BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu *ergon* (kerja) dan *nomos* (hukum alam). Menurut Nurmianto (2004), ergonomi adalah studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerja yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, *engineering*, manajemen dan disain atau perancangan. Sedangkan menurut ILO dalam Abdullah (2007), ergonomi merupakan ilmu terapan biologi manusia dan hubungan manusia dengan ilmu teknik bagi pekerja dan lingkungan kerja agar mendapatkan kepuasan kerja yang maksimal selain meningkatkan produktivitas kerja (Abdullah, 2007). Jadi ergonomi dapat dinyatakan sebagai penyesuaian tugas pekerjaan dengan kondisi tubuh manusia yang bertujuan untuk menurunkan stress yang akan dihadapi serta kaitannya dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia ditempat kerja, di rumah, dan tempat rekreasi. Ergonomi berhubungan dengan studi tentang sistem yang meliputi manusia, fasilitas kerja dan lingkungan yang saling berinteraksi dengan tujuan utama untuk menyesuaikan suasana kerja dengan manusia atau ergonomi disebut juga sebagai *human factor* (Nurmianto, 2004).

Ergonomika adalah ilmu terapan yang menggabungkan ilmu-ilmu biologi dan ilmu-ilmu teknik serta teknologi untuk mencapai kecocokan atau penyesuaian terhadap suatu produk, pekerjaan dan tempat kerja dengan orang yang menggunakan dan manfaatnya dapat diukur berdasarkan efesiensi dan kesejahteraan atau kenyamanan kerja (Riyadina, 2002). Penerapan ergonomika pada berbagai jenis pekerjaan telah terbukti menyebabkan perbaikan efisiensi dan peningkatan produktivitas yang dapat ditentukan dari kualitas dan kuantitas hasil kerja yang bisa mencapai 10% atau lebih (Abeysekera, 2002). Upaya yang dapat dilakukan berupa penyesuaian ukuran tempat kerja dengan dimensi tubuh manusia agar tidak merasa kelelahan, pengaturan suhu, cahaya dan kelembaban yang bertujuan untuk menyesuaikan kebutuhan tubuh manusia.

Peruhahan-perubahan yang terjadi pada alat dan mesin yang digunakan manusia akan berpengaruh terhadap penggunaan energi, resiko kecelakaan dan efek terhadap kesehatan (Cormick, 1987dalam Abdullah, 2007). Salah satu aspek penting dari ergonomika adalah kebisingan dan getaran mekanis pada kombinasi mesin pencacah dan penepung pelepah kelapa sawit yang akan menjadi pembahasan utama dalam penelitian ini.

2.2. Mesin Diesel

Mesin diesel merupakan tenaga penggerak yang diperlukan untuk mengoperasikan mesin kombinasi pencacah dan penepung berasal dari pembakaran solar di dalam ruang pembakaran mesin sehingga dapat menggerakkan piston. Prinsip kerja mesin diesel dimulai dari torak (piston) yang bergerak translasi (bolak-balik) di dalam silinder dan dihubungkan dengan pena engkol dari poros engkol yang berputar pada bantalan dengan perantaraan batang penghubung. Campuran bahan bakar dan udara dibakar dalam ruang bakar yaitu ruangan yang dibatasi oleh dinding silinder, kepala silinder dan kepala torak. Gas pembakaran yang terjadi tersebut mampu menggerakkan torak yang selanjutnya menggerakkan poros engkol. Pengaturan pemasukan dan pengeluaran udara diatur oleh masing-masing katup (Abdullah, 2007).

Pengaruh gerakan mekanis dan gesekan antara komponen-komponen mesin selama proses pembakaran berlangsung dalam ruang bakar akan mengakibatkan terjadinya getaran yang menghasilkan suara atau bunyi dan selanjutnya getaran tersebut merambat ke semua arah berupa energi melalui rangka mesin pencacah dan penepung hingga ke operator.

2.3. Kebisingan

Suara adalah sensasi atau rasa yang dihasilkan oleh organ pendengaran manusia ketika gelombang-gelombang suara dibentuk di udara sekeliling manusia melalui getaran yang diterimanya. Gelombang suara merupakan gelombang longitudinal yang terdengar sebagai bunyi bila masuk ke telinga yang berada pada frekuensi 20 sampai 20.000 Hz atau disebut jangkauan suara yang dapat didengar (*audible sound*). Tingkat intensitas bunyi dinyatakan dalam satuan *bel* atau

decibel (dB) (Sartika, 2011). Polusi suara atau kebisingan dapat didefinisikan sebagai suara yang tidak dikehendaki dan mengganggu manusia. Menurut Davis dan Cornwell (1991) dalam Djalante (2010), kebisingan adalah semua bunyi yang dapat mengalihkan perhatian, mengganggu dan membahayakan dalam kegiatan sehari-hari. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (1996) mendefinisikan bahwa kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan kenyamanan lingkungan. Suara dapat dihasilkan dari suatu obyek atau permukaan yang bergetar yang dapat memberikan energi ke udara di sekeliling.

2.3.1. Jenis-jenis Kebisingan

Bising berdasarkan sifat dan spektrum frekuensi bunyi dapat dibagi atas:

1. Bising yang kontinyu dengan spektrum frekuensi yang luas. Bising ini relatif tetap dalam batas kurang lebih 5 dB untuk periode 0,5 detik berturut-turut. Misalnya mesin, kipas angin, dan lampu pijar.
2. Bising yang kontinyu dengan spektrum frekuensi yang sempit. Bising ini juga relatif tetap, akan tetapi ia hanya mempunyai frekuensi tertentu saja (pada frekuensi 500, 1000, dan 4000 Hz). Misalnya gergaji serkuler, dan katup gas.
3. Bising terputus-putus (*Intermitten*). Bising jenis ini tidak terjadi secara terus menerus, melainkan ada periode relatif tenang. Misalnya suara lalu lintas, kebisingan di lapangan penerbangan.
4. Bising implusif. Bising jenis ini memiliki perubahan tekanan suara melebihi 40 dB dalam waktu sangat cepat dan biasanya mengejutkan pendengaran. Misalnya tembakan, suara ledakan mercon, dan meriam.
5. Bising implusif berulang. Bising jenis ini terjadi secara berulang-ulang. Misalnya mesin tempa.

Bising berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia dapat dibagi atas:

1. Bising yang mengganggu (*Irritating noise*). Bising jenis ini mempunyai ciri intensitas tidak terlalu keras, misalnya mendengkur.
2. Bising yang menutupi (*Masking noise*), merupakan bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas dan secara tidak langsung bunyi jenis ini akan membayakan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja karena teriakan atau isyarat tanda bahaya tenggelam dalam bising dari sumber lain.

3. Bising yang merusak (*damaging/injuriousnoise*), adalah bunyi yang intensitasnya melampaui NAB. Bunyi jenis ini akan merusak atau menurunkan fungsi pendengaran.

2.3.2. Standar Nilai Ambang Batas Kebisingan

Nilai ambang batas kebisingan (NAB) adalah intensitas kebisingan tertinggi dan merupakan nilai rata-rata yang masih dapat diterima oleh manusia tanpa mengakibatkan hilangnya daya dengar yang tetap untuk waktu yang cukup lama atau terus menerus (Bachtiar *et al.*, 2013). Ambang batas keamanan yang direkomendasikan oleh *Occupational Safety and Health Admistration (OSHA)* dan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dan mengacu pada Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. KEP-51/MEN/1999 tentang baku mutu tingkat kebisingan, yaitu intensitas bising rata-rata tidak lebih dari 85dB (A) selama 8 jam per hari atau 40 jam per minggu. Nilai ambang batas kebisingan dapat dilihat pada Tabel 2.1. Waktu maksimum bekerja dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.1. Nilai ambang batas kebisingan

Waktu Pemaparan	Per Hari	Intensitas Kebisingan dB (A)
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
7,5		103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
28,12	Detik	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		136
0,11		139

Tidak boleh terpapar lebih dari 140 dBA, walaupun sesaat (Badan Standarisasi Nasional, SNI 16-7063-2004).

Tabel 2.2. Waktu maksimum bekerja

Tingkat Kebisingan	Waktu Maksimum Bekerja
82 dB	16 jam per hari
85 dB	8 jam per hari
88 dB	4 jam per hari
91 dB	2 jam per hari
97 dB	1 jam per hari
100 dB	¼ jam per hari

Sumber: (Badan Standarisasi Nasional, SNI 7231-2009)

2.3.3. Pengaruh Kebisingan Terhadap Kesehatan

Efek dari kebisingan secara fisiologis terbukti dapat mempengaruhi konsentrasi secara mental, meningkatkan tekanan darah, mempercepat denyut jantung, dapat menutup pembuluh darah pada kulit, meningkatkan metabolisme, menyebabkan gangguan pencernaan, serta dapat meningkatkan ketegangan pada otot (Hidayah, 2009). Tingkat kebisingan ekstrim di atas 90 dB(A) dan puncak kebisingan di atas 100 dB(A) dapat menyebabkan sakit kepala dan meningkatnya tekanan darah, tegangan otot, dan kelelahan. Kebisingan dalam waktu yang lama dapat menyebabkan ketulian dan penyakit lain yang berhubungan dengan pendengaran. Kebisingan dalam waktu yang relatif singkat dapat menimbulkan iritasi dan mengganggu kenyamanan (Irvani, 2012).

Menurut Buchari (2007), dampak kebisingan terhadap kesehatan pekerja adalah sebagai berikut:

1. Gangguan Fisiologis

Gangguan jenis ini dapat berupa peningkatan tekanan darah, peningkatan nadi, basal metabolisme, konstruksi pembuluh darah kecil terutama pada bagian kaki, dapat menyebabkan pucat dan gangguan sensoris.

2. Gangguan Psikologis

Gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, susah tidur, emosi dan lain-lain. Pemaparan jangka waktu lama dapat menimbulkan penyakit, psikosomatik seperti gastristik, penyakit jantung koroner dan lain-lain.

3. Gangguan Komunikasi

Gangguan komunikasi menyebabkan terganggunya pekerjaan, bahkan mungkin terjadi kesalahan, terutama bagi pekerja baru yang belum berpengalaman. Gangguan komunikasi ini secara tidak langsung akan mengakibatkan bahaya terhadap keselamatan dan kesehatan tenaga kerja karena tidak mendengar teriakan atau isyarat tanda bahaya dan dapat menurunkan efesiensi kerja dan produktivitas kerja.

4. Gangguan keseimbangan

Gangguan keseimbangan ini mengakibatkan gangguan fisiologis seperti kepala pusing, mual dan lain-lain.

5. Gangguan terhadap pendengaran (Ketulian)

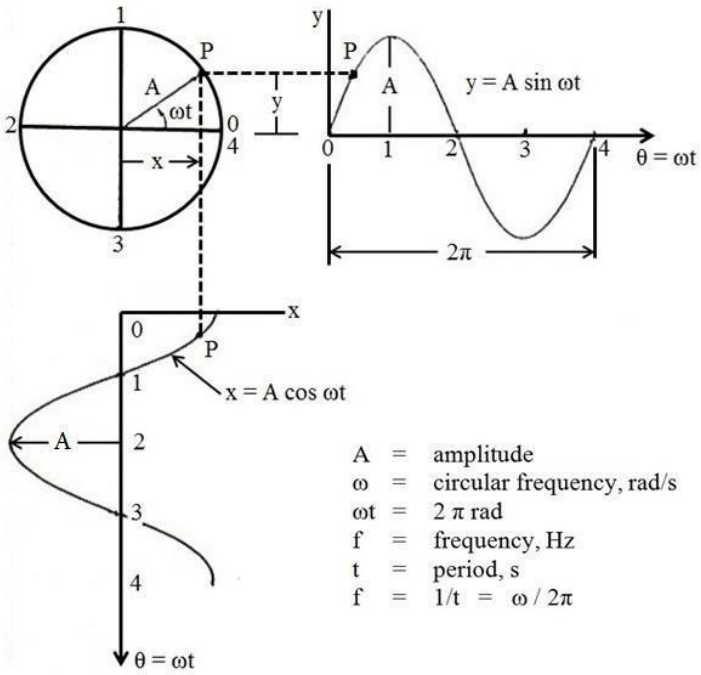
Gangguan terhadap pendengaran adalah gangguan yang paling serius karena dapat menyebabkan hilangnya pendengaran atau ketulian. Ketulian ini dapat bersifat progresif atau awalnya bersifat sementara tapi bila bekerja terus menerus di tempat bising tersebut maka daya dengar akan menghilang secara menetap atau tuli.

2.4. Getaran

Getaran adalah gerakan yang teratur dari benda atau media dengan arah bolak-balik dari kedudukan keseimbangan. Getaran merupakan suatu faktor fisik yang menjalar ke tubuh manusia, mulai dari tangan sampai ke seluruh tubuh. Getaran terjadi saat mesin atau alat dioperasikan dengan motor sehingga pengaruhnya bersifat mekanis (Lady, 2013). Getaran mekanis adalah getaran yang ditimbulkan oleh mesin atau alat-alat mekanis yang dapat mengganggu kesehatan manusia. Getaran mekanis yang terjadi pada mesin pencacah dan penepung terpusat pada mesin yang merupakan sumber tenaga penggerak. Kerja dari mesin ini menimbulkan getaran mekanis dan bunyi (suara). Hal ini terjadi karena adanya perubahan frekuensi atau tekanan udara maupun suara akibat dari adanya gesekan antara komponen-komponen mesin. Hal ini menghasilkan tenaga secara keseluruhan dan perubahan bentuk energi yang terjadi dalam mesin, misalnya perubahan dari energi kimia menjadi energi kinetik atau menjadi gerak translasi lainnya (Abdullah, 2007).

2.4.1. Sumber Getaran

Getaran pada umumnya terjadi akibat efek dinamis dan toleransi pembuatan, ketegangan, kontak dengan bagian yang berputar dan bergesek antara elemen-elemen mesin serta adanya gaya yang menimbulkan suatu momen yang tidak seimbang pada bagian-bagian yang berputar. Osilasi kecil dapat memicu frekuensi resonansi dari beberapa bagian struktur yang menjadi sumber-sumber kebisingan (*noise*) dan getaran (James *et al.*,1994). Getaran sinusoidal berupa gerakan harmonis sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Getaran sinusoidal (James *et al.*,1994 dalam Abdullah, 2007)

Satu garis lurus yang panjangnya menunjukkan amplitudo getaran merupakan titik proyeksi. Persamaan gerak dari titik hasil proyeksi tersebut adalah:

$$x = A \sin(\omega t + \Theta) \quad (1)$$

Persamaan kecepatan getaran adalah turunan pertama dari persamaan gerak :

$$V = A\,\omega \cos(\omega t + \Theta) \quad (2)$$

Persamaan percepatan getaran adalah turunan kedua dari persamaan gerak :

$$a = -A\,\omega^2 \sin(\omega t + \Theta) \quad (3)$$

Keterangan :

x = jarak perpindahan (m)

v = kecepatan (m/s)

a = percepatan (m/s^2)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

A = amplitudo (m)

t = waktu (s)

Θ = sudut awal (rad).

2.4.2. Standar Ambang Batas Getaran

Ambang batas persepsi getaran mekanis pada selang frekuensi 1-100 hz terhadap tubuh manusia. Nilai ambang batas getaran dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Nilai ambang batas getaran

Percepatan (m/s^2)	Kategori Ambang
10	ambang sangat berbahaya
1	ambang nyaman
0,1	ambang rasa
0,01	ambang persepsi

Sumber: (Badan Standarisasi Nasional, SNI 16-7063-2004).

2.4.3. Pengaruh Getaran Terhadap Kesehatan

Masa getaran yang lama pada semua bagian tubuh atau getaran pada lengan tangan dapat menyebabkan kelumpuhan atau cacat, sedangkan masa getaran yang pendek dapat menyebabkan kehilangan rasa, ketajaman penglihatan dan lain-lain yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Getaran pada seluruh tubuh memberikan efek yang lebih kompleks mulai dari jantung, peredaran darah hingga penurunan daya lihat dan konsentrasi seseorang (Nugroho, 2005). Menurut Hacaambwa dan Giacomin (2007), ketidaknyaman akibat getaran dipengaruhi oleh empat faktor utama meliputi arah getaran, frekuensi, magnitude dan lama hubungan dengan getaran.