3.8.1 Uji Kelayakan	37
3.8.2 Sumber Data	37
3.8.3 Pengambilan Data Populasi dan Pengambilan Sampel .	37
3.9 Prosedur Penelitian	38
3.9.1 Alur Penelitian	38
3.9.2 Analisis Data	38
 BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	 39
4.1 Hasil Penelitian	39
4.1.1 Karakteristik Responden	39
4.1.2 Intensitas Kebisingan pada Sektor Kerja	39
4.1.3 Tabulasi Responden Berdasarkan Penggunaan APT	40
4.1.4 Tekanan Darah Responden Sebelum dan Setelah Bekerja	40
4.1.5 Denyut Nadi Responden Sebelum dan Setelah Bekerja	41
4.1.6 Pengaruh Paparan Kebisingan Akut Terhadap Tekanan Darah dan Denyut Nadi	42
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian	46

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	46
7.1 Kesimpulan	46
7.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	54



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Daftar skala intensitas kebisingan	7
2.2 Nilai ambang batas kebisingan	8
3.1 Definisi operasional	33
4.1 Karakteristik responden	39
4.2 Intensitas kebisingan pada sektor kerja	40
4.3 Tabulasi responden berdasarkan penggunaan APT	40
4.4 Tabulasi tekanan darah responden sebelum dan setelah bekerja	41
4.5 Tabulasi denyut nadi responden sebelum dan setelah bekerja	42
4.6 Hasil uji komparasi paired t-test kebisingan akut dengan tekanan darah dan denyut nadi	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Contoh <i>sound level meter</i>	9
2.2 Anatomi telinga manusia	10
2.3 Susunan tulang pendengaran	11
2.4 Struktur telinga dalam	12
2.5 <i>Sphygmomanometer</i> air raksa	21
2.6 <i>Sphygmomanometer aneroid</i>	22
2.7 <i>Sphygmomanometer</i> digital	22
2.8 Tempat pengukuran denyut nadi	25
2.9 Kerangka teori	29
2.10 Kerangka konsep	30
3.1 Rancangan penelitian	34
3.2 Alur penelitian	38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
3.1 Lembar <i>Informed Consent</i>	54
3.2 Lembar Kuesioner Penelitian	55
3.3 Sertifikat Kalibrasi <i>Sphygmomanometer</i> Air Raksa	58
3.4 Lembar Persetujuan Etik Penelitian	60
3.5 Persetujuan Ijin Penelitian PT. Muroco Jember	62
4.1 Hasil Uji Statistik	63
4.2 Tabulasi Responden Penelitian	65
4.3 Foto Kegiatan Penelitian	66

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebisingan (*noise*) berasal dari bahasa latin *nausea* yang artinya adalah bunyi yang tidak diinginkan (Laad, 2011). Kebisingan dapat didefinisikan sebagai bunyi dengan intensitas melebihi batas normal yang berasal dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu, sehingga dapat menyebabkan gangguan dalam berkomunikasi, gangguan kesehatan, dan berdampak terhadap kenyamanan lingkungan (Bridger, 2005; Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996).

Sekitar lebih dari 70% sumber kebisingan berasal dari aktivitas industri pada pabrik (Ismaila *et al.*, 2014). Implikasi dari fakta tersebut adalah para pekerja pabrik akan menjadi pihak pertama yang terkena paparan kebisingan secara intens dan memiliki risiko terdampak oleh hal tersebut (Ismaila *et al.*, 2014; Assunta *et al.*, 2014). Dampak kebisingan terhadap kesehatan pekerja dibagi menjadi dampak terhadap pendengaran dan *non* pendengaran. Dampak terhadap pendengaran meliputi gangguan keseimbangan, gangguan pendengaran, hingga hilangnya pendengaran secara permanen (Assunta *et al.*, 2014). Dampak *non* pendengaran antara lain peningkatan tekanan darah, abnormalitas *electrocardiography*, gangguan psikologis, gangguan fisiologis tubuh, dan gangguan tingkah laku (Leather *et al.*, 2003; Buchari, 2007; Attarchi *et al.*, 2012; Assunta *et al.*, 2014).

Penelitian Gopinath *et al.* (2011) menyatakan bahwa pekerja yang terpapar kebisingan dengan intensitas sangat tinggi untuk durasi yang singkat (kurang dari lima tahun), berisiko tiga kali lebih tinggi terkena *stroke* dan 60% peningkatan risiko meninggal akibat penyakit kardiovaskular saat 10 tahun kemudian dibandingkan dengan yang tidak terpapar kebisingan. Beberapa penelitian lain yang meneliti dampak kebisingan dengan gangguan kesehatan dilakukan oleh Jin *et al.* (2016), Siswati (2017), dan Ismaila *et al.* (2014). Penelitian oleh Jin *et al.* (2016) membahas tentang perubahan hormon pada tikus yang terpapar kebisingan akut dan memperoleh hasil terdapat peningkatan yang signifikan terhadap hormon norepinefrin (hormon stres) pada *hippocampus* tikus. Sementara itu, penelitian

Siswati (2017) menyebutkan bahwa pada karyawan unit produksi PT. Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG) dengan jumlah responden sebanyak 22 orang yang terpapar kebisingan rata-rata sebesar 90,8 dB(A) didapatkan hubungan yang signifikan antara kebisingan dengan kenaikan tekanan darah sistolik, diastolik, dan denyut nadi. Berbeda dengan sebelumnya, penelitian Ismaila *et al.* (2014) tentang paparan kebisingan terhadap peningkatan tekanan darah pada pekerja pabrik karung dengan responden sebesar 62 pekerja laki-laki dan intensitas bising rata-rata sebesar 92,85 dBA, menunjukkan hasil peningkatan tekanan darah sistolik yang signifikan. Sementara untuk tekanan diastolik, menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Pemerintah berupaya untuk melindungi pekerja dari bahaya kebisingan di lingkungan industri dengan mengeluarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER/13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja. Dalam peraturan tersebut ditetapkan Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan sebesar 85 dB(A). Nilai tersebut merupakan nilai tertinggi yang masih dapat diterima oleh pekerja tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan dalam pekerjaan untuk waktu yang tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam seminggu (Peraturan Menteri Tenaga kerja dan Transmigrasi, 2011).

Humas Pemkab Jember (2014) menyebutkan bahwa sebesar 36,6% Kabupaten Jember berada pada wilayah datar dengan kemiringan lahan 0 – 2% sehingga daerah ini baik untuk kawasan pemukiman dan kegiatan pertanian dengan lahan kawasan hijau yang terdiri atas hutan, sawah, tegal dan perkebunan. Salah satu tanaman perkebunan adalah pohon sengon. Jember dikenal sebagai penghasil komoditi kayu sengon yang cukup berkembang. Hal ini dapat dibuktikan dengan produksi kayu sengon yang mengalami surplus mencapai 90.026,25 m³ dan dikirim ke luar Kabupaten, diantaranya adalah Lumajang, Probolinggo, Banyuwangi, bahkan ke Jawa tengah. Pada tahun 2011 terdapat sekitar 90% dari total area hutan rakyat seluas 28.168,81 Ha adalah pohon sengon, sedangkan komoditas lainnya adalah pohon jati, mahoni, sonokeling dan mindi.

Investasi pohon sengon yang sedemikian besar di Jember menimbulkan potensi yang besar untuk mengolahnya sehingga telah dibangun beberapa

perusahaan jasa penggergajian yang memproduksi palet, balok, papan cor dan bahan peti kemas yang berjumlah 24 perusahaan (Humas Pemkab Jember, 2014). Salah satu perusahaan yang dimaksud adalah PT. Muroco Jember. Pabrik kayu ini berdiri sejak 2008 dengan jumlah pekerja yang mencapai 300 orang. Proses dalam pabrik ini meliputi pengangkutan kayu, tahapan penggergajian gelondongan kayu menjadi balok kayu atau lembaran-lembaran kayu, proses pengeleman yang menggunakan tekanan panas hingga proses *finishing* serta *packing*. Proses penggergajian kayu menimbulkan bunyi karena terdapat gesekan terus-menerus antara mesin gergaji dan gelondongan kayu. Selain itu, mesin pengeleman dengan tekanan panas juga menimbulkan bunyi akibat aktivitas yang ditimbulkan oleh mesin. Berdasarkan korespondensi yang dilakukan oleh peneliti dan Kepala Bagian *Human Resources Development* (HRD) PT. Muroco Jember, bahwa belum pernah dilakukan pengukuran intensitas kebisingan pada area produksi dan penelitian terkait oleh dampaknya kebisingan dengan kesehatan pekerja.

Berdasarkan dari paparan latar belakang di atas, maka peneliti tertarik untuk meneliti dengan mengambil judul penelitian “Pengaruh paparan kebisingan akut terhadap tekanan darah dan denyut nadi pada pekerja pabrik kayu PT. Muroco Jember”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah “Bagaimana pengaruh paparan kebisingan akut terhadap tekanan darah dan denyut nadi pada pekerja pabrik kayu PT. Muroco Jember?”.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki dua tujuan, yaitu tujuan umum dan tujuan khusus yang diuraikan sebagai berikut.

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini adalah mengetahui pengaruh paparan kebisingan akut terhadap tekanan darah dan denyut nadi pada pekerja pabrik kayu PT. Muroco Jember.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus penelitian ini diantaranya yaitu:

- a. mengetahui tingkat kebisingan sektor kerja di pabrik kayu PT. Muroco Jember;
- b. mengetahui karakteristik pekerja Pabrik Kayu PT. Muroco Jember.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagi institusi pendidikan, penelitian ini diharapkan menambah bahan kepustakaan dan sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.
- b. Bagi pekerja pabrik kayu PT. Muroco Jember, penelitian ini dapat memberi informasi kepada pekerja untuk lebih memperhatikan dampak kesehatan yang ditimbulkan dari paparan kebisingan di tempat kerja, sehingga dapat mengambil langkah-langkah dalam hal pencegahan terhadap risiko kesehatan akibat kebisingan sesuai saran dari peneliti.
- c. Bagi manajer pabrik kayu PT. Muroco Jember, penelitian ini dapat memberi informasi terkait data hasil penelitian yang akan dijadikan sebagai pertimbangan dalam merumuskan kebijakan perusahaan terkait dengan kesehatan pekerja.
- d. Bagi peneliti, penelitian ini dapat menambah keilmuan di bidang penelitian.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kebisingan

2.1.1 Definisi Kebisingan

Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang merambat dari sumber getar dan menyebabkan perubahan tekanan udara (Harrington *et al.*, 2005). Getaran sumber bunyi akan menghasilkan jumlah getaran per detiknya yang disebut sebagai frekuensi bunyi dan dinyatakan dengan satuan *hertz* (Hz). Manusia dapat mendengar bunyi dalam rentang frekuensi 20-20.000 Hz yang disebut frekuensi audiosonik. Selain frekuensi, bunyi juga memiliki intensitas yang dapat diukur dan dinyatakan dalam satuan *decibel* [dB(A)] (Prabawiguna, 2013). Apabila intensitas bunyi melebihi batas normal, maka akan timbul kebisingan (Bridger, 2005).

Kebisingan (*noise*) berasal dari bahasa latin *nausea* yang artinya adalah bunyi yang tidak diinginkan (Laad, 2011). Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 tahun 1996, menyatakan bahwa kebisingan berasal dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan berdampak terhadap kenyamanan lingkungan (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996).

2.1.2 Jenis Kebisingan

Berdasarkan sifat dan spektrum frekuensi bunyi, Buchari (2007) membagi kebisingan sebagai berikut.

- a. Bising yang kontinyu dengan spektrum frekuensi yang luas. Bising ini relatif tetap dalam batas kurang lebih 5 dB(A) untuk periode 0,5 detik berturut-turut, misalnya pada mesin kipas angin.
- b. Bising yang kontinyu dengan spektrum frekuensi yang sempit. Bising ini juga relatif tetap, tetapi hanya memiliki frekuensi tertentu saja (500 Hz, 1000 Hz, dan 4000 Hz), misalnya pada gergaji serkuler dan katup gas.
- c. Bising terputus-putus (*intermitten*). Bising ini tidak terjadi secara terus-menerus, melainkan ada periode relatif tenang, misalnya suara lalu lintas dan kebisingan di lapangan terbang.

- d. Bising impulsif. Bising jenis ini memiliki perubahan tekanan bunyi melebihi 40 dB(A) dalam waktu yang sangat cepat dan biasanya mengejutkan pendengarnya, misalnya bunyi tembakan, ledakan petasan, dan meriam.
- e. Bising impulsif berulang. Sama dengan bising impulsif, hanya saja jenis ini terjadi secara berulang, misalnya pada mesin tempa.

2.1.3 Sumber Kebisingan

Kebisingan bersumber dari berbagai macam hal. Ditinjau dari alatnya, Hadi (2014) mengklasifikasikan kebisingan menjadi tiga macam, yakni:

- a. mesin yaitu kebisingan yang ditimbulkan akibat aktivitas mesin;
- b. vibrasi yaitu kebisingan yang ditimbulkan akibat getaran yang diakibatkan aktivitas peralatan;
- c. *pressure-reducing valve* yaitu kebisingan yang ditimbulkan akibat pergerakan dari udara dan cairan dalam kegiatan proses industri.

Ditinjau dari lokasi sumber bising, Wafiroh (2013) membagi sumber kebisingan menjadi dua, yaitu:

- a. bising *interior*, merupakan sumber bising dari manusia, alat-alat rumah tangga, atau mesin di dalam gedung;
- b. bising *outdoor*, merupakan sumber bising yang berasal dari suara lalu lintas, transportasi, kegiatan perbaikan jalan yang berada di luar gedung/ruangan.

2.1.4 Intensitas Kebisingan

Intensitas bunyi adalah besarnya tekanan yang dipindahkan oleh bunyi. Apabila tekanan yang dipindahkan ini berlebihan, maka akan menyebabkan kebisingan (Bridger, 2005). Tekanan ini diukur dengan satuan *microbar* yaitu satuan yang besarnya satu persepuluh dari tekanan udara. Tekanan bunyi sangat bervariasi mulai dari 2×10^{-4} sampai 2×10^2 *microbar* ($1 \text{ microbar} = 1 \text{ dyne/cm}^2$). Dalam pengukuran yang lazim digunakan *decibel* yaitu suatu perbandingan logaritmik antara tekanan bunyi tertentu dengan suatu tekanan dasar yang besarnya 2×10^{-4} *microbar* yang sesuai dengan ambang dengar telinga normal pada frekuensi 1000 Hz atau sama dengan 0 dB(A) (Nugroho, 2009). Setiap kebisingan

memiliki intensitas yang beragam, dari kategori sangat tenang hingga menulikan yang akan disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Daftar skala intensitas kebisingan

Tingkat Kebisingan	Intensitas (Decibel)	Contoh Sumber Bising
menulikan	180	peluncur roket
	140	pesawat jet, letusan senjata api
	110	meriam, mesin uap
sangat pekak	90	mesin cetak, kereta api, mesin pabrik, peluit polisi
	70	kantor gaduh, lalu lintas ramai
kuat	50	rumah gaduh, percakapan kuat
sedang	30	rumah tenang, percakapan normal
tenang	10	suara daun, berbisik

(Sumber: Prabawiguna, 2013)

2.1.5 Nilai Ambang Batas Kebisingan

Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER/13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja bahwa Nilai Ambang Batas yang selanjutnya disingkat NAB adalah standar faktor bahaya di tempat kerja sebagai kadar/intensitas rata-rata tertimbang waktu (*time weighted average*) yang dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan, dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam seminggu. Nilai Ambang Kebisingan dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Nilai ambang batas kebisingan

Waktu Pemaparan Perhari		Intensitas Kebisingan (<i>Decibel</i>)
8	jam	85
4	jam	88
2	jam	91
1	jam	94
30	menit	97
15	menit	100
7,5	menit	103
3,75	menit	106
1,88	menit	109
0,94	menit	112
28,12	detik	115
14,06	detik	118
7,03	detik	121
3,52	detik	124
1,76	detik	127
0,88	detik	130
0,44	detik	133
0,22	detik	136
0,11	detik	139

(Sumber: Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi, 2011)

2.1.6 Pengukuran Intensitas Kebisingan

Kebisingan adalah bagian dari bunyi, sehingga pengukuran intensitas kebisingan merujuk pada pengukuran intensitas bunyi. Intensitas bunyi adalah arus energi bunyi persatuan luas yang biasanya dinyatakan dalam skala logaritma dengan satuan *decibel*. Skala *decibel* adalah skala logaritmis sehingga tidak bisa dijumlah atau dikurangkan secara langsung (Zenz, 1994).

Terdapat ketidakefisienan telinga dalam menangkap bunyi, sehingga dikembangkan skala pengukuran A, B, C, dan D untuk menyesuaikan penangkapan bunyi oleh telinga. Skala A disesuaikan dengan kontur 40 *phon*, skala B dengan 70 *phon*, dan skala C merupakan respons datar. *Phon* adalah satuan tingkat kekerasan bunyi. Bunyi dengan tingkat kekerasan 40 *phon* adalah bunyi pada frekuensi 1000 Hz dengan intensitas 40 dB(A) (Guyton, 1995).

Skala A merupakan respons terbaik dari telinga manusia terhadap bunyi yang tidak terlalu keras. Sebagian besar kebisingan diukur dalam skala ini dan satuannya akan ditulis sebagai dB(A). Skala C digunakan untuk mengukur kebisingan mesin dan peralatan yang cenderung berada pada frekuensi rendah dan

tinggi. Pengukuran skala B tidak dipakai lagi dan skala D hanya digunakan pengukuran kebisingan dalam penerbangan (Zenz, 1994).

Alat yang digunakan untuk mengukur intensitas bunyi disebut *sound level meter*. Alat ini memiliki komponen dasar meliputi mikrofon, *amplifier*, jaringan pengukuran, dan layar meter pembacaan. Prinsip kerja *sound level meter* yaitu pada mulanya energi gelombang bunyi dikonversikan menjadi sinyal elektrik oleh mikrofon yang kemudian diperkuat secara magnetik di *preamplifier*. Sinyal elektrik selanjutnya dimodifikasi di jaringan pengukuran dan diperkuat lagi secara magnetik oleh *amplifier*. *Rectifier* mengubah sinyal elektik arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC), sehingga jarum penunjuk pada layar meter dapat menunjukkan level tekanan bunyi dalam satuan *decibel* (Hastuti, 2005). Contoh *sound level meter* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Contoh sound level meter (Sumber: Atel Electronics, 2018)

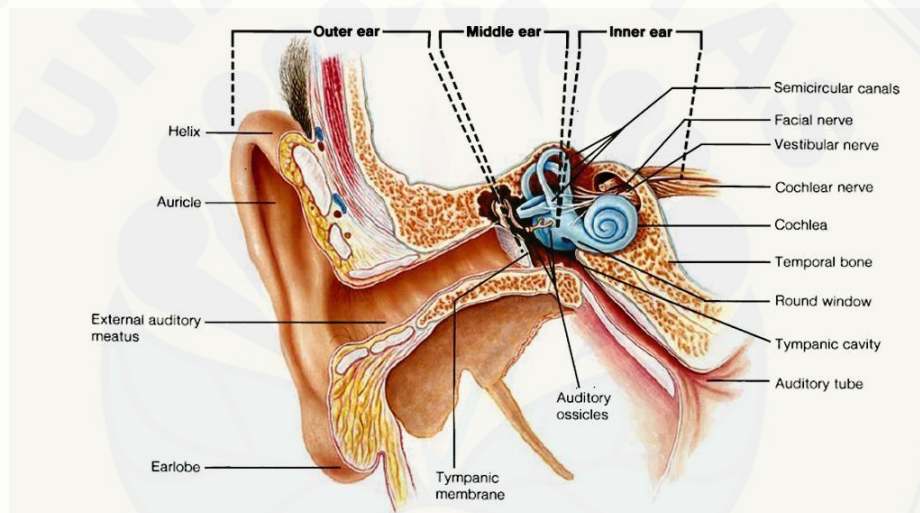
Terdapat tiga tipe *sound level meter* yang banyak digunakan, diantaranya adalah *non-integrating sound level meter*, *integrating sound level meter*, dan *noise dose meter*. Tipe *non-integrating sound level meter* dapat digunakan untuk memperkirakan bunyi dalam keadaan konstan, seperti level tekanan bunyi yang selama pengukuran tidak berfluktuasi lebih dari 8 dB(A). Tipe ini tidak bisa digunakan untuk pengukuran pada kebisingan impulsif. *Integrating sound level meter* merupakan jaringan terintegrasi untuk membaca langsung level bunyi ekuivalen (L_{eq}). Alat ini dapat digunakan untuk mengukur kebisingan tipe impulsif dan kondisi yang fluktuatif, serta berguna sebagai alat untuk survei paparan kebisingan di tempat kerja. *Noise dose meter* juga dikenal sebagai *noise dosimeter*

atau *noise exposure meter*, yaitu instrumen yang secara otomatis mengintegrasikan energi bunyi yang diterima dan memberikan laporan hasil dalam dosis kebisingan. Alat ini cocok untuk pengukuran kebisingan kontinyu, *intermitten*, dan impulsif (Hastuti, 2005).

2.2 Telinga

2.2.1 Anatomi Telinga

Telinga adalah organ pendengaran pada manusia yang terdiri atas telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam. Struktur anatomi telinga ditampilkan pada Gambar 2.2.



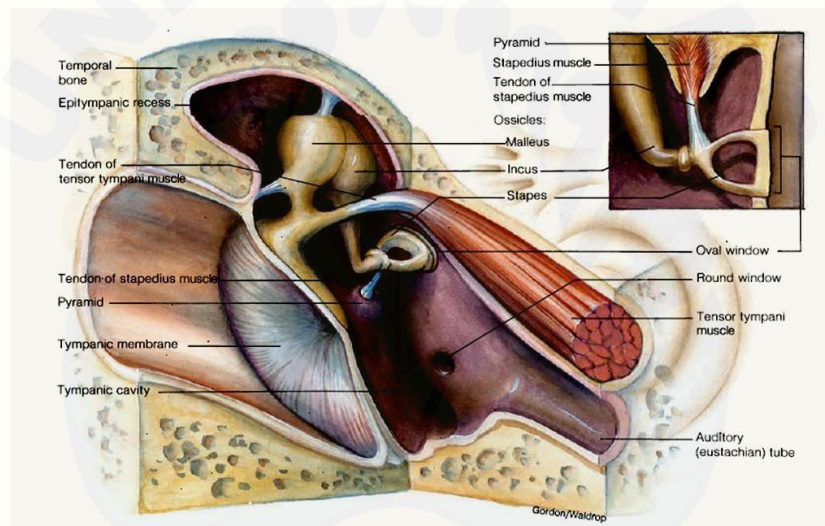
Gambar 2.2 Anatomi telinga manusia (Fox, 2011)

a. Telinga luar

Telinga luar berfungsi menangkap gelombang bunyi dari lingkungan luar yang terdiri atas daun telinga (*pinna auricularis*), saluran telinga (*canalis acusticus externus*) yang mengandung kelenjar lemak, kelenjar sebacea, dan rambut-rambut halus sampai pada membran timpani (Liston dan Duvall, 1997). Rambut-rambut halus berfungsi melindungi *canalis acusticus externus* dari kotoran, debu, serangga, dan benda asing lainnya. Kelenjar sebacea terdapat pada kulit saluran telinga yang berfungsi menghasilkan serumen dari hasil produksi kelenjar sebacea, kelenjar seruminosa, epitel kulit yang terlepas dan partikel debu (Hafil *et al.*, 2007).

b. Telinga tengah

Telinga tengah berfungsi menghantarkan gelombang bunyi dari telinga luar ke telinga dalam. Bagian depan dari telinga tengah dibatasi oleh membran timpani, sedangkan bagian dalamnya dibatasi oleh *foramen rotundum* dan *foramen ovale*. Setiap gelombang bunyi yang memasuki *canalis acusticus externus* akan mengenai membran timpani, sehingga membran timpani bergetar dan menggerakkan tulang-tulang pendengaran, yaitu *malleus*, *incus* dan *stapes*. Tulang-tulang pendengaran akan meneruskan gelombang bunyi tersebut ke telinga bagian dalam (Liston dan Duvall, 1997; Moller, 2006). Susunan tulang pendengaran ditampilkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Susunan tulang pendengaran (Fox, 2011)

Tuba auditiva eustachius atau saluran *eustachius* adalah saluran penghubung antara ruang telinga tengah dengan faring. Adanya saluran *eustachius*, dapat menyeimbangkan tekanan udara rongga telinga tengah dengan udara luar (Liston dan Duvall, 1997; Moller, 2006).

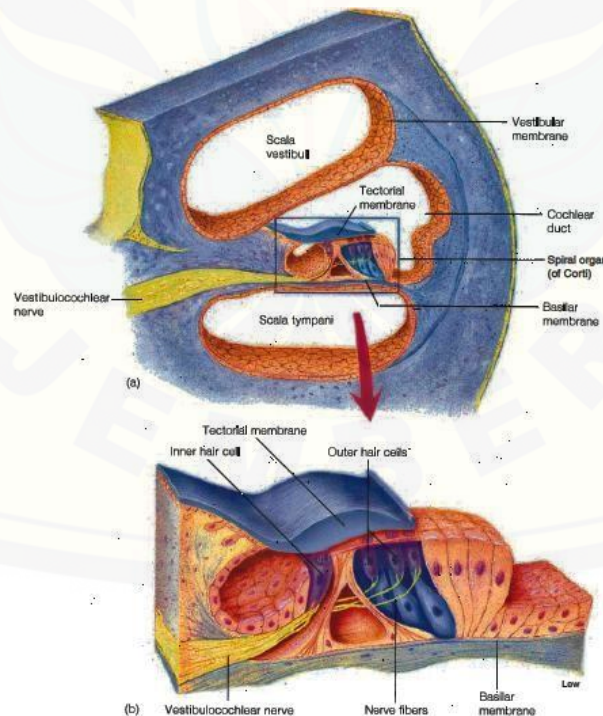
c. Telinga dalam

Telinga dalam berfungsi menerima getaran bunyi yang dihantarkan oleh tulang-tulang pendengaran, yang terdiri atas dua bagian yaitu labirin tulang dan labirin selaput. Di dalam labirin tulang terdapat vestibulum, kanalis semisirkularis dan koklea. Di dalam koklea inilah terdapat sel reseptor pendengaran yaitu organ

corti yang berfungsi untuk mengubah getaran mekanik gelombang bunyi menjadi impuls listrik yang dihantarkan ke pusat pendengaran (Liston dan Duvall, 1997; Moller, 2006).

Telinga dalam terdiri atas koklea dan vestibuler yang terdiri atas tiga bagian yaitu skala vestibuli (bagian dorsal), skala media (bagian tengah), dan skala timpani (bagian ventral). Skala timpani dan vestibuli berisi *perilimfe*, sedangkan skala media berisi *endolimfe*. Ion dan garam yang terdapat di *perilimfe* berbeda dengan *endolimfe*. Hal ini penting untuk proses pendengaran (Guyton dan Hall, 2006).

Skala satu dengan skala yang lain dipisahkan oleh suatu membran, yaitu membran vestibuli (antara skala vestibuli dan skala media), membran tektoria (antara skala media dan skala timpani), dan membran basilaris (antara skala timpani dan skala vestibuli). Pada membran basilaris terdapat organ *corti*, sel rambut dalam, sel rambut luar dan kanalis *corti* (Fox, 2011). Struktur telinga dalam ditunjukkan pada Gambar 2.4.



(a) Penampang Koklea; (b) Susunan Organ Corti
Gambar 2.4 Struktur telinga dalam (Fox, 2011)

2.2.2. Fisiologi Pendengaran

Gelombang bunyi merupakan gelombang udara yang ditimbulkan dari getaran suatu benda. Manusia dapat mendengar bunyi dengan frekuensi antara 20-20.000 Hz. Proses mendengar diawali dengan ditangkapnya gelombang bunyi oleh daun telinga dan diteruskan melalui *canalis acusticus externus* hingga ke membran timpani. Getaran tersebut menggetarkan membran timpani dan diteruskan ke telinga tengah melalui tulang-tulang pendengaran yang akan memperkuat getaran melalui daya ungkit tulang pendengaran. Getaran ini akan diteruskan ke *stapes* dengan menggerakkan *foramen ovale* sehingga cairan *perilimfe* pada skala vestibuli ikut bergerak (Guyton dan Hall, 2006).

Getaran dari *perilimfe* diteruskan melalui membran *reissner* yang akan mendorong *endolimfe* sehingga terjadi gerak relatif antara membran basilaris dan membran tektoria. Proses ini merupakan rangsang mekanik yang menyebabkan terjadinya defleksi stereosilia sel-sel rambut, sehingga kanal ion terbuka dan terjadi pelepasan ion dari badan sel. Keadaan ini menimbulkan proses depolarisasi sel rambut, sehingga melepaskan *neurotransmitter* ke dalam sinapsis yang akan menimbulkan potensial aksi pada saraf auditorius, lalu dilanjutkan ke *nukleus auditorius* sampai ke korteks pendengaran (area 39-40) di *lobus temporalis* (Guyton dan Hall, 2006).

2.3 Tekanan Darah

2.3.1 Definisi Tekanan Darah

Tekanan darah adalah daya yang dihasilkan oleh darah terhadap setiap satuan luas dinding pembuluh darah yang dinyatakan dalam satuan milimeter air raksa (mmHg) (Guyton dan Hall, 2006). Tekanan darah merupakan faktor yang penting pada sistem sirkulasi. Peningkatan atau penurunan tekanan darah akan mempengaruhi sistem homeostasis di dalam tubuh. Tekanan darah selalu diperlukan untuk daya dorong mengalirnya darah di dalam arteri, arteriola, kapiler dan vena, sehingga terbentuklah suatu aliran darah yang menetap. Tekanan darah diatur melalui beberapa mekanisme fisiologis untuk menjamin aliran darah ke jaringan yang memadai (Adiwibowo, 2012).

2.3.2 Fisiologi Tekanan Darah

Jantung memiliki siklus pengisian dan pemompaan darah ke paru-paru dan seluruh tubuh. Periode untuk pengisian jantung oleh darah disebut *diastolik*, sedangkan periode jantung untuk memompa darah ke paru-paru dan seluruh tubuh disebut *sistolik*. Periode sistolik dan diastolik dalam siklus ini akan menimbulkan tekanan darah pada manusia. Tekanan darah ditentukan oleh curah jantung (*cardiac output*) dan resistensi pembuluh darah. Curah jantung adalah volume darah yang dipompa melalui jantung setiap menit. Volume darah akan dipompa keluar jantung oleh ventrikel kiri menuju sirkulasi tubuh (Guyton dan Hall, 2006). Aliran darah yang mengalir menuju sirkulasi tubuh secara keseluruhan adalah sebanyak 5000 ml/menit pada orang dewasa dengan berat badan sebesar 70 kg dalam keadaan istirahat (Aaronson dan Ward, 2007). Curah jantung ini meliputi isi sekuncup (*stroke volume*) dan laju denyut jantung (*heart rate*). Resistensi diproduksi terutama di arteriol dan dikenal sebagai resistensi vaskular sistemik (Lionakis, 2012).

Resistensi merupakan hambatan aliran darah dalam pembuluh, tetapi tidak dapat diukur secara langsung dengan cara apapun. Resistensi harus dihitung dari pengukuran aliran darah dan perbedaan tekanan antara dua titik di dalam pembuluh (Guyton dan Hall, 2006). Resistensi bergantung pada tiga faktor, yaitu viskositas (kekentalan) darah, panjang pembuluh, dan jari-jari pembuluh darah (Yusman, 2011).

Kecepatan aliran darah yang melalui seluruh sistem sirkulasi sama dengan kecepatan pompa darah oleh jantung serta sebanding dengan curah jantung (Guyton dan Hall, 2006). Isi sekuncup jantung dipengaruhi oleh tekanan pengisian (*preload*), kekuatan yang dihasilkan oleh otot jantung, dan tekanan yang harus dilawan oleh jantung saat memompa (*afterload*). Pada kondisi normal, *afterload* berhubungan dengan tekanan aorta untuk ventrikel kiri, dan tekanan arteri untuk ventrikel kanan. *Afterload* meningkat bila tekanan darah meningkat, atau bila terdapat *stenosis* (penyempitan) katup. Peningkatan *afterload* akan menurunkan curah jantung jika kekuatan jantung tidak meningkat. Baik laju denyut jantung

maupun pembentukan kekuatan, diatur oleh sistem saraf otonom (Aaronson dan Ward, 2007).

Hubungan antara tekanan, resistensi, dan aliran darah dalam sistem kardiovaskular dikenal dengan hemodinamika. Sifat aliran ini sangat kompleks, namun secara garis besar dapat diperoleh dari hukum fisika untuk sistem kardiovaskular sebagai berikut.

$$CO = \frac{MABP - CVP}{TPR}$$

Rumus di atas menerangkan CO adalah curah jantung (*cardiac output*), MABP adalah tekanan darah arteri rata-rata (*mean arterial blood pressure*), TPR adalah resistensi perifer total (*total peripheral resistance*), dan CVP adalah tekanan vena sentral (*central venous pressure*). Karena CVP biasanya mendekati nol, maka MABP sama dengan CO dikalikan dengan TPR (Aaronson dan Ward, 2007).

MABP adalah nilai rata-rata dari tekanan arteri yang diukur selama periode waktu tertentu (Guyton dan Hall, 2006). Secara konstan MABP dipantau oleh baroreseptor yang diperantarai secara otonom dan mempengaruhi jantung serta pembuluh darah untuk menyesuaikan curah jantung dan resistensi perifer total sebagai usaha memulihkan tekanan darah ke normal. Reseptor terpenting yang berperan dalam pengaturan tekanan darah yaitu sinus karotikus dan baroreseptor lengkung aorta (Yusman, 2011).

Menurut Mas'ud (1996) bahwa terdapat beberapa pusat yang mengawasi dan mengatur perubahan tekanan darah yaitu:

- a. Sistem saraf yang terdiri dari pusat-pusat yang terdapat di batang otak, misalnya pusat vasomotor dan di luar susunan saraf pusat, misalnya baroreseptor dan kemoreseptor.
- b. Sistem humoral atau kimia yang dapat berlangsung lokal atau sistemik, misalnya renin-angiotensin, vasopressin, epinefrin, norepinefrin, asetilkolin, serotonin, adenosin dan kalsium, magnesium, hidrogen, kalium, dan sebagainya.
- c. Sistem hemodinamik yang lebih banyak dipengaruhi oleh volume darah, susunan kapiler, serta perubahan tekanan osmotik dan hidrostatis di bagian dalam dan di luar sistem vaskuler.

2.3.3 Hal - Hal yang Mempengaruhi Tekanan Darah

Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi ukuran tekanan darah seseorang. Hal-hal tersebut diantaranya adalah sebagai berikut.

a. Kebisingan

Sumber bunyi yang melebihi intensitas batas normal dapat menimbulkan kebisingan. Kebisingan akut dapat menyebabkan peningkatan hormon norepinefrin (hormon stres) dan dapat menstimulasi saraf simpatis yang mampu menimbulkan perubahan sistem sirkulasi darah yang menetap (Hastuti, 2005; Jin *et al.*, 2016). Saraf simpatis yang mendapat stimulasi akan mempengaruhi pembuluh darah arteriol dan vena sehingga menyebabkan vasokonstriksi. Vasokonstriksi yang terjadi pada arteriol akan menyebabkan peningkatan resistensi perifer total (*total peripheral resistance*) sehingga tekanan darah meningkat. Ketika vena juga mengalami vasokonstriksi, maka akan terjadi peningkatan aliran balik vena, sehingga isi sekuncup (*stroke volume*) dan *cardiac output* meningkat. Dengan meningkatnya *cardiac output*, mengakibatkan tekanan darah meningkat. Jika hal ini terjadi dalam jangka waktu yang lama, maka dapat menyebabkan hipertensi (Imas, 2015; Zijlema *et al.*, 2016).

Masa kerja seseorang dan lama paparan di tempat kerja yang bising akan menimbulkan gangguan kesehatan, terutama pada penyakit kardiovaskular (*cardiovascular disease*) (Gopinath *et al.*, 2011; Stockholm *et al.*, 2013; Assunta *et al.*, 2014; Walker *et al.*, 2016). Seseorang yang bekerja di lingkungan dengan kebisingan yang tinggi pada masa kerja antara satu sampai lima tahun, memiliki 60% lebih tinggi risiko kematian akibat penyakit kardiovaskular dalam kurun waktu lebih dari 10 tahun, dibandingkan dengan pekerja yang tidak pernah terpapar kebisingan. Sebanyak 75% dari pekerja yang terpapar kebisingan, mengidap angina dan *cardiovascular disease* akibat tidak menggunakan alat pelindung telinga (Gopinath *et al.*, 2011).

Perusahaan yang dalam proses produksinya dapat menimbulkan kebisingan telah melakukan upaya perlindungan terhadap pekerjaanya dalam hal kesehatan. Salah satu upayanya adalah memerintah pekerjaanya menggunakan alat pelindung

telinga dalam lingkungan bising di atas Nilai Ambang Batas (NAB). Alat Pelindung Telinga (APT) adalah alat pelindung yang berfungsi untuk melindungi alat pendengaran terhadap kebisingan atau tekanan sehingga mencegah respon yang berlebihan dari saraf simpatis yang mampu meningkatkan tekanan darah. Menurut Imas (2015), terdapat beberapa jenis APT yang terdiri atas:

- 1) sumbat telinga (*earplug*) yang dapat mengurangi bising sampai dengan 30 dB(A). Sumbat telinga dapat terbuat dari kapas dan plastik karet (alami dan sintetis);
- 2) penutup telinga (*earmuff*) yang digunakan untuk mengurangi bising sampai dengan 40-50 dB(A). Tutup telinga terdiri dari dua buah tudung, dapat berupa cairan atau busa yang berfungsi untuk menyerap suara frekuensi tinggi.

b. Stres

Kondisi stres akan mengaktivasi sistem saraf simpatis dengan cara memproduksi hormon epinefrin dan norepinefrin (Walker *et al.*, 2016; Jin *et al.*, 2016) Hormon ini menyebabkan pembuluh darah menjadi vasokonstriksi. Ketika pembuluh darah vasokonstriksi, maka resistensi perifer atrirole meningkat sehingga tekanan darah juga meningkat. Begitu pula saat vasokonstriksi vena, maka akan meningkatkan aliran balik vena dan meningkatkan volume sekuncup. Dengan meningkatnya volume sekuncup, maka tekanan darah juga akan meningkat (Hastuti, 2005).

c. Kondisi fisik rendah O₂

Tubuh yang kekurangan O₂ (*hipoksia*), CO₂ (*hipokapnia*), dan kadar asam yang tinggi (*asidosis*) dalam darah menyebabkan kemoreseptor pada badan aorta dan karotis menjadi aktif. Refleks kemoreseptor yang dihasilkan terlibat dalam stimulasi bernapas dan memiliki efek kardiovaskular (Aaronson dan Ward, 2007). Reseptor tersebut secara refleks juga meningkatkan tekanan darah dan denyut jantung dengan mengirim impuls eksitatorik ke pusat kardiovaskuler (Imas, 2015).

d. Merokok

Asap rokok mengandung nikotin yang memacu pengeluaran zat-zat seperti adrenalin. Zat ini merangsang denyutan jantung dan aliran darah. Asap rokok mengandung karbonmonoksida yang memiliki kemampuan lebih kuat daripada sel

darah merah (eritrosit) untuk menarik atau menyerap oksigen sehingga menurunkan kapasitas eritrosit untuk membawa oksigen ke jaringan. Terlepas dari jumlah rokok yang dihisap perhari, merokok dalam jangka panjang berpeluang besar menimbulkan penyumbatan pembuluh darah dan berisiko mengidap penyakit kardiovaskular (Soeharto, 2004; Assunta *et al.*, 2014).

e. Usia

Usia merupakan salah satu faktor yang memiliki kontribusi cukup kuat untuk menyebabkan peningkatan tekanan darah (Assunta *et al.*, 2014). Pertambahan usia menyebabkan adanya perubahan fisiologis dalam tubuh seperti penebalan dinding arteri akibat adanya penumpukan zat kolagen pada lapisan otot, sehingga pembuluh darah akan mengalami penyempitan, kaku, dan berkurang tingkat elastisitasnya (*arteriosklerosis*) yang dialami manusia saat berusia 40 tahun (Imas, 2015; Pramana, 2016). Peningkatan usia juga berpengaruh terhadap peningkatan resistensi perifer dan aktivitas simpatik serta kurangnya sensitivitas baroreseptor (pengatur tekanan darah) (Pramana, 2016). Jika hal ini berlangsung terus menerus dan lama maka bisa menyebabkan hipertensi, stroke, dan penyakit degeneratif lainnya (Chang *et al.*, 2009; Imas, 2015; Zee *et al.*, 2017).

2.3.4 Pengukuran Tekanan Darah

Tekanan darah dapat diukur melalui berbagai cara dan dinyatakan dalam satuan milimeter air raksa (mmHg). Conlin (2009) membagi pengukuran tekanan darah menjadi dua cara yakni sebagai berikut.

a. Cara langsung

Cara ini biasanya digunakan untuk mengukur tekanan darah pada hewan dan tidak diterapkan pada manusia. Caranya dengan memasukkan kanula atau jarum steril ke dalam arteri sehingga perubahan tekanan dapat diukur secara langsung dengan manometer merkuri atau dengan oskilografi yang hasilnya dapat dibaca secara grafik pada kertas. Walaupun hasilnya sangat tepat, akan tetapi metode ini sangat berbahaya karena menimbulkan masalah kesehatan.

b. Cara tidak langsung

Manometer air raksa atau yang lebih dikenal dengan nama *sphygmomanometer* atau *tensimeter* ditemukan oleh Riva-Rocci pada tahun 1896. Alat ini digunakan untuk mengukur tekanan darah yang terdiri dari *cuff*, *bladder*, *hand bulb*, dan alat ukur air raksa (Hariputro, 2016). Pada tahun 1905 Korotkoff menemukan cara untuk menentukan tekanan sistolik dan diastolik atas dasar suara yang timbul (*sound of korotkoff*). Suara ini ditimbulkan oleh adanya turbulensi sebagai akibat pembuluh darah yang menyempit karena ditekan oleh manset. *Sound of korotkoff* terdiri atas lima fase yaitu:

- 1) bunyi pertama yang terdengar setelah tekanan *cuff* diturunkan perlahan. Begitu bunyi ini terdengar, nilai tekanan yang ditunjukkan pada *sphygmomanometer* dinilai sebagai tekanan sistolik;
- 2) perubahan kualitas bunyi menjadi bunyi berdesir;
- 3) bunyi semakin jelas dan keras;
- 4) bunyi menjadi meredam;
- 5) bunyi terakhir yang terdengar sebelum bunyi menghilang. Pada fase ini dinilai sebagai tekanan diastolik.

Pengukuran tekanan darah memiliki beragam teknik/cara yang dilakukan. Menurut Marhaendra (2016), terdapat beberapa cara yang sering dilakukan untuk menilai tekanan darah seseorang, diantaranya sebagai berikut.

a. Cara palpasi (*palpatory method*)

Cara ini hanya dapat mengukur tekanan darah sistolik saja tanpa tekanan darah diastolik. Caranya dengan menekan nadi *arteri radialis* dan memompakan manset yang dibalutkan pada lengan atas, sampai denyut nadi *arteri radialis* hilang. Lalu tekanan manset diturunkan sedikit demi sedikit sampai denyut nadi *arteri radialis* terasa untuk pertama kali. Denyutan pertama kali tersebut diinterpretasikan sebagai tekanan darah sistolik. Hasil pengukuran dengan metode ini kurang teliti karena hasilnya 2-5 mmHg lebih rendah dibandingkan pengukuran dengan menggunakan metode auskultasi.

b. Cara auskultasi (*auscultatory method*)

Cara ini dapat mengukur tekanan darah sistolik maupun diastolik. Prosedur pengukuran metode auskultasi adalah sebagai berikut.

- 1) Manset dibalutkan pada lengan atas.
- 2) Stetoskop ditempelkan pada *arteri brachialis* untuk mendengarkan bunyi *korotkoff*.
- 3) Manset dipompa hingga bunyi detak jantung menghilang.
- 4) Udara di dalam manset dikeluarkan sedikit demi sedikit sampai timbul bunyi untuk pertama kali.
- 5) Bunyi yang timbul pertama kali menandakan tekanan darah sistolik, sedangkan bunyi yang terakhir kali terdengar sebelum bunyi hilang menandakan tekanan darah diastolik.

c. Cara osilasi (*oscillometric method*)

Cara ini hampir sama dengan cara auskultasi. Akan tetapi, cara ini ini tidak menggunakan stetoskop dan *tensimeter*, hanya menggunakan *osilometer*. Penentuan tekanan darah sistolik dan tekanan darah diastolik dapat dilihat dari osilasi jarum pada osilometer. Saat osilasi pertama kali meningkat menandakan tekanan darah sistolik, sedangkan osilasi maksimum menandakan tekanan darah diastolik.

2.3.5 Jenis Alat Ukur Tekanan Darah

Alat untuk mengukur tekanan darah dinamakan *tensimeter* atau *sphygmomanometer*. Terdapat tiga jenis *sphygmomanometer*, yaitu *sphygmomanometer* air raksa, *aneroid*, dan digital. Meskipun memiliki fungsi yang sama, namun ketiga jenis ini memiliki perbedaan. Perbedaan tersebut akan dipaparkan sebagai berikut.

a. *Sphygmomanometer* air raksa

Sphygmomanometer air raksa menggunakan air raksa untuk mengukur tekanan darah. Satuan pengukuran tekanan darah pada manusia adalah mmHg (*milimeter hydrargyrum/raksa*) yaitu ketinggian kolom air raksa yang dapat diangkat oleh tekanan darah. Dalam penggunaannya, dibutuhkan alat tambahan yaitu stetoskop untuk membantu mendengarkan bunyi sistolik dan diastolik. Keunggulan yang dimiliki oleh *tensimeter* air raksa adalah akurasinya yang tinggi sehingga menjadi *gold standar* pengukuran tekanan darah, sedangkan

kelemahannya pada ukuran alatnya yang besar sehingga akan sangat merepotkan untuk dibawa kemana-mana (Marhaendra, 2016).

Prinsip kerja *sphygmomanometer* air raksa adalah udara yang berada di manset akan bereaksi pada air raksa yang menyebabkan pergerakan pada manometer. Dipilihnya air raksa karena air raksa memiliki massa jenis 13,6 kali dari massa jenis air (tekanan sistolik 120 mmHg setara dengan 160 cmH₂O, sehingga 7,5 mmHg = 10 cmH₂O). Meniskus yang dihasilkan pada *sphygmomanometer* air raksa berbeda dengan menggunakan air biasa. Meniskus pada air raksa berbentuk cembung dan pada bagian inilah dilakukan pencatatan nilai tekanan darah (Marhaendra, 2016). *Sphygmomanometer* air raksa akan ditunjukkan pada Gambar 2.5 berikut.

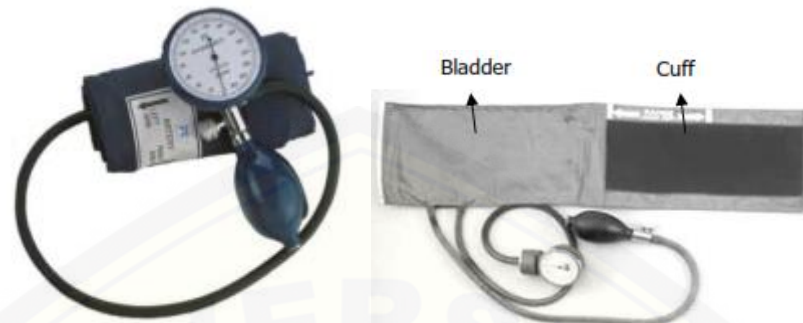


Gambar 2.5 *Sphygmomanometer* air raksa (Sumber: Marhaendra, 2016)

b. *Sphygmomanometer aneroid*

Sphygmomanometer aneroid berasal dari kata latin *aneroid* yang berarti tanpa cairan. Alat ini menggunakan alat pengukur pegas dan menggantikan kolom air raksa (yang digunakan pada *sphygmomanometer* air raksa) karena lebih kuat dan menghindari masalah lingkungan yang terkait dengan toksisitas air raksa. Prinsip kerjanya yaitu peningkatan tekanan memperluas balon pengembang, yang kemudian menggerakkan pointer sepanjang skala untuk menunjukkan tekanan. Masalah yang dapat ditimbulkan dengan *sphygmomanometer* pegas adalah rentannya kehilangan akurasi dari waktu ke waktu sehingga diperlukan kalibrasi

secara berkala (Marhaendra, 2016). *Sphygmomanometer aneroid* akan ditunjukkan pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 *Sphygmomanometer aneroid* (Sumber: Harioputro *et al.*, 2016)

c. *Sphygmomanometer* digital

Sphygmomanometer digital adalah pengukur tekanan darah terbaru dan lebih mudah digunakan dibanding model standar yang menggunakan air raksa, tapi akurasi relatif lebih rendah. Model digital ini mengukur tekanan darah melalui suatu peralatan yang berupa mikrofon atau transduser. Data yang diperoleh melalui sensornya akan dikonversikan oleh mikroprosesor menjadi bacaan tekanan darah. Bacaan tersebut ditampilkan pada layar kecil atau disajikan secara tercetak (Imas, 2015). *Sphygmomanometer* digital akan ditunjukkan pada Gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 *Sphygmomanometer* digital (Sumber: Marhaendra, 2016)

2.4 Denyut Nadi

2.4.1 Definisi dan Fisiologi Denyut Nadi

Setiap kontraksi yang dilakukan oleh ventrikel kiri akan mengejeksikan sejumlah darah ke dalam aorta dan selanjutnya ke dalam percabangan arteri lainnya.

Hal ini akan terjadi gelombang tekanan yang cepat bergerak melalui sistem arterial yang dinamakan denyut nadi arterial (Bickley *et al.*, 2009). Laju denyut nadi istirahat pada manusia sekitar 60 – 100 kali/menit, namun melambat pada atlet dan seiring bertambahnya usia (Guyton dan Hall, 2006). Denyut ini dapat diraba di beberapa arteri, salah satunya pada *arteri radialis* (Syafitri, 2000).

Jantung memompa darah secara kontinyu ke dalam aorta, sehingga tekanan rata-rata di aorta menjadi tinggi sekitar 100 mmHg. Pemompaan jantung bersifat pulsatil sebagai akibat pengosongan ritmik ventrikel kiri mengakibatkan tekanan pada arteri berganti-ganti antara nilai tekanan sistolik 120 mmHg dan nilai tekanan diastolik 80 mmHg. Pada orang dewasa, besar tekanan darah sistolik adalah sekitar 120 mmHg. Pada titik terendah setiap pulsasi, yang disebut tekanan diastolik, nilainya sekitar 80 mmHg. Perbedaan nilai antara kedua tekanan ini sekitar 40 mmHg, yang disebut tekanan nadi (Guyton dan Hall, 2006).

Dua faktor utama yang memengaruhi tekanan nadi yaitu isi sekuncup jantung, dan komplians (distensibilitas total) dari percabangan arteri. Tekanan nadi pada orang lanjut usia kadang meningkat sampai dua kali nilai normal, karena arteri menjadi lebih kaku akibat *arteriosklerosis* (Guyton dan Hall, 2006).

2.4.2 Hal-hal yang Mempengaruhi Denyut Nadi

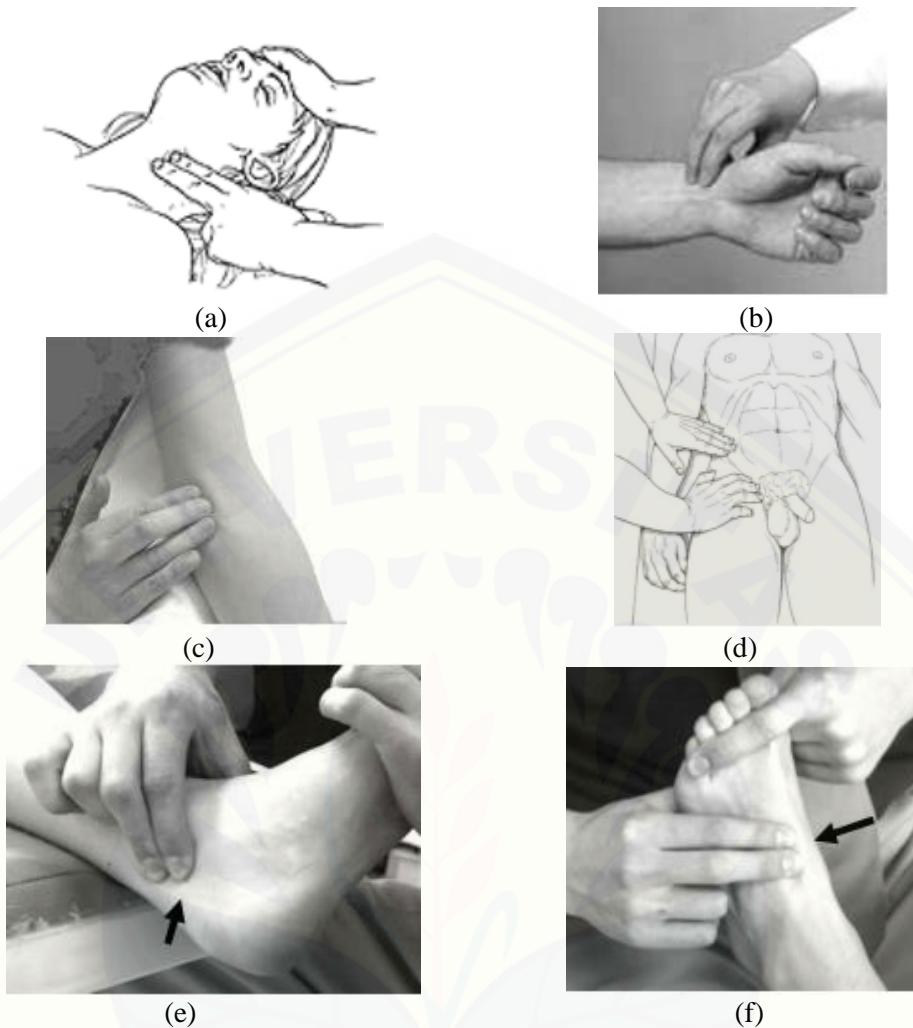
Jumlah denyut nadi normal pada manusia adalah 60-100 kali/menit. Terdapat beberapa kondisi yang menyebabkan jumlah denyut nadi melebihi batas normal, yang disebut *takikardi*. Kondisi tersebut meliputi kenaikan suhu tubuh, stres, rangsangan jantung oleh saraf simpatis, dan keadaan toksik pada jantung (Lusk *et al.*, 2004; Guyton dan Hall, 2006). Frekuensi denyut jantung meningkat sebesar 10 denyut/menit untuk setiap kenaikan suhu tubuh sebesar satu derajat Fahrenheit (18 denyut/ $^{\circ}$ C) sampai suhu tubuh kira-kira mencapai 105 $^{\circ}$ F (40,5 $^{\circ}$ C). Kenaikan suhu akan meningkatkan kecepatan metabolisme nodus sinus yang selanjutnya secara langsung meningkatkan frekuensi denyut jantung. Di atas suhu ini, frekuensi denyut nadi menurun karena melemahnya otot jantung secara progresif akibat demam (Guyton dan Hall, 2006).

Jumlah denyut nadi dapat mengalami penurunan hingga mencapai di bawah batas normal yang disebut *bradikardi*. Kondisi tersebut biasanya terjadi pada olahragawan. Jantung olahragawan lebih besar dan kuat daripada orang normal, sehingga memungkinkan jantung olahragawan untuk memompa isi sekuncup lebih banyak di setiap denyutnya bahkan saat istirahat, sehingga merangsang refleksi sirkulasi umpan balik atau efek lain yang menyebabkan *bradikardi*. Kondisi lain pada rangsangan saraf vagus yang dapat menyebabkan *bradikardi* karena terdapat pelepasan asetilkolin. Asetilkolin akan menyebabkan efek parasimpatis sehingga dapat menurunkan frekuensi denyut jantung (Guyton dan Hall, 2006).

Bila jantung berkontraksi lebih awal dari seharusnya, ventrikel tidak akan terisi oleh darah dalam jumlah normal dan keluaran isi sekuncup selama kontraksi akan mengalami penekanan atau kadang hampir tidak ada. Oleh karena itu, gelombang nadi yang berjalan ke arteri perifer setelah kontraksi prematur dapat begitu lemah, akibatnya nadi tidak teraba di *arteri radialis*. Berdasarkan kondisi tersebut jumlah denyut nadi yang teraba pada *arteri radialis* lebih sedikit bila dibandingkan dengan jumlah kontraksi jantung sebenarnya, sehingga kondisi ini disebut sebagai *pulsus defisit* (Guyton dan Hall, 2006). Kondisi *pulsus defisit* dapat ditemukan pada beberapa kondisi, yaitu kondisi pada pasien fibrilasi atrium (Yuniadi *et al.*, 2014).

2.4.3 Pengukuran Denyut Nadi

Jantung memompa darah ke sirkulasi tubuh (dari ventrikel kiri) dan ke paru-paru (dari ventrikel kanan). Melalui ventrikel kiri, darah dipompa melalui aorta dan kemudian diteruskan ke arteri di seluruh tubuh. Akibatnya timbul suatu gelombang tekanan yang bergerak cepat pada arteri dan dapat dirasakan sebagai denyut nadi dengan cara menekan arteri tertentu. Beberapa arteri yang dapat diukur frekuensi denyut nadinya adalah *arteri carotis*, *arteri radialis*, *arteri brachialis*, *arteri femoralis*, *arteri tibialis posterior*, dan *arteri dorsalis pedis* (Harioputro *et al.*, 2016). Beberapa tempat pengukuran denyut nadi akan ditunjukkan pada Gambar 2.8.



(a) Pemeriksaan pada *Arteri carotis*; (b) Pemeriksaan pada *Arteri radialis*; (c) Pemeriksaan pada *Arteri brachialis*; (d) Pemeriksaan pada *Arteri femoralis*; (e) Pemeriksaan pada *Arteri tibialis posterior*; (f) Pemeriksaan pada *Arteri dorsalis pedis*

Gambar 2.8 Tempat pengukuran denyut nadi (Harioputro *et al.*, 2016)

Prinsip pengukuran denyut nadi terletak pada ketepatan mengitung dan mengidentifikasi frekuensi per menit, kekuatan denyutan, serta irama (teratur atau tidak) denyut nadinya. Bila iramanya teratur, maka pengukuran dapat dilakukan dalam waktu 15 detik kemudian hasilnya akan dikalikan dengan empat. Namun bila iramanya tidak teratur atau denyut nadinya terlalu lemah, maka dihitung sampai 60 detik. Selain pengukuran secara manual, denyut nadi dapat diukur menggunakan *sphygmomanometer* digital dan *pulse oxymetri* (Harioputro *et al.*, 2016).

2.5 Profil Pabrik Kayu PT. Muroco Jember

Berdasarkan hasil dari korespondensi peneliti dengan Kepala Bagian *Human Resources Development* (HRD) PT. Muroco Jember, didapatkan informasi bahwa PT. Muroco Jember didirikan pada tahun 2008 dan berpindah lokasi di Jalan Sultan Agung, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember pada Juni 2016. Jumlah pekerja mencapai 300 orang dengan rata-rata usianya 20 tahun. Dalam menjalankan proses produksi, pabrik ini menggunakan mesin yang dapat menimbulkan kebisingan secara kontinyu.

Terdapat tiga jenis mesin yang digunakan dalam pabrik kayu ini, yaitu mesin *sawmill*, *rotary*, dan *hot press*. Mesin *sawmill* adalah sebuah mesin yang digerakkan untuk menggergaji kayu gelondongan menjadi beberapa bagian yaitu persegi atau menjadi sebuah papan. Mesin *sawmill* sangat mudah digunakan dan aman dengan beberapa tahap pengerjaan, hanya dengan menaruh kayu gelondongan diatas rel, mengatur ketebalan, maka kayu gelondongan yang sudah ditaruh di atas rel siap untuk dipotong menjadi persegi atau papan sesuai ketebalan yang diinginkan. Mesin *rotary* adalah mesin pembakaran dalam yang digerakkan oleh tekanan yang dihasilkan oleh pembakaran diubah menjadi gerakan berputar pada rotor yang menggerakkan sumbu. Mesin *hot press* adalah mesin *press* yang menggunakan panas. Kegunaannya adalah untuk menempelkan veneer kayu ke material struktural lain seperti MDF, *plywood*, *particleboard*, dan lain-lain. Cara kerjanya secara singkat yaitu setelah mengaplikasikan lem atau bahan perekat lain, veneer kayu dan material struktural ditumpuk dan ditekan sambil diberi panas. Pengaplikasian panas bertujuan untuk menghangatkan lem atau bahan perekat sehingga lebih mudah dan lebih cepat menempelkan kedua material tersebut. Permukaan mesin yang rata juga akan memberikan hasil yang rapi dan seragam, sehingga menghasilkan produk yang berkualitas baik.

Terdapat pula sektor pengangkutan yang bertugas mengangkut kayu dari tempat penyimpanan ke atas truk, maupun menurunkan kayu dari atas truk. Kegiatan pengangkutan ini dilakukan ketika dibutuhkan untuk pendistribusian kayu maupun penyimpanan kayu. Selain itu, terdapat pula sektor produksi. Dalam sektor ini,

terjadi pengerjaan penghalusan kayu, pengukuran, dan pengeleman menjadi triplek dengan berbagai ukuran.

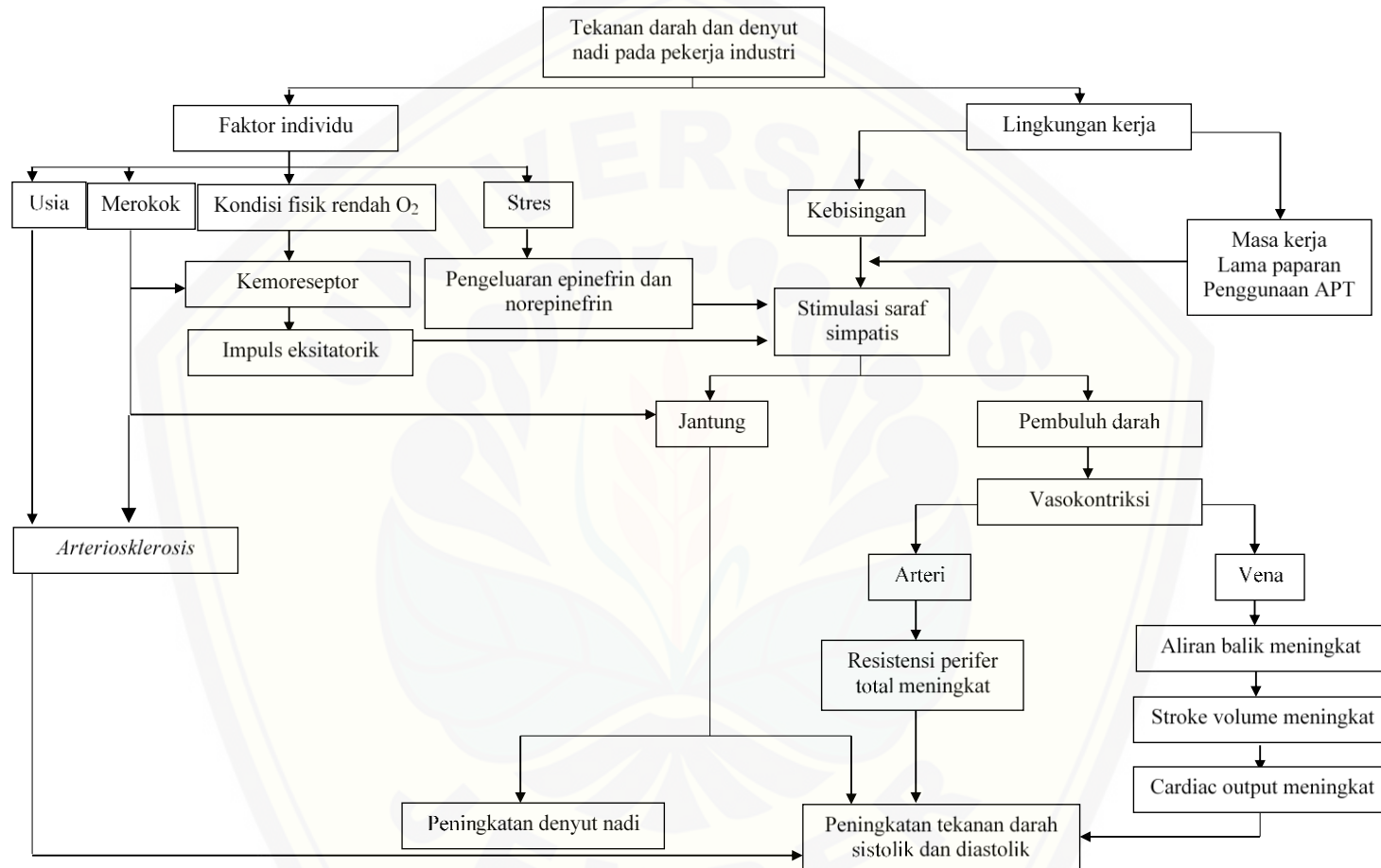
2.6 Pengaruh Paparan Kebisingan Akut Terhadap Tekanan Darah dan Denyut Nadi

Bunyi yang melebihi batas normal akan menimbulkan kebisingan (Bridger, 2005). Sekitar lebih dari 70% sumber kebisingan berasal dari aktivitas industri pada pabrik (Ismaila *et al.*, 2014). Pekerja pabrik menjadi pihak pertama yang terpapar kebisingan dan berdampak terhadap kesehatannya, salah satunya berdampak terhadap peningkatan tekanan darah dan denyut nadi (Attarchi *et al.*, 2012; Assunta *et al.*, 2014; Ismaila *et al.*, 2014; Wuladani *et al.*, 2015; Siswati, 2016). Faktor individu yang mempengaruhi peningkatan tekanan darah dan denyut nadi dapat berupa usia, perilaku merokok, kondisi stres, dan kondisi fisik rendah O₂ (Soeharto, 2004; Hastuti, 2005; Chang *et al.*, 2009; Assunta *et al.*, 2014; Imas, 2015; Pramana, 2016; Zee *et al.*, 2017). Pertambahan usia menyebabkan adanya perubahan fisiologis dalam tubuh seperti penebalan dinding arteri akibat adanya penumpukan zat kolagen pada lapisan otot, sehingga pembuluh darah akan mengalami penyempitan, kaku, dan berkurang tingkat elastisitasnya (*arteriosklerosis*) yang dialami manusia saat berusia 40 tahun (Imas, 2015; Pramana, 2016). Kebisingan akut dapat memicu kondisi stres yang akan mengaktifasi sistem saraf simpatis dengan cara memproduksi hormon epinefrin dan norepinefrin yang menyebabkan pembuluh darah menjadi vasokonstriksi sehingga menaikkan *cardiac output* dan resistensi perifer (Hastuti, 2005; Jin *et al.*, 2016). Ketika kondisi tubuh kekurangan O₂ (*hipoksia*), CO₂ (*hipokapnia*), dan kadar asam yang tinggi (*asidosis*) dalam darah, terutama kondisi saat seseorang terpapar asap rokok maupun sedang merokok menyebabkan kemoreseptor pada badan aorta dan karotis menjadi aktif, sehingga akan mengirimkan impuls eksitatorik ke pusat kardiovaskular dan berakibat meningkatnya tekanan darah dan denyut nadi (Aaronson dan Ward, 2007; Imas, 2015; Soeharto, 2004).

Faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap peningkatan tekanan darah dan denyut nadi adalah paparan kebisingan di tempat kerja (Gopinath *et al.*,

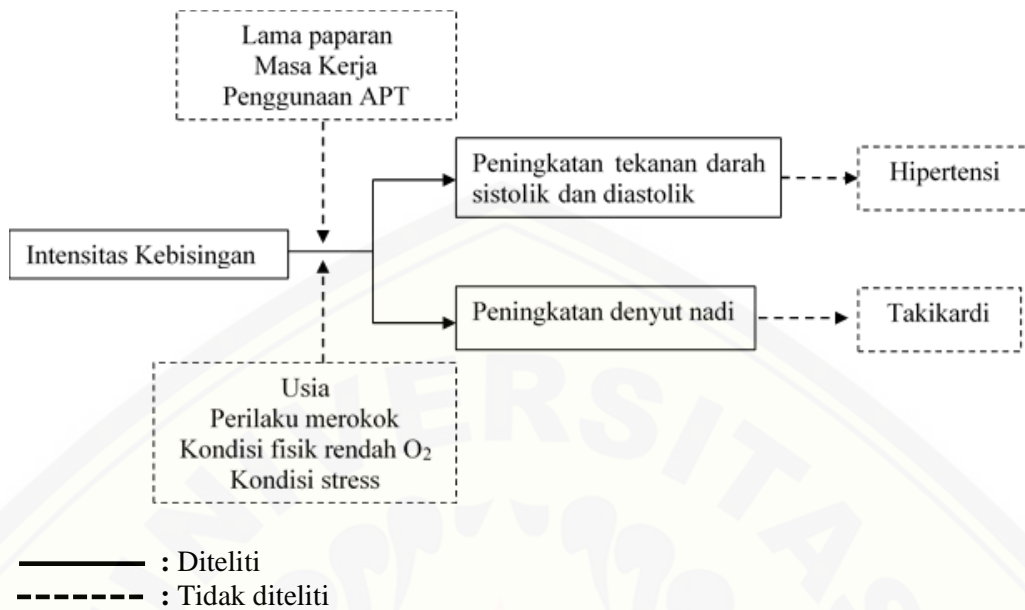
2011; Assunta *et al.*, 2014; Ismaila *et al.*, 2014). Kebisingan dapat menstimulasi saraf simpatis dan mampu menimbulkan perubahan sistem sirkulasi darah yang menetap (Hastuti, 2005). Saraf simpatis yang mendapat stimulasi akan mempengaruhi pembuluh darah arteriol dan vena sehingga menyebabkan vasokonstriksi. Vasokonstriksi yang terjadi pada arteriol akan menyebabkan peningkatan resistensi perifer total (*total peripheral resistance*) sehingga tekanan darah meningkat. Ketika vena juga mengalami vasokonstriksi, maka akan terjadi peningkatan aliran balik vena, sehingga isi sekuncup (*stroke volume*) dan *cardiac output* meningkat. Dengan meningkatnya *cardiac output*, mengakibatkan tekanan darah meningkat. Jika hal ini terjadi dalam jangka waktu hingga lima tahun, maka dapat menyebabkan hipertensi dan memiliki 60% lebih tinggi risiko kematian akibat penyakit kardiovaskular dalam kurun waktu lebih dari 10 tahun, dibandingkan dengan pekerja yang tidak pernah terpapar kebisingan. (Imas, 2015; Gopinath *et al.*, 2011). Sebanyak 75% dari pekerja yang terpapar kebisingan, mengidap angina dan *cardiovascular disease* akibat tidak menggunakan alat pelindung telinga (Gopinath *et al.*, 2011).

2.7 Kerangka Teori



Gambar 2.9 Kerangka teori

2.8 Kerangka Konsep



Gambar 2.10 Kerangka konsep

2.9 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah terdapat peningkatan signifikan terhadap tekanan darah sistolik, diastolik, denyut nadi antara sebelum dan setelah bekerja dalam paparan kebisingan akut pada pekerja pabrik kayu PT. Muroco Jember.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah analitik observasional yaitu peneliti melakukan analisis hubungan antara variabel bebas (faktor risiko) dan variabel terikat (faktor efek) dengan menggunakan pendekatan atau desain studi *cross sectional* yang dilakukan sekaligus pada satu saat (*point time approach*) (Pratiknya, 2011).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di pabrik kayu PT. Muroco Jember pada 15 – 21 Desember 2017.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah semua pekerja pabrik kayu PT. Muroco Jember.

3.3.2 Sampel

Sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi (Pratiknya, 2011). Sampel yang akan diambil didasarkan pada kriteria-kriteria sebagai berikut.

a. Kriteria inklusi:

- 1) diizinkan oleh pihak pabrik untuk menjadi responden;
- 2) menempati sektor kerja yang terlindungi dari sinar matahari
- 3) memiliki masa kerja ≥ 1 tahun;
- 4) bekerja pada *shift* pagi;
- 5) pekerja berjenis kelamin pria dalam keadaan sehat fisik dan mental;
- 6) pekerja berumur 18 – 40 tahun;
- 7) memiliki indeks massa tubuh antara 18 – 25 kg/m²;
- 8) pekerja bersedia menjadi responden dengan menandatangani lembar *informed consent*.

b. Kriteria eksklusi:

- 1) pekerja sedang menjalani pengobatan hipertensi;
- 2) pekerja meminum minuman beralkohol dan minuman keras lainnya dalam kurun waktu satu bulan terakhir;
- 3) pekerja yang didiagnosis mengidap kelainan jantung.

3.3.3 Jumlah Sampel

Jumlah sampel pada penelitian ini adalah semua responden dari populasi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

3.3.4 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah *total sampling*.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas (*independent variable*) dalam penelitian ini adalah kebisingan.

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat (*dependent variable*) dalam penelitian ini adalah tekanan darah sistolik, diastolik, dan denyut nadi pada pekerja pabrik kayu PT. Muroco Jember.

3.5 Definisi Operasional

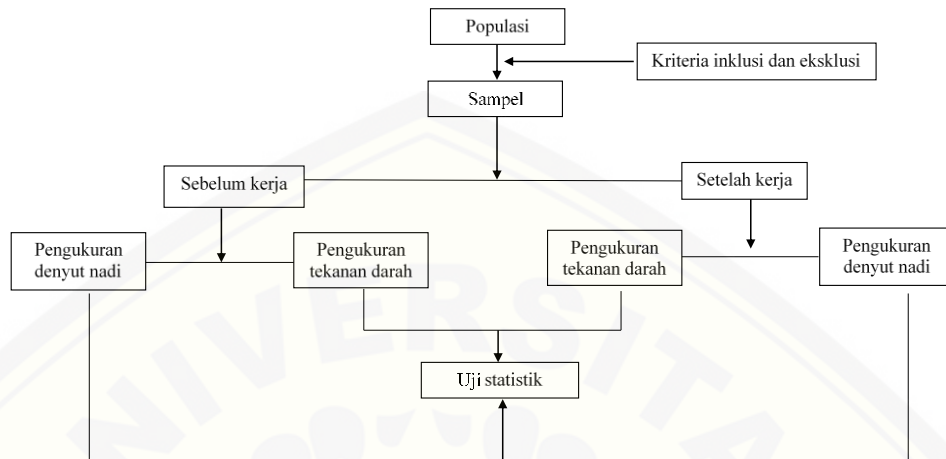
Definisi operasional pada penelitian ini dapat dijelaskan melalui Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Definisi operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Klasifikasi	Alat Ukur	Skala Data
1	Kebisingan akut	Paparan kebisingan dalam sektor kerja dalam satu <i>shift</i> kerja (<i>shift</i> pagi)	-	<i>sound level meter</i>	rasio
2	tekanan darah	Daya yang dihasilkan oleh darah terhadap setiap satuan luas dinding pembuluh darah yang dinyatakan dalam satuan milimeter air raksa (mmHg). Diukur sebelum dan setelah bekerja selama 8 jam.	Sistolik - sebelum kerja dan setelah kerja Diastolik - sebelum kerja dan setelah kerja	<i>sphygmomanometer</i> air raksa	rasio
3	denyut nadi	Jumlah denyut pada <i>arteri radialis</i> dalam satu menit menggunakan teknik palpasi. Diukur sebelum dan setelah bekerja selama 8 jam.	Sebelum kerja dan setelah kerja	<i>stopwatch</i>	rasio

3.6 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini akan ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Rancangan penelitian

3.7 Instrumen Penelitian

3.7.1 *Sound Level Meter*

Sound level meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan yang dinyatakan dalam satuan *decibel*. Pada penelitian ini menggunakan *sound level meter* dengan spesifikasi memiliki rentang pengukuran antara 30 – 130 dB(A), akurasi $\pm 1,4$ dB(A), waktu responnya *fast/slow*, dapat menyimpan 20.000 data rekaman intensitas bunyi. *Sound level meter* memiliki komponen dasar yang terdiri atas mikrofon, amplifier, jaringan pengukuran, dan layar meter pembacaan (Hastuti, 2005). Cara pengukuran menggunakan *sound level meter* adalah sebagai berikut.

- 1) Memasang baterai dan menghidupkan alat dengan menekan *on* pada tombol *on/off*.
- 2) Memosisikan alat setinggi telinga peneliti.
- 3) Melakukan pengukuran dengan jarak tiga meter dari mesin produksi dan pada sektor pengangkutan, pengukuran dilakukan pada posisi yang sering ditempati responden.

- 4) Setiap lokasi pengukuran dilakukan pengamatan selama 30 detik, dengan 6 kali pengamatan. Hasil pengukuran adalah nilai rata-rata dari pengukuran yang dilakukan.
- 5) Mencatat hasil pengukuran.

3.7.2 *Sphygmomanometer* Air Raksa

Pengukuran tekanan darah pada penelitian ini menggunakan *sphygmomanometer* air raksa yang telah dikalibrasi oleh Lab Kalibrasi Universitas Jember. Pada penelitian ini, tidak dibutuhkan asisten peneliti, sehingga dalam pengukuran tekanan darah, peneliti melakukan pengukuran sendiri. Sebelum dilakukannya pengukuran darah, peneliti diharuskan untuk melakukan persiapan terlebih dahulu yang akan dijelaskan sebagai berikut.

- 1) Responden dalam kondisi tenang
- 2) Responden diminta untuk tidak merokok atau minum yang mengandung kafein minimal 30 menit sebelum pemeriksaan.
- 3) Responden istirahat sekitar 5 menit setelah melakukan aktifitas fisik ringan.
- 4) Lengan responden yang diperiksa harus bebas dari pakaian.
- 5) Meraba *arteri brachialis* responden dan memastikan bahwa pulsasinya cukup.
- 6) Memposisikan responden dalam posisi duduk, lalu meletakkan lengan pada meja sedikit diatas pinggang dan kedua kaki menapak di lantai.
- 7) Memposisikan *sphygmomanometer* dalam keadaan vertikal, dan pada waktu pembacaan hasil, mata harus berada segaris horizontal dengan level air raksa.

Cara pengukuran tekanan darah pada penelitian ini menggunakan cara auskultasi dengan menempelkan stetoskop pada *arteri brachialis*. Langkah-langkah pengukurannya adalah sebagai berikut.

- 1) Memastikan membran stetoskop terdengar bunyi saat diketuk dengan jari.
- 2) Meletakkan membran stetoskop pada *fossa cubiti* tepat di atas *arteri brachialis*.
- 3) Menaikkan tekanan dalam *bladder* dengan memompa *bulb* sampai tekanan sistolik *palpatory* lalu ditambah 30 mmHg.
- 4) Menurunkan tekanan perlahan dengan melepaskan udara dalam *cuff* dengan kecepatan $\pm 2-3$ mmHg/detik.

- 5) Mendengarkan menggunakan stetoskop dan catat bunyi *korotkoff* I terdengar pertama kali. Ini merupakan hasil tekanan darah sistolik.
- 6) Menurunkan tekanan *bladder* sampai bunyi *korotkoff* V (bunyi terakhir terdengar sebelum bunyi menghilang). Ini merupakan hasil tekanan darah diastolik.

3.7.3 Stetoskop

Stetoskop adalah alat yang digunakan untuk mendengar bunyi di dalam tubuh. Dalam penelitian ini stetoskop digunakan untuk mendengar bunyi sistolik dan diastolik dari tekanan darah responden.

3.7.4 Stopwatch

Stopwatch adalah alat untuk mengukur waktu dalam pengukuran jumlah denyut nadi responden.

3.7.5 Kuesioner

Kuesioner adalah alat yang digunakan untuk mewawancarai dalam rangka mengumpulkan data dari responden.

3.7.6 Microtoise

Microtoise adalah alat untuk mengukur tinggi badan dari responden yang dinyatakan dalam satuan *centimeter* (cm).

3.7.7 Timbangan Badan

Timbangan badan adalah alat untuk mengukur berat badan responden yang dinyatakan dalam satuan *kilogram* (kg).

3.8 Prosedur Pengambilan Data

3.8.1 Uji Kelayakan

Penelitian ini telah mendapatkan ijin dari dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Jember melalui nomor surat 1228/H25.1.11/KE/2017 pada tanggal 13 Desember 2017.

3.8.2 Sumber Data

Data yang dikumpulkan adalah data primer. Pengambilan data karakteristik responden menggunakan kuesioner yang diisi langsung oleh responden. Pengukuran intensitas kebisingan menggunakan *sound level meter* dilakukan di 4 sektor dalam pabrik. Pengukuran tekanan darah dan denyut nadi responden dilakukan sebelum dan sesudah responden bekerja selama 8 jam.

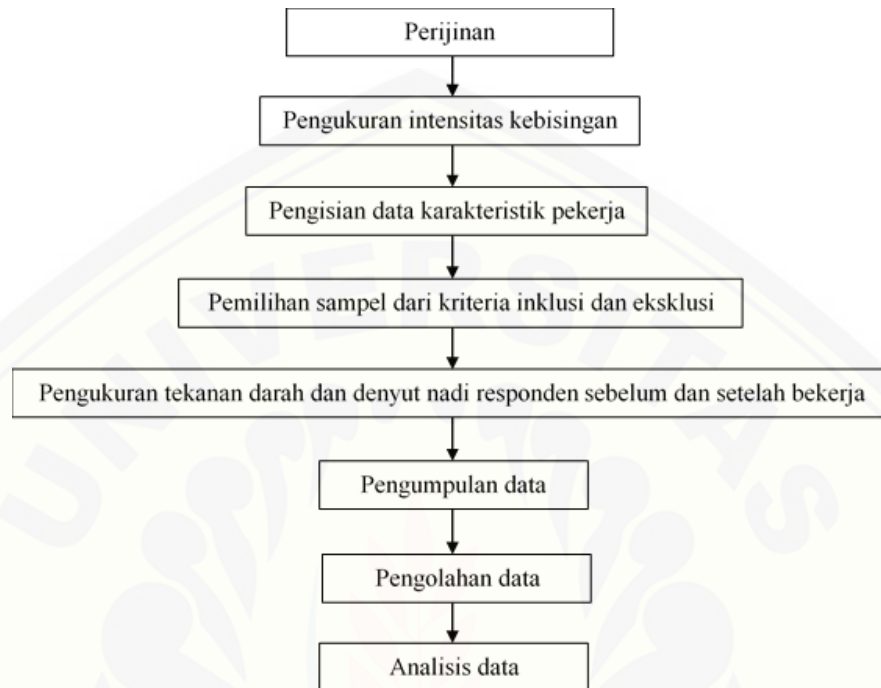
3.8.3 Pengambilan Data Populasi dan Pengambilan Sampel

Pengambilan data populasi dengan cara mendata pekerja pabrik kayu PT. Muroco Jember menggunakan kuesioner. Peneliti dibantu oleh asisten peneliti sebanyak dua orang yang telah mendapat tentiran/arahan dari peneliti terkait dalam hal pengukuran tinggi badan dan berat badan pekerja. Dari keseluruhan pekerja pabrik kayu PT. Muroco Jember diseleksi menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan oleh peneliti.

3.9 Prosedur Penelitian

3.9.1 Alur penelitian

Alur penelitian akan dijelaskan pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Alur penelitian

3.9.2 Analisis Data

Seluruh data dianalisis dengan komputer dan dibantu perangkat lunak berupa program *Statistical Package for Social Science* (SPSS) versi 23. Data tergolong numerik sehingga dilakukan uji normalitas data menggunakan analisis *Shapiro-Wilk* pada selisih data antarkelompok, dan tidak diperlukan uji varian karena data berasal dari dua kelompok yang berpasangan. Hasilnya, data terdistribusi tidak normal, maka dilanjutkan dengan transformasi data dan didapatkan hasil data terdistribusi normal. Kemudian dilakukan uji komparasi *paired t-test* dengan level signifikansi $p < 0,05$.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis maka kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Terdapat peningkatan yang signifikan terhadap tekanan darah sistolik dan diastolik antara sebelum dan setelah bekerja dalam paparan kebisingan akut pada responden Pabrik Kayu PT. Muroco Jember.
2. Terdapat peningkatan yang signifikan terhadap denyut nadi antara sebelum dan setelah bekerja dalam paparan kebisingan akut pada responden Pabrik Kayu PT. Muroco Jember.
3. Intensitas kebisingan pada *sawmill* A, *sawmill* B, produksi A, dan produksi B berturut-turut adalah 91,5 dB(A), 98,1 dB(A), 82,9 dB(A), dan 84,9 dB(A).
4. Sebagian besar responden berusia antara 29-40 tahun (66,7%), memiliki masa kerja < 2 tahun sebanyak 62,5%, dan tidak menggunakan APT sebanyak 91,7%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat diberikan kepada:

1. Manajer Pabrik Kayu PT. Muroco Jember

Sebanyak 91,7% pekerja tidak memakai APT saat bekerja. Pihak pabrik disarankan untuk merumuskan kebijakan terkait kesehatan dan keselamatan pekerja dengan memerintahkan pekerja untuk memakai alat pelindung telinga dan memberlakukan sanksi apabila tidak dipatuhi pekerja. Selain itu, diperlukan adanya identifikasi faktor risiko yang dapat menyebabkan penyakit akibat kerja melalui upaya promotif dan preventif yang dilakukan oleh pihak pabrik.

2. Peneliti Selanjutnya

Penelitian dengan jumlah sampel yang lebih banyak dan mengontrol variabel-variabel lain seperti suhu ruang kerja, tingkat kelelahan, dan tingkat stres pekerja, serta melakukan pengukuran sebanyak tiga kali dalam setiap pengukuran

tekanan darah dengan rentang waktu 2-3 menit untuk memastikan ketepatan hasil pengukuran. Apabila diperlukan, pengukuran dapat dibantu oleh asisten peneliti dengan mendapat arahan yang optimal dari peneliti supaya tercipta standarisasi pengukuran yang diharapkan.



DAFTAR PUSTAKA

- Aaronson, P. I. dan J. Ward. 2007. *The Cardiovascular System at a Glance*. Third Edition. England: Blackwell Publishing Ltd. Terjemahan oleh J. Surapsari. 2008. *At a Glance Sistem Kardiovaskular*. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga Medical Series.
- Adiwibowo, T. 2012. Beberapa Faktor yang Berhubungan dengan Status Tekanan Darah pada Sopir Truk (Studi Prevalensi pada Sopir Truk Paguyuban Rukun Sentosa Kota Semarang). *Tesis*. Semarang: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro.
- Assunta, C., S. Ilaria, D. S. Simone, T. Gianfranco, C. Teodorico, S. Carmina, S. Anastasia, G. Roberto, T. Francesco, dan R. M. Valeria. 2014. Noise and cardiovascular effects in workers of the sanitary fixtures industry. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 218 (1): 163-168.
- Atel Electronics. 2018. V&A VA8080 – Sound Level Meter. <https://www.atel-electronics.eu/produkt.php?hash=04030>. [Diakses pada 21 Januari 2018].
- Attarchi, M., F. Dehghan, F. Safakhah, M. Nojomi, dan S. Moham. 2012. Effect of exposure to occupational noise and shift working on blood pressure in rubber manufacturing company workers. *Ind Health* 50: 2015.
- Bridger, R. S. 1995. *Introduction to Ergonomics*. New York: McGraw-Hill Book Corporation.
- Bickley, L. S. dan P. G. Szilagy. 2009. *Bates Buku Ajar Pemeriksaan Fisik dan Riwayat Kesehatan*. Edisi Kedelapan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Buchari. 2007. *Kebisingan Industri dan Hearing Conservation Program*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Chang, T. Y., Y. A. Lai, H. H. Hsieh, J. S. Lai, dan C. S. Liu. 2009. Effects of environmental noise exposure on ambulatory blood pressure in young adults. *Environmental Research* 109: 900-905.
- Conlin, P. R. 2009. Blood pressure measurement. *N England J Medical*: 3-6.
- Dewi, D. P. I. 2011. Hubungan Tekanan Panas Dengan Tekanan Darah Pada Karyawan di Unit Fermentasi PT. Indo Acidatama. tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karangayar. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret.

- Dewi, R. L. 2012. Pengaruh Kebisingan Terhadap Tekanan Darah Tinggi (Hipertensi) Pada Tenaga Kerja Pembuat Gamelan Daerah Bekonang Sukoharjo. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret.
- Fox, S. 2011. *Human Physiology*. Twelfth Edition. New York: McGraw-Hill Education.
- Ganong, W. F. 1995. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi Keempatbelas. Jakarta: Penerbit buku Kedokteran EGC.
- Gopinath, B., A. Thiagalingam, E. Teber, dan P. Mitchell. 2011. Exposure to workplace noise and the risk of cardiovascular disease events and mortality among older adults. *Preventive Medicine* 53: 390-394.
- Guyton, A. C. 1995. *Human Physiology and Mechanism of Disease*. Second Edition. Philadelphia: Saunders Company.
- Guyton, A. C. dan J. E. Hall. 2006. *Textbook of Medical Physiology*. Eleventh Edition. Singapore: Elsevier's Health Science Rights Department. Terjemahan oleh Irawati *et al.* 2007. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi Kesebelas. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Hadi, S. 2014. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kenaikan Tekanan Darah pada Pekerja yang Terpajan Kebisingan di PT. X Indonesia Tahun 2014. *Skripsi*. Jakarta: Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Hafil, A. F., Sosialisman, dan Helmi. 2007. *Buku Ajar Kesehatan Telinga, Hidung, Tenggorok, Kepala, dan Leher*. Jakarta: Badan Penerbit FK UI.
- Harioputro, D. R., Y. H. Suselo, B. Suryawati, Sugiarto, S. Wulandari, A. Maftuhah, dan I. Nurwati. 2016. *Buku Pedoman Keterampilan Klinis Vital Sign*. Surakarta: Laboratorium Keterampilan Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret.
- Harrington. dan F. S. Gill. 2005. *Buku Saku Kesehatan Kerja*. Edisi Ketiga. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Hastuti, E. 2005. Faktor-Faktor Risiko Kenaikan Tekanan Darah pada Pekerja yang Terpajan Kebisingan di Bandara Ahmad Yani Semarang. *Tesis*. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- Humas Pemkab Jember. 2014. Potensi Perkebunan dan Kehutanan. <https://jemberkab.go.id/potensi-perkebunan-dan-kehutanan/>. [Diakses pada 26 September 2017].

- Imas, M. R. R. 2015. Tekanan Darah dan Kebisingan (Studi pada Pekerja Mebel di Kelurahan Bukir Kecamatan Gadingrejo Kota Pasuruan). *Skripsi*. Jember: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
- Ismaila, S. O. dan A. Odusote. 2014. Noise exposure as a factor in the increase of blood pressure of workers in a sack manufacturing industry. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences* 30: 1-6.
- Jin, S. G., M. J. Kim, S. Y. Park, dan S. N. Park. 2016. Stress hormonal changes in the brain and plasma after acute noise exposure in mice. *Auris Nasus Larynx* 44(3): 272-276.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996. *Buku Tingkat Kebisingan*. 25 November 1996. Jakarta: Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Laad, M. 2011. The study of the effect of sounds of constant frequency and varying intensity levels on systolic blood pressure, diastolic blood pressure and heart rate of healthy individuals. *International Journal of Engineering* 9(3):107-109.
- Leather, P., D. Beale, dan L. Sullivan. 2003. Noise, psychosocial stress and their interaction in the workplace. *Journal of Environmental Psychology* 23: 213-222.
- Lionakis, N., Mendrinos, Dimitrios, Sanidas, Elias, dan Favatas. 2012. Hypertension in the elderly. *World Journal of Cardiology* 4(5): 135-147.
- Liston, L. dan A. J. Duvall. 1997. *Buku Ajar Penyakit THT*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Lusk, S. L., A. Arbor, B. M. Hagerty, dan R. A. Ziemba, 2004. Acute effects of noise on blood pressure and heart rate. *Environmental Health* 59 (8): 392-399.
- Marhaendra, Y. A. 2016. Pengaruh Letak Tensimeter Terhadap Hasil Pengukuran Tekanan Darah. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Mas'ud, I. 1996. *Dasar-Dasar Fisiologi Kardiovaskular*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Moller, A. R. 2006. *Hearing: Anatomy, Physiology, and Disorder of the Auditory System*. Burlington: Elsevier Science.

- Nugroho, D. W. 2009. Pengaruh Intensitas Kebisingan terhadap Kelelahan Kerja pada Tenaga Kerja di PT. Antam Tbk. UPBE Pongkor, Bogor, Jawa Barat. *Skripsi*. Surakarta: Program Diploma IV Kesehatan Kerja Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret.
- Nurullita, U., Suhartono, dan T. Joko. 2007. Pengaruh beban kerja dan faktor lingkungan fisik terhadap tekanan darah, denyut nadi, dan tingkat kelelahan pekerja bagian *ARC Furnace* dan *Rolling Mill* PT. Inti General Yaja Steel Semarang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* 6 (1).
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.13/MEN/X/2011 Tahun 2011. *Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja*. 28 Oktober 2011. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi.
- Prabawiguna, B. 2013. Kejadian Kurang Pendengaran Akibat Kebisingan Mesin Kereta Api pada Pemukim Pinggir Rel di Kelurahan Gebang Kabupaten Jember. *Skripsi*. Jember: Fakultas Kedokteran Universitas Jember.
- Pramana, L. D. Y. 2016. Faktor – Faktor yang Berhubungan dengan Tingkat Hipertensi di Wilayah Kerja Puskesmas Demak II. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Pratiknya, A. W. 2011. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Kedokteran Kesehatan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Retnani, H. 2016. Pengaruh Intensitas kebisingan Terhadap Denyut Nadi Pekerja Sebelum dan Sesudah Bekerja di PT. Iskandar Indah *Printing Textile* Surakarta. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sinubu, R. B., R. Rondonuwu, dan F. Onibala. 2015. Hubungan beban kerja dengan kejadian hipertensi pada tenaga pengajar di SMAN 1 Amurang Kabupaten Minahasa Selatan. *e-Journal Keperawatan* 3(2).
- Siswati. dan R. Adriyani. 2017. Hubungan pajanan kebisingan dengan tekanan darah dan denyut nadi pada pekerja industri kemasan semen. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* 16 (1): 29-36.
- Soeharto, I. 2004. *Serangan Jantung dan Stroke Hubungannya dengan Lemak dan Kolesterol*. Edisi Kedua. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

- Stokholm, Z. A., A. M. Hansen, M. B. Grynderup, J. P. Bonde, K. L. Christensen, T. W. Frederiksen, S. P. Lund, J. M. Vestergard, dan H. A. Kolstad. 2013. Recent and long-term occupational noise exposure and salivary cortisol level. *Psychoneuroendocrinology* 39: 21-32.
- Sugiyono. 2017. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sustrani, L. 2004. *Hipertensi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Syafitri, M. D. 2000. Nadi Kerja Petani Pengolah Sawah dengan Berbagai Panjang Tangkai Cangkul. *Skripsi*. Jember: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
- Universitas Jember. 2016. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Jember: UPT Penerbitan Universitas Jember.
- Wafiroh, A. Hana. 2013. Pengukuran Tingkat Kebisingan di Lingkungan SMPN 2 Jember. *Skripsi*. Jember: Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Walker, E. D., A. Brammer, M. G. Cherniack, F. Laden, dan J. M. Cavallari. 2016. Cardiovascular and stress responses to short-term noise exposures – A panel study in healthy males. *Environmental Research* 150: 391-397.
- Wuladani, W., Salamiah, A. Rizali, dan E. Suhartono. 2015. Dampak kebisingan terhadap fungsi pendengaran dan tekanan darah pada pekerja tyre di workshop PT. Rahman Abdijaya di Kabupaten Tabalong. *Enviro Scienteeae* 11: 122-130.
- Yuniadi, Y., A. E. Tondas, D. A Hanafy, D. Y. Hermanto, E. Maharani, M. Munawar, dan S. B. Raharjo. 2014. *Pedoman Tata Laksana Fibrilasi Atrium*. Edisi Pertama. Jakarta: Centra Communications.
- Yusman, P. 2011. Hubungan Pengetahuan dan Perilaku Berisiko Hipertensi dengan Kejadian Hipertensi pada Pasien yang Berkunjung ke Puskesmas Kecamatan Jagakarsa Maret 2011. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
- Zee, H., J. Hegewald, M. Schubert, M. Wagner, P. Droge, E. Swart, dan A. Seidler. 2017. Traffic noise and hypertension – results from a large case-control study. *Environment Research* 157: 110-117.
- Zenz, C. M. D. 1994. *Occupational Medicine*. Third Edition. St. Loius: Mosby-Year Book Inc.

Zijlema, W., Y. Cai, D. Doiron, S. Mbatchou, I. Fortier, J. Gulliver, K. Hoogh, D. Morley, S. Hodgson, P. Elliot, T. Key, H. Kongsgard, K. Hyeem, A. Gaye, P. Burton, A. Hansell, R. Stolk, dan J. Rosmalen. 2016. Road traffic noise, blood pressure and heart rate: Pooled analyses of harmonized data from 88.336 participants. *Environmental Research* 151: 804-813.



LAMPIRAN**Lampiran 3.1 Lembar *Inform Consent***

No. Sampel:

INFORMED CONSENT**PERNYATAAN KESEDIAAN MENJADI RESPONDEN PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : _____

Alamat : _____

No. HP : _____

telah memahami segala informasi terkait dengan penelitian yang dilakukan oleh Wahyu Ikhwan Nanda Mukhlis (NIM. 142010101004) dengan judul penelitian “Pengaruh paparan kebisingan akut terhadap tekanan darah dan denyut nadi pada pekerja pabrik kayu PT. Muroco Jember” dan menyatakan bersedia untuk berpartisipasi tanpa ada paksaan dari pihak manapun sebagai responden penelitian dengan catatan sebagai berikut.

1. Penelitian ini tidak berisiko membahayakan bagi diri saya.
2. Data atau catatan pribadi tentang penelitian ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian.
3. Saya berhak mengundurkan diri dari penelitian tanpa ada sanksi apapun.

Demikian pernyataan persetujuan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab untuk menjadi responden penelitian “Pengaruh paparan kebisingan akut terhadap tekanan darah dan denyut nadi pada pekerja pabrik kayu PT. Muroco Jember”.

Jember, _____ 2017

Saksi

Responden Penelitian

tanda tangan

tanda tangan

(Nama Terang)

(Nama Terang)

Lampiran 3.2 Lembar Kuesioner Penelitian

LEMBAR KUESIONER PENELITIAN
PENGARUH PAPARAN KEBISINGAN AKUT TERHADAP TEKANAN
DARAH DAN DENYUT NADI PADA PEKERJA PABRIK KAYU PT.
MUROCO JEMBER

A. Karakteristik Responden

1. Nama :
2. Jenis Kelamin:
3. TTL :
4. Usia :
5. Alamat :
6. Pekerjaan :
7. Status Nikah :

B. Informasi pada Lingkungan Kerja

Petunjuk pengisian: tanda * artinya coretlah bila tidak diperlukan.

1. Jam kerja : pukul ____s/d____ WIB
2. Lokasi kerja :
3. Masa kerja : (____ tahun / ____ bulan)*
4. Penggunaan APT: (tidak pernah / pernah)* ***jika pernah, lanjutkan ke no. 5***
5. Frekuensi penggunaan APT: (1-4 jam pershift / lebih dari 4 jam pershift)*
6. Jenis APT : (sumbatan kapas / sumbatan karet / earmuff)*

C. Riwayat Kesehatan Responden

Petunjuk pengisian: isilah kolom dengan tanda "x"

1. Berat Badan :_____ kg
2. Tinggi Badan :_____ cm
3. Apakah anda perokok?
 : iya, saya perokok. ***Lanjut ke pertanyaan nomor 4***
 : tidak, saya bukan perokok. ***Lanjut ke pertanyaan nomor 5***

4. Sejak kapan anda merokok?
- : lebih dari setahun terakhir
- : kurang dari setahun terakhir
5. Seberapa sering anda merokok?
- : Setiap hari
- : 2 – 3 hari sekali
- : 4 – 7 hari sekali
6. Apakah anda mengidap penyakit darah tinggi?
- : iya, saya mengidap penyakit darah tinggi
- : tidak, saya tidak mengidap penyakit darah tinggi
- : saya tidak tahu
7. Apakah anda sedang menjalani pengobatan penyakit darah tinggi?
- : iya, saya menjalani pengobatan penyakit darah tinggi
- : tidak, saya tidak menjalani pengobatan penyakit darah tinggi
- : saya tidak tahu
8. Apakah anda mengonsumsi alkohol atau minuman keras lainnya?
- : iya, lebih dari 2 botol perhari
- : iya, kurang dari sama dengan 2 botol perhari
- : tidak pernah
9. Apakah anda memiliki gangguan pada jantung?
- : iya, saya mempunyai gangguan pada jantung
- : tidak, saya tidak memiliki gangguan pada jantung.
10. Apakah anda merasa irama jantung anda normal?
- : iya, saya merasa normal
- : saya sering berdebar - debar tanpa sebab
11. Apakah anda sering mengalami pingsan?
- : iya, saya sering mengalami pingsan
- : tidak, namun saya pernah mengalami pingsan
- : tidak, saya tidak pernah mengalami pingsan

12. Apakah anda sering mengalami kelelahan kerja?

: iya, saya sering mengalami kelelahan kerja

: tidak, namun saya sesekali mengalami kelelahan kerja

: tidak, saya tidak pernah mengalami kelelahan kerja

13. Apakah anda sering mengalami pusing/sakit kepala?

: iya, saya sering mengalami pusing/sakit kepala

: tidak, namun saya sesekali mengalami pusing/sakit kepala

: tidak, saya tidak pernah mengalami pusing/sakit kepala

D. Riwayat Penyakit Keluarga

Petunjuk pengisian: isilah kolom dengan tanda "x"

1. Apakah keluarga anda (bapak/ibu/kakek/nenek) memiliki riwayat darah tinggi?

: iya, keluarga saya mengidap darah tinggi. Beliau adalah _____

: tidak, keluarga saya tidak mengidap darah tinggi

: saya tidak tahu

2. Apakah keluarga anda (bapak/ibu/kakek/nenek) mengonsumsi alkohol atau minuman keras lainnya?

: iya, lebih dari 2 botol perminggu

: iya, 1 botol per minggu

: tidak pernah

: saya tidak tahu

3. Apakah keluarga anda (bapak/ibu/kakek/nenek) memiliki riwayat penyakit jantung?

: iya, keluarga saya memiliki riwayat penyakit jantung. Beliau adalah _____

: tidak, keluarga saya tidak memiliki riwayat penyakit jantung

: saya tidak tahu

Lampiran 3.3 Sertifikat Kalibrasi *Sphygmomanometer* Air Raksa


KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
LABORATORIUM KALIBRASI
 Gedung Mas Soerachman Lt. 1
 Jl. Kalimantan No.37 Kampus Bumi Tegal Boto, Jember 68121
 Telp. (0331) 7971100, 330224, email: kalibrasi@unej.ac.id

SERTIFIKAT KALIBRASI
CALIBRATION CERTIFICATE

NOMOR SERTIFIKAT : 103/Tk/10/2017
CERTIFICATE NUMBER

I IDENTITAS ALAT
INSTRUMENT IDENTITY

NAMA ALAT : Sphygmomanometer/Tensimeter
INSTRUMENT NAME

MERK PABRIK : Spygmed Medical
MANUFACTURER

TYPE/NOMOR SERI : -- / --
TYPE/SERIAL NO.

KAPASITAS/RESOLUSI : 300 mmHg / 2 mmHg
CAPACITY

II IDENTITAS PEMILIK
OWNER IDENTITY

NAMA : Wahyu Ikhwan Nanda Mukhlis
NAME

ALAMAT : Jl, Batu Raden No.15, Jember
ADDRESS

III IDENTITAS STANDAR
STANDARD IDENTITY

NAMA : Digital Manometer id. No. BetaGauge PI PRO 300G / 3329015
NAME

KETERTELUSSURAN : Hasil kalibrasi yang dilaporkan tertelusur ke Satuan Pengukuran SI melalui Laboratorium Kalibrasi BPFK Surabaya (LK-132-IDN)
TRACEABILITY

Sertifikat ini terdiri dari 2 halaman
This certificate comprises of pages

Diterbitkan Tanggal : 23 Oktober 2017
Date issued


 Kepala Laboratorium Kalibrasi
Head of Calibration Laboratory
 Dr. Muhammad Fauzi, MSI.

Hal 1 dari 2
Page 1 of 2

F 5.10.00.01

Sertifikat ini dilarang digandakan secara tidak lengkap tanpa persetujuan tertulis dari Laboratorium Kalibrasi Universitas Jember
This Certificate shall not be uncomplete reproduce, without the written approval from Calibration Laboratory of Jember University

NOMOR SERTIFIKAT : 103/TK/10/2017 TANGGAL KALIBRASI : 19 Oktober 2017
 CERTIFICATE NUMBER DATE OF CALIBRATION

NOMOR ORDER : 103 TEMPAT KALIBRASI : Lab Kalibrasi UNEJ
 ORDER NUMBER PLACE OF CALIBRATION

NAMA ALAT : Sphygmomanometer SUHU RUANG : 20.7 °C
 INSTRUMENT NAME ROOM TEMPERATURE

MERK/TIPE : Spygmed Medical / — KELEMBABAN RUANG : 48 %
 MERK/TIPE ROOM HUMIDITY

TANGGAL TERIMA ALAT : 12 Oktober 2017 IDENTITAS KALIBRATOR : Muhammad Iskandar F, S.T.
 DATE OF INSTRUMENT RECEIVING CALIBRATOR IDENTITY

HASIL KALIBRASI :
 CALIBRATION RESULT

No	Pembacaan Alat (mmHg)	Pembacaan Standard		Koreksi		U95 ±	
		Naik (mmHg)	Turun (mmHg)	Naik (mmHg)	Turun (mmHg)	Naik (mmHg)	Turun (mmHg)
1	60	61.7	60.5	1.7	0.5	1.4	1.4
2	80	81.5	80.8	1.5	0.8		
3	100	101.8	100.9	1.8	0.9		
4	120	122.0	121.1	2.0	1.1		
5	140	142.2	142.6	2.2	2.6		
6	160	162.2	161.1	2.2	1.1		
7	180	182.0	181.4	2.0	1.4		
8	200	202.0	201.5	2.0	1.5		
9	220	222.9	222.2	2.9	2.2		
10	240	242.7	243.2	2.7	3.2		

Catatan :

Notes

-Ketidakpastian yang dilaporkan adalah ketidakpastian bentangan pada tingkat kepercayaan = 95 % dengan faktor cakupan $k = 2$
 -Uncertainty which reported is spread uncertainty at trust level = 95% with coverage factor $k = 2$

-Alat ini telah dikalibrasi menggunakan IK 5.04.08 dengan metode acuan kalibrasi DEPKES & KESSOS RI, DIRJEN YANMED-2001
 -This instrument has been calibrated using IK 5.04.08 with calibration reference method DEPKES & KESSOS RI, DIRJEN YANMED-2001

-Kalibrasi ini tidak termasuk dalam lingkup akreditasi KAN
 -This calibration is not included in the scope of KAN accreditation

Diterbitkan Tanggal : 23 Oktober 2017

Date issued


 Koordinator Teknik
 Technical Coordinator
 Dr. Triwahju Hardianto, ST.MT.

Hal 2 dari 2
 Page 2 of 2

F 5.10.00.01

Lampiran 3.4 Lembar Persetujuan Etik Penelitian

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
KOMISI ETIK PENELITIAN
Jl. Kalimantan 37 Kampus Bumi Tegal Boto Telp/Fax (0331) 337877 Jember 68121 – Email :
fk_unej@telkom.net

KETERANGAN PERSETUJUAN ETIK
ETHICAL APPROVA
Nomor : 1.229 /H25.1.11/KE/2017

Komisi Etik, Fakultas Kedokteran Universitas Jember dalam upaya melindungi hak asasi dan kesejahteraan subyek penelitian kedokteran, telah mengkaji dengan teliti protokol berjudul :

The Ethics Committee of the Faculty of Medicine, Jember University, With regards of the protection of human rights and welfare in medical research, has carefully reviewed the proposal entitled :

HUBUNGAN ANTARA KEBISINGAN DENGAN TEKANAN DARAH DAN DENYUT NADI PADA PEKERJA PABRIK KAYU PT. X JEMBER

Nama Peneliti Utama : Wahyu Ikhwan Nanda Mukhlis.
Name of the principal investigator

NIM : 142010101004

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran Universitas Jember
Name of institution

Dan telah menyetujui protokol tersebut diatas.
And approved the above mentioned proposal.

Jember, 13 Desember 2017
Ketua Komisi Etik Penelitian
dr. Rini Riyanti, Sp.PK



Tanggapan Anggota Komisi Etik

(Diisi oleh Anggota Komisi Etik, berisi tanggapan sesuai dengan butir-butir isian diatas dan telaah terhadap Protokol maupun dokumen kelengkapan lainnya)

Review Proposal :

1. Penelitian mendapat ijin dari pimpinan instansi tempat penelitian dilaksanakan.
2. Subyek penelitian menandatangani informed consent.
3. Mohon pada proposal dilengkapi dengan lembar penjelasan untuk mendapatkan persetujuan dari subjek penelitian, termasuk prosedur penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti, seperti pengukuran tekanan darah dan denyut nadi.
4. Saran : adanya kompensasi bagi subyek penelitian.
5. Hasil penelitian disampaikan pada pimpinan instansi tempat penelitian dilaksanakan.

Mengetahui
Ketua Komisi Etik Penelitian

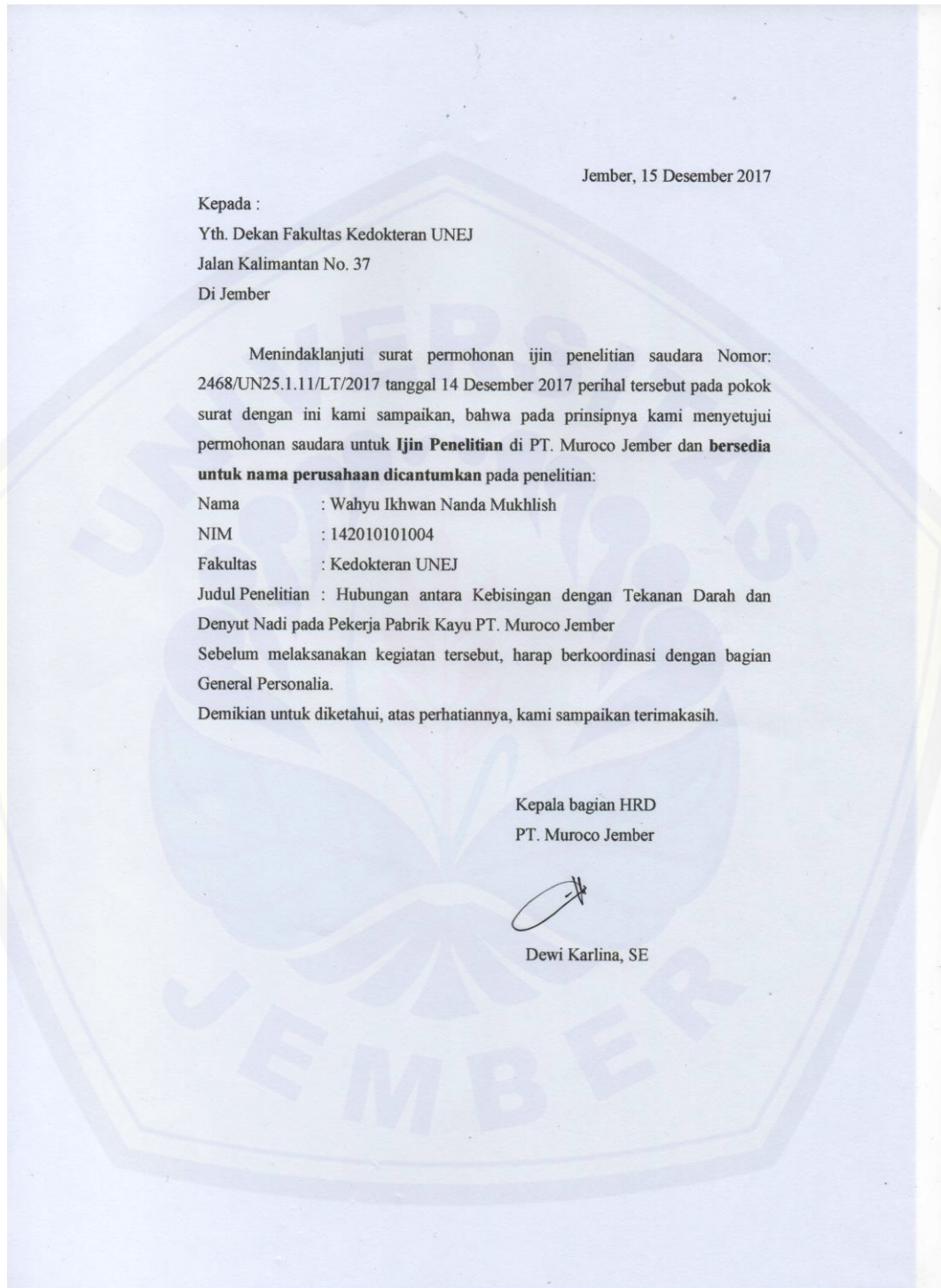


dr. Rini Riyanti, Sp.PK

Jember, 22 November 2017

Reviewer

dr. Desie Dwi Wisudanti, M.Biomed

Lampiran 3.5 Persetujuan Ijin Penelitian PT. Muroco Jember

Lampiran 4.1 Hasil Uji Statistik

1. Karakteristik Pekerja

		Statistics	
		usia	masa kerja
N	Valid	24	24
	Missing	0	0
Mean		30.96	2.67
Median		31.00	2.00
Std. Deviation		5.835	2.239
Minimum		22	1
Maximum		40	9

2. Uji Normalitas

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
selisih sistolik	.191	24	.024	.908	24	.032
selisih diastolik	.206	24	.010	.913	24	.040
selisih denyut nadi	.219	24	.004	.892	24	.014

a. Lilliefors Significance Correction

3. Uji Normalitas Setelah Transformasi Data

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
tran_selsis	.223	8	.200*	.865	8	.136
tran_seldias	.238	8	.200*	.846	8	.086
tran_selhad	.337	8	.008	.829	8	.058

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

4. Hasil Uji Komparasi *Paired t-test*

		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	TD sistolik pre - TD sistolik post	-6.250	5.666	1.157	-8.643	-3.857	5.403	23	.000
Pair 2	TD diastolik pre - TD diastolik post	-1.833	4.331	.884	-3.662	-.005	2.074	23	.049
Pair 3	DN pre - DN post	-3.750	7.379	1.506	-6.866	-.634	2.489	23	.020

Lampiran 4.2 Tabulasi Responden Penelitian

No	Usia	Penggunaan APT	Masa Kerja (th)	Bagian	Intensitas Kebisingan	Tekanan Darah Sistolik		Tekanan Darah Diastolik		Denyut Nadi	
						Pre Kerja	Post Kerja	Pre Kerja	Post Kerja	Pre Kerja	Post Kerja
1	33	Tidak	9	Sawmill A	91,5	124	130	80	82	69	78
2	28	Tidak	8	Sawmill A	91,5	114	120	70	70	88	90
3	36	Tidak	4	Sawmill A	91,5	126	130	78	80	76	77
4	23	Tidak	2	Sawmill A	91,5	120	130	70	80	80	94
5	22	Tidak	4	Sawmill A	91,5	130	140	80	80	86	90
6	40	Tidak	5	Sawmill A	91,5	118	120	80	90	90	90
7	24	Tidak	4	Sawmill A	91,5	120	140	80	80	62	86
8	31	Tidak	3	Sawmill B	98,1	128	126	80	80	92	91
9	38	Tidak	2	Sawmill B	98,1	120	130	70	70	75	82
10	32	Tidak	4	Sawmill B	98,1	130	136	90	90	65	75
11	40	Tidak	1	Sawmill B	98,1	110	120	60	70	67	69
12	29	Tidak	2	Sawmill B	98,1	110	128	80	80	80	77
13	31	Tidak	1	Sawmill B	98,1	130	136	94	88	68	86
14	30	Tidak	1	Sawmill B	98,1	124	130	78	80	80	76
15	30	Tidak	1	Sawmill B	98,1	128	130	86	88	78	80
16	22	Tidak	1	Sawmill B	98,1	110	116	70	76	78	80
17	31	Tidak	1	Sawmill B	98,1	124	130	84	80	85	90
18	34	Tidak	4	Produksi B	84,9	104	112	66	70	64	75
19	40	Tidak	1	Produksi A	82,9	110	102	70	66	84	81
20	36	Ya	1	Produksi A	82,9	120	122	80	80	80	79
21	24	Tidak	1	Produksi A	82,9	106	112	64	70	83	78
22	25	Ya	2	Produksi B	84,9	110	112	74	80	82	84
23	27	Tidak	1	Produksi A	82,9	112	120	78	76	80	78
24	37	Tidak	1	Produksi A	82,9	126	132	80	80	91	87

Lampiran 4.3 Foto Kegiatan Penelitian



Pengukuran intensitas kebisingan sektor kerja



Pengukuran denyut nadi responden



Pengukuran tekanan darah responden