

No. TA 1255/S1-TL/0825-P

**ANALISIS PENGARUH IKLIM KERJA, KEBISINGAN,
BEBAN KERJA DAN KARAKTERISTIK KERJA TERHADAP
KELELAHAN KERJA PADA PEKERJA
PABRIK INDARUNG V PT. SEMEN PADANG**

TUGAS AKHIR



Oleh:

RINDIANI SANUR

2110943016

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2025

**ANALISIS PENGARUH IKLIM KERJA, KEBISINGAN,
BEBAN KERJA DAN KARAKTERISTIK KERJA TERHADAP
KELELAHAN KERJA PADA PEKERJA
PABRIK INDARUNG V PT. SEMEN PADANG**

TUGAS AKHIR

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada
Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Andalas

Oleh:

RINDIANI SANUR

2110943016

Dosen Pembimbing:

Dr. Ir. Tivany Edwin

Ir. Taufiq Ihsan, Ph.D



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH IKLIM KERJA, KEBISINGAN, BEBAN KERJA DAN KARAKTERISTIK KERJA TERHADAP PEKERJA PABRIK INDARUNG V PT. SEMEN PADANG

Nama : Rindiani Sanur

NIM : 2110943016

Lulus Sidang Tugas Akhir tanggal: 13 Agustus 2025

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Kopembimbing,



Dr. Ir. Tivany Edwin
NIP. 198704092008122001



Ir. Taufiq Hasan, Ph.D
NIP. 198609012014041004

Disahkan oleh:

Ketua Departemen,



Prof. Shima Andah, S.Si., M.T., Ph.D
NIP. 197301081999032002

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

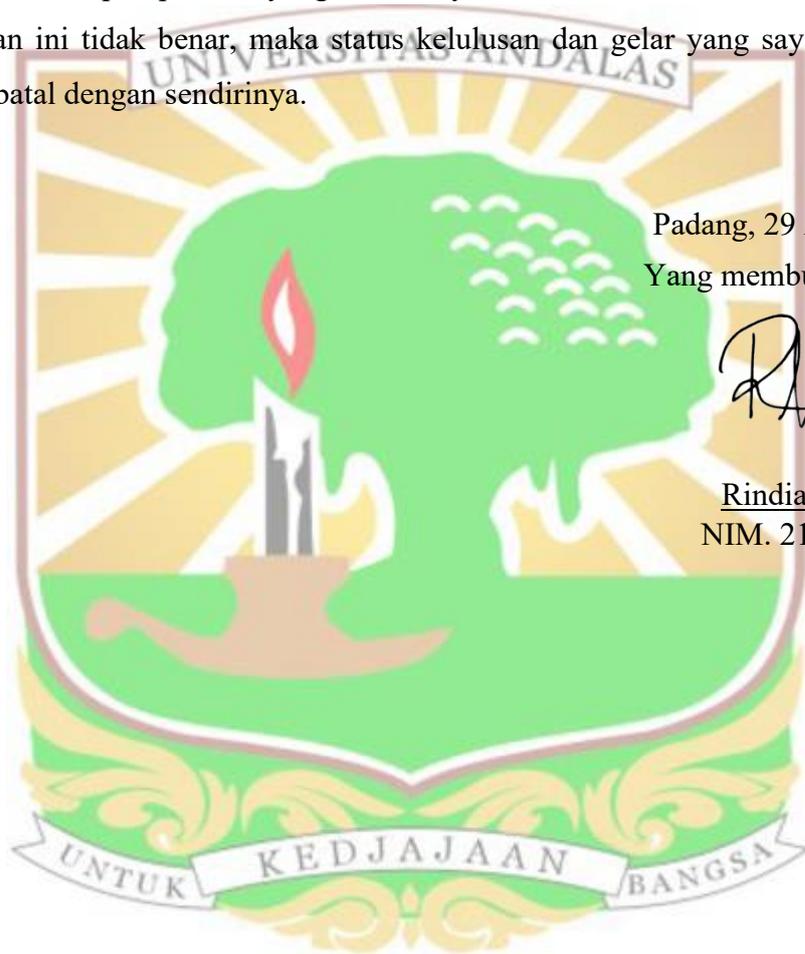
Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir yang ditulis dengan judul: **Analisis Pengaruh Iklim Kerja, Kebisingan, Beban Kerja Dan Karakteristik Kerja Terhadap Pekerja Pabrik Indarung V PT. Semen Padang** adalah benar hasil kerja/karya saya sendiri dan bukan merupakan tiruan hasil kerja/karya orang lain, kecuali kutipan pustaka yang sumbernya dicantumkan. Jika kemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka status kelulusan dan gelar yang saya peroleh menjadi batal dengan sendirinya.

Padang, 29 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan,



Rindiani Sanur
NIM. 2110943016



ABSTRAK

Kelelahan kerja merupakan isu penting dalam keselamatan dan kesehatan kerja karena dapat menyebabkan penurunan produktivitas dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh iklim kerja, kebisingan, beban kerja, dan karakteristik kerja terhadap kelelahan kerja pada pekerja area Pabrik Indarung V PT Semen Padang. Iklim kerja menggunakan *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT), kebisingan dengan *Sound Level Meter* (SLM), beban fisik diukur menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL), dan beban mental dengan *Defence Research Agency Workload Scale* (DRAWS). Kelelahan kerja diukur menggunakan kuesioner *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC). Analisis data dilakukan secara deskriptif dan inferensial melalui uji korelasi dan regresi linier. Hasil menunjukkan bahwa suhu ISBB tidak memenuhi NAB tercatat sebesar 29,9°C area *kiln coal mill*. Intensitas kebisingan di seluruh area juga melebihi NAB 85 dBA, dengan tertinggi di area *raw mill* (89,8 dBA). Beban fisik dominan dalam kategori sedang di area *kiln coal mill* (24,1%) dan beban mental dalam kategori berat pada area yang sama (25,9%). Karakteristik pekerja didominasi pada usia 26–45 tahun (31%), masa kerja 6–10 tahun (24,1%), dan *shift II* (15,5%). Kelelahan kerja mayoritas berada pada kategori sedang, khususnya pada area *kiln coal mill*. Terdapat hubungan signifikan antara iklim kerja, kebisingan, beban mental dan *shift* kerja terhadap kelelahan kerja pada uji korelasi. Faktor dominan adalah iklim kerja dan *shift* kerja pada uji regresi linear berganda. Rekomendasi pengendalian yang disarankan yaitu pengaturan istirahat, pengendalian paparan panas, serta penggunaan (Alat Pelindung Telinga) APT secara konsisten.

Kata kunci: Beban kerja, CVL, DRAWS, IFRC, Iklim kerja, Industri semen, Kebisingan, Kelelahan kerja, WBGT.

ABSTRACK

Work fatigue is a significant concern in occupational health and safety, as it can reduce productivity and increase the risk of workplace accidents. This study analyses the influence of work climate, noise, workload, and job characteristics on work fatigue among production workers at Indarung V Plant, PT Semen Padang. This study assessed work climate using Wet Bulb Globe Temperature (WBGT), noise using a Sound Level Meter (SLM), physical workload with the Cardiovascular Load (CVL) method, and mental workload using the Defence Research Agency Workload Scale (DRAWS). Fatigue was measured using the Industrial Fatigue Research Committee (IFRC) questionnaire. This study analysed the data using descriptive statistics, correlation, and linear regression. This study recorded the highest WBGT value (29.9°C) in the kiln coal mill area. Noise levels in all areas exceeded the Threshold Limit Value (TLV) of 85 dBA, with the raw mill area being the highest (89.8 dBA). Physical workload was mostly moderate (24.1%), and mental workload was high (25.9%) in the kiln coal mill area. Most workers were aged 26–45 (31%), had 6–10 years of service (24.1%), and worked in shift II (15.5%). Moderate fatigue was common, particularly in the kiln coal mill. There is a significant relationship between work climate, noise, mental workload, and work shifts with work fatigue in the correlation test. The multiple linear regression test identified climate and Shifts as the dominant factors. Recommended controls include adjusting break schedules, managing heat exposure, and consistently using hearing protection devices (HPDs).

Keywords: *Cement industry, CVL, DRAWS, IFRC, Noise, WBGT, Work climate, Work fatigue, Workload.*

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam. Atas limpahan rahmat, taufik, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul “Pengaruh Iklim Kerja, Kebisingan, Beban Kerja, dan Karakteristik Kerja terhadap Kelelahan Kerja pada Pekerja Pabrik Indarung V PT. Semen Padang” dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, suri teladan sepanjang masa bagi umat manusia. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas. Dalam proses penelitian hingga penulisan, penulis banyak mendapatkan bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta, Ayah (Salmi), ibu (Asnur) dan Adik (Zaki dan Firza) yang selalu mendoakan, menyayangi, serta mendukung tanpa henti;
2. Ibu Dr. Ir. Tivany Edwin dan Bapak Ir. Taufiq Ihsan, Ph.D yang telah berkenan membimbing dengan penuh kesabaran serta meluangkan waktu berharga;
3. Ibu Dr. Eng. Shinta Silvia, S.Si., M.T. dan Bapak Ridwan, S.T., M.T. atas kritik dan saran yang sangat membantu penyempurnaan Tugas Akhir ini;
4. Ibu Dr. Ir. Ansiha Nur, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa memberikan arahan sejak awal perkuliahan;
5. Ibu Prof. Shinta Indah, Ph.D sebagai Ketua Departemen Teknik Lingkungan Universitas Andalas dan Ibu Yenni, Ph.D sebagai dosen pembimbing akademik yang telah menunjang kebutuhan akademik dan memberikan arahan selama perkuliahan;
6. Bapak dan ibu dosen serta tenaga kependidikan Departemen Teknik Lingkungan Universitas Andalas atas ilmu dan bantuan yang diberikan selama masa studi;
7. Universitas Andalas dan PT. Semen Padang yang telah memberikan izin serta fasilitas untuk pelaksanaan penelitian;

8. Sahabat tercinta; Elsi, Geny, Miftha, Sinta dan Syafira atas kebersamaan, tawa, dan cerita yang selalu memberikan semangat hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan;
9. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan angkatan 2021, terutama komting Angkatan Wahyudi yang selalu memberikan dukungan, motivasi, serta kebersamaan dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan, sehingga kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi perbaikan pada masa mendatang. Besar harapan penulis agar karya ini dapat memberikan manfaat, baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan maupun bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Padang, 29 Agustus 2025

Rindiani Sanur



DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Ruang Lingkup	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Iklim Kerja	6
2.1.1 Macam-macam Iklim Kerja.....	7
2.1.2 Dampak Iklim Kerja	8
2.1.3 Standar Pengukuran Iklim Kerja	10
2.2 Kebisingan.....	11
2.2.1 Sumber Kebisingan	12
2.2.2 Standar Kebisingan.....	13
2.2.3 Dampak Kebisingan	14
2.2.4 Pengendalian Kebisingan	15
2.3 Beban Kerja.....	16
2.3.1 Faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja	17
2.3.2 Indikator Beban Kerja	18
2.3.3 Jenis-jenis Beban Kerja	19
2.3.4 Metode Beban Kerja.....	20
2.4 Kelelahan Kerja.....	25
2.4.1 Jenis Kelelahan Kerja	26
2.4.2 Dampak Kelahan Kerja	26

2.4.3 Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Kelelahan Kerja	27
2.5 Metode Analisis Kelelahan Kerja.....	28
2.5.1 Metode Analisis Objektif	28
2.5.2 Metode Analisis Subjektif	29
2.6 Metode Kuesioner IFRC	30
2.7 Analisis Statistik.....	32
2.7.1 Uji Univariat.....	32
2.7.2 Uji Bivariat	33
2.8 Gambaran Umum PT. Semen Padang.....	35
2.9 Penelitian Kelelahan Kerja Terkait Industri Semen.....	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1 Umum.....	40
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	40
3.3 Tahapan Penelitian	41
3.3.1 Studi Literatur.....	42
3.3.2 Pengumpulan Data Sekunder	43
3.3.3 Pengumpulan Data Primer.....	43
3.3.4 Analisis Data dan Pembahasan.....	44
3.3.5 Rekomendasi Pengendalian Kelelahan Kerja di Area Produksi.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Pengukuran Iklim Kerja	48
4.2 Pengukuran Kebisingan.....	50
4.3 Pengukuran Beban Kerja.....	52
4.4 Karakteristik Kerja	56
4.5 Analisis Kelelahan Kerja.....	60
4.6 Analisis Statistik.....	65
4.7 Rekomendasi Pengendalian.....	76
BAB V PENUTUP.....	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Ambang Batas Iklim Kerja Panas di Lingkungan Kerja	11
Tabel 2.2 Nilai Ambang Batas (NAB)	14
Tabel 2.3 Klasifikasi CVL.....	22
Tabel 2.4 Kuisisioner Beban mental Dengan Metode DRAWS	23
Tabel 2.5 Klasifikasi DRAWS	24
Tabel 2.6 Penentuan Skor Beban Kerja.....	24
Tabel 2.7 Kuesioner IFRC.....	30
Tabel 2.8 Kategori Kelelahan Subjektif Berdasarkan Skor Individu	31
Tabel 2.9 Penelitian Kelelahan Kerja Terkait Industri Semen	39
Tabel 3.1 Alat dan Metode Pengukuran Variabel Penelitian	43
Tabel 3.2 Penyebaran Jumlah Responden	44
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Iklim Kerja Panas	48
Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Pengukuran Iklim Kerja Panas dengan NAB	48
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Intensitas Kebisingan.....	50
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Beban fisik.....	52
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Beban mental.....	54
Tabel 4.6 Karakteristik Distribusi Frekuensi Usia Responden	56
Tabel 4.7 Karakteristik Distribusi Frekuensi Masa Kerja Responden	57
Tabel 4.8 Karakteristik Distribusi Frekuensi <i>Shift</i> Kerja Responden	59
Tabel 4.9 Rekapitan Kelelahan Kerja Berdasarkan Area.....	63
Tabel 4.10 Hasil Uji Normalitas Data.....	65
Tabel 4.11 Hubungan Iklim kerja Panas dengan Kelelahan Kerja	66
Tabel 4.12 Hubungan Kebisingan dengan Kelelahan Kerja	67
Tabel 4.13 Hubungan Beban Fisik dengan Kelelahan Kerja	68
Tabel 4.14 Hubungan Beban Mental dengan Kelelahan Kerja.....	69
Tabel 4.15 Hubungan Usia dengan Kelelahan Kerja.....	71
Tabel 4.16 Hubungan Masa Kerja dengan Kelelahan Kerja.....	72
Tabel 4.17 Hubungan <i>Shift</i> kerja dengan Kelelahan Kerja	73
Tabel 4.18 Hasil Analisis Regresi Berganda	75
Tabel 4.19 Rekomendasi Pengendalian	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pabrik Indarung V PT. Semen Padang.....	36
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Pabrik Indarung V PT. Semen Padang.....	41
Gambar 3.2 Titik Sampling Pabrik Indarung V PT. Semen Padang.....	41
Gambar 3.3 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	42
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Pengukuran Iklim Kerja Panas dengan NAB .	49
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Pengukuran Kebisingan dengan NAB	51
Gambar 4.3 Persentase Frekuensi Pengukuran Beban fisik.....	53
Gambar 4.4 Persentase Frekuensi Pengukuran Beban mental.....	55
Gambar 4.5 Distribusi Frekuensi Usia Responden	56
Gambar 4.6 Diagram Distribusi Frekuensi Masa Kerja Responden	58
Gambar 4.7 Diagram Distribusi Frekuensi <i>Shift</i> Kerja Responden	59
Gambar 4.8 Persentase Distribusi Frekuensi Kategori Melemahnya Kegiatan	60
Gambar 4.9 Persentase Distribusi Frekuensi Kategori Melemahnya Motivasi	62
Gambar 4.10 Persentase Distribusi Frekuensi Kategori Kelemahan Fisik	63



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Peraturan
LAMPIRAN B	Kuesioner IFRC dan Rekapitan Hasil Perhitungan
LAMPIRAN C	Rekapitan Hasil Analisis
LAMPIRAN D	Dokumentasi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelelahan kerja merupakan masalah serius yang dihadapi pekerja di seluruh dunia, yang berdampak signifikan terhadap kesehatan, keselamatan, dan produktivitas (Caldwell et al., 2019). Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan konsentrasi, kesalahan dalam bekerja, peningkatan risiko kecelakaan, dan penurunan kualitas hidup pekerja (Mahdavi et al., 2024). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mendefinisikan kelelahan kerja sebagai kondisi yang ditandai dengan kelelahan mental, fisik, dan emosional yang disebabkan oleh pekerjaan yang berkepanjangan dan berlebihan (WHO, 2019).

Di Indonesia, tingginya angka kecelakaan menunjukkan pentingnya identifikasi dan pengendalian faktor risiko di tempat kerja, termasuk kelelahan kerja. Data BPJS Ketenagakerjaan tahun 2021 mencatat 175.335 kasus kecelakaan kerja, dengan 2.385 kasus mengakibatkan kematian (BPJS Ketenagakerjaan, 2022). Meskipun tidak ada data spesifik tentang kontribusi kelelahan terhadap kecelakaan, faktor ini dipercaya memiliki peran signifikan. Selain itu, perubahan iklim dan modernisasi industri di Indonesia berpotensi memperburuk masalah kelelahan kerja akibat kombinasi faktor lingkungan dan beban kerja yang kompleks.

Kelelahan kerja dapat dipicu oleh faktor yang berasal dari individu dan lingkungan kerja. Faktor individu seperti usia, masa kerja dan *Shift* kerja, faktor lingkungan kerja yang berperan penting dalam menimbulkan kelelahan antara lain adalah iklim kerja, kebisingan dan beban kerja. Lingkungan kerja dengan suhu yang tidak sesuai standar berpotensi menyebabkan pekerja mengalami kelelahan lebih cepat sehingga kinerja tidak dapat dicapai secara optimal. Paparan kebisingan berlebihan dapat mengganggu konsentrasi, meningkatkan stres, dan memicu kelelahan pada pekerja (Soriano et al., 2018). Tak terkecuali di industri semen, tingkat kebisingan yang tinggi bersumber dari mesin-mesin produksi seperti *crusher*, *raw mill*, *kiln*, dan *cement mill* (Yanti et al., 2022). Beban kerja fisik dan mental yang berlebihan merupakan salah satu faktor penyebab kelelahan kerja.

PT. Semen Padang adalah salah satu produsen semen terbesar di Indonesia dengan kapasitas produksi mencapai 5.416.138 ton/tahun, menghadapi tantangan besar terkait kelelahan kerja di pabrik Indarung V (Semen Padang, 2022). Pabrik Indarung V masih mengandalkan tenaga manusia dalam operasional sehari-hari karena kontrolnya dilakukan secara manual setiap unit peralatan diaktifkan oleh operator lapangan tanpa sistem sentralisasi yang membuat prosesnya bergantung pada kehadiran dan keterampilan manusia untuk menjalankan mesin secara langsung. Sebaliknya, Pabrik Indarung VI sudah menggunakan sistem otomatisasi tingkat tinggi dengan menggunakan *Central Control Room (CCR)*, di mana seluruh area produksi dikendalikan secara terpusat melalui sistem *interlocking*.

Ketergantungan pada tenaga manusia ini menjadikan pekerja di Indarung V memiliki potensi beban fisik dan mental, serta paparan terhadap risiko lingkungan yang lebih tinggi dibandingkan unit lain yang lebih modern. Suhu panas dari *kiln*, *raw mill*, dan *cement mill*, serta kebisingan dari mesin-mesin besar seperti *fan*, *compressor*, dan motor listrik sangat dominan di area ini. Kondisi ini diperparah dengan paparan debu dan radiasi matahari di area terbuka. Insiden kerja seperti ledakan tabung akumulator pada 20 Februari 2024 di area *raw mill* yang disebabkan oleh kelalaian dalam pengisian gas nitrogen ke tabung akumulator sehingga melukai lima pekerja. Hal menjadi gambaran nyata dari tingginya risiko kerja di Indarung V dibandingkan unit lainnya yang lebih modern.

Penelitian sebelumnya telah mengkaji beberapa faktor kelelahan kerja di lingkungan PT. Semen Padang. Sebagai contoh, studi oleh Annessy (2024) di Pabrik Indarung VI PT. Semen Padang, yang menemukan adanya hubungan signifikan antara *shift* kerja ($p\text{-value} = 0,041$) serta iklim kerja panas ($p\text{-value} = 0,04$) dengan tingkat kelelahan pekerja. Hasil penelitian tersebut juga mengungkap bahwa sebagian besar pekerja Indarung VI mengalami kelelahan ringan (66%), meskipun kelelahan berat lebih dominan terjadi pada pekerja *shift III*. Selain itu, ditemukan pula bahwa tingkat kebisingan dan paparan iklim kerja panas di area *kiln coal mill* melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) yang ditetapkan.

Meskipun sejumlah penelitian terdahulu telah menelaah faktor-faktor seperti iklim kerja, kebisingan, beban kerja, dan karakteristik kerja sebagai determinan kelelahan

kerja, kajian yang mengintegrasikan variabel-variabel tersebut secara menyeluruh dalam konteks industri semen di Indonesia masih relatif terbatas (Yanti et al., 2022). Secara khusus, kajian yang berfokus pada Pabrik Indarung V PT Semen Padang, dengan karakteristik operasional yang khas serta adanya indikasi risiko kerja yang tinggi, belum banyak dilakukan secara mendalam. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi kebaruan melalui analisis pengaruh iklim kerja yang diukur menggunakan *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT), kebisingan yang diukur dengan *Sound Level Meter*, beban kerja yang dianalisis melalui metode CVL dan DRAWS, serta karakteristik kerja, terhadap tingkat kelelahan kerja yang diukur dengan metode IFRC pada pekerja Pabrik Indarung V PT Semen Padang. Berdasarkan landasan tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh iklim kerja, kebisingan, beban kerja, dan karakteristik kerja terhadap kelelahan kerja. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan masukan yang bermanfaat bagi perusahaan dalam meningkatkan aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) sekaligus produktivitas pekerja, serta menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk menganalisis pengaruh iklim kerja, kebisingan, beban kerja, serta karakteristik kerja terhadap tingkat kelelahan kerja pada pekerja di Pabrik Indarung V PT Semen Padang. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya peningkatan penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta mendukung optimalisasi produktivitas pekerja.

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini yaitu:

1. Menganalisis iklim kerja, kebisingan, beban kerja dan karakteristik kerja di area pabrik Indarung V PT. Semen Padang;
2. Menganalisis tingkat kelelahan kerja yang terjadi di area pabrik Indarung V PT. Semen Padang;
3. Menganalisis pengaruh iklim kerja, kebisingan, beban kerja dan karakteristik kerja terhadap kelelahan kerja pada pekerja pabrik Indarung V PT. Semen Padang;

4. Merekomendasikan pengendalian terkait permasalahan kelelahan kerja di pabrik Indarung V PT. Semen Padang berdasarkan hirarki pengendalian risiko (eliminasi, substitusi, pengendalian teknik, administratif, dan/atau APD).

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai sumber informasi terkait faktor-faktor yang berpotensi mempengaruhi kelelahan kerja, serta dapat dijadikan bahan evaluasi bagi PT Semen Padang dalam merumuskan kebijakan dan strategi pengendalian kelelahan kerja pada pekerja di area Pabrik Indarung V.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian tugas akhir ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian dilaksanakan pada pekerja yang berada di area Pabrik Indarung V PT Semen Padang pada Mei–Juni 2025;
2. Parameter iklim kerja diukur menggunakan metode *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT) dengan prosedur pengukuran mengacu pada SNI 16-7061-2019, serta dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas (NAB) sesuai Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan Kerja;
3. Tingkat kebisingan diukur dengan *Sound Level Meter* (SLM) berdasarkan standar SNI 7231:2009 tentang Pengukuran Tingkat Kebisingan di Tempat Kerja;
4. Beban fisik ditentukan menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL), sedangkan beban mental menggunakan metode *Defence Research Agency Workload Scale* (DRAWS);
5. Data karakteristik kerja yang meliputi usia, masa kerja, dan *Shift* kerja diperoleh melalui database perusahaan serta wawancara dengan pekerja;
6. Tingkat kelelahan kerja diukur dengan menggunakan kuesioner *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC);
7. Data kuantitatif yang diperoleh dari pengukuran iklim kerja, kebisingan, beban kerja, karakteristik kerja dan kelelahan kerja dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif dan inferensial. Analisis deskriptif meliputi perhitungan frekuensi, persentase, mean, dan standar deviasi. Analisis inferensial meliputi uji

korelasi dan regresi untuk menguji hubungan dan pengaruh antar variabel menggunakan perangkat SPSS Versi 27;

8. Memberikan rekomendasi pengendalian kelelahan kerja berdasarkan faktor yang mempengaruhinya, dengan mencakup upaya pengendalian teknis, administratif, serta pemanfaatan alat pelindung diri (APD) sesuai standar K3 yang berlaku.

1.5 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini disusun dalam lima bab utama dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan teori-teori dan konsep yang relevan dengan penelitian, meliputi pengertian dan faktor-faktor kelelahan kerja, metode pengukuran kelelahan, standar terkait iklim kerja, kebisingan, beban kerja, serta tinjauan hasil penelitian terdahulu.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan rancangan penelitian, populasi dan sampel penelitian, lokasi dan waktu penelitian, variabel yang digunakan, instrumen penelitian, serta metode pengumpulan dan analisis data.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh, termasuk gambaran umum lokasi penelitian, hasil pengukuran variabel penelitian, analisis statistik, serta pembahasan mengenai hubungan faktor-faktor yang diteliti dengan tingkat kelelahan kerja.

BAB V

PENUTUP

Bab terakhir berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya maupun penerapan di lapangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Iklim Kerja

Iklim kerja didefinisikan sebagai kondisi lingkungan kerja yang terbentuk dari interaksi beberapa faktor fisik, meliputi suhu udara, tingkat kelembaban, pergerakan udara, serta radiasi panas. Faktor-faktor tersebut berpengaruh terhadap keseimbangan panas tubuh pekerja yang dihasilkan melalui aktivitas fisik, baik pada lingkungan dengan temperatur tinggi maupun rendah (Permenaker, 2018). Lingkungan fisik kerja tidak hanya terbatas pada suhu atau temperatur udara semata, tetapi juga mencakup berbagai faktor lain yang mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan pekerja. Berbeda dengan temperatur yang hanya mengukur tingkat panas atau dingin secara langsung, iklim kerja adalah gabungan dari berbagai unsur lingkungan yang mempengaruhi kenyamanan dan keselamatan kerja, khususnya dalam hal beban panas. Variabel utama yang digunakan dalam penilaian iklim kerja meliputi temperatur udara (*dry bulb temperature*), temperatur bola basah (*wet bulb temperature*), dan temperatur bola hitam (*globe temperature*). Ketiga parameter tersebut merupakan komponen penting dalam perhitungan indeks *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT), yang digunakan untuk menilai tingkat beban panas lingkungan kerja terhadap tubuh pekerja. Selain itu, kelembaban relatif, kecepatan angin, radiasi panas, dan intensitas aktivitas fisik juga dapat mempengaruhi penilaian iklim kerja. Dengan demikian, pemahaman terhadap iklim kerja harus mencakup seluruh komponen lingkungan termal, bukan hanya suhu semata (Kong & Huber, 2022).

Iklim kerja merupakan bagian dari faktor lingkungan kerja yang berpotensi menimbulkan risiko terhadap kesehatan dan keselamatan tenaga kerja, terutama apabila pekerja terpapar pada kondisi suhu ekstrem, baik dalam lingkungan panas maupun dingin. Faktor lingkungan kerja memiliki peranan penting dalam mempengaruhi tingkat efisiensi serta produktivitas pekerja. Iklim kerja didefinisikan sebagai kondisi lingkungan termal yang terbentuk dari kombinasi suhu udara, kelembaban, pergerakan aliran udara, serta radiasi panas, yang secara langsung berinteraksi dengan mekanisme pelepasan panas tubuh pekerja akibat aktivitas fisik

yang dilakukan. Paparan suhu kerja yang tinggi dapat menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan dan keselamatan, sehingga diperlukan adanya mekanisme penyesuaian ketika bekerja pada lingkungan dengan temperatur tersebut (Suryaningtyas, 2017).

2.1.1 Macam-macam Iklim Kerja

Perkembangan industri memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat serta penurunan angka kecelakaan, cedera, dan penyakit akibat kerja. Namun demikian, kemajuan teknologi tersebut juga membawa konsekuensi tersendiri, salah satunya berupa munculnya kondisi lingkungan kerja dengan karakteristik iklim panas maupun dingin (Sari, 2017).

1. Iklim Kerja Panas

Iklim panas terbentuk dari kombinasi berbagai faktor fisik, meliputi suhu udara, tingkat kelembaban, pergerakan aliran udara, serta intensitas radiasi panas yang terdapat di lingkungan kerja. Pengaruhnya cukup signifikan, baik terhadap performa pekerja maupun terhadap kondisi kesehatan serta keselamatan pekerja (SNI 16-7061-2019). Iklim panas muncul ketika energi panas, baik yang berasal dari sumber langsung maupun tidak langsung, masuk ke dalam area kerja sehingga meningkatkan beban panas yang diterima pekerja. Kondisi tersebut dapat berdampak negatif terhadap kesehatan serta daya tahan tubuh, khususnya apabila disertai aktivitas fisik yang tinggi. Dalam menjaga keseimbangan suhu tubuh, terjadi mekanisme pertukaran panas antara tubuh dengan lingkungan sekitar melalui permukaan kulit. Proses tersebut berlangsung melalui beberapa cara, yaitu konduksi, konveksi, radiasi, serta evaporasi (J. Wulandari & Ernawati, 2018).

2. Iklim Kerja Dingin

Lingkungan kerja dengan suhu yang terlalu rendah berpotensi menimbulkan kondisi rasa kedinginan pada pekerja. Paparan dingin yang berlangsung dalam jangka waktu lama dapat mengganggu kenyamanan kerja, menurunkan performa fisik maupun konsentrasi, serta meningkatkan risiko gangguan kesehatan (Suryaningtyas, 2017). Paparan suhu dingin yang melebihi batas normal menjadi salah satu tantangan baru di sektor industri di Indonesia. Kondisi lingkungan kerja seperti ini berpotensi mempengaruhi kesehatan tenaga kerja, karena tubuh

harus berupaya menjaga kestabilan suhu agar mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. Dampak dari paparan tersebut dapat menimbulkan gangguan kesehatan yang ditandai dengan terjadinya perubahan fisiologis pada tubuh manusia (Rahmawati, 2017).

2.1.2 Dampak Iklim Kerja

Iklim kerja yang ekstrem, baik panas maupun dingin, dapat menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap kesehatan dan produktivitas pekerja, serta meningkatkan risiko kesalahan dan kecelakaan kerja. Berikut dampak iklim kerja panas dan dingin terhadap kesehatan pekerja (Suryaningtyas, 2017):

1. Dampak Iklim Kerja Panas

Masalah yang ditimbulkan oleh paparan iklim kerja panas umumnya lebih kompleks dibandingkan dengan kondisi kerja bersuhu dingin. Hal ini disebabkan tubuh manusia relatif lebih mudah melakukan upaya perlindungan terhadap suhu rendah dibandingkan dengan suhu tinggi. Untuk menilai tingkat paparan panas di tempat kerja, *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) menggunakan metode *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT) sebagai standar evaluasi. Di Indonesia, metode serupa dikenal dengan istilah Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) yang diatur dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 13 Tahun 2011. Apabila hasil pengukuran WBGT/ISBB melampaui Nilai Ambang Batas (NAB) yang telah ditetapkan, maka kondisi tersebut dapat meningkatkan risiko terjadinya gangguan kesehatan akibat kerja maupun insiden kecelakaan kerja (Sunaryo & Rhomadhoni, 2020). Paparan suhu panas di lingkungan kerja berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan pekerja, baik dari aspek fisik maupun psikologis. Secara fisiologis, tubuh biasanya memberikan respons berupa peningkatan denyut jantung dan suhu inti tubuh. Jika kondisi paparan panas berlangsung terus-menerus tanpa pengendalian yang memadai, maka pekerja berisiko mengalami berbagai masalah kesehatan, seperti *heat rash*, *heat cramp*, *heat syncope*, *heat exhaustion*, *heat stroke*, dehidrasi, hingga hipertermia, bahkan dapat memperburuk kerentanan terhadap penyakit tertentu, misalnya malaria (Sunaryo & Rhomadhoni, 2020):

a. *Heat rash*

Keluhan kesehatan yang sering muncul akibat paparan panas adalah *prickly heat*, yang ditandai dengan timbulnya bercak merah pada kulit. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh tersumbatnya saluran kelenjar keringat. Gejala yang ditimbulkan meliputi luka yang berlangsung terus-menerus pada kulit disertai rasa panas serta gatal yang cukup mengganggu

b. *Heat cramp*

Heat cramp merupakan salah satu gangguan akibat paparan panas yang ditandai dengan terjadinya kejang otot. Kondisi ini muncul akibat kehilangan garam natrium melalui keringat, yang biasanya diperparah oleh konsumsi cairan dalam jumlah banyak namun dengan kandungan natrium yang rendah.

c. *Heat syncope*

Heat syncope adalah kondisi pingsan atau hampir pingsan yang terjadi akibat menurunnya aliran darah ke otak. Keadaan ini umumnya muncul ketika tubuh terpapar suhu panas dalam jangka waktu lama, di mana sebagian besar aliran darah dialihkan ke permukaan kulit atau jaringan perifer sebagai mekanisme termoregulasi. Akibatnya, suplai darah ke otak berkurang sehingga pekerja dapat mengalami pusing, lemah, bahkan kehilangan kesadaran untuk sementara waktu.

d. *Heat exhaustion*

Heat exhaustion merupakan kondisi ketika tubuh mengalami kehilangan cairan maupun elektrolit dalam jumlah berlebihan. Gejala yang muncul antara lain mulut terasa kering, rasa haus berlebihan, tubuh lemas, sakit kepala, pusing, mual, muntah, diare, hingga gangguan koordinasi tubuh.

e. *Heat stroke*

Heat stroke merupakan serangan panas yang timbul akibat akumulasi panas berlebih dalam tubuh sehingga menyebabkan peningkatan suhu tubuh secara ekstrem. Kondisi ini ditandai dengan gangguan kesadaran, suhu tubuh yang dapat mencapai 40°C, serta kulit yang kering tanpa adanya produksi keringat.

f. Dehidrasi

Dehidrasi terjadi akibat kehilangan cairan tubuh secara berlebihan yang tidak diimbangi dengan asupan cairan yang memadai. Pada tahap awal, keadaan ini

mengakibatkan penurunan volume darah (hipovolemia) yang berimplikasi pada berkurangnya pasokan oksigen ke otak.

g. *Hipertermia*

Hipertermia merupakan kondisi ketika suhu tubuh meningkat secara berlebihan, yaitu melebihi 37,5°C.

2. Dampak Iklim Kerja Dingin

Paparan suhu dingin dapat menurunkan efisiensi kerja yang ditandai dengan keluhan seperti kaku atau berkurangnya koordinasi otot. Kondisi suhu yang terlalu rendah juga dapat mempengaruhi semangat kerja. Selain itu, suhu lingkungan yang ekstrem dingin berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan, antara lain (Pratiwi, 2020):

a. *Chilblains*

Merupakan peradangan kulit akibat paparan suhu dingin dalam jangka waktu lama. Gejala yang muncul meliputi kulit kemerahan, bengkak, sensasi panas, dan dapat diperberat oleh kondisi anemia.

b. *Trench foot*

Merupakan kerusakan jaringan pada kaki yang dipicu oleh paparan suhu dingin dan kelembaban, meskipun tidak selalu berada di bawah titik beku. Kondisi ini ditandai dengan rasa nyeri, pembengkakan, serta perubahan warna kulit menjadi kemerahan.

c. *Frostbite*

Merupakan kondisi yang terjadi akibat paparan suhu sangat rendah di bawah titik beku. Keadaan ini serupa dengan *trench foot*, namun berkembang lebih parah hingga menimbulkan luka membusuk yang meluas dan berpotensi menyebabkan kecacatan.

d. Pencetus *Trigger*

Paparan suhu dingin juga dapat memicu timbulnya keluhan lain, seperti asma, *rhinitis* alergi, nyeri gigi, dermatitis alergi, hingga nyeri pada tulang.

2.1.3 Standar Pengukuran Iklim Kerja

Penetapan titik pengukuran iklim kerja didasarkan pada standar SNI 16-7061-2019, dengan lokasi pengukuran ditempatkan pada area dimana pekerja melakukan

aktivitas. Jumlah titik yang diukur disesuaikan dengan tujuan serta kebutuhan penelitian. Proses pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali dalam satu siklus kerja selama 8 jam, yaitu pada awal, pertengahan, dan akhir *Shift*. Metode yang digunakan mengacu pada WBGT yang dihitung berdasarkan kombinasi antara suhu udara kering (*dry bulb temperature*), suhu bola basah (*wet bulb temperature*), serta suhu bola hitam (*globe temperature*).

Pengukuran iklim kerja dengan menggunakan ISBB atau WBGT dapat diukur dengan menggunakan rumus sebagai berikut (SNI 16-7061-2019):

$$ISBB = 0,7 SBA + 0,2 SB + 0,1 SK \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

- SBA : Suhu basah alami (*wet bulb temperature*)
- SB : Suhu bola hitam (*globe temperature*)
- SK : Suhu Kering (*dry bulb temperature*)

Nilai Ambang Batas (NAB) iklim kerja digunakan sebagai standar untuk menilai paparan faktor bahaya terkait kondisi termal di lingkungan kerja. NAB dinyatakan dalam bentuk kadar atau intensitas rata-rata tertimbang waktu (*time weighted average/TWA*), yang ditetapkan sebagai batas aman paparan bagi pekerja tanpa menimbulkan gangguan kesehatan maupun penyakit akibat kerja. Batas tersebut berlaku untuk durasi kerja maksimum 8 jam per hari atau 40 jam per minggu (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2018). Rincian NAB iklim kerja yang menjadi acuan dalam penelitian ini disajikan pada **Tabel 2.1** berikut:

Tabel 2.1 Nilai Ambang Batas Iklim Kerja Panas di Lingkungan Kerja

Pengaturan Waktu Kerja Setiap Jam	ISBB (°C)			
	Beban Kerja			
	Ringan	Sedang	Berat	Sangat Berat
75%-100%	31,0	28,0	-	-
50%-75%	31,0	29,0	27,5	-
25%-50%	32,0	30,0	29,0	28,0
0%-25%	32,5	31,5	30,5	30,0

Sumber: Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No 5 Tahun 2018

2.2 Kebisingan

Kebisingan didefinisikan sebagai suara yang bersifat mengganggu atau tidak diinginkan, berbentuk arus energi gelombang dengan tekanan yang bervariasi sesuai dengan sumbernya, kemudian diterima oleh telinga dan merangsang indera

pendengaran. Paparan kebisingan dapat mengganggu aktivitas kerja seseorang, baik melalui aspek psikologis maupun gangguan konsentrasi, yang pada akhirnya menurunkan produktivitas. Tingkat intensitas kebisingan yang NAB dapat menjadi faktor risiko yang memicu munculnya kelelahan pada pekerja. Selain berkontribusi terhadap kelelahan kerja, paparan kebisingan juga dapat menimbulkan respons fisiologis pada tubuh. Salah satunya adalah peningkatan denyut nadi sebagai akibat dari reaksi stres tubuh terhadap suara bising. Kondisi ini sering disertai dengan vasokonstriksi atau penyempitan pembuluh darah perifer, terutama pada bagian ekstremitas seperti tangan dan kaki. Akibatnya, pekerja dapat mengalami kulit tampak pucat, penurunan sensasi pada permukaan kulit, hingga munculnya gangguan fungsi sensoris. Denyut nadi yang lebih cepat juga mencerminkan adanya beban fisik, mental, kelelahan, serta stres. Apabila kondisi ini tidak dikendalikan, maka dapat berujung pada terjadinya kecelakaan kerja yang berdampak pada penurunan produktivitas (Septio et al., 2020).

2.2.1 Sumber Kebisingan

Sumber kebisingan merupakan asal munculnya bunyi yang keberadaannya menimbulkan gangguan bagi pendengaran manusia. Sumber ini dapat berasal dari objek yang bergerak maupun yang bersifat tetap. Secara umum, kebisingan dapat ditimbulkan oleh aktivitas industri, perdagangan, pembangunan, penggunaan mesin pembangkit tenaga, transportasi, hingga aktivitas rumah tangga. Dalam konteks lingkungan pabrik, kebisingan muncul dari beragam peralatan dan proses produksi yang beroperasi secara simultan. Kondisi tersebut tidak hanya berpengaruh terhadap kenyamanan, tetapi juga berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan pada pekerja. Kebisingan ini biasanya melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh regulasi keselamatan kerja, sehingga perlu dikendalikan untuk mencegah dampak negatif seperti gangguan pendengaran, stres, dan kelelahan. Berikut adalah beberapa sumber utama kebisingan di pabrik (Rimantho & Cahyadi, 2015):

1. Mesin Produksi

Sumber kebisingan mesin adalah segala bentuk bunyi yang dihasilkan oleh aktivitas mesin selama operasinya. Kebisingan ini dapat berasal dari berbagai jenis mesin, seperti mesin produksi, generator, atau peralatan konstruksi. Faktor-faktor yang menyebabkan kebisingan pada mesin antara lain gesekan antar

komponen, benturan, dan ketidakseimbangan dalam pergerakan bagian-bagian mesin.

2. Vibrasi

Kebisingan akibat vibrasi adalah bunyi yang timbul dari getaran mekanis suatu objek, khususnya mesin atau struktur, yang kemudian menghasilkan gelombang suara dan merambat melalui udara maupun permukaan di sekitarnya.

3. Outlet

Sumber bising *outlet* adalah kebisingan yang dihasilkan oleh pelepasan udara, gas, atau fluida dari suatu sistem ke lingkungan luar melalui saluran atau lubang keluaran (*outlet*). Kebisingan ini sering ditemukan pada sistem ventilasi, knalpot mesin, pipa gas bertekanan, kompresor, dan sistem pneumatik atau hidrolis.

2.2.2 Standar Kebisingan

Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan merupakan batas tertinggi tingkat intensitas suara yang ditetapkan sebagai standar keselamatan dan dianggap masih dapat ditoleransi oleh sistem pendengaran manusia dalam kurun waktu tertentu sesuai regulasi yang berlaku. Batas ini ditentukan untuk mencegah terjadinya gangguan kesehatan akibat paparan kebisingan jangka panjang. Namun demikian, tingkat sensitivitas individu terhadap kebisingan tidaklah sama, sehingga respons yang ditimbulkan dapat bervariasi tergantung pada kondisi fisiologis, usia, serta faktor kesehatan masing-masing pekerja. Paparan kebisingan yang melebihi NAB dan berlangsung selama periode tertentu dapat menyebabkan gangguan pendengaran. Standar NAB kebisingan telah ditetapkan dalam sejumlah regulasi yang mengatur mengenai paparan kebisingan di lingkungan kerja. Aturan tersebut memuat ketentuan mengenai batas intensitas suara yang diperbolehkan, metode pengukuran, serta kaitannya dengan dampak kebisingan terhadap kesehatan tenaga kerja (Carolina, 2016).

Setiap area kerja memiliki faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pekerja, termasuk potensi bahaya yang muncul akibat aktivitas kerja, salah satunya adalah faktor fisika berupa kebisingan. Untuk mengevaluasi potensi risiko kebisingan di lingkungan kerja, diperlukan acuan baku berupa NAB. Berdasarkan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018, kebisingan

didefinisikan sebagai suara yang tidak diinginkan yang bersumber dari peralatan produksi maupun alat kerja, yang pada intensitas tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. NAB kebisingan yang ditetapkan dalam regulasi tersebut berlaku sebagai standar nasional yang harus dipenuhi oleh seluruh tempat kerja. Rincian mengenai NAB kebisingan sesuai ketentuan dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Nilai Ambang Batas (NAB)

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

Sumber: : Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018.

Perhitungan tingkat kebisingan selanjutnya mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 mengenai Baku mutu Tingkat Kebisingan dengan menggunakan rumus berikut:

$$Leq = 10 \log \left\{ \frac{1}{T} \left[t_1 \times \text{antilog}_{10}^{\frac{L_1}{10}} \times t_2 \times \text{antilog}_{10}^{\frac{L_2}{10}} \times \dots \times t_n \times \text{antilog}_{10}^{\frac{L_n}{10}} \right] \right\} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

- L₁ = tingkat tekanan bunyi periode t₁
- L_n = tingkat tekanan bunyi periode t_n
- T = total waktu (t₁ + t₂ + ... + t_n)

2.2.3 Dampak Kebisingan

Penggunaan mesin modern menimbulkan dampak negatif bagi pekerja yang mengoperasikannya. Risiko tersebut tidak dapat dihindari sepenuhnya karena secara langsung maupun tidak langsung dapat meningkatkan potensi bahaya

pekerjaan. Mesin-mesin tersebut menghasilkan kebisingan dengan intensitas yang cukup mengganggu, dan Jika paparan terjadi terus-menerus dalam jangka waktu lama, akan berdampak buruk pada kesehatan pekerja. Efek negatif yang dirasakan dapat berupa (Sinambela & Mardikaningsih, 2022):

1. Psikologis.

Kesehatan psikologis pekerja yang terpapar kebisingan intensitas tinggi dapat terganggu, ditandai dengan timbulnya rasa cemas, takut, maupun mudah tersinggung. Dampak ini dipengaruhi oleh frekuensi serta tingkat kebisingan yang dialami pekerja. Selain gangguan psikologis, paparan kebisingan juga berpotensi menimbulkan permasalahan kesehatan lainnya.

2. Kesehatan fisik.

Pekerja yang terpapar kebisingan intensitas tinggi berisiko mengalami berbagai masalah kesehatan, termasuk stres, gangguan sistem pencernaan, peningkatan tekanan darah, sakit kepala, dan gangguan pendengaran. Kondisi tersebut tidak hanya berdampak pada penurunan kinerja, tetapi juga dapat menimbulkan gangguan pendengaran permanen akibat paparan kebisingan di lingkungan industri.

2.2.4 Pengendalian Kebisingan

Pengendalian kebisingan wajib diterapkan pada area kerja dengan tingkat kebisingan tertentu. Namun, penerapan upaya pengendalian tersebut harus tetap sejalan dengan prinsip dasar perancangan perusahaan, yang mencakup aspek keselamatan kerja (*safety*), kemudahan dalam pengoperasian dan perawatan peralatan (*maintenance*). Dalam pengendalian hierarkis, hal ini dapat dilakukan melalui eliminasi, substitusi, rekayasa pengendalian, administrasi, dan peralatan perlindungan diri. Untuk lebih jelasnya sebagai berikut (Ghany, 2020):

1. Eliminasi.

Eliminasi merupakan menghilangkan kemungkinan sumber bising yang akan menghasilkan kebisingan yang tinggi.

2. Substitusi

Metode pengendalian ini bertujuan untuk mengganti bahan, proses, operasi atau peralatan yang menimbulkan kebisingan dengan alternatif lain yang memiliki tingkat kebisingan lebih rendah.

3. Rekayasa *engineering*

Teknik pengendalian ini umumnya diterapkan melalui rekayasa mesin atau peralatan yang menghasilkan tingkat kebisingan tinggi. Upaya yang dapat dilakukan antara lain mengganti peralatan yang menghasilkan kebisingan tinggi dengan peralatan yang menghasilkan kebisingan lebih rendah, memodifikasi peralatan, menambahkan material penyerap kebisingan pada mesin, dan menempatkan mesin di ruangan kedap suara dengan ventilasi yang memadai untuk mencegah panas berlebih.

4. Administratif

Pengendalian kebisingan administratif dapat dicapai dengan mengurangi paparan kebisingan pada pekerja. Hal ini dicapai dengan mengatur waktu kerja dan istirahat untuk memastikan durasi kerja tetap dalam batas aman. Pengaturan waktu kerja tersebut disesuaikan dengan intensitas kebisingan yang ada serta waktu maksimum yang diizinkan pada masing-masing area kerja.

5. Alat pelindung diri (APD)

Pengendalian kebisingan dengan menyediakan dan mewajibkan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) merupakan alternatif terakhir yang dilaksanakan apabila upaya pengendalian lain dalam hierarki pengendalian tidak dapat dilaksanakan secara optimal. Pemilihan dan penggunaan APD harus disesuaikan dengan tingkat kebisingan di area kerja serta kemampuan ekonomi perusahaan, sehingga pekerja tetap terlindungi dari dampak kebisingan.

2.3 Beban Kerja

Beban kerja adalah jumlah pekerjaan atau kegiatan yang harus diselesaikan oleh individu atau unit organisasi dalam jangka waktu tertentu. Beban kerja dapat mencakup tuntutan fisik maupun mental, sehingga tingkatnya sangat dipengaruhi oleh jumlah, kompleksitas, dan batas waktu penyelesaian tugas yang diberikan. Hal ini mencakup pemanfaatan keterampilan dan potensi karyawan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut secara efisien dan efektif. Berdasarkan interaksi

antara tuntutan pekerjaan, lingkungan kerja, keterampilan, perilaku, dan persepsi pekerja, beban kerja menunjukkan sejauh mana tuntutan pekerjaan sesuai dengan kemampuan dan kapasitas individu atau organisasi untuk menyelesaikan pekerjaan. Selain itu, *Output* dan kenyamanan karyawan dapat dipengaruhi oleh beban kerja (Sukmawati & Hermana, 2024).

Beban kerja adalah proses menentukan jumlah waktu yang dibutuhkan oleh individu atau kelompok untuk menyelesaikan suatu tugas dalam jangka waktu tertentu. Pekerjaan manusia melibatkan komponen fisik dan mental dengan tingkat tanggung jawab yang berbeda-beda. Beban kerja yang berlebihan dapat menyebabkan stres, kelelahan, dan pengeluaran energi yang berlebihan, sementara beban kerja yang terlalu rendah dapat menyebabkan kebosanan. Oleh karena itu, menyesuaikan beban kerja dengan kapasitas individu dan kelompok sangat penting untuk menghindari masalah kesehatan atau penurunan produktivitas (F Polakitang et al., 2019).

2.3.1 Faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja

Beban kerja merupakan salah satu aspek penting yang harus dipertimbangkan oleh instansi kerja atau industri. Beban kerja yang tidak sesuai atau melebihi batas kemampuan pekerja dapat menimbulkan kelelahan kerja bahkan cedera. Sebaliknya, beban kerja yang terlalu sedikit dapat menyebabkan kebosanan dalam pekerjaan. Secara umum, tingkat beban kerja dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu (Saputro et al., 2020):

1. Faktor Internal

Faktor internal yang mempengaruhi beban kerja adalah faktor yang berasal dari kondisi individu itu sendiri dalam merespon tuntutan pekerjaan. Respon ini sering disebut sebagai ketegangan (*strain*), yang dapat dinilai secara objektif maupun subjektif. Secara objektif, ketegangan dapat diukur melalui perubahan fisiologis, sementara secara subjektif, dapat dilihat melalui perubahan psikologis dan perilaku, karena ketegangan berkaitan erat dengan ekspektasi, motivasi, kepuasan, dan persepsi individu terhadap pekerjaannya. Faktor-faktor internal ini meliputi:

- a. Faktor somatik meliputi jenis kelamin, usia, ukuran tubuh, kondisi kesehatan, status gizi.
 - b. Faktor psikologis meliputi motivasi, persepsi, keyakinan, keinginan, dan kepuasan.
2. Faktor Eksternal

Faktor eksternal yang mempengaruhi beban kerja adalah berbagai tuntutan yang berasal dari luar individu pekerja. Faktor-faktor ini dapat dibagi menjadi beberapa kategori. Pertama, faktor yang berkaitan dengan tugas, baik faktor fisik seperti beban kerja, kondisi tempat kerja, penggunaan peralatan, fasilitas kerja, dan sikap kerja, maupun faktor mental seperti tingkat kompleksitas pekerjaan, tingkat kesulitan tugas, pendidikan atau pelatihan, dan tanggung jawab. Kedua, faktor yang berkaitan dengan organisasi kerja, meliputi jam kerja, waktu istirahat, sistem kerja *shift* atau kerja malam, pola pengupahan, struktur organisasi, serta pembagian tugas dan wewenang. Ketiga, faktor lingkungan kerja meliputi berbagai kondisi, meliputi:

- 1) lingkungan fisik seperti suhu, pencahayaan, kebisingan, getaran, dan tekanan udara;
- 2) lingkungan kimia seperti paparan debu, gas, atau uap berbahaya;
- 3) lingkungan biologis termasuk keberadaan mikroorganisme seperti bakteri, virus, parasit, jamur, dan serangga;
- 4) lingkungan psikologis terkait dengan hubungan antar pekerja, interaksi dengan atasan, kondisi keluarga, dan lingkungan sosial di sekitar pekerja.

2.3.2 Indikator Beban Kerja

Indikator beban kerja adalah ukuran atau parameter yang digunakan untuk menilai tingkat tuntutan tugas yang harus diselesaikan oleh individu atau kelompok kerja dalam jangka waktu tertentu. Indikator-indikator ini dapat menunjukkan sejauh mana kapasitas pekerja dimanfaatkan dan keseimbangan antara tuntutan pekerjaan dan kemampuannya. Indikator-indikator ini membantu mengevaluasi efisiensi, produktivitas, dan keseimbangan antara kapasitas kerja dan tuntutan tugas. Berikut adalah empat indikator utama beban kerja (Syam, 2021):

- a. Target yang harus dicapai

Menggambarkan jumlah pekerjaan yang harus diselesaikan oleh seorang pekerja dalam periode waktu tertentu.

b. Kondisi pekerjaan

Menunjukkan tingkat kesulitan dan kompleksitas pekerjaan yang dihadapi, termasuk kemampuan mengambil keputusan secara cepat dan menghadapi situasi tidak terduga, misalnya penugasan tambahan di luar jam kerja yang telah ditetapkan.

c. Penggunaan waktu

Berkaitan dengan sejauh mana waktu dimanfaatkan secara efektif, terutama untuk kegiatan yang berhubungan langsung dengan proses produksi.

d. Standar pekerjaan

Mengacu pada persepsi pekerja terhadap tuntutan pekerjaan yang harus dipenuhi, misalnya perasaan tentang beratnya beban pekerjaan yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

2.3.3 Jenis-jenis Beban Kerja

Terdapat berbagai jenis kelelahan kerja yang dapat dialami oleh individu di lingkungan kerja, masing-masing dengan karakteristik dan dampaknya tersendiri. Berikut ini merupakan uraian lebih lanjut mengenai beberapa jenis kelelahan kerja yang umum dialami oleh pekerja.

2.3.3.1 Beban fisik

Beban fisik adalah beban kerja yang berkaitan langsung dengan penggunaan tenaga otot manusia sebagai sumber energi utama. Dalam pekerjaan manual, kinerja sepenuhnya bergantung pada kekuatan fisik individu. Tingkat berat atau ringannya beban kerja ini dapat diukur melalui indikator fisiologis seperti konsumsi oksigen, detak jantung, peredaran darah, suhu tubuh, dan tingkat keringat. Pemantauan indikator-indikator ini membantu menilai apakah beban kerja sesuai dengan kapasitas fisik pekerja, sehingga dapat mencegah kelelahan atau kecelakaan kerja (Desmon C.N, 2021):

Salah satu metode yang digunakan untuk menilai tingkat keparahan beban kerja adalah dengan mengukur denyut nadi. Ventilasi paru, denyut nadi, dan suhu tubuh memiliki hubungan linear dengan konsumsi oksigen atau jumlah pekerjaan yang

dilakukan. Denyut nadi merupakan perkiraan yang baik untuk laju metabolisme. Tingkat keparahan beban kerja ditentukan berdasarkan denyut nadi. Semakin tinggi denyut jantung yang tercatat, semakin besar energi yang dikeluarkan oleh tubuh dalam menjalankan aktivitas kerja. Penilaian ini memungkinkan identifikasi beban fisik yang diterima pekerja serta membantu menentukan apakah tingkat pekerjaan masih berada dalam batas aman atau berpotensi menimbulkan kelelahan (Desmon C.N, 2021).

2.3.3.2 Beban mental

Beban kerja dapat diartikan sebagai perbedaan antara kapasitas atau kemampuan seorang pekerja dengan tuntutan pekerjaan yang harus dihadapi. Beban mental (stres) bisa terjadi ketika tuntutan atau tekanan yang diberikan kepada seseorang tidak sesuai dengan kemampuannya. Tekanan akan timbul jika beban kerja terlalu besar dibandingkan jumlah tenaga kerja dan waktu yang tersedia. Demikian pula tugas yang monoton atau berulang-ulang dapat memicu rasa bosan saat bekerja bahkan memicu stress kerja (Pradhana & Prastawa, 2019).

Beban mental adalah perbandingan antara tuntutan tugas mental dan kapasitas otak dalam menjalankan aktivitas kognitif. Kemampuan mental manusia memiliki batas tertentu, namun dapat dialokasikan untuk menangani beberapa aktivitas secara bersamaan. Selain itu, terdapat cadangan kapasitas mental yang dapat dimanfaatkan selama kemampuan tersebut belum sepenuhnya digunakan, sehingga individu masih dapat menyesuaikan diri dengan tuntutan pekerjaan yang beragam. Jika tugas hanya membutuhkan sedikit sumber daya mental, sisanya bisa digunakan untuk tugas lain, dan kinerja utama tetap stabil. Namun, jika beban mental meningkat, cadangan akan menipis dan kemampuan menangani tugas lain menurun. Secara ringkas, beban mental adalah selisih antara tuntutan tugas dan kapasitas mental maksimal seseorang (Desmon C.N, 2021).

2.3.4 Metode Beban Kerja

Ketika pekerja melakukan aktivitas fisik yang berat, tubuh secara fisiologis merespons dengan peningkatan denyut jantung untuk memenuhi kebutuhan oksigen dan energi. Aktivitas seperti mengangkat beban berat, berjalan jarak jauh, bekerja pada suhu tinggi, atau melakukan pekerjaan fisik intens lainnya akan tercermin

melalui *Cardiovascular Load* (CVL), yang menunjukkan besarnya beban fisik yang dialami oleh pekerja. Metode ini sangat relevan untuk sektor industri, termasuk manufaktur, pertambangan, konstruksi, serta operasional pabrik. Beban fisik tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah kalori yang digunakan, tetapi juga oleh jumlah otot yang bekerja, beban statis, dan tekanan panas dari lingkungan kerja yang dapat meningkatkan detak nadi. Oleh karena itu, pengukuran denyut nadi menjadi metode yang praktis untuk menghitung indeks beban fisik, dengan sejumlah indikator perhitungan yang dapat digunakan sebagai acuan (Sabrina, 2023):

1. Denyut nadi istirahat

Merupakan denyut nadi rata-rata pekerja sebelum mulai bekerja atau saat mereka beristirahat;

2. Denyut nadi kerja

Merupakan denyut nadi rata-rata pekerja saat melakukan aktivitas kerja;

3. Nadi kerja

Dihitung sebagai perbedaan antara detak jantung saat bekerja dan detak jantung saat istirahat, yang mencerminkan peningkatan fisiologis dalam tubuh karena aktivitas fisik.

Pada saat pekerja melakukan aktivitas fisik yang berat, tubuh akan memberikan respons berupa peningkatan denyut jantung sebagai upaya memenuhi kebutuhan oksigen serta energi. Pekerjaan yang melibatkan pengangkatan beban berat, berjalan dalam jarak jauh, bekerja pada lingkungan bersuhu tinggi, maupun aktivitas fisik intensif lainnya dapat menyebabkan peningkatan beban kardiovaskular. Dalam kondisi ini, CVL digunakan sebagai indikator untuk menilai tingkat beban kerja yang dialami pekerja. Metode ini banyak diaplikasikan di sektor industri yang memiliki tuntutan fisik tinggi, seperti manufaktur, pertambangan, konstruksi, maupun pada kegiatan produksi.

CVL adalah perkiraan yang digunakan untuk mengklasifikasikan beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja dibandingkan denyut nadi maksimum. Beban kardiovaskular ini dapat dinilai melalui pengukuran denyut nadi selama aktivitas kerja. Klasifikasi beban kerja berdasarkan % CVL dihitung dengan membandingkan denyut nadi kerja dengan denyut nadi maksimum, dengan menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ CVL} = \frac{100 \times (\text{DNK}-\text{DNI})}{\text{Denyut Nadi Maksimum}-\text{DNI}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Rumus untuk menghitung denyut nadi maksimum adalah sebagai berikut:

Laki-laki : 220 – umur (tahun)

Perempuan : 200 – umur (tahun)

Keterangan:

DNK : Denyut Nadi Kerja

DNI : Denyut Nadi Istirahat

Hasil perhitungan % CVL selanjutnya digunakan untuk menentukan klasifikasi beban kerja dengan membandingkannya dengan standar klasifikasi yang telah ditetapkan, seperti pada **Tabel 2.3** berikut:

Tabel 2.3 Klasifikasi CVL

Tingkat Pembebanan	Kategori % CVL	Nilai % CVL	Keterangan
0	Ringan	< 30%	Tidak ada beban yang signifikan terjadi
1	Sedang	30 s.d < 60%	Terdapat beban sedang dan diperlukan perbaikan
2	Agak berat	60 s.d < 80%	Beban agak berat, bekerja dalam waktu singkat
3	Berat	80 s.d 100%	Perlunya tindakan perbaikan segera
4	Sangat Berat	> 100%	Berhenti beraktivitas

Sumber: Sabrina, 2023

Pengukuran beban mental dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode DRAWS (*Defence Research Agency Workload Scale*). Metode DRAWS merupakan teknik subjektif yang dirancang untuk menilai beban mental berdasarkan beberapa dimensi yang terbentuk, sehingga memungkinkan evaluasi terhadap tingkat beban kerja secara menyeluruh. Teknik ini mencakup penilaian multidimensi di mana responden diminta memberikan penilaian subjektif melalui pertanyaan yang mencakup empat variabel berbeda. Keempat variabel tersebut diantaranya yaitu (Syafei et al., 2016):

1. *Input Demand*

Beban yang terkait dengan perolehan dan pengiriman informasi dari sumber eksternal diamati.

2. *Central Demand*

Beban yang terkait dengan penafsiran informasi, proses berpikir, dan pengambilan keputusan terkait tugas yang sedang dikerjakan.

3. *Output Demand*

Beban yang terkait dengan tindakan fisik atau verbal yang harus dilakukan untuk menyelesaikan suatu tugas.

4. *Time Pressure*

Beban timbul karena adanya tekanan waktu, yang mengharuskan pekerja bertindak cepat dalam menyelesaikan tugas.

Data pengisian kuesioner pengukuran beban mental dengan metode DRAWS dapat dilihat pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2.4 Kuesioner Beban Mental dengan Metode DRAWS

No	Variabel	Aktivitas	Skor
1.	<i>Input Demand</i>	Sejauh mana beban yang dirasakan dalam menyiapkan dan memposisikan peralatan yang akan dioperasikan?	
		Sejauh mana beban kerja yang dirasakan dalam kegiatan mempersiapkan bahan baku sebelum memulai proses pekerjaan?	
		Bagaimana beban kerja yang dirasakan pada saat diarahkan atau penugasan dari pengawas produksi?	
2.	<i>Central Demand</i>	Bagaimana beban kerja yang dirasakan dalam memenuhi target produksi?	
		Bagaimana beban kerja yang dirasakan saat menghadapi permasalahan dalam pencampuran bahan baku?	
		Bagaimana beban kerja yang dirasakan saat menghadapi permasalahan dalam pengecekan hasil pencampuran bahan baku?	
		Bagaimana beban kerja yang dirasakan saat melakukan pengecekan hasil cetak yang belum sesuai spesifikasi	
3.	<i>Output Demand</i>	Bagaimana beban kerja yang dirasakan dalam menghasilkan produk semen yang sesuai dengan spesifikasi?	
		Bagaimana beban kerja yang dirasakan dalam merekomendasikan perbaikan hasil produksi yang belum memenuhi spesifikasi kepada operator produksi?	
		Bagaimana beban kerja yang dirasa dalam melaporkan hasil produksi ke kepala bagian produksi?	
4.	<i>Time Pressure</i>	Bagaimana beban kerja yang dirasakan ketika harus menyelesaikan waktu kegiatan produksi dari proses awal sampai ke produk jadi secara tepat waktu?	
		Bagaimana beban kerja yang dirasakan saat harus mengontrol proses produksi setiap harinya agar terlaksana tepat waktu?	
		Bagaimana beban kerja yang dirasa ketika target tidak selesai sesuai penjadwalan dan harus dilakukan lembur untuk memenuhi terget produksi?	

Sumber: Ratna, 2023

Prosedur pengukuran beban mental dengan metode DRAWS dilakukan melalui dua tahapan utama, yaitu (Aprilliadi et al., 2021):

1. Pemberian Rating

Pada tahap ini, responden diminta memberikan penilaian terhadap deskripsi pekerjaan yang disajikan dalam kuesioner sesuai dengan setiap variabel yang diukur. Skala penilaian diberikan dalam rentang 0% hingga 100%. Nilai dari tiap variabel kemudian dihitung untuk memperoleh rata-rata skor.

2. Pembobotan

Responden diminta menentukan tingkat kepentingan dari masing-masing variabel dengan memberikan bobot tertentu. Jumlah keseluruhan bobot harus mencapai 100%. Hasil pembobotan tersebut kemudian digunakan untuk menentukan kategori tingkat beban kerja yang dibagi menjadi lima tingkatan, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.5 Klasifikasi DRAWS

Tingkat Pembebanan	Kategori % DRAWS	Nilai % DRAWS
1	Sangat Rendah	0% s.d 20%
2	Rendah	20% s.d 40%
3	Sedang	40% s.d 60%
4	Tinggi	60% s.d 80%
5	Sangat Tinggi	80 s.d 100%

Sumber: Syafei et al., 2016

3. Total Skor Beban Kerja

Skor total beban kerja dihitung dengan mengalikan skor penilaian beban kerja dengan bobot kepentingan setiap variabel. Berdasarkan skor yang diperoleh, beban kerja dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori utama berdasarkan variabel DRAWS. Rincian kategori skor beban kerja tersebut disajikan pada **Tabel 2.6** sebagai berikut.

Tabel 2.6 Penentuan Skor Beban Kerja

% DRAWS	Keterangan
≤ 40%	<i>underload</i>
40% s.d 60%	<i>optimal load</i>
> 60%	<i>overload</i>

Sumber: Syafei et al., 2016

2.4 Kelelahan Kerja

Kelelahan merupakan isu penting dalam bidang keselamatan dan kesehatan kerja, sekaligus menjadi potensi bahaya yang sering dialami pekerja. Kondisi ini merupakan bentuk gangguan kesehatan akibat aktivitas kerja yang berkelanjutan. Aktivitas fisik yang berat dapat meningkatkan risiko cedera fisik. Kelelahan kerja dapat ditinjau dari beberapa aspek, antara lain kelelahan fisik maupun psikis, penurunan motivasi, rasa cepat lelah, menurunnya produktivitas, serta penurunan kapasitas kerja fisik. Selain itu, waktu kerja yang melebihi batas wajar berpotensi menimbulkan kesulitan konsentrasi, gangguan berpikir, rasa letih saat berbicara, hingga kecenderungan mudah lupa (Pabumbun et al., 2022).

Kelelahan adalah fenomena fisiologis yang menunjukkan penurunan toleransi tubuh terhadap aktivitas kerja fisik. Penyebabnya beragam dan bergantung pada karakteristik pekerjaan, termasuk aktivitas berlebihan, kurang istirahat, kondisi fisik yang buruk, olahraga, dan stres sehari-hari. Kelelahan terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu kelelahan mental dan kelelahan fisik. Kelelahan mental muncul akibat pekerjaan yang menuntut aktivitas kognitif, misalnya kejemuhan karena kurangnya minat atau konsentrasi, sedangkan kelelahan fisik timbul akibat pekerjaan yang menggunakan tenaga otot secara berlebihan. Faktor yang memicu kelelahan dapat berasal dari faktor internal, seperti kondisi fisiologis dan psikologis individu, maupun faktor eksternal, seperti lingkungan kerja dan tuntutan tugas (Bramantyo & Pramono, 2021).

Kelelahan kerja menunjukkan kondisi yang berbeda-beda pada setiap individu, namun secara umum berakibat pada menurunnya efisiensi, kapasitas kerja dan daya tahan tubuh. Kelelahan kerja dapat menurunkan kinerja serta meningkatkan kemungkinan kesalahan atau kelalaian saat bekerja. Dalam istilah *job burnout*, kelelahan kerja didefinisikan sebagai kumpulan gejala yang mencakup penurunan efisiensi dan keterampilan kerja, disertai meningkatnya rasa cemas atau kebosanan. Secara lebih luas, kelelahan kerja dapat diartikan sebagai suatu kondisi menurunnya efektivitas kerja, kinerja, dan menurunnya daya tahan tubuh untuk meneruskan aktivitas yang harus dilakukan (Bramantyo & Pramono, 2021).

2.4.1 Jenis Kelelahan Kerja

Terdapat beberapa pendapat mengenai jenis kelelahan akibat kerja. Terdapat dua jenis kelelahan, yaitu kelelahan otot dan kelelahan umum (Sasmita et al., 2023):

1. Kelelahan Otot

Kelelahan otot ditandai dengan munculnya rasa nyeri, tremor, atau ketegangan pada otot. Secara fisiologis, kondisi ini terjadi akibat menurunnya kemampuan otot setelah menerima beban fisik dalam jangka waktu tertentu. Kelelahan otot dapat berdampak pada penurunan kekuatan pekerja dalam menyelesaikan tugas serta meningkatkan kemungkinan terjadinya kesalahan kerja. Dampak tersebut pada akhirnya dapat mempengaruhi tingkat produktivitas secara keseluruhan.

2. Kelelahan Umum

Kelelahan umum merupakan kondisi kelelahan yang bersifat menyeluruh, melibatkan aspek fisik, mental, dan emosional. Biasanya disebabkan oleh tekanan pekerjaan yang berlebihan atau stres yang berkepanjangan.

2.4.2 Dampak Kelelahan Kerja

Kelelahan kerja menimbulkan berbagai konsekuensi bagi individu, mulai dari timbulnya gangguan kesehatan, peningkatan absensi, hingga penurunan kualitas kinerja. Kondisi ini juga berdampak pada aspek psikologis, seperti meningkatnya ketegangan, mudah marah, rasa lemah, kesulitan berkonsentrasi, hingga terganggunya kemampuan berpikir logis. Tingkat kelelahan yang tinggi berhubungan dengan menurunnya efektivitas serta produktivitas kerja. Dalam keadaan tersebut, individu sering kali tidak mampu menilai secara akurat penurunan performa yang dialaminya dan tidak menyadari bahwa kinerjanya sudah tidak optimal seperti saat tidak mengalami kelelahan (Etikariena, 2015).

Selain itu, kelelahan berimplikasi pada berkurangnya motivasi dan mutu hasil kerja, yang pada akhirnya meningkatkan risiko penurunan produktivitas, stres kerja, gangguan kesehatan akibat pekerjaan, cedera, hingga kecelakaan kerja yang dapat berdampak serius bagi pekerja. Aktivitas berlebihan tanpa diimbangi waktu istirahat yang cukup juga menimbulkan ketidakseimbangan antara aktivitas otot dan proses pemulihan, sehingga pekerja lebih rentan mengalami kelelahan. Kondisi

kelelahan ini mendorong terjadinya perilaku kerja yang tidak aman dan dapat meningkatkan potensi kecelakaan di tempat kerja (Lestari & Wahyuningsih, 2021).

2.4.3 Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Kelelahan Kerja

Ada dua faktor yang mempengaruhi timbulnya kelelahan, yaitu internal dan eksternal. Faktor internal meliputi aspek fisik dan sosial individu, seperti status gizi, usia, jenis kelamin, tingkat pengetahuan, dan gaya hidup. Sementara itu, faktor eksternal lebih banyak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kerja, misalnya tingkat kebisingan, suhu, pencahayaan, paparan bahan kimia, faktor biologis, kondisi ergonomis, jenis dan karakteristik pekerjaan, penerapan aturan perusahaan, sistem upah, hubungan sosial di tempat kerja, maupun posisi atau jabatan yang dimiliki. Untuk lebih jelas dapat dilihat sebagai berikut (Muqarramah, 2023):

A. Faktor internal

1. Umur

Seiring bertambahnya usia, organ-organ tubuh kita mengalami proses degeneratif yang menyebabkan penurunan fungsi. Akibatnya, pekerja yang lebih tua cenderung lebih cepat mengalami kelelahan dibandingkan pekerja yang lebih muda.

2. Jenis kelamin

Pekerja perempuan umumnya menghadapi siklus fisiologis bulanan yang dapat mempengaruhi kondisi fisik maupun psikologis, sehingga kelelahan yang dirasakan perempuan cenderung lebih besar dibandingkan dengan laki-laki.

3. Status gizi

Status gizi merupakan salah satu penentu kapasitas kerja. Ketika status gizi buruk dan tidak seimbang dengan beban kerja, efisiensi kerja akan menurun, sehingga pekerja lebih rentan terhadap kelelahan.

4. Postur kerja

Postur tubuh yang ergonomis dapat mendukung kenyamanan, efisiensi, dan produktivitas kerja. Sebaliknya, posisi tubuh yang tidak tepat ketika bekerja dapat meningkatkan risiko kelelahan.

B. Faktor eksternal

1. Beban kerja

Tingkat beban kerja mempengaruhi lamanya waktu pekerja dapat melakukan aktivitas tanpa mengalami kendala akibat kelelahan. Pekerjaan dengan intensitas tinggi dan berlebihan dapat mempercepat kontraksi otot sehingga mempercepat munculnya rasa lelah.

2. Masa kerja

Bekerja dalam jangka waktu lama pada lingkungan kerja yang tidak memenuhi standar dapat menyebabkan terjadinya penumpukan kelelahan, terutama berupa kelelahan kronik yang semakin bertambah lama.

3. Lingkungan kerja

Faktor lingkungan, baik fisik maupun psikososial, berperan besar terhadap kelelahan kerja. Lingkungan kerja yang tidak nyaman, seperti kurangnya ventilasi, tingkat kebisingan yang tinggi, atau iklim panas, dapat memperburuk kelelahan. Sebaliknya, lingkungan kerja yang aman, nyaman, dan sesuai standar dapat membantu mengurangi risiko terjadinya kelelahan.

2.5 Metode Analisis Kelelahan Kerja

Pendekatan yang digunakan untuk menilai tingkat kelelahan kerja dapat dilakukan melalui dua metode, yaitu analisis objektif dan analisis subjektif. Analisis objektif dilakukan dengan bantuan instrumen atau peralatan khusus, sedangkan analisis subjektif biasanya dilakukan dengan menggunakan kuesioner penilaian kelelahan kerja.

2.5.1 Metode Analisis Objektif

Metode analisis objektif dapat dilakukan dengan menggunakan *reaction timer*, yaitu alat yang berfungsi mengukur interval waktu antara pemberian rangsangan dan munculnya respon dari individu. Rangsangan yang digunakan dapat berupa stimulus suara (melalui pendengaran) maupun stimulus cahaya (melalui penglihatan), yang ditampilkan secara digital pada perangkat tersebut. Namun demikian, penggunaan *reaction timer* memiliki keterbatasan, antara lain hasil pengukuran masih memerlukan pengolahan data secara manual oleh penguji serta sifat alat yang belum praktis karena tidak termasuk dalam kategori portabel sehingga kurang mudah dibawa dan digunakan di berbagai lokasi (Dirgayudha, 2018).

2.5.2 Metode Analisis Subjektif

Analisis kelelahan subjektif bertujuan untuk mengetahui keadaan kelelahan Pekerjaan didasarkan pada perasaan lelah karyawan mengalami kelelahan. Analisis kelelahan kerja subyektif kuesioner. Ada beberapa metode untuk mengukur kelelahan subjektif adalah sebagai berikut (Tarwaka, 2015):

1. *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC)

Penilaian keparahan kelelahan individu dilakukan dengan metode ini menggunakan kuesioner subjektif, yang aplikasinya bisa mencakup kelompok kerja besar ataupun sampel representatif dari populasi. Instrumen IFRC memuat 30 butir pertanyaan yang terbagi dalam tiga aspek, yakni 10 butir tentang penurunan aktivitas, 10 butir mengenai berkurangnya motivasi, serta 10 butir yang menilai kelelahan fisik (Tarwaka, 2015).

2. Kuesioner Alat Ukur Perasaan Kelelahan Kerja (KAUPK2)

KAUPK2 berfungsi mengukur tingkat kelelahan berdasarkan persepsi subjektif pekerja. Instrumen ini memuat 17 pertanyaan terkait keluhan yang umumnya dirasakan sehari-hari, yang dapat mengarah pada kelelahan kronis. Keterbatasan metode ini terletak pada tidak adanya pengelompokan pertanyaan berdasarkan kategori gejala kelelahan, serta terbatasnya opsi jawaban yang hanya terdiri dari dua kategori (Puspitasari, 2020).

3. *Fatigue Assessment Scale* (FAS)

Metode kuesioner ini kuesioner sederhana yang dapat digunakan untuk menilai tingkat kelelahan, baik fisik maupun mental. FAS terdiri atas 10 pertanyaan, di mana nomor 1–5 berhubungan dengan kelelahan fisik, sementara nomor 6–10 terkait dengan kelelahan mental. Aspek kelelahan fisik meliputi perasaan terganggu akibat lelah, mudah merasa letih, ketersediaan energi untuk aktivitas sehari-hari, rendahnya aktivitas pada siang hari, serta rasa lelah secara fisik. Sedangkan aspek kelelahan mental mencakup kesulitan memulai pekerjaan, kesulitan berpikir jernih, munculnya rasa malas, perasaan lelah secara mental, serta kesulitan mempertahankan konsentrasi penuh (Agustin, 2021).

2.6 Metode Kuesioner IFRC

Pengukuran kelelahan kerja dapat dilakukan baik secara subjektif maupun objektif untuk mengetahui tingkat kelelahan yang dialami pekerja. Salah satu metode penilaian subjektif adalah dengan menggunakan kuesioner IFRC. Instrumen ini dirancang untuk mengidentifikasi gejala awal kelelahan yang muncul pada pekerja, sehingga dapat digunakan sebagai indikator dalam menentukan tingkat kelelahan yang terjadi. Setelah penyebaran dan pengisian kuesioner, dilakukan analisis lebih lanjut terhadap hasil yang diperoleh. Kuesioner IFRC memuat 30 butir pertanyaan yang terbagi dalam tiga kelompok, yakni 10 butir mengenai penurunan aktivitas, 10 butir terkait penurunan motivasi kerja, serta 10 butir yang berhubungan dengan kelelahan fisik (Oktavia & Uslianti, 2021).

Pertanyaan-pertanyaan yang digunakan dalam kuesioner IFRC ditampilkan pada **Tabel 2.7**.

Tabel 2.7 Kuesioner IFRC

No	Pertanyaan	Tidak Pernah	Kadang-kadang	Sering	Selalu
Gejala yang Menunjukkan Melemahnya Kegiatan					
1	Apakah saudara mengalami berat di bagian kepala saat bekerja?				
2	Apakah saudara mengalami lelah pada seluruh badan saat bekerja?				
3	Apakah saudara mengalami berat di kaki saat bekerja?				
4	Apakah saudara sering menguap saat bekerja?				
5	Apakah saudara mengalami pikiran yang kacau saat bekerja?				
6	Apakah saudara mengantuk saat bekerja?				
7	Apakah saudara mengalami beban pada mata saat bekerja?				
8	Apakah saudara mengalami kaku/canggung dalam bergerak saat bekerja?				
9	Apakah saudara mengalami berdiri yang tidak stabil setelah bekerja?				
10	Apakah saudara ingin berbaring saat bekerja?				
Gejala yang Menunjukkan Melemahnya Motivasi					
1	Apakah saudara susah berpikir saat bekerja?				
2	Apakah saudara lelah untuk berbicara saat bekerja?				
3	Apakah saudara menjadi gugup saat bekerja?				
4	Apakah saudara tidak bisa berkonsentrasi saat bekerja?				

No	Pertanyaan	Tidak Pernah	Kadang-kadang	Sering	Selalu
5	Apakah saudara tidak bisa memusatkan perhatian terhadap sesuatu saat bekerja?				
6	Apakah saudara punya kecenderungan untuk lupa saat bekerja?				
7	Apakah saudara merasa kurang percaya diri saat bekerja?				
8	Apakah saudara cemas terhadap sesuatu saat bekerja?				
9	Apakah saudara tidak bisa mengontrol sikap saat bekerja?				
10	Apakah saudara tidak dapat tekun saat bekerja?				
Gejala yang Menunjukkan Kelelahan Fisik					
1	Apakah saudara mengalami sakit Di kepala?				
2	Apakah saudara mengalami kaku di bagian bahu setelah bekerja?				
3	Apakah saudara mengalami nyeri di punggung setelah bekerja?				
4	Apakah nafas saudara tertekan saat bekerja?				
5	Apakah saudara sangat haus setelah bekerja?				
6	Apakah suara saudara menjadi serak setelah bekerja?				
7	Apakah saudara mengalami pusing setelah bekerja?				
8	Apakah kelopak mata saudara menjadi kejang saat bekerja?				
9	Apakah anggota badan saudara bergetar (tremor) saat bekerja?				
10	Apakah saudara kurang sehat saat bekerja?				

Sumber: Tarwaka, 2015

Berdasarkan jawaban responden, penilaian tingkat kelelahan subjektif dikategorikan dengan pemberian skor sebagai berikut (Tarwaka, 2015):

1. Tidak pernah merasakan = 1
2. Kadang-kadang (1-3 kali seminggu) = 2
3. Sering (≥ 4 kali seminggu) = 3
4. Selalu merasakan = 4

Klasifikasi tingkat dan kategori kelelahan subjektif berdasarkan skor individu disajikan pada **Tabel 2.8**.

Tabel 2.8 Kategori Kelelahan Subjektif Berdasarkan Skor Individu

Total Skor Individu	Tingkat Kelelahan	Kategori Kelelahan	Tindakan Perbaikan
---------------------	-------------------	--------------------	--------------------

30-52	1	Ringan	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
53-75	2	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan di kemudian hari
79-98	3	Berat	Diperlukan tindakan segera
99-120	4	Sangat Berat	Diperlukan tindakan sesegera mungkin

Sumber: Tarwaka, 2015

2.7 Analisis Statistik

Analisis statistik merupakan seperangkat teori dan metode yang digunakan untuk menelaah data numerik dalam rangka menentukan pilihan keputusan atau tindakan tertentu, meskipun tidak semua informasi yang relevan tersedia. Terdapat dua jenis statistik, yaitu deskriptif dan inferensial. Statistik deskriptif dimanfaatkan untuk menggambarkan data penelitian sesuai dengan keadaan sebenarnya, tanpa bermaksud menarik kesimpulan umum. Sebaliknya, statistik inferensial digunakan untuk mengolah data sampel dengan tujuan membuat generalisasi terhadap populasi asal. Statistik inferensial sendiri terbagi menjadi dua jenis, yaitu statistik parametrik yang diterapkan pada data berskala interval atau rasio dengan asumsi distribusi normal, serta statistik non-parametrik merupakan metode analisis yang cocok untuk data nominal maupun ordinal, serta tidak memerlukan asumsi distribusi tertentu (Muhid, 2019).

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi uji korelasi untuk menilai kekuatan hubungan antar variabel, dan uji regresi untuk menentukan pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Kedua variabel diukur secara simultan pada subjek penelitian, sehingga penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian observasional, di mana peneliti hanya melakukan observasi tanpa intervensi langsung. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan pendekatan statistik yang tepat untuk menghasilkan temuan yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan (Suryaningtyas, 2017).

2.7.1 Uji Univariat

Analisis univariat dilakukan hanya pada satu variabel tanpa mempertimbangkan hubungannya dengan variabel lain. Analisis ini bertujuan untuk menampilkan distribusi frekuensi dan persentase setiap variabel penelitian, baik dependen (kelelahan kerja) maupun independen. Oleh karena itu, analisis ini sering disebut sebagai analisis deskriptif karena memberikan gambaran karakteristik data.

2.7.2 Uji Bivariat

Analisis bivariat merupakan proses analisis data yang dilakukan setelah pengumpulan data selesai, dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas (umur, status perkawinan, lama masa kerja, kebiasaan merokok, status gizi, kualitas tidur, beban kerja, dan lingkungan fisik) dengan variabel terikat yaitu kelelahan kerja.

2.7.2.1 Uji Normalitas

Uji normalitas adalah teknik statistik yang digunakan untuk mengevaluasi apakah data berdistribusi normal, sehingga memungkinkan penerapan analisis parametrik. Uji ini dapat dilakukan pada data tunggal, data berpasangan, atau data berkelompok dengan memeriksa distribusi frekuensinya (Supriadi, 2021). Metode *Kolmogorov Smirnov* berperan dalam pengujian normalitas dengan membandingkan distribusi data sampel dengan distribusi normal yang berfungsi sebagai referensi. Penggunaan uji *Kolmogorov Smirnov* didasarkan pada asumsi bahwa variabel yang dianalisis bersifat kontinu serta sampel penelitian diperoleh melalui pengambilan secara acak sederhana. Kriteria penentuan normalitas data dengan uji *Kolmogorov Smirnov* adalah sebagai berikut (Supriadi, 2021):

1. Apabila nilai signifikansi (Sig) $\leq 0,05$, maka data tidak berdistribusi normal.
2. apabila nilai signifikansi (Sig) $\geq 0,05$, maka data berdistribusi normal.

2.7.2.2 Uji Korelasi

Analisis korelasi merupakan prosedur statistik yang bertujuan menilai tingkat keeratan hubungan antara beberapa variabel. Korelasi berfungsi untuk mengukur sejauh mana keterkaitan antarvariabel tersebut. Koefisien korelasi dihitung menggunakan pendekatan *product moment coefficient* dari Karl Pearson. Dalam konteks analisis regresi linier, formulasi perhitungan ditunjukkan melalui rumus berikut (Suprianto, 2017):

$$r_{xy} = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

r_{xy} = koefisien korelasi antara variabel X dan Y

x = variabel independen

y = variabel dependen

n = jumlah data

Kriteria interpretasi nilai korelasi adalah sebagai berikut:

- $r = 0$, tidak ada hubungan antarvariabel
- $0 < r \leq 0,25$, hubungan sangat lemah
- $0,25 < r \leq 0,5$, hubungan cukup
- $0,5 < r \leq 0,75$, hubungan kuat.
- $0,75 < r \leq 0,99$ hubungan sangat kuat.
- $r = 1$ hubungan sempurna.

Syarat utama dalam pengujian korelasi adalah data berdistribusi normal, yakni data dengan pola distribusi simetris menyerupai kurva normal. Uji normalitas menggunakan hipotesis:

H_0 = data berdistribusi normal;

H_1 = data tidak berdistribusi normal.

Kriteria pengambilan keputusan yaitu menerima H_0 apabila nilai signifikansi lebih besar dari α (0,05).

2.7.2.3 Uji Regresi

Metode regresi dalam statistika digunakan untuk menentukan tingkat pengaruh antar variabel. Secara spesifik, dalam analisis regresi linier berganda, hubungan yang diteliti adalah antara satu variabel dependen dan dua atau lebih variabel independen. Persamaan umum regresi linier berganda dapat dituliskan sebagai berikut (Suprianto, 2017):

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

Y = Variabel dependen (terikat)

a = Konstanta regresi

b_1, b_2 = Koefisien regresi

x_1, x_2 = Variabel independen (bebas)

2.8 Gambaran Umum PT. Semen Padang

Salah satu unit produksi utama PT. Semen Padang adalah Pabrik Indarung V, yang terletak di Indarung, Kota Padang, Sumatera Barat, sekitar 15 km dari pusat kota. Pabrik ini mulai beroperasi pada tahun 1998, meliputi area seluas kurang lebih 500 hektar dengan kapasitas produksi 2,3 juta ton semen per tahun. Indarung V menggunakan teknologi proses kering dengan sistem *preheater* dan *precalciner* untuk meningkatkan efisiensi energi dan produktivitas.

Koordinat lokasi pabrik adalah $0^{\circ}55'45''$ LS dan $100^{\circ}27'10''$ BT dengan ketinggian ± 200 meter di atas permukaan laut, sedangkan suhu rata-rata di area tersebut berkisar antara 25 hingga 32°C . Fasilitas utama yang terdapat di Indarung V meliputi unit penggilingan, *rotary kiln*, sistem pemanasan awal, serta area penyimpanan bahan baku dan produk akhir.

Pabrik Indarung V mengandalkan sistem produksi manual di beberapa unit penting, seperti *raw mill*, *kiln*, dan *finish mill*. Proses penghancuran bahan baku di *raw mill* yang melibatkan peralatan seperti *vertical mill* dan *precalciner* dilatih dan diawasi oleh para operator lapangan secara langsung. Saat operasional berlangsung, sekitar 16 pekerja *shift* serta 5 *non-shift* bertugas memantau, mengendalikan, dan merespon perubahan proses secara manual, mulai dari kehalusan bahan sampai kondisi mesin naik atau turun performanya. Pabrik Indarung V PT Semen Padang menggunakan teknologi *dry process rotary kiln* dengan sistem *five-stage preheater* dan *precalciner*, yang merupakan teknologi modern dalam industri semen. Sistem ini dilengkapi dengan *coal mill*, *cooler*, dan peralatan *bag filter/ESP* untuk pengendalian emisi. Teknologi ini termasuk kategori proses kering modern sesuai klasifikasi *cement manufacturing technology*, yang memiliki efisiensi energi lebih tinggi namun menghasilkan paparan panas, kebisingan, dan debu pada area tertentu.

Sebagai bagian dari PT Semen Padang, Indarung V beroperasi dengan standar lingkungan yang tinggi, termasuk sistem pengelolaan kebisingan, debu dan emisi untuk meminimalkan dampak terhadap lingkungan sekitar. Pabrik ini berkontribusi dalam memenuhi kebutuhan semen di pasar domestik maupun ekspor, serta mendukung pembangunan infrastruktur di Indonesia. Lokasi pabrik berdasarkan citra *Google Earth* dilihat pada **Gambar 2.1** berikut.



Gambar 2.1 Pabrik Indarung V PT. Semen Padang

Sumber: Google Earth, 2024

Salah satu tahapan awal dalam proses produksi semen adalah Kegiatan penambangan bahan baku (*quarrying*) meliputi pengambilan material utama berupa batu kapur, tanah liat, pasir besi, dan pasir silika. Material tersebut diperoleh melalui kegiatan penambangan dengan bantuan alat berat, kemudian diuji di laboratorium untuk memastikan kualitasnya. Setelah itu, bahan-bahan tersebut diolah dan dicampurkan sesuai dengan komposisi atau proporsi yang telah ditetapkan sebelumnya. Untuk lebih lengkapnya berikut proses produksi semen:

1. Penambangan bahan baku (*quarrying*);
2. Material hasil penambangan diangkut menggunakan alat berat dan kemudian dikirim menuju pabrik semen;
3. Pengujian dan penggilingan awal
Bahan mentah dianalisis di laboratorium untuk memastikan kualitas, lalu dicampur sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan. Selanjutnya, bahan tersebut digiling dengan mesin *raw mill* hingga berbentuk serbuk yang disebut *raw mix*;
4. Proses pembakaran

Raw mix kemudian dialirkan ke dalam *kiln* untuk melalui proses pemanasan hingga terbentuk senyawa padat yang dikenal sebagai *clinker*;

5. Pendinginan *clinker*

Kristal *clinker* yang dihasilkan didinginkan menggunakan *cooler* dengan bantuan aliran udara. Panas yang dihasilkan dari tahap pendinginan ini dialirkan kembali ke *preheater* sebagai bentuk penghematan energi.

6. Penggilingan akhir

Setelah didinginkan, *clinker* dicampur dengan bahan tambahan berupa gipsum, lalu digiling kembali menggunakan *finish mill*. Hasil akhir dari proses ini adalah semen yang siap untuk dikemas dan dipasarkan.

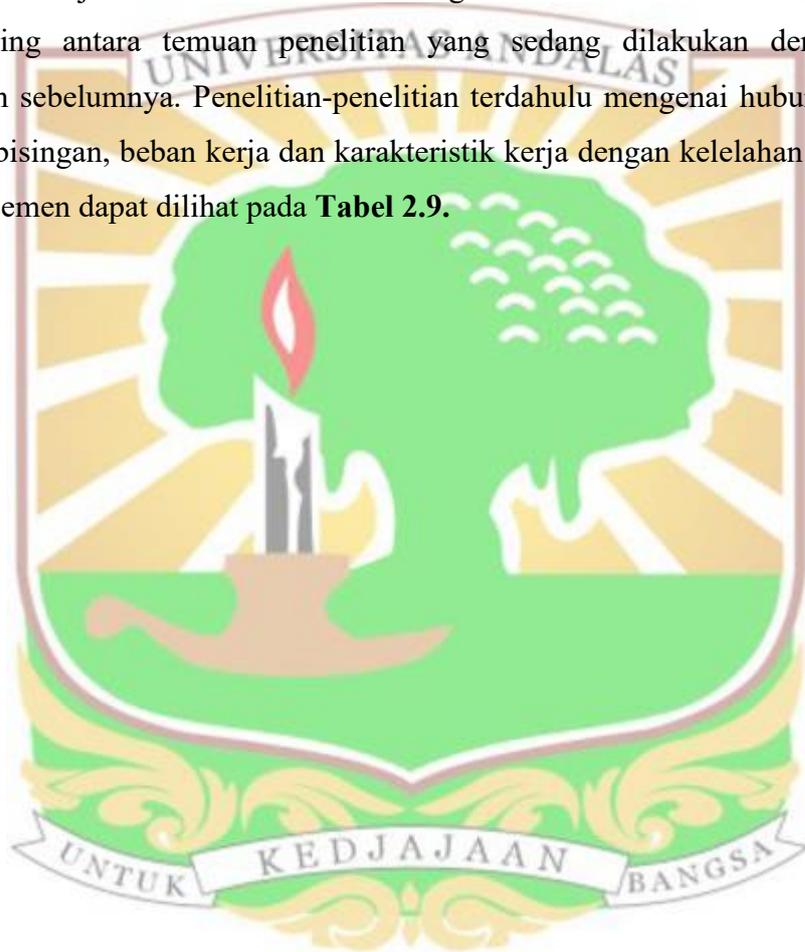
Penghasil iklim kerja dan kebisingan terbesar pada pabrik Indarung V PT. Semen Padang bersumber dari mesin produksi yang beroperasi. Proses produksi yang menghasilkan suara keras diantaranya:

1. *Raw mill*, merupakan alat berfungsi sebagai penggilingan awal bahan baku semen, pada alat ini terdapat grinding media dari bola-bola baja yang menghasilkan kebisingan yang sangat besar. Berdasarkan bentuk dan proses pengolahan semen di *raw mill* terbagi atas dua jenis:
 - a. *Vertical mill*, sumber kebisingan yang terjadi di *vertical mill* ini bersumber dari gesekan antar material yang digiling dengan *table* dan *tyre* yang bergerak dalam memecah material. Kebisingan lain juga bersumber dari motor *mill fan*, motor *classifier*, dan motor *fan*;
 - b. *Tube mill*, sumber kebisingan terbesar di *tube mill* bersumber dari gesekan antara grinding media dengan material.
2. *Belt conveyer*, digunakan untuk menghantarkan/memindahkan bahan baku melalui *feeder* ke unit proses selanjutnya;
3. *Cement mill*, berfungsi untuk menggiling *clinker* berukuran 1–40 mm³ bersama dengan gipsum hingga mencapai tingkat kehalusan tertentu. Proses penggilingan ini menggunakan media berupa bola-bola baja, khususnya dalam produksi jenis semen tertentu;
4. *Coal mill*, digunakan untuk menghancurkan batu bara hingga menjadi serbuk dengan ukuran yang sesuai, yang kemudian dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada unit *kiln*;

5. *Compressor* berfungsi sebagai penghasil udara primer untuk pembakaran di *kiln* dan *fan* untuk menarik udara sekunder yang dihasilkan dari pembakaran di *kiln*;

2.9 Penelitian Kelelahan Kerja Terkait Industri Semen

Penelitian terkait merupakan salah satu acuan penting dalam pelaksanaan suatu penelitian, karena hasil penelitian terdahulu berfungsi memperluas serta memperdalam landasan teori yang digunakan. Selain itu, penelitian sebelumnya juga dapat dijadikan dasar dalam menganalisis data serta sebagai bahan perbandingan antara temuan penelitian yang sedang dilakukan dengan hasil penelitian sebelumnya. Penelitian-penelitian terdahulu mengenai hubungan iklim kerja, kebisingan, beban kerja dan karakteristik kerja dengan kelelahan kerja pada industri semen dapat dilihat pada **Tabel 2.9**.



Tabel 2.9 Penelitian Kelelahan Kerja Terkait Industri Semen

No	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Gustia (2017)	Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Di PT. Semen Tonasa (Persero) Kabupaten pangkep	Penelitian Kuantitatif	Kecemasan, iklim kerja, status gizi dan keadaan monoton.	Terdapat hubungan signifikan antara iklim kerja terhadap kelelahan kerja, dengan <i>p-value</i> sebesar (0,042). Sedangkan kecemasan, status gizi dan keadaan monoton tidak terdapat hubungan signifikan terhadap kelelahan kerja
2.	Lukman (2023)	Analisis Pengaruh <i>shift</i> Kerja Dan Beban Kerja Terhadap Kelelahan Kerja Pada Pekerja Tambang PT. Semen Padang	Penelitian kuantitatif	<i>Shift</i> kerja dan beban kerja	Faktor <i>shift</i> kerja memiliki hubungan yang signifikan dengan kelelahan kerja, ditunjukkan oleh hasil uji <i>chi-square</i> dengan nilai <i>p-value</i> yaitu sebesar 0,038. Sedangkan untuk faktor beban kerja tidak terdapat hubungan yang signifikan karena nilai <i>p-value</i> yang didapatkan yaitu sebesar 0,679.
3.	Setfiani (2017)	Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Di Bagian Produksi IV Pt. Semen Padang	Penelitian kuantitatif	Beban kerja, status gizi, dan sikap kerja	Tidak ada hubungan signifikan antara beban kerja dan status gizi terhadap kelelahan kerja dengan <i>p-value</i> = (0,215) dan (0,653). Hubungan signifikan terhadap kelelahan kerja terdapat pada sikap kerja dengan <i>p-value</i> = 0,01
4.	Annessy (2024)	Pengaruh Kebisingan, Iklim Kerja Panas, Dan <i>shift</i> Kerja Terhadap Kelelahan Kerja Pada Pekerja Produksi Semen	Kuantitatif	Kebisingan, iklim kerja dan <i>shift</i> kerja	Terdapat hubungan signifikan antara masa kerja, <i>shift</i> kerja dan iklim kerja panas dengan kelelahan kerja, dengan nilai (<i>p-value</i>) sebesar 0,001, 0,041 dan 0,04. Sedangkan usia tidak signifikan dan kebisingan tidak dilanjutkan analisis perkategori karena datanya homogen.
5.	Fajriani (2023)	Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Tenaga Kerja Di PT Semen Tonasa Kabupaten Pangkep	Kuantitatif	Usia, masa kerja, beban kerja dan status gizi	Terdapat hubungan signifikan antara beban kerja dengan kelelahan kerja dengan nilai <i>p-value</i> sebesar (0,000) < 0,05, Tidak terdapat hubungan signifikan antara usia, masa kerja dan status gizi terhadap kelelahan kerja.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

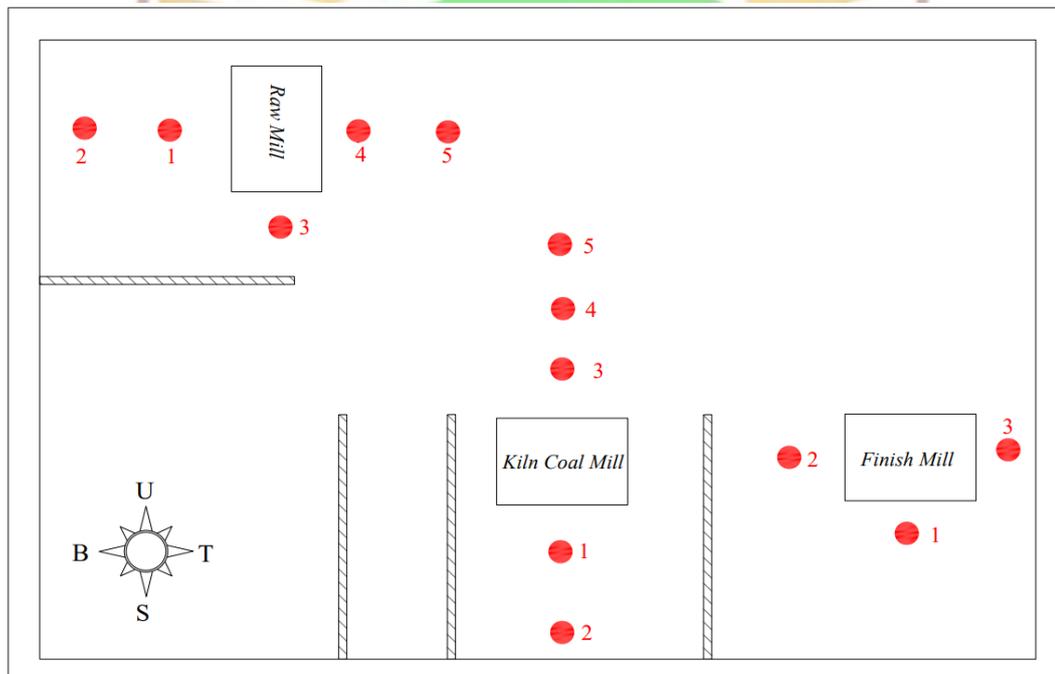
Bab ini menguraikan metode penelitian yang digunakan untuk menganalisis iklim kerja, kebisingan, beban kerja, dan karakteristik kerja, dengan tujuan untuk menilai tingkat kelelahan kerja pada pekerja di Pabrik Indarung V PT Semen Padang.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan pada bulan Mei hingga Juni 2025, yang mencakup kegiatan observasi lapangan, penyebaran kuesioner, serta analisis terhadap faktor iklim kerja, kebisingan, beban kerja, dan karakteristik pekerjaan. Lokasi penelitian berada di pabrik Indarung V PT Semen Padang, yang terletak di Kelurahan Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Sumatera Barat. Standar SNI 16-7061-2004 dijadikan acuan dalam menetapkan titik pengukuran iklim kerja, dengan parameter utama yang digunakan adalah Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB). Pemilihan titik pengukuran dilakukan di area tempat pekerja beraktivitas, dengan prioritas pada lokasi yang memiliki potensi paparan panas atau sumber panas yang cukup signifikan. Sementara itu, titik pengukuran kebisingan ditetapkan menggunakan metode *purposive sampling*. Penilaian terhadap beban kerja dan karakteristik pekerjaan dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap aktivitas tenaga kerja di lapangan. Pemilihan titik pengukuran disesuaikan dengan tingkat aktivitas pekerja, baik yang tergolong rendah, sedang, maupun tinggi. Gambaran mengenai lokasi pengambilan sampel untuk parameter iklim kerja, kebisingan, beban kerja, dan karakteristik kerja disajikan pada **Gambar 3.1** dan **Gambar 3.2**.



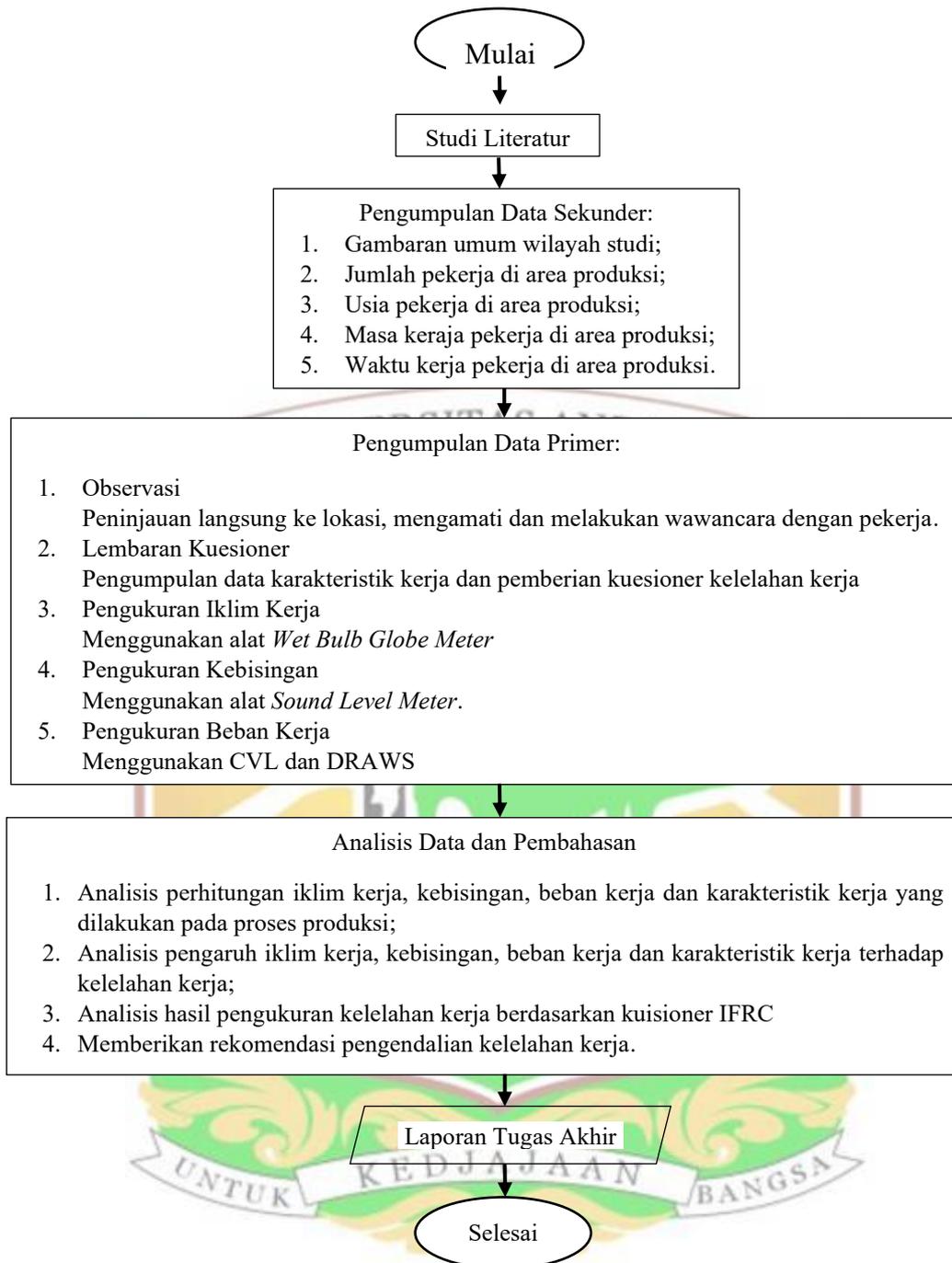
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Pabrik Indarung V PT. Semen Padang
 Sumber: Google Earth



Gambar 3.2 Titik Sampling Pabrik Indarung V PT. Semen Padang
 Sumber: PT. Semen Padang

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dimulai melalui studi literatur, diikuti dengan pengumpulan data primer dan sekunder yang mencakup gambaran wilayah studi, jumlah pekerja, jam kerja, serta karakteristik usia. Pengumpulan data primer melibatkan observasi dan distribusi kuesioner. Setelah berhasil mengumpulkan data, langkah selanjutnya yaitu mengolah data yang didapatkan. Tahapan penelitian ini divisualisasikan dalam bentuk diagram alir pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3.3 Diagram Alir Tahapan Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap pengumpulan referensi yang bertujuan untuk menggali landasan teori dan konsep-konsep relevan yang mendukung penulisan penelitian tentang kelelahan kerja. Dalam penelitian ini, tinjauan pustaka mencakup pembahasan faktor-faktor yang mempengaruhi kelelahan kerja, metode pengukuran iklim kerja, kebisingan, beban kerja, karakteristik kerja dan metode pengukuran

kelelahan kerja. Sumber literatur diperoleh dari buku, jurnal ilmiah, hasil penelitian terdahulu, dan referensi pendukung lainnya.

3.3.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari PT Semen Padang. Data ini mencakup gambaran umum wilayah penelitian, jumlah pekerja di area produksi, usia pekerja, lama bekerja, waktu bekerja, dan data pendukung lainnya yang relevan dengan kebutuhan penelitian.

3.3.3 Pengumpulan Data Primer

Data primer dalam penelitian ini dikumpulkan langsung di lokasi penelitian pada saat aktivitas kerja berlangsung, melalui kegiatan observasi, wawancara, serta pengisian kuesioner IFRC oleh responden untuk mengumpulkan informasi mengenai karakteristik tenaga kerja, deskripsi pekerjaan, dan tingkat kelelahan pekerja. Observasi dilakukan dengan mengunjungi Pabrik Indarung V PT Semen Padang serta mengamati aktivitas pekerja guna menilai beban kerja. Wawancara dengan pekerja di area produksi digunakan sebagai data pendukung dari hasil yang diperoleh. Pengukuran iklim kerja dilakukan pada jam kerja antara pukul 08.00–16.00 WIB dalam satu hari pengamatan. Sementara itu, pengukuran intensitas kebisingan dilakukan selama durasi 10 menit, dengan pencatatan nilai dilakukan setiap interval 5 detik, sesuai ketentuan SNI 7231:2009 pada titik yang telah ditentukan. Penilaian beban kerja diperoleh melalui pengukuran denyut nadi serta wawancara dengan pekerja.

Tabel 3.1 Alat dan Metode Pengukuran Variabel Penelitian

Parameter	Metode/alat ukur
Iklim Kerja	<i>Wet Bulb Globe Temperature</i> (WBGT) tipe TM-288
Kebisingan	<i>Sound Level Meter</i> (SLM) tipe GM1352
Beban Kerja	Denyut nadi dan kuesioner
Kelelahan Kerja	Kuesioner IFRC

Kriteria penentuan responden mencakup masa kerja minimal satu tahun, bertugas di lokasi penelitian, dan merupakan pekerja *shift*. Jumlah pekerja yang bertugas pada bagian *raw mill*, *kiln mill*, dan *finish mill* di Pabrik Indarung V PT Semen Padang tercatat sebanyak 139 orang. Dari jumlah tersebut, sebanyak 58 pekerja dipilih sebagai responden melalui penyebaran kuesioner, dengan toleransi

kesalahan sebesar 10% (0,1). Jumlah sampel ditentukan menggunakan rumus *Slovin* berikut:

$$n = \frac{N}{1+M(e)^2} = \frac{139}{1+139(0,1)^2} = 58 \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

n = Jumlah sampel

N = Jumlah populasi

e = Tingkat kesalahan yang ditoleransi sebesar 10%

Jumlah sampel ditetapkan melalui pendekatan *proportional to size*, yaitu setiap unit sampel memiliki peluang terpilih yang sebanding dengan ukuran populasinya. Hasil perhitungan jumlah responden untuk masing-masing bagian ditunjukkan pada uraian berikut:

$$n = \frac{\text{Populasi Lokasi Penelitian}}{\text{Jumlah Populasi}} \times \text{Jumlah Sampel} = \frac{47}{139} \times 58 = 20 \dots\dots\dots (3.2)$$

Penyebaran jumlah responden dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2 Penyebaran Jumlah Responden

Lokasi Penelitian	Populasi (orang)	Sampel (orang)
<i>Raw mill</i>	47	20
<i>Kiln coal mill</i>	53	22
<i>Finish mill</i>	39	16
Total	139	58

Kuesioner disebarikan kepada 58 sampel dari 139 pekerja yang terdiri dari 20 orang area *raw mill*, 22 orang area *kiln coal mill*, dan 16 orang area *finish mill* setiap *shift* nya.

3.3.4 Analisis Data dan Pembahasan

Tahap analisis data dilakukan setelah pengumpulan data primer dan sekunder, dengan fokus pada kelelahan kerja pekerja di bagian produksi Pabrik Indarung V PT Semen Padang.

3.3.4.1 Analisis Iklim Kerja

Penelitian ini menganalisis kondisi iklim kerja melalui pengukuran menggunakan instrument *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT). Mengacu pada SNI 16-7061-2019 tentang tata cara pengukuran iklim kerja, pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali dalam kurun waktu 8 jam kerja, yaitu pada awal, pertengahan,

dan akhir *shift*. Pengukuran dilaksanakan dalam satu hari kerja dengan rentang waktu 08.00–16.00 WIB. Parameter yang diukur dengan WBGT meliputi arah aliran angin, suhu, dan kelembaban. Penilaian NAB untuk iklim kerja mengacu pada standar ISBB yang diatur dalam Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Rincian ketentuan tersebut disajikan pada **Tabel 2.1**.

3.3.4.2 Analisis Intensitas Kebisingan

Dalam penelitian ini, intensitas gangguan diukur sesuai dengan SNI 7231:2009 tentang metode pengukuran gangguan di lingkungan kerja. Alat yang digunakan adalah *Sound Level Meter* (SLM) dengan durasi pengukuran 10 menit dan pencatatan setiap 5 detik. Jika alat tidak menyediakan fitur perhitungan Leq , maka nilai gangguan ekuivalen dihitung secara manual berdasarkan **Persamaan 2.2**.

Data kebisingan yang diperoleh dari beberapa titik pengukuran di setiap area kemudian dirata-ratakan dan dibandingkan dengan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Tempat Kerja. Tujuan perbandingan ini adalah untuk menentukan apakah tingkat kebisingan yang terukur berada di bawah Nilai Ambang Batas (NAB). Berdasarkan peraturan ini, NAB untuk paparan kebisingan selama 8 jam kerja ditetapkan sebesar 85 dBA.

3.3.4.3 Analisis Pengukuran Beban Kerja

Pengukuran beban fisik dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode Beban Kardiovaskular dengan mengukur denyut nadi. Jenis denyut nadi yang dicatat meliputi Denyut Nadi Istirahat (DNI), yang diukur sebelum pekerja memulai aktivitas, dan Denyut Nadi Kerja (DNK), yang dicatat saat pekerja beraktivitas. Rumus untuk menghitung beban fisik disajikan dalam **Persamaan 2.3**.

Di sisi lain, beban mental diukur secara subjektif menggunakan *Defence Research Agency Workload Scale* (DRAWS). Pendekatan ini mencakup empat variabel utama, yakni *input demand* (kebutuhan untuk memperoleh informasi dari sumber eksternal), *central demand* (proses interpretasi dan pemahaman informasi), *output demand* (kebutuhan untuk menghasilkan keluaran), serta *time pressure* (tekanan

akibat keterbatasan waktu). Proses penilaian dan pengklasifikasian skor beban mental dijelaskan pada **Tabel 2.3**, **Tabel 2.4** dan **Tabel 2.5**.

3.3.4.4 Analisis Kelelahan Kerja

Kuesioner IFRC terdiri atas tiga kelompok pertanyaan, masing-masing berjumlah 10 item. Sepuluh pertanyaan awal dirancang untuk menilai adanya penurunan aktivitas, sedangkan sepuluh pertanyaan berikutnya digunakan untuk mengevaluasi motivasi kerja. Sementara itu, sepuluh pertanyaan terakhir difokuskan pada kelelahan fisik atau rasa letih pada bagian tubuh tertentu. Penilaian jawaban dilakukan menggunakan *skala likert* empat poin. Seluruh skor dari 30 pertanyaan kemudian dijumlahkan sehingga menghasilkan total skor individu. Dengan rancangan penilaian subjektif berbasis *skala likert* empat poin, nilai total skor individu berkisar antara 0 hingga 90. Selanjutnya, skor total yang diperoleh diklasifikasikan ke dalam kategori tingkat kelelahan subjektif masing-masing responden sebagaimana tercantum pada **Tabel 2.7**. Semakin tinggi skor yang diperoleh, semakin sering pula gejala kelelahan dialami oleh individu tersebut.

3.3.4.5 Analisis Hubungan Iklim Kerja, Kebisingan, Beban Kerja dan Karakteristik Kerja Terhadap Kelelahan Kerja

Analisis hubungan dan pengaruh antara dua variabel dilakukan dengan analisis univariat dan analisis bivariat yang dihitung menggunakan menggunakan program SPSS versi 27.

1. Analisis Univariat

Analisis univariat digunakan untuk menyajikan distribusi frekuensi dan persentase setiap variabel penelitian. Variabel yang diteliti meliputi variabel independen seperti iklim kerja, tingkat kebisingan, beban kerja, dan karakteristik pekerjaan dan variabel dependen, yaitu kelelahan kerja. Hasil analisis ini disajikan dalam tabel yang menunjukkan distribusi dan frekuensi data.

2. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan antara variabel independen seperti iklim kerja, kebisingan, beban kerja, dan karakteristik pekerjaan terhadap variabel dependen, yaitu kelelahan kerja. Uji yang digunakan meliputi:

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menentukan apakah data penelitian terdistribusi normal. Mengingat ukuran sampel lebih besar dari 50, uji *Kolmogorov Smirnov* digunakan. Data dianggap terdistribusi normal jika nilai probabilitas (*p-value*) lebih besar dari 0,05. Jika semua data memenuhi kriteria normalitas, uji korelasi dilakukan antara variabel independen dan variabel dependen menggunakan analisis *pearson product moment*.

b. Uji Korelasi

Uji korelasi dilakukan untuk memperkuat hubungan antar variabel, khususnya hubungan antara, iklim kerja, kebisingan, beban kerja dan karakteristik kerja dengan kelelahan kerja. Tingkat signifikansi yang digunakan dalam uji ini adalah $\alpha = 0,05$.

c. Uji Regresi

Uji regresi linier berganda digunakan untuk mengukur besarnya pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen dan menentukan arah perubahan yang terjadi. Tingkat signifikansi yang digunakan dalam uji ini adalah $\alpha = 0,05$.

3.3.5 Rekomendasi Pengendalian Kelelahan Kerja di Area Produksi

Penelitian ini menyusun rekomendasi dengan merujuk pada isu-isu yang ditemukan dari hasil analisis data. Permasalahan yang teridentifikasi kemudian ditangani melalui langkah-langkah pengendalian risiko terkait kelelahan kerja, yang dapat menyebabkan kecelakaan atau penyakit akibat kerja. Pengendalian ini bertujuan untuk meminimalkan kemungkinan kelelahan yang berdampak pada keselamatan dan kesehatan kerja pekerja. Pada tahap ini, usulan perbaikan dirancang berdasarkan tingkat kelelahan kerja dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di Pabrik Indarung V PT Semen Padang. Rekomendasi disusun dengan mengacu pada peraturan perundang-undangan keselamatan dan kesehatan kerja serta kondisi aktual di lingkungan kerja.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengukuran Iklim Kerja

Penelitian ini mengukur iklim kerja pada tiga lokasi di Pabrik Indarung V PT Semen Padang yaitu area *raw mill*, *coal mill kiln*, dan *finish mill*. Instrumen *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT) digunakan untuk mengukur iklim panas, dengan fokus pada suhu *dry bulb*, *wet bulb*, dan *globe*. Pengambilan data dilakukan dalam satu siklus kerja harian, yaitu dari pukul 08.00 sampai 16.00 WIB, dengan pengukuran dilakukan pada tiga waktu, awal *shift* pukul 08.00, pertengahan *shift* pukul 12.00, dan akhir *shift* pukul 16.00. Hasil pengukuran iklim panas ditampilkan pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Iklim Kerja Panas

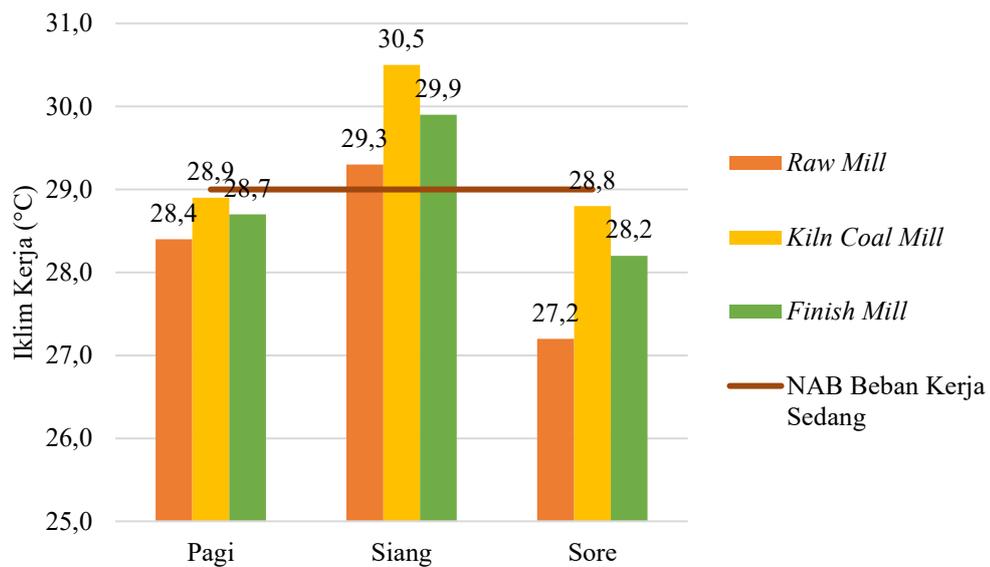
Hasil Pengukuran	Lokasi Pengukuran		
	<i>Raw mill</i>	<i>Kiln coal mill</i>	<i>Finish mill</i>
Pagi (08.00)	28,4	29,3	27,2
Siang (12.00)	28,9	30,5	28,8
Sore (16.00)	28,7	29,9	28,2
ISBB Rata-Rata (°C)	28,7	29,9	28,1

Hasil pengukuran iklim kerja panas pada area produksi didapatkan rata-rata ISBB sebesar 28,7 pada area *raw mill*, 29,9 pada area *kiln coal mill*, dan 28,1 pada area *finish mill*. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018, yang menetapkan kategori beban kerja sedang dan jam kerja efektif 4–6 jam dari total 8 jam kerja. Perbandingan hasil pengukuran disajikan pada **Tabel 4.1** dan **Gambar 4.1**.

Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Pengukuran Iklim Kerja Panas dengan NAB

Area	Pengaturan waktu Setiap Jam	ISBB°C Rata-rata	NAB	Metode	Keterangan
<i>Raw mill</i>	50%-75%	28,7	29,0	SNI 16-7061-2004	Memenuhi
<i>Kiln coal mill</i>	50%-75%	29,9	29,0	SNI 16-7061-2005	Tidak Memenuhi
<i>Finish mill</i>	50%-75%	28,1	29,0	SNI 16-7061-2006	Memenuhi

*) - Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Iklim Kerja Panas dengan NAB

Hasil pengukuran iklim kerja panas menunjukkan bahwa nilai ISBB pada ketiga daerah yang berbeda mengalami variasi yang cukup signifikan baik antar waktu maupun lokasi. Area *kiln coal mill* memiliki nilai rata-rata ISBB tertinggi yaitu sebesar 29,9°C, diikuti oleh *raw mill* sebesar 28,7°C, dan *finish mill* sebesar 28,1°C. Nilai ISBB tertinggi tercatat pada waktu siang hari di *kiln coal mill* sebesar 30,5°C, yang menunjukkan bahwa paparan panas tertinggi terjadi di area ini, kemungkinan akibat proses pembakaran yang menghasilkan panas tinggi.

Kondisi iklim kerja panas yang melebihi NAB di area *kiln coal mill* ini sangat relevan dengan risiko kelelahan kerja. Observasi lapangan mendukung temuan ini, bahwa area *kiln coal mill* merupakan tempat pemanasan bahan baku sehingga adanya hawa panas yang keluar dari alat yang beroperasi. Selain itu, area ini merupakan area terbuka beratap yang memungkinkan panas cahaya matahari masuk dan menambah suhu, berbeda dengan area *raw mill* dan *finish mill* yang tertutup seng di sekelilingnya. Paparan suhu tinggi berpotensi meningkatkan suhu tubuh pekerja dan meningkatkan kehilangan cairan melalui keringat, sehingga berisiko mengalami dehidrasi dan mempercepat timbulnya kelelahan.

Hasil penelitian ini mendukung temuan sebelumnya yang menunjukkan hubungan signifikan antara kondisi panas kerja dan kelelahan. Mustofani & Dwiyanti, (2019) menemukan pengaruh iklim kerja panas terhadap kelelahan operator steam di

industri baja. Demikian pula Annessy (2024) dalam penelitiannya di industri semen menunjukkan hubungan signifikan antara iklim kerja terhadap kelelahan kerja, serta kajian Ioannou et al (2025) juga menegaskan hubungan signifikan kedua variabel tersebut di berbagai sektor industri sehingga berdampak pada kehilangan waktu kerja (*work time loss*).

Lebih lanjut, Amodu et al (2023) menjelaskan bahwa perubahan iklim di tempat kerja yang menimbulkan tekanan panas (*heat stress*) dapat menjadi beban tambahan bagi pekerja, di samping panas yang dihasilkan oleh tubuh akibat aktivitas kerja. Kondisi pekerja di area *kiln coal mill* yang bekerja pada jarak 1 meter dari alat *rotary kiln* saat mengencangkan *bearing* menjadi contoh konkret di mana tekanan panas pada tubuh pekerja meningkat, menyebabkan mereka merasakan panas berlebih. Hal ini secara langsung berkontribusi pada peningkatan risiko kelelahan kerja dan memerlukan upaya pengendalian yang serius.

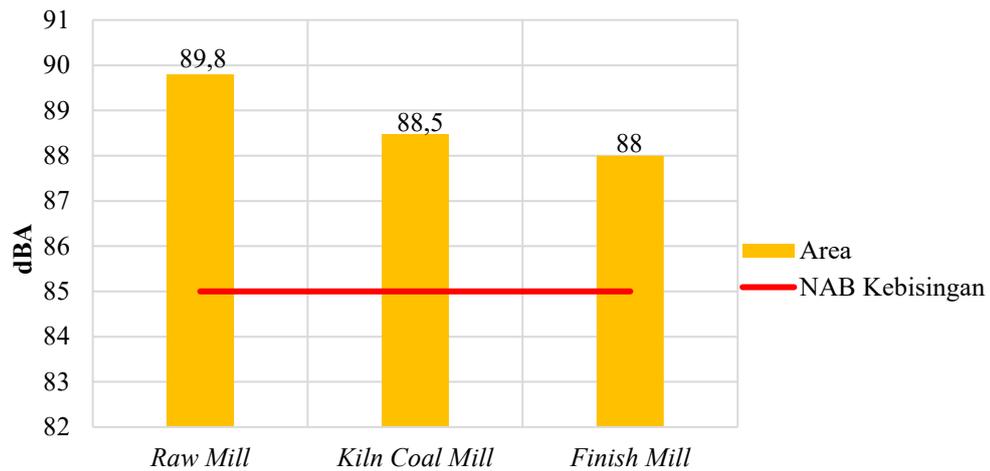
4.2 Pengukuran Kebisingan

Pengukuran kebisingan di tiap lokasi sampling dilakukan selama satu hari, dengan rincian titik pengukuran, dua di area *raw mill*, lima di *kiln coal mill*, dan tiga di *finish mill*. Pada setiap lokasi sampling, kebisingan diukur sekali selama 10 menit, dengan pengambilan pembacaan setiap 5 detik. Hasil pengukuran intensitas kebisingan dapat dilihat pada **Tabel 4.3** dan **Gambar 4.2**.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Intensitas Kebisingan

Area	Titik	Hasil Intensitas kebisingan (dBA)	Rata-rata	NAB (dBA)	Keterangan
Raw Mill	1	92	89,8	85	Tidak Memenuhi*
	2	91,5			Tidak Memenuhi*
	3	84,9			Tidak Memenuhi*
	4	90,5			Tidak Memenuhi*
	5	89,1			Tidak Memenuhi*
Kiln Coal Mill	1	89,6	88,48	85	Tidak Memenuhi*
	2	87,1			Tidak Memenuhi*
	3	85,7			Tidak Memenuhi*
	4	88,3			Tidak Memenuhi*
	5	91,7			Tidak Memenuhi*
Finish mill	1	89,3	88	85	Tidak Memenuhi*
	2	88,7			Tidak Memenuhi*
	3	86			Tidak Memenuhi*

*) - Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan dengan NAB

Hasil pengukuran di Pabrik Indarung V PT. Semen Padang menunjukkan kebisingan di setiap area pengambilan sampel melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) sebesar 85 dBA untuk hari kerja 8 jam, sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018. Area *raw mill* memiliki intensitas kebisingan tertinggi yaitu sebesar 89,8 dBA, diikuti oleh *kiln coal mill* sebesar 88,5 dBA, dan *finish mill* sebesar 88 dBA.

Temuan bahwa semua area melebihi NAB menunjukkan adanya masalah serius terkait paparan kebisingan di lingkungan kerja produksi semen. Menurut kajian (Kanu et al., 2025), intensitas kebisingan yang melebihi NAB dapat menyebabkan kelelahan pada pekerja, mengganggu konsentrasi, dan meningkatkan stres. Rimantho & Cahyadi (2015) juga menegaskan bahwa kebisingan di lingkungan pabrik sering kali melebihi ambang batas yang ditetapkan dan perlu dikendalikan untuk mencegah dampak negatif seperti gangguan pendengaran dan stres. Sumber utama kebisingan ini, berasal dari mesin-mesin produksi berat seperti *raw mill*, *kiln* dan *cement mill*.

Hasil wawancara di lapangan menguatkan bahwa pekerja mengalami keluhan sulit melakukan komunikasi pada *area raw mill*, *kiln coal mill*, dan *finish mill* dikarenakan intensitas kebisingan diatas NAB. Kesulitan berkomunikasi ini merupakan indikasi gangguan serius pada efisiensi kerja dan dapat berkontribusi pada stres dan kelelahan mental (Cummings, 2023), meskipun mungkin tidak langsung terdeteksi sebagai kelelahan fisik (melalui kuesioner IFRC). Kebisingan juga dapat meningkatkan denyut nadi dan menyebabkan pucat serta gangguan

sensoris, yang merupakan indikator beban kerja dan kelelahan (Munzel et al., 2014).

Pekerja produksi hanya memiliki waktu kerja efektif 4–6 jam dari total 8 jam kerja, dan menurut Permenaker No. 5 Tahun 2018, Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan untuk paparan 4 jam adalah 88 dBA. Dengan rata-rata kebisingan yang ditemukan pada beberapa area, terutama *raw mill*, masih sedikit melebihi NAB untuk paparan 4 jam, sementara *kiln coal mill* dan *finish mill* masih sedikit di atas batas tersebut. Hal ini mengisyaratkan bahwa risiko paparan tetap ada dan bahkan dapat menyebabkan dampak jangka panjang seperti ketulian jika tidak dikendalikan dengan baik. Beberapa penelitian Abbasi et al (2019); Mursali et al (2016) telah menemukan hubungan signifikan antara kebisingan dan kelelahan kerja mendukung potensi dampak ini. Oleh karena itu, data kuantitatif yang melebihi NAB dan keluhan kualitatif pekerja tetap menunjukkan urgensi pengendalian kebisingan di area produksi PT. Semen Padang.

4.3 Pengukuran Beban Kerja

Pada penelitian ini, perhitungan beban kerja yang akan dihitung adalah beban fisik dan beban mental. Beban fisik menggunakan metode CVL dan beban mental menggunakan metode DRAWS.

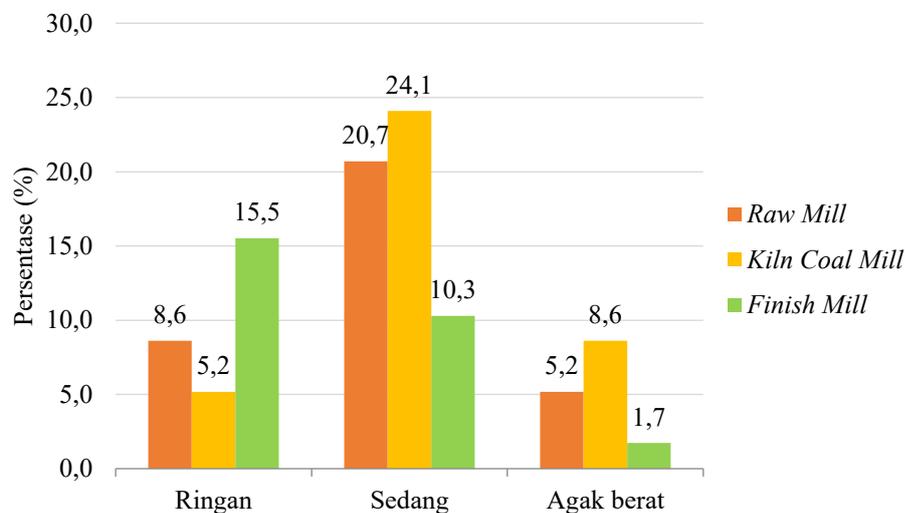
a. Beban fisik

Data yang diperlukan untuk menghitung beban fisik meliputi denyut nadi kerja, denyut nadi istirahat, denyut nadi maksimum, serta usia masing-masing pekerja. Denyut nadi maksimum dihitung dengan rumus 220 dikurangi usia pekerja untuk laki-laki, dan 200 dikurangi usia pekerja untuk perempuan. Pengukuran denyut nadi dilakukan di pergelangan tangan kiri sebanyak 10 kali dengan bantuan *timer*, baik sebelum maupun setelah pekerja melakukan pekerjaan. Hasil perhitungan beban fisik disajikan pada **Tabel 4.4**

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Beban fisik

Area Kerja	Beban Kerja					
	Ringan	%	Sedang	%	Agak Berat	%
<i>Raw Mill</i>	5	8,6	12	20,7	3	5,2
<i>Kiln Coal Mill</i>	3	5,2	14	24,1	5	8,6
<i>Finish mill</i>	9	15,5	6	10,3	1	1,7
Total	17	29,3	32	55,2	9	15,5

Hasil pengukuran beban fisik dengan metode CVL, jumlah responden pada area *raw mill* dengan kategori beban kerja ringan sebanyak 5 orang, kategori sedang 12 orang, dan kategori agak berat 3 orang. Jumlah responden pada area *kiln coal mill* terdapat 3 responden yang termasuk kategori beban kerja ringan, 14 responden pada kategori sedang, dan 5 responden dalam kategori agak berat. Jumlah responden pada area *finish mill* dengan kategori beban kerja ringan sebanyak 9 orang, kategori sedang 6 orang, dan kategori berat 1 orang. Total responden pada area Pabrik Indarung V PT. Semen Padang yaitu terdiri dari 29 orang pada kategori beban kerja ringan, 32 orang pada kategori sedang, dan 9 orang pada kategori berat.



Gambar 4.3 Persentase Frekuensi Pengukuran Beban fisik

Hasil perhitungan beban fisik menggunakan denyut nadi rata-rata pada area *raw mill* (38,26%), *kiln coal mill* (48,36%), dan *finish mill* (34,61%) menunjukkan bahwa ketiga area ini didominasi oleh kategori beban kerja sedang. Konsentrasi beban fisik sedang tertinggi ditemukan di area *kiln coal mill* (24,1%). Kategori beban kerja sedang (nilai %CVL 30%-60%) merupakan proporsi terbesar (55,2%) dari total responden, diikuti oleh beban kerja ringan (29,3%), sementara beban kerja agak berat (15,5%) merupakan yang paling sedikit. Ini mengindikasikan bahwa sebagian besar aktivitas fisik pekerja berada dalam batas yang dapat dikelola, namun terdapat pula proporsi yang signifikan (hampir separuh) yang mengalami beban kerja yang memerlukan perhatian untuk mencegah akumulasi kelelahan.

Temuan ini sejalan dengan prinsip ergonomi Koirala & Nepal (2022) bahwa beban kerja yang optimal adalah beban kerja yang tidak terlalu rendah (membosankan) dan tidak terlalu tinggi (membebani). Fan & Smith (2017) menambahkan bahwa beban kerja yang berlebihan dapat menimbulkan stres, kelelahan, dan konsumsi energi yang tinggi, sementara beban kerja yang terlalu ringan dapat menimbulkan kebosanan. Meskipun mayoritas berada di kategori sedang, keberadaan 6,9% pekerja dengan beban kerja agak berat menunjukkan perlunya evaluasi lebih lanjut terhadap tugas-tugas spesifik yang menyebabkan beban ini, karena kategori "agak berat" menyiratkan bahwa pekerjaan tersebut idealnya dilakukan dalam waktu singkat untuk menghindari dampak negatif. Pemantauan denyut jantung, sebagai indikator fisiologis, menunjukkan sejauh mana beban kerja sesuai dengan kapasitas fisik pekerja

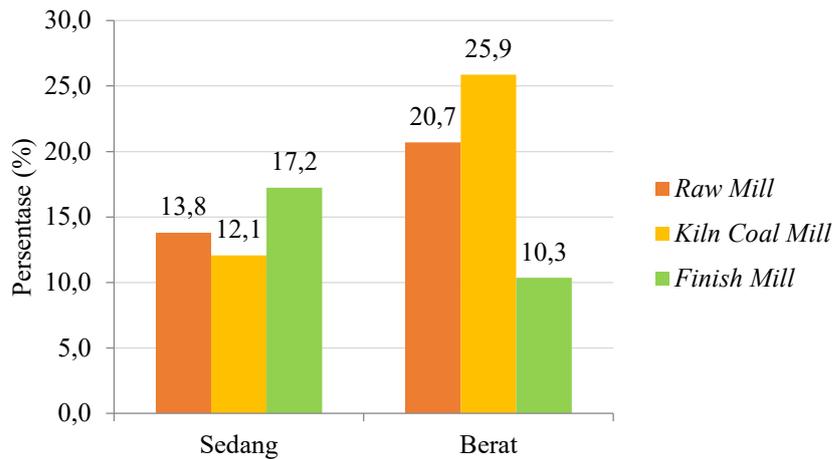
b. Beban mental

Penilaian beban mental pekerja dilakukan menggunakan form DRAWS yang mencakup empat variabel, masing-masing dengan skala 0–100%. Hasil pengukuran beban mental menggunakan metode DRAWS disajikan pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Beban mental

Area	Beban mental			
	Sedang		Berat	
	Jumlah	%	Jumlah	%
<i>Raw mill</i>	8	13,8	12	20,7
<i>Kiln coal mill</i>	7	12,1	15	25,9
<i>Finish mill</i>	10	17,2	6	10,3
Total	25	43,1	33	56,9

Hasil pengukuran beban mental menggunakan metode DRAWS menunjukkan bahwa di area *raw mill*, terdapat 8 responden dengan beban kerja sedang dan 12 responden dengan beban berat. Di area *kiln coal mill*, jumlah responden dengan beban sedang adalah 7 orang, sedangkan yang berbeban berat sebanyak 15 orang. Di area *finish mill*, terdapat 10 responden dengan beban sedang dan 6 responden dengan beban berat. Secara total, pada seluruh area Pabrik Indarung V PT. Semen Padang, terdapat 25 responden dengan beban sedang dan 33 responden dengan beban berat.



Gambar 4.4 Persentase Frekuensi Pengukuran Beban mental

Mayoritas pekerja di area produksi Pabrik Indarung V (56,9%) responden mengalami beban mental pada tingkat berat. Konsentrasi beban mental berat tertinggi ditemukan di area *kiln coal mill* (25,9%). Temuan ini menjadi catatan penting karena beban mental yang berlebihan dapat secara langsung memicu stres, kelelahan, dan pada akhirnya menurunkan kinerja kognitif serta meningkatkan potensi kesalahan (Mahdavi et al., 2024). Beban mental terjadi ketika tuntutan atau tekanan tidak sesuai dengan kemampuan individu, dan tekanan ini akan timbul jika beban kerja terlalu besar dibandingkan sumber daya yang tersedia, termasuk waktu (Longo et al., 2022).

Kondisi beban mental berat ini dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang berkaitan dengan operasional pabrik semen. Mengacu pada variabel DRAWS (*input demand, central demand, output demand, time pressure*), beban mental yang tinggi mungkin berasal dari tuntutan untuk memproses informasi kompleks, membuat keputusan cepat, memastikan kualitas output produk semen yang sesuai spesifikasi, serta tekanan waktu yang ketat dalam menyelesaikan proses produksi secara tepat waktu, terutama di area yang krusial seperti *kiln coal mill* yang menjadi pusat pemanasan. Beban mental yang tinggi ini, jika tidak dikelola, dapat menyebabkan kebosanan pada tugas yang monoton, namun juga kelelahan kognitif yang serius. Oleh karena itu, perlu intervensi untuk memastikan kapasitas mental pekerja tidak melampaui batas optimal, demi mencegah dampak negatif terhadap kesehatan mental, keamanan dan produktivitas.

4.4 Karakteristik Kerja

Data karakteristik kerja responden diperoleh melalui kuesioner kelelahan kerja, basis data pabrik Indarung V PT Semen Padang, serta wawancara langsung dengan pekerja. Karakteristik yang dianalisis meliputi distribusi usia, lama masa kerja, dan pola *shift* kerja. Distribusi frekuensi responden pada unit produksi *raw mill*, *kiln coal mill*, dan *finish mill* disajikan sebagai berikut:

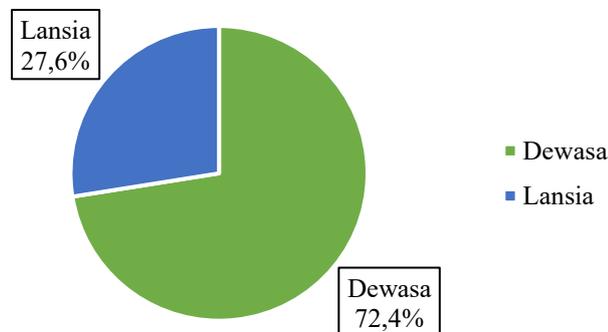
a. Usia Kerja

Klasifikasi usia pekerja yang menjadi responden dalam penelitian ini mengacu pada Departemen Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2009 terkait kriteria usia yaitu kelompok remaja 17–25 tahun, dewasa 26–45 tahun, dan lansia lebih dari 45 tahun. Rekapitan distribusi frekuensi usia disajikan pada **Tabel 4.6** dan **Gambar 4.5**.

Tabel 4.6 Karakteristik Distribusi Frekuensi Usia Responden

Area Kerja	Usia			
	26-45 Tahun		46-65 Tahun	
	Jumlah	%	Jumlah	%
<i>Raw mill</i>	13	22,4	7	12,1
<i>Kiln coal mill</i>	18	31,0	4	6,9
<i>Finish mill</i>	11	19,0	5	8,6
Total	42	72,4	16	27,6

Berdasarkan **Tabel 4.6** menunjukkan bahwa proporsi responden dewasa (30–45 tahun) adalah 22,4% di *raw mill*, 31,0% di *kiln coal mill*, dan 19,0% di *finish mill*. Sedangkan jumlah responden kategori lansia dengan rentang usia lebih dari 45 tahun didapatkan sebanyak 12,1% pada area *raw mill*, 6,9% ada area *kiln coal mill*, dan 8,6% pada area *finish mill*.



Gambar 4.5 Distribusi Frekuensi Usia Responden

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas pekerja di Pabrik Indarung V PT. Semen Padang termasuk dalam kelompok usia dewasa (26-45 tahun) sebanyak 42 orang (72,4%) dan usia Lansia (>45 tahun) sebanyak 16 orang (27,6%). Mayoritas usia dewasa ditemukan di area *kiln coal mill* sebanyak 18 orang (31%). Distribusi usia ini penting untuk dipertimbangkan karena usia memiliki hubungan langsung dengan kapasitas fisik dan fisiologis pekerja (Cunningham et al., 2022). Usia seseorang memiliki hubungan dengan kapasitas fisik dimana ketika seseorang berusia 40 tahun, kekuatan fisik akan menurun sebesar 20% dan keterampilan motorik sensorik menurun sebesar 60% (Watulinggas et al., 2020). Seiring bertambahnya usia, kebutuhan energi seseorang cenderung menurun, dan kemampuan otot untuk melakukan aktivitas fisik juga mengalami penurunan, terutama pada pekerja dengan beban kerja berat. Hal ini lebih sering terjadi pada tenaga kerja usia lanjut, karena kapasitas fisik seperti penglihatan, pendengaran, dan kecepatan reaksi menurun seiring bertambahnya usia. Berkurangnya kapasitas fisik tersebut berdampak pada menurunnya produktivitas optimal pekerja dan membuat mereka lebih rentan mengalami kelelahan (Varianou-Mikellidou et al., 2020).

b. Masa Kerja

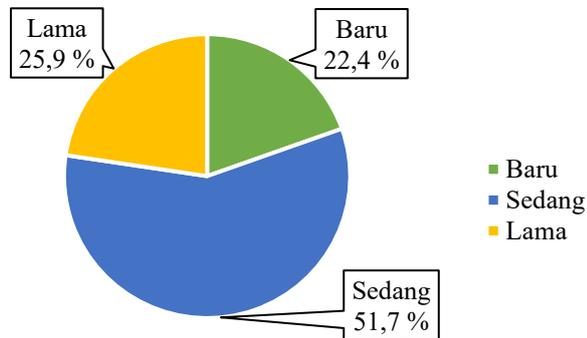
Masa kerja responden dibagi ke dalam tiga kategori: baru (<6 tahun), sedang (6–10 tahun), dan lama (>10 tahun). Distribusi frekuensi masing-masing kategori disajikan pada **Tabel 4.7** dan **Gambar 4.6**.

Tabel 4.7 Karakteristik Distribusi Frekuensi Masa Kerja Responden

Area Kerja	Masa Kerja					
	< 6 Tahun		6-10Tahun		> 10 Tahun	
	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%
<i>Raw mill</i>	4	6,9	10	17,2	6	10,3
<i>Kiln coal mill</i>	6	6,9	12	24,1	4	6,9
<i>Finish mill</i>	4	8,6	7	10,3	5	8,6
Total	14	22,4	29	51,7	15	25,9

Berdasarkan **Tabel 4.7** menunjukkan responden dengan masa kerja baru (1-5 tahun) sebanyak 6,9% di area *raw mill* 6,9% di area *kiln coal mill* dan 8,6% di area *finish mill*. Responden dengan masa kerja sedang (6-10 tahun) sebanyak 17,2% di area *raw mill*, 24,1% di area *kiln coal mill*, dan 10,3% di area *finish mill*. Sedangkan

responden dengan masa kerja lama (>10 tahun) sebanyak 10,3% pada area *raw mill*, 6,9% pada area *kiln coal mill*, dan 8,6% pada area *finish mill*.



Gambar 4.6 Diagram Distribusi Frekuensi Masa Kerja Responden

Hasil distribusi frekuensi masa kerja responden pada area pabrik Indarung V PT. Semen Padang menunjukkan bahwa mayoritas pekerja (51,7%) berada pada rentang masa kerja sedang (6-10 tahun), yang terdapat pada area *kiln coal mill* (24,1%). Temuan ini mengindikasikan bahwa sebagian besar pekerja di Indarung V telah memiliki pengalaman yang memadai dan terampil dalam menjalankan tugas-tugas produksi mereka. Menurut Suma'mur, (2009) Masa kerja yang lebih lama berpotensi meningkatkan produktivitas, karena pekerja menjadi lebih mahir dalam melaksanakan pekerjaannya. Namun demikian, masa kerja yang panjang juga membawa potensi risiko, yaitu timbulnya rasa bosan dan kelelahan, terutama jika pekerjaan bersifat monoton atau kurang adanya variasi tugas (Caldwell et al., 2019). Dalam konteks industri semen, meskipun keterampilan meningkat seiring masa kerja, akumulasi paparan terhadap lingkungan kerja yang menantang (panas, bising, debu) dapat mempercepat kelelahan kronis. Oleh karena itu, penting untuk memonitor kelelahan pada semua kategori masa kerja, bukan hanya pada yang baru atau sangat lama, mengingat potensi akumulasi dampak lingkungan.

c. *Shift* Kerja

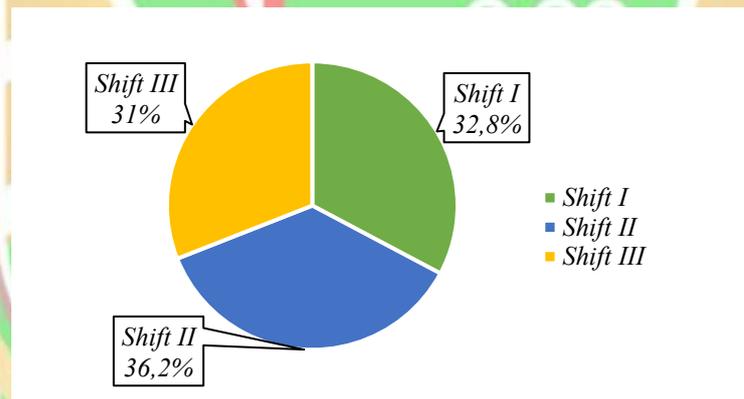
Pabrik Indarung V PT Semen Padang memberlakukan sistem kerja bergilir (*shift work*) bagi tenaga kerja bagian produksi, yang terdiri atas tiga *shift*. *Shift I* berlangsung pukul 07.00–15.00, *shift II* dilaksanakan pukul 15.00–23.00, dan *shift III* dimulai pukul 23.00 hingga 07.00. Setiap *shift* memiliki durasi kerja selama 8 jam per hari, dengan pergantian jadwal kerja dilakukan setiap dua hari

sekali dan disertai dua hari masa libur. Distribusi frekuensi pekerja berdasarkan *shift* kerja disajikan pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8 Karakteristik Distribusi Frekuensi *Shift* Kerja Responden

Area Kerja	<i>Shift</i> Kerja					
	<i>Shift I</i>		<i>Shift II</i>		<i>Shift III</i>	
	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%
<i>Raw mill</i>	6	10,3	7	12,1	7	12,1
<i>Kiln coal mill</i>	7	12,1	9	15,5	6	10,3
<i>Finish mill</i>	6	10,3	5	8,6	5	8,6
Total	19	32,8	21	36,2	18	31,0

Berdasarkan **Tabel 4.8** dapat dilihat responden yang berkerja pada *shift I* sebanyak (10,3%) di area *raw mill*, (12,1%) di area *kiln coal mill* dan (10,3%) di area *finish mill*. Responden yang berkerja pada *shift II* sebanyak (12,1%) di area *raw mill*, (15,5%) di area *kiln coal mill*, dan (8,6%) di area *finish mill*. Sedangkan responden yang berkerja pada *shift III* sebanyak (12,1%) pada area *raw mill*, (10,3%) pada area *kiln coal mill*, dan (8,6%) pada area *finish mill*.



Gambar 4.7 Diagram Distribusi Frekuensi *Shift* Kerja Responden

Hasil distribusi frekuensi *shift* kerja responden pada area pabrik Indarung V PT. Semen Padang menunjukkan bahwa mayoritas pekerja (36,2%) yang bekerja pada *shift II*, yang didominasi terdapat pada area *kiln coal mill* (15,5%). Meskipun pembagian jam kerja yang merata tiap *shift* dapat berkontribusi pada distribusi beban kerja yang setara, observasi menunjukkan bahwa jika terjadi kendala saat mesin rusak atau karena hal lainnya, pekerja *shift* pagi dan siang mendapatkan lembur sehingga bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan, bahkan sampai malam hari. Hal ini berpotensi meningkatkan total waktu kerja dan akumulasi kelelahan. Menurut Varianou-Mikellidou et al (2020), pekerja yang menjalani *shift* malam memerlukan perhatian khusus karena terganggunya ritme sirkadian dapat

menyebabkan metabolisme tubuh sulit beradaptasi. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan kelelahan, gangguan tidur, penurunan fungsi sistem pencernaan, serta munculnya reaksi psikologis tertentu. Dengan demikian, pola kerja bergilir, terutama pada *shift* malam dan frekuensi lembur, merupakan faktor yang berperan penting dalam meningkatkan risiko kelelahan pada pekerja di bagian produksi PT Semen Padang.

4.5 Analisis Kelelahan Kerja

Dalam penelitian ini, kelelahan kerja diukur menggunakan kuesioner IFRC dalam mengukur kelelahan kerja. Kelelahan kerja dianalisis dengan perhitungan skor yang menggunakan empat skala *likert* terhadap jawaban kuesioner, dan kemudian dijumlahkan menjadi total skor individu.

Keterangan:

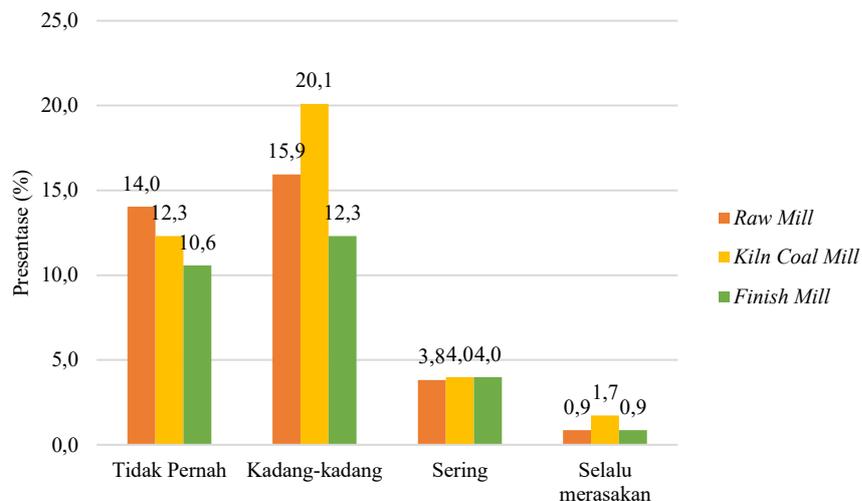
Skor 1 = tidak pernah

Skor 2 = kadang-kadang (1-3 kali seminggu)

Skor 3 = sering (≥ 4 kali seminggu)

Skor 4 = selalu

Kuesioner IFRC yang digunakan berjumlah 30 butir, terdiri dari 10 pertanyaan tentang melemahnya aktivitas, 10 pertanyaan mengenai motivasi kerja, dan 10 pertanyaan terkait kelelahan fisik. Persentase jawaban responden tiap kategori ditunjukkan pada **Gambar 4.8**, **Gambar 4.9**, dan **Gambar 4.10**.



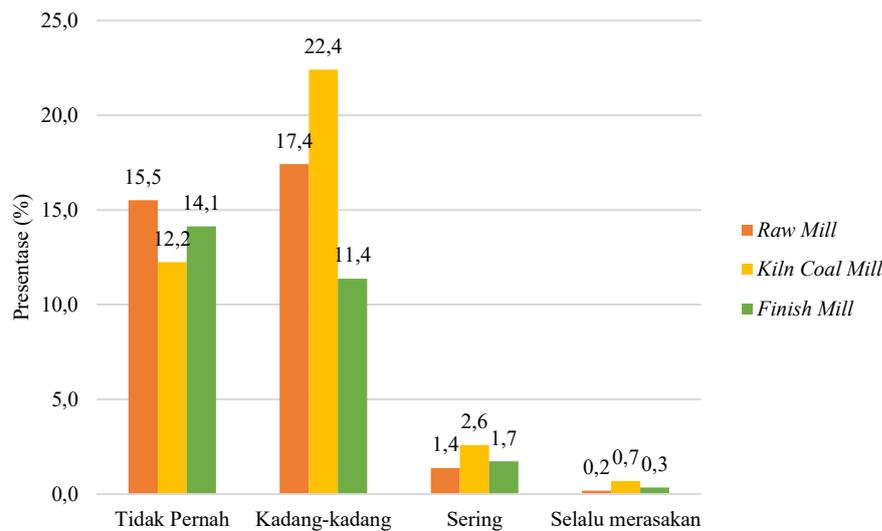
Gambar 4.8 Persentase Distribusi Frekuensi Kategori Melemahnya Kegiatan

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan jawaban responden mengenai gejala melemahnya kegiatan seperti pada **Gambar 4.8** yang menjelaskan bahwa persentase responden yang tidak pernah merasakan adalah sebesar 36,9%, kadang-kadang merasakan sebesar 48,4%, sering merasakan sebesar 11,8%, dan selalu merasakan sebesar 3,5%. Berdasarkan 10 pertanyaan mengenai melemahnya kegiatan, persentase paling besar pada terdapat pada jawaban kadang-kadang, hal ini menandakan bahwa mayoritas pekerja kadang-kadang merasakan melemahnya kegiatan saat bekerja.

Dominasi jawaban "kadang-kadang merasakan" (48,4%) untuk gejala melemahnya kegiatan menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja di area produksi Indarung V mengalami indikasi kelelahan yang mempengaruhi aktivitas mereka, meskipun tidak bersifat konstan. Kondisi ini merupakan sebuah sinyal peringatan yang memerlukan perhatian, karena dapat berkembang menjadi kelelahan yang lebih parah jika diabaikan. Berdasarkan 10 pertanyaan mengenai melemahnya kegiatan, persentase paling besar pada kategori "sering" dan "selalu merasakan" secara gabungan terdapat pada pertanyaan "apakah saudara sering menguap saat bekerja?" (21,1% sering, 10,5% selalu; total 31,6%).

Ini mengindikasikan bahwa keluhan paling menonjol pada gejala melemahnya kegiatan adalah mengantuk atau sering menguap saat bekerja. Gejala seperti menguap dan mengantuk merupakan respons fisiologis yang umum terjadi akibat kurang tidur, istirahat yang tidak memadai, atau akumulasi kelelahan (Thompson, 2014).

Dalam lingkungan pabrik yang membutuhkan kewaspadaan tinggi, penurunan konsentrasi akibat mengantuk dapat secara signifikan meningkatkan risiko kesalahan operasional dan kecelakaan kerja. Kelelahan kerja yang ditandai dengan rasa mudah lelah dan menurunnya kerja fisik sejalan dengan gejala melemahnya kegiatan ini, sebagaimana dijelaskan oleh (Caldwell et al., 2019).

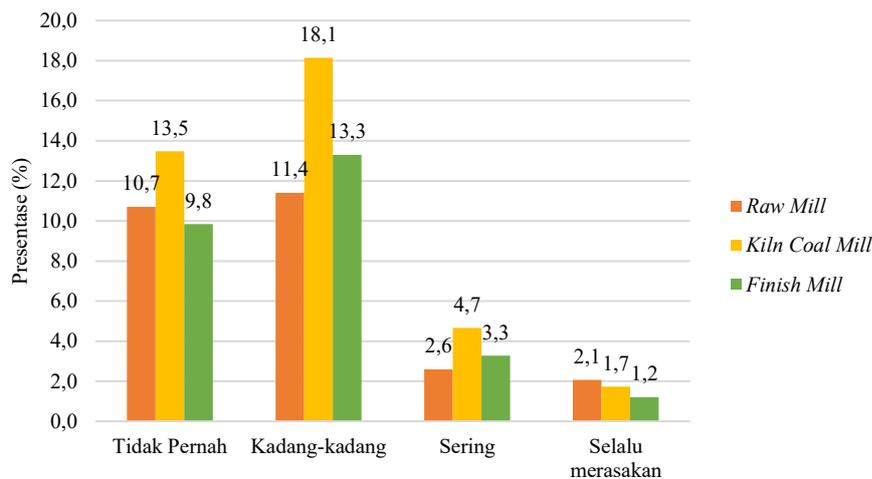


Gambar 4.9 Persentase Distribusi Frekuensi Kategori Melemahnya Motivasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa gejala melemahnya motivasi, seperti ditampilkan pada **Gambar 4.9** yang menjelaskan bahwa persentase responden yang tidak pernah merasakan sebesar 41,9%, kadang-kadang merasakan sebesar 51,2%, sering merasakan sebesar 5,7%, dan selalu merasakan sebesar 1,2%. Berdasarkan 10 pertanyaan mengenai melemahnya motivasi, persentase paling besar terdapat pada kategori kadang-kadang, dapat disimpulkan mayoritas pekerja kadang-kadang merasakan melemahnya motivasi, dan ada proporsi yang signifikan yang relatif tidak terpengaruh secara motivasional.

Hal ini dapat mengindikasikan bahwa meskipun pekerja mungkin menghadapi tantangan fisik atau lingkungan, faktor-faktor pendorong motivasi lainnya di PT. Semen Padang masih cukup kuat bagi sebagian besar pekerja, atau bahwa dimensi motivasi dari kelelahan tidak sejelas dimensi fisik atau perilaku.

Namun, adanya 6,9% pekerja (5,7% sering + 1,2% selalu) yang mengalami gejala melemahnya motivasi secara konsisten tetap menjadi perhatian serius. Abd-Elfattah et al (2015) menegaskan bahwa kelelahan tidak hanya mempengaruhi kondisi fisik, tetapi juga berdampak pada aspek psikologis, seperti munculnya perasaan tegang, mudah tersinggung, dan rasa lemah, kesulitan berkonsentrasi, hingga terganggunya kemampuan berpikir secara koheren. Penurunan motivasi dapat berdampak pada inisiatif, komitmen terhadap kualitas, dan pada akhirnya menurunkan produktivitas serta meningkatkan risiko kelalaian dalam pekerjaan produksi yang membutuhkan ketekunan.



Gambar 4.10 Persentase Distribusi Frekuensi Kategori Kelelahan Fisik

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan jawaban responden mengenai kelelahan fisik seperti pada **Gambar 4.10** yang menjelaskan bahwa persentase responden yang tidak pernah merasakan sebesar 34%, kadang-kadang merasakan sebesar 42,8%, sering merasakan sebesar 10,5%, dan selalu merasakan sebesar 5%. Persentase paling besar terdapat pada kategori kadang-kadang, dapat disimpulkan mayoritas pekerja kadang-kadang merasakan kelelahan fisik.

Temuan ini konsisten dengan hasil pengukuran iklim kerja panas pada **sub-bab 4.1**, di mana area *kiln coal mill* diketahui melebihi NAB iklim kerja panas. Rasa haus yang ekstrem adalah indikator dehidrasi, yang merupakan gejala umum dari paparan panas berlebihan dan secara langsung menyebabkan kelelahan konsistensi antara tingginya kelelahan fisik dan kondisi lingkungan kerja yang panas memperkuat validitas temuan bahwa iklim kerja panas berperan dalam kelelahan yang dialami oleh pekerja. Rekapitulasi tingkat kelelahan kerja berdasarkan area kerja di Pabrik Indarung V PT Semen Padang disajikan pada **Tabel 4.9** sebagai berikut:

Tabel 4.9 Rekapitan Kelelahan Kerja Berdasarkan Area

Area Kerja	Kategori Kelelahan Kerja					
	Ringan		Sedang		Berat	
	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%
<i>Raw mill</i>	9	15,5	9	15,5	2	3,4
<i>Kiln coal mill</i>	4	6,9	14	24,1	4	6,9
<i>Finish mill</i>	9	15,5	4	6,9	3	5,2
Total	22	37,9	27	46,6	9	15,5

Berdasarkan **Tabel 4.9** secara keseluruhan, mayoritas pekerja pada area Pabrik Indarung V PT. Semen Padang mengalami kelelahan kerja kategori sedang (46,6% responden), diikuti oleh kategori ringan (37,9%), dan kategori berat (15,5%). Tidak ditemukan kelelahan kerja dengan kategori sangat berat. Ketika dilihat per area, pekerja pada area *raw mill* menunjukkan distribusi kelelahan kerja yang seimbang antara kategori ringan dan sedang (masing-masing 15,5%). Demikian pula pada area *finish mill*, mayoritas pekerjanya mengalami kelelahan ringan (15,5%). Namun, pekerja pada area *kiln coal mill* secara signifikan lebih banyak mengalami kelelahan kerja sedang (24,1%), yang merupakan persentase tertinggi untuk kategori sedang di antara semua area. Area ini juga memiliki proporsi kelelahan berat yang paling tinggi.

Temuan ini secara kuat mengindikasikan bahwa area *kiln coal mill* merupakan titik kritis dengan tingkat kelelahan yang lebih tinggi dibandingkan area lain, terutama dalam hal kelelahan fisik yang sering dilaporkan (rasa haus). Kondisi ini sejalan dengan temuan Ihsan et al (2020) pada industri *crumb rubber*, di mana 72,6% pekerja berada pada kategori kelelahan sedang, sementara hanya 26,3% mengalami kelelahan ringan dan 1% berat. Hal ini memperkuat karakteristik umum kelelahan di sektor industri berat, di mana beban kerja yang tinggi tidak serta-merta menimbulkan kelelahan berat, melainkan lebih sering memunculkan kelelahan sedang. Wulandari et al (2016), dalam studinya juga memperoleh hasil kelelahan kerja didominasi oleh kelelahan kerja sedang (90%) dan beban kerja berat (10%), tidak diperoleh beban kerja ringan. Selain itu, Sari (2024) dalam studi pada produksi pabrik karet remah tentang kelelahan kerja, juga melaporkan bahwa mayoritas responden termasuk dalam rentang kelelahan sedang (73,2%), sementara hanya (26,8%) dengan kategori kelelahan ringan. Ini selaras dengan distribusi kelelahan di area *raw mill* dan *finish mill* pada penelitian ini, yang menunjukkan proporsi signifikan dalam kategori kelelahan sedang.

Mayoritas responden mengalami kelelahan ringan hingga sedang dengan kelompok kelelahan berat sebesar 15,5% mengindikasikan tekanan kerja yang mendekati batas toleransi fisiologis. Kondisi ini dapat memicu peralihan cepat dari kelelahan ringan ke kelelahan sedang atau bahkan berat jika tidak ditangani segera. Oleh karena itu, meskipun rata-rata kelelahan tergolong sedang atau ringan di beberapa

area, potensi risiko kelelahan yang lebih parah di area tertentu seperti *kiln coal mill* menuntut perhatian dan intervensi khusus untuk menjaga kesehatan dan keselamatan pekerja.

4.6 Analisis Statistik

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh beban kerja, iklim kerja, kebisingan, dan karakteristik pekerja terhadap tingkat kelelahan di area produksi Indarung V PT Semen Padang. Analisis dilakukan melalui beberapa tahap, yakni uji normalitas *Kolmogorov Smirnov*, uji korelasi Pearson, dan regresi linear berganda. Variabel independen meliputi iklim kerja, kebisingan, beban kerja dan karakteristik pekerja, sedangkan variabel dependen adalah kelelahan kerja. Uji normalitas menentukan distribusi variabel independen, uji korelasi mengidentifikasi adanya hubungan signifikan, dan regresi linear berganda menganalisis pengaruh variabel independen terhadap kelelahan, baik secara simultan maupun parsial.

4.6.1 Uji Normalitas Data

Uji normalitas dilakukan untuk setiap variabel kuantitatif yang akan digunakan dalam analisis korelasi dan regresi, yaitu, nilai ISBB iklim kerja, nilai intensitas kebisingan, skor beban fisik, skor beban mental dan total skor kelelahan kerja. Uji *Kolmogorov Smirnov* dilakukan untuk menilai apakah data mengikuti distribusi normal. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada **Tabel 4.10**

Tabel 4.10 Hasil Uji Normalitas Setiap Variabel

Variabel	<i>p-value</i>	Keterangan
Iklim Kerja	0,186	Data normal
Kebisingan	0,163	Data normal
Beban Fisik	0,098	Data normal
Beban Mental	0,197	Data normal
Usia	0,069	Data normal
Masa Kerja	0,055	Data normal
<i>Shift</i> Kerja	0,171	Data normal

Berdasarkan hasil pada **Tabel 4.10**, seluruh variabel dinyatakan terdistribusi normal dengan nilai *p-value* $\geq 0,05$. Dengan demikian, tahap analisis berikutnya adalah melakukan uji korelasi *Pearson Product Moment*.

4.6.2 Uji Korelasi

Uji korelasi digunakan untuk mengevaluasi apakah variabel independen seperti iklim kerja, kebisingan, beban kerja, dan karakteristik kerja memiliki hubungan yang signifikan dengan variabel dependen, yakni kelelahan kerja. Nilai signifikansi pada uji ini merepresentasikan peluang terjadinya kesalahan dalam pengambilan keputusan. Jika nilai uji memenuhi kriteria, maka dapat disimpulkan bahwa variabel independen memiliki hubungan signifikan dengan variabel dependen. Analisis korelasi dalam penelitian ini melibatkan variabel iklim kerja, kebisingan, beban kerja, usia, masa kerja, dan *shift* kerja.

4.6.2.1 Analisis hubungan iklim kerja panas dengan kelelahan kerja

Hasil uji korelasi antara variabel iklim kerja dengan kelelahan kerja disajikan pada **Tabel 4.11**.

Tabel 4.11 Hubungan Iklim kerja Panas dengan Kelelahan Kerja

Variabel	<i>p-value</i>	R Hitung	R Tabel	Kekuatan Korelasi
Iklim kerja	0,048	0,261	0,259	Korelasi lemah

Hasil analisis yang disajikan pada **Tabel 4.11** menunjukkan adanya hubungan antara iklim kerja dan tingkat kelelahan kerja. Penentuan hubungan signifikan pada uji korelasi didasarkan pada nilai signifikansi (*p-value*) serta nilai koefisien korelasi (*r*). Sesuai ketentuan, apabila nilai probabilitas $> 0,05$ maka H_1 ditolak dan H_0 diterima. Pada penelitian ini diperoleh hasil *p-value* = $0,057 < 0,05$, sehingga dapat disimpulkan adanya hubungan signifikan antara iklim kerja dan kelelahan kerja. Nilai *r* hitung sebesar 0,261, lebih tinggi daripada *r* tabel 0,259, yang menunjukkan adanya korelasi dengan kekuatan hubungan yang tergolong lemah.

Temuan penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Gustia (2017) mengenai kelelahan kerja pada pekerja di PT Semen Tonasa (Persero) Kabupaten Pangkep, yang menunjukkan nilai *p-value* sebesar $0,042 < 0,05$. Hal ini menunjukkan adanya hubungan signifikan antara iklim kerja dengan tingkat kelelahan kerja. Selaras dengan itu, penelitian yang dilakukan oleh Annessy, (2024) mengenai pengaruh kebisingan, iklim kerja, dan *shift* kerja terhadap kelelahan kerja pada pekerja produksi semen juga menunjukkan adanya pengaruh iklim kerja terhadap kelelahan kerja, dengan nilai *p-value* sebesar $0,041 < 0,05$. Hasil ini berarti

Ha diterima, sehingga dapat disimpulkan terdapat hubungan yang signifikan antara iklim kerja dengan kelelahan kerja.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumber utama panas di area kerja berasal dari mesin produksi, khususnya *rotary kiln* yang beroperasi pada unit *kiln mill*. Kinerja mesin tersebut meningkatkan suhu lingkungan, yang kemudian diperparah oleh paparan sinar matahari serta pantulan panas dari material seng yang menutup sebagian besar area pada siang hari. Kondisi tersebut menyebabkan suhu tubuh pekerja meningkat, sehingga memicu produksi keringat berlebih. Kehilangan cairan tubuh yang berlebihan dapat menyebabkan dehidrasi, yang pada gilirannya mempercepat timbulnya kelelahan. Selain itu, perubahan kondisi iklim kerja dapat menimbulkan tekanan panas (*heat stress*) yang menjadi beban tambahan bagi pekerja. Hal ini terlihat pada pekerja di area *kiln coal mill*, yang melakukan pekerjaan pada jarak sekitar satu meter dari *rotary kiln* ketika melakukan pengencangan *bearing*. Kedekatan dengan sumber panas tersebut mengakibatkan tekanan panas tubuh meningkat dan pekerja merasakan panas berlebih selama bekerja.

4.6.2.2 Analisis hubungan intensitas kebisingan dengan kelelahan kerja

Hasil uji korelasi antara variabel kebisingan dengan kelelahan kerja disajikan pada **Tabel 4.12**.

Tabel 4.12 Hubungan Kebisingan dengan Kelelahan Kerja

Variabel	<i>p-value</i>	R Hitung	R Tabel	Kekuatan Korelasi
Kebisingan	0,040	0,270	0,259	Korelasi lemah

Berdasarkan **Tabel 4.12**, dapat dilihat adanya hubungan antara tingkat kebisingan dan kelelahan kerja. Penentuan hubungan ini menggunakan nilai signifikansi (*p-value*) dan koefisien korelasi (*r*). Sesuai kriteria pengujian, jika *p-value* > 0,05, H_1 ditolak dan H_0 diterima. Hasil menunjukkan *p-value* sebesar $0,040 < 0,05$, sehingga terdapat hubungan signifikan antara kebisingan dan kelelahan kerja. Namun, berdasarkan perbandingan *r* hitung (0,259) dengan *r* tabel (0,270), korelasi yang diperoleh tergolong sangat lemah.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Afriani (2020), yang melaporkan terdapat hubungan signifikan antara kebisingan dengan kelelahan kerja, dengan nilai *p-value* sebesar $0,046 < 0,05$. Selaras dengan hal tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh Yanti et al (2022) juga menunjukkan hubungan signifikan antara paparan kebisingan dengan kelelahan kerja. Kebisingan dapat menimbulkan berbagai efek negatif, seperti kerusakan pada indera pendengaran yang menurunkan fungsi pendengaran sementara maupun permanen, peningkatan tekanan darah dan denyut jantung, risiko gangguan kardiovaskular, gangguan pencernaan, serta stres psikologis, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap kelelahan kerja. Kebisingan dari mesin yang beroperasi menyebabkan gangguan komunikasi bagi pekerja, sehingga percakapan atau instruksi sulit didengar dan memerlukan suara lebih keras. Aktivitas berbicara dengan volume tinggi meningkatkan pengeluaran energi dan berpotensi menimbulkan kelelahan. Penelitian ini menemukan hubungan antara kebisingan dan kelelahan kerja di Pabrik Indarung V PT. Semen Padang. Hal tersebut didukung dengan hasil pengukuran kebisingan rata-rata pada area produksi pabrik Indarung V PT. Semen Padang sebesar 88,76 dB yang telah melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) menurut Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018, waktu pemaparan 8 jam kerja yang diperbolehkan sebesar 85 dB. Hal tersebut menjadi bukti bahwa kebisingan yang melebihi NAB akan berpengaruh pada kelelahan kerja. Terpapar bising dengan intensitas di atas NAB menimbulkan dampak jangka panjang yaitu ketulian.

4.6.2.3 Analisis hubungan beban fisik dengan kelelahan kerja

Hasil uji korelasi antara variabel beban fisik dengan kelelahan kerja disajikan pada **Tabel 4.13**.

Tabel 4.13 Hubungan Beban Fisik dengan Kelelahan Kerja

Variabel	<i>p-value</i>	R Hitung	R Tabel	Kekuatan Korelasi
Beban fisik	0,078	0,234	0,259	Korelasi lemah

Berdasarkan **Tabel 4.13** dapat diketahui adanya analisis hubungan antara beban fisik kerja dengan tingkat kelelahan kerja. Penentuan adanya hubungan dilakukan melalui uji korelasi dengan memperhatikan nilai signifikansi (*p-value*) maupun nilai koefisien korelasi (*r*). Sesuai kriteria pengujian, apabila nilai probabilitas lebih besar dari 0,05 maka hipotesis alternatif (H1) ditolak dan hipotesis nol (H0) diterima. Hasil analisis menunjukkan *p-value* sebesar 0,078 ($> 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara beban fisik kerja dan kelelahan kerja. Selain itu, nilai *r* hitung sebesar 0,234 lebih kecil

dibandingkan r tabel (0,259), yang menandakan kekuatan korelasi berada pada kategori lemah.

Temuan ini konsisten dengan penelitian yang dilakukan oleh Dewi et al (2019), yang meneliti pengaruh beberapa faktor terhadap kelelahan kerja. Hasil uji menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,581 pada variabel beban fisik terhadap kelelahan kerja, sehingga dapat disimpulkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kedua variabel tersebut. Selanjutnya, penelitian oleh Anggorokasih et al (2019), yang mengkaji hubungan beban fisik dengan kelelahan kerja pada pekerja konstruksi memperoleh hasil *p-value* = 0,326. Hal ini juga mengindikasikan bahwa tidak terdapat hubungan signifikan antara beban fisik dan kelelahan kerja. Selain itu, penelitian oleh Seftiani (2017) pada pekerja pabrik Indarung IV PT. Semen Padang menunjukkan bahwa beban kerja tidak berpengaruh terhadap kelelahan kerja, dengan nilai *p-value* yang diperoleh sebesar 0,215.

Berdasarkan hasil penelitian, lingkungan kerja berat seperti di pabrik Indarung V PT Semen Padang yang menuntut tenaga fisik tinggi bukanlah prediktor utama kelelahan kerja subjektif. Hal ini terjadi karena tubuh pekerja cenderung beradaptasi terhadap tuntutan fisik melalui berbagai mekanisme fisiologis (misalnya peningkatan kapasitas kardiorespiratori, penguatan otot, adaptasi neuromuskular) dan strategi *coping* (rotasi tugas, istirahat mikro, hidrasi). Oleh karena itu, variabel kontekstual lain seperti kondisi psikologis, kualitas tidur, status nutrisi, istirahat, serta kebisingan dan suhu lingkungan mungkin memiliki peranan yang lebih besar dalam menentukan tingkat kelelahan nyata pada pekerja pabrik Indarung V PT. Semen Padang. Dengan kata lain, beban fisik yang berat tidak otomatis menimbulkan kelelahan tinggi jika kondisi pendukung lainnya seperti istirahat cukup dan kebugaran terjaga.

4.6.2.4 Analisis hubungan beban mental dengan kelelahan kerja

Hasil uji korelasi antara variabel beban mental dengan kelelahan kerja disajikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hubungan Beban Mental dengan Kelelahan Kerja

Variabel	<i>p-value</i>	R Hitung	R Tabel	Kekuatan Korelasi
Beban mental	0,010	0,336	0,259	Korelasi lemah

Berdasarkan **Tabel 4.14** dapat dilihat hasil analisis mengenai hubungan antara beban mental kerja dengan tingkat kelelahan kerja. Penentuan adanya hubungan dilakukan melalui uji korelasi dengan memperhatikan nilai signifikansi (*p-value*) maupun nilai koefisien korelasi (*r*). Berdasarkan ketentuan uji korelasi, apabila nilai probabilitas lebih kecil dari 0,05 maka hipotesis alternatif (*H1*) diterima dan hipotesis nol (*H0*) ditolak. Hasil perhitungan menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,019 ($< 0,05$), sehingga dapat disimpulkan terdapat hubungan yang signifikan antara beban mental kerja dengan kelelahan kerja. Selain itu, nilai *r* hitung sebesar 0,336 lebih besar dibandingkan dengan *r* tabel sebesar 0,259, yang menunjukkan bahwa terdapat korelasi dengan kekuatan hubungan pada kategori lemah.

Temuan ini didukung oleh penelitian Zhang et al (2023), melaporkan bahwa tingginya beban mental secara signifikan berkontribusi terhadap meningkatnya risiko kelelahan kerja, khususnya pada aspek kelelahan emosional dan fisik tenaga kerja. Selain itu, penelitian Marfiah et al (2024) juga menunjukkan adanya hubungan signifikan antara beban mental dan kelelahan kerja, di mana beban mental yang tinggi cenderung menimbulkan kelelahan akibat pekerjaan administratif yang bersifat monoton serta adanya tuntutan pencapaian target waktu. Hasil serupa ditunjukkan oleh penelitian Fathonah & Nisa (2023) yang menemukan hubungan positif antara beban mental dengan kelelahan kerja, dengan mayoritas pekerja yang mengalami beban mental berat juga menunjukkan tingkat kelelahan yang tinggi, terutama pada pekerjaan dengan aktivitas fisik berulang dan tekanan waktu di sektor konstruksi. Selanjutnya, penelitian Amir et al (2019) memperkuat temuan tersebut dengan membuktikan bahwa beban mental berhubungan signifikan dengan kelelahan kerja sekaligus stres, di mana faktor utama penyebabnya meliputi tekanan waktu, kebutuhan konsentrasi tinggi, serta target produksi yang ketat dalam industri otomotif.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa peningkatan beban mental yang dialami pekerja berbanding lurus dengan tingginya risiko kelelahan kerja. Pengaruh beban mental terhadap kelelahan kerja pada Pabrik Indarung V PT Semen Padang disebabkan oleh karakteristik proses kerja yang berlangsung secara berkesinambungan serta memerlukan tingkat konsentrasi yang tinggi. Pekerja harus memantau parameter proses, menjaga kestabilan operasi, mengambil keputusan

cepat dalam situasi darurat, serta harus mencapai target produksi sesuai waktu yang ditentukan. Tuntutan tersebut, terutama pada area seperti *raw mill*, *kiln*, dan *finish mill*, meningkatkan tekanan mental. Apalagi jika dikombinasikan dengan kondisi kerja seperti *shift* malam, kebisingan, dan iklim yang panas, maka kelelahan mental pun lebih mudah terjadi, sehingga menguras energi secara psikologis maupun fisik. Kondisi ini dalam jangka panjang dapat memicu kelelahan mental dan menurunkan performa kerja

4.6.2.5 Analisis Uji Korelasi usia dengan kelelahan kerja

Hasil uji korelasi antara variabel usia dengan kelelahan kerja disajikan pada **Tabel 4.15** berikut:

Tabel 4.15 Hubungan Usia dengan Kelelahan Kerja

Variabel	<i>p-value</i>	R Hitung	R Tabel	Kekuatan Korelasi
Usia	0,559	-0,078	0,259	Korelasi sangat lemah

Berdasarkan **Tabel 4.15** dapat diketahui hasil analisis mengenai hubungan antara usia dengan tingkat kelelahan kerja. Uji korelasi dilakukan dengan memperhatikan nilai signifikansi (*p-value*) dan koefisien korelasi (*r*). Sesuai dengan ketentuan pengujian, apabila nilai probabilitas lebih besar dari 0,05 maka hipotesis alternatif (H_1) ditolak dan hipotesis nol (H_0) diterima. Hasil analisis menunjukkan *p-value* sebesar 0,559 ($> 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara usia dan kelelahan kerja. Sementara itu, nilai *r* hitung sebesar -0,078 lebih kecil dibandingkan *r* tabel sebesar 0,259, yang menunjukkan bahwa kekuatan korelasi berada pada kategori sangat lemah.

Temuan ini konsisten dengan penelitian Fajriani (2023) menganalisis faktor-faktor yang berhubungan dengan kelelahan kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel usia tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap kelelahan kerja, dengan nilai *p-value* sebesar 0,107. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Kakisina et al (2017) mengenai hubungan usia dan beban kerja dengan kelelahan kerja juga memperlihatkan hasil serupa, di mana usia tidak berhubungan signifikan dengan kelelahan kerja (*p-value* = 0,388; $p > 0,05$). Temuan ini diperkuat oleh Aurellia (2023) yang melaporkan bahwa meskipun sebanyak 13,8% pekerja berusia lebih dari 45 tahun mengalami kelelahan kerja berat, hasil uji statistik menunjukkan nilai

p-value sebesar 0,345 ($> 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa usia tidak berhubungan secara signifikan dengan tingkat kelelahan kerja.

Berdasarkan hasil penelitian, pekerja dengan usia yang lebih tua umumnya memiliki pengalaman kerja lebih banyak serta kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap beban kerja, sehingga mampu mengatur energi dan waktu kerja secara lebih efektif dibandingkan pekerja yang masih muda dan berada pada tahap penyesuaian. Meskipun demikian, kelompok usia dewasa tetap berpotensi mengalami kelelahan kerja berat. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan kerja maupun pola tidur yang tidak teratur, misalnya pada pekerja *shift III* yang dituntut untuk tetap siaga dan bekerja pada malam hari. Di sisi lain, pekerja usia muda juga dapat mengalami kelelahan kerja. Hal ini menunjukkan bahwa kelelahan tidak semata-mata ditentukan oleh faktor usia, melainkan bergantung pada kondisi fisik pekerja, karakteristik pekerjaan, serta lingkungan kerja. Apabila pekerja menjalankan aktivitas dalam kondisi fisik yang kurang sehat, beban kerja yang tinggi, serta lingkungan kerja yang tidak mendukung, maka risiko kelelahan akan semakin besar. Sebaliknya, pekerja dengan kondisi fisik prima dan lingkungan kerja yang nyaman memiliki risiko lebih rendah untuk mengalami kelelahan.

6.6.2.6 Analisis hubungan masa kerja dengan kelelahan kerja

Hasil uji korelasi antara variabel usia dengan kelelahan kerja disajikan pada **Tabel 4.16**.

Tabel 4.16 Hubungan Masa Kerja dengan Kelelahan Kerja

Variabel	<i>p-value</i>	R Hitung	R Tabel	Kekuatan Korelasi
Masa Kerja	0,700	0,052	0,259	Korelasi sangat lemah

Berdasarkan **Tabel 4.16** dapat dilihat hasil analisis mengenai hubungan antara masa kerja dengan tingkat kelelahan kerja. Uji korelasi dilakukan dengan memperhatikan nilai signifikansi (*p-value*) dan nilai koefisien korelasi (*r*). Berdasarkan kriteria pengujian, apabila nilai probabilitas lebih besar dari 0,05 maka hipotesis alternatif (H_1) ditolak dan hipotesis (H_0) diterima. Hasil analisis menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,700 ($> 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan signifikan antara masa kerja dengan kelelahan kerja. Selain itu, nilai *r* hitung sebesar 0,052 lebih kecil dibandingkan dengan *r* tabel (0,259), yang menandakan bahwa kekuatan korelasi berada pada kategori sangat lemah.

Temuan ini konsisten dengan penelitian yang dilakukan oleh Regiana et al (2024), yang memperoleh hasil bahwa masa kerja tidak berhubungan dengan kelelahan kerja dengan nilai *p-value* sebesar 0,165 ($> 0,05$). Hasil serupa juga dilaporkan oleh Sitanggang et al (2024), dalam penelitiannya pada mekanik di PT X, di mana diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,400 ($> 0,05$), yang mengindikasikan tidak adanya hubungan signifikan antara masa kerja dan kelelahan kerja. Selain itu, penelitian Fajriani (2023) juga menunjukkan hasil serupa dengan nilai *p-value* sebesar 1,000 ($> 0,05$), yang memperkuat kesimpulan bahwa masa kerja tidak memiliki hubungan signifikan dengan tingkat kelelahan kerja.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa panjangnya masa kerja tidak secara langsung berpengaruh terhadap tingkat kelelahan yang dialami pekerja. Kondisi tersebut dimungkinkan karena pekerja dengan masa kerja lebih lama telah melalui proses adaptasi yang lebih baik, sehingga mampu mengembangkan strategi kerja yang lebih efisien serta memiliki keterampilan dalam mengelola beban kerja secara lebih optimal dibandingkan pekerja yang masih relatif baru. Selain itu, kelelahan kerja lebih banyak dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti intensitas beban kerja harian, sistem kerja *shift*, durasi kerja lembur, serta kondisi lingkungan kerja seperti suhu panas dan kebisingan, yang berkontribusi lebih besar terhadap munculnya kelelahan dibanding sekadar lamanya masa kerja

4.6.2.7 Analisis hubungan *shift* kerja dengan kelelahan kerja

Hasil uji korelasi antara variabel *shift* kerja dengan kelelahan kerja disajikan pada **Tabel 4.17.**

Tabel 4.17 Hubungan *Shift* Kerja dengan Kelelahan Kerja

Variabel	<i>p-value</i>	R Hitung	R Tabel	Kekuatan Korelasi
<i>Shift</i> Kerja	0,002	0,396	0,259	Korelasi lemah

Berdasarkan **Tabel 4.17** dapat dilihat hasil analisis mengenai hubungan antara *Shift* kerja dengan tingkat kelelahan kerja. Uji korelasi dilakukan dengan memperhatikan nilai signifikansi (*p-value*) dan koefisien korelasi (*r*). Sesuai dengan ketentuan pengujian, apabila nilai probabilitas lebih kecil dari 0,05 maka hipotesis alternatif (*H1*) diterima dan hipotesis nol (*H0*) ditolak. Hasil analisis menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,002 ($< 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara *shift* kerja dengan kelelahan kerja. Sementara itu, nilai *r* hitung

sebesar 0,396 lebih besar dibandingkan dengan r tabel sebesar 0,259, yang menandakan adanya korelasi dengan kekuatan hubungan pada kategori lemah.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Lukman (2023) yang menunjukkan adanya hubungan signifikan antara *shift* kerja dengan kelelahan kerja pada pekerja tambang PT Semen Padang dengan nilai p -value sebesar 0,038. Penelitian Maulana et al (2024) juga mendukung hasil tersebut dengan melaporkan bahwa *shift* kerja berpengaruh signifikan terhadap kelelahan kerja, dibuktikan dengan nilai p -value 0,000 ($< 0,05$). Hasil serupa dilaporkan oleh Fadila (2021) yang meneliti pengaruh *shift* kerja dan beban kerja terhadap kelelahan kerja pada pekerja bagian industri, di mana diperoleh nilai p -value 0,012 ($< 0,05$), sehingga dapat disimpulkan adanya hubungan signifikan. Selain itu, penelitian Sitanggang et al (2024) juga memperkuat temuan ini dengan hasil p -value sebesar 0,002 ($< 0,05$), yang kembali menegaskan terdapat hubungan signifikan antara *Shift* kerja terhadap kelelahan kerja.

Temuan penelitian ini menegaskan bahwa pekerja dengan sistem *shift* memiliki kecenderungan lebih tinggi mengalami kelelahan. Kondisi tersebut berkaitan dengan gangguan ritme sirkadian yang dialami pekerja pada *shift* malam maupun sistem kerja bergilir, yang berdampak pada perubahan dan penurunan kualitas tidur, terganggunya waktu istirahat, serta ketidakseimbangan hormonal yang berujung pada penurunan kebugaran dan peningkatan rasa lelah. Selain itu, pekerja *shift* sering kali mengalami keterbatasan waktu untuk berinteraksi sosial dan beristirahat secara optimal, sehingga berdampak pada akumulasi kelelahan fisik maupun mental. Temuan ini didukung oleh berbagai studi sebelumnya yang menyebutkan bahwa sistem *shift* kerja, khususnya *shift* malam, berkaitan erat dengan peningkatan risiko kelelahan, gangguan tidur, dan penurunan produktivitas.

4.6.3 Uji Regresi Berganda Linear

Uji regresi berganda digunakan untuk menganalisis sejauh mana variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen, baik secara simultan maupun parsial. Hasil pengolahan data melalui regresi berganda disajikan pada **Tabel 4.18**.

Tabel 4.18 Hasil Analisis Regresi Berganda

Variabel	R square (%)	B	Uji f		Uji t	
			p-value	f hitung	p-value	t hitung
Iklim Kerja	25,4	0,440	0,003	4,510	0,019	2,415
Kebisingan		0,016			0,894	0,134
Beban Mental		0,006			0,620	0,498
Shift Kerja ;		0,340			0,002	3,281

Persamaan regresi berganda

$$Y = a + b_{x1} + b_{x2} + b_{x3}$$

$$Y = 1,324 + 0,340_{x1} + 0,006_{x2} + 0,440_{x3} + 0,016_{x4}$$

Hasil analisis regresi linear berganda menunjukkan bahwa nilai koefisien determinasi (*R Square*) sebesar 0,254. Hal ini mengindikasikan bahwa variabel iklim kerja, kebisingan, beban mental dan *shift* kerja secara simultan memberikan kontribusi sebesar 25,4% terhadap variabel kelelahan kerja. Sementara itu, sisanya sebesar 74,6% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model regresi atau variabel yang tidak dianalisis dalam penelitian ini. Selain itu, nilai korelasi (*R*) sebesar 0,504 menunjukkan adanya hubungan positif dengan kategori sedang antara variabel independen terhadap kelelahan kerja.

Hasil uji signifikansi simultan (uji F) menunjukkan bahwa nilai F hitung sebesar 4,510 dengan nilai signifikansi 0,003, yang lebih kecil daripada taraf signifikansi 0,05. Temuan ini menunjukkan bahwa model regresi yang digunakan signifikan secara simultan, sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel iklim kerja, kebisingan, beban mental, dan *shift* kerja secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap tingkat kelelahan kerja pada responden penelitian.

Berdasarkan hasil uji signifikansi parsial (uji t), diketahui bahwa variabel iklim kerja memiliki nilai koefisien sebesar 2,415 dengan signifikansi 0,019 serta variabel *shift* kerja memiliki nilai koefisien sebesar 3,281 dengan signifikansi 0,002. Kedua variabel tersebut terbukti berpengaruh signifikan terhadap kelelahan kerja. Sebaliknya, variabel kebisingan dengan nilai koefisien 0,134 dan signifikansi 0,894, serta beban mental dengan nilai koefisien 0,498 dan signifikansi 0,620 tidak menunjukkan pengaruh signifikan secara parsial terhadap kelelahan kerja.

Hasil analisis regresi berganda mengindikasikan bahwa variabel iklim kerja dan *shift* kerja berpengaruh signifikan terhadap tingkat kelelahan kerja. Pengaruh tersebut dapat dijelaskan melalui beban fisiologis maupun psikologis yang secara langsung ditimbulkan oleh kedua faktor tersebut terhadap kondisi pekerja. Iklim kerja yang panas dan lembab pada area *raw mill*, *kiln coal mill*, dan *finish mill* meningkatkan kehilangan cairan tubuh, mempercepat kelelahan otot, dan mengganggu kenyamanan kerja, sehingga sangat wajar jika secara statistik iklim kerja juga memberikan kontribusi signifikan terhadap kelelahan kerja. Sementara itu, *shift* kerja, khususnya *shift III*, berdampak besar terhadap ritme sirkadian tubuh, menyebabkan gangguan tidur, kelelahan serta menurunkan kualitas pemulihan fisik dan mental. Kondisi ini secara ilmiah telah terbukti memicu akumulasi kelelahan dan menurunkan kapasitas kerja, terlebih di industri seperti semen yang menuntut kewaspadaan dan konsistensi performa dalam pengawasan mesin dan proses produksi.

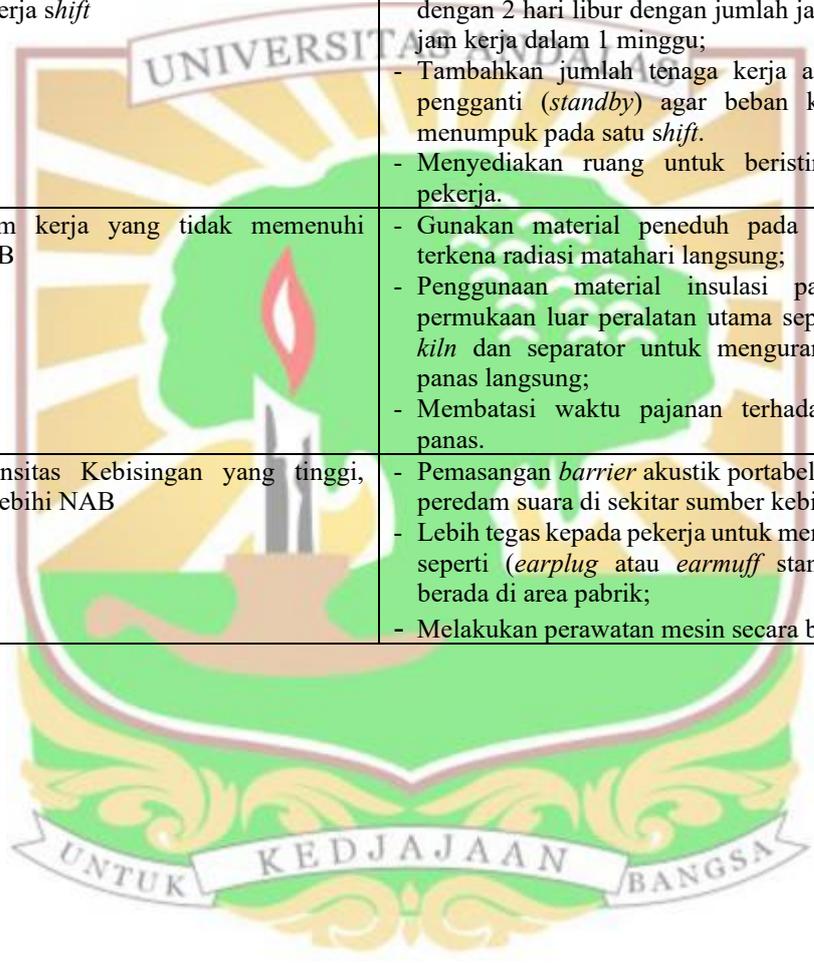
Di sisi lain, kebisingan tidak berpengaruh signifikan, hal ini terjadi karena pekerja sudah terbiasa dengan lingkungan bising, selain itu, paparan kebisingan bersifat intermiten dan bukan sumber stres utama dibanding faktor lain seperti kondisi iklim kerja atau tekanan *shift*. Sedangkan beban mental meskipun memiliki korelasi signifikan dalam analisis sebelumnya, namun menjadi tidak signifikan dalam uji regresi berganda karena kemungkinan kontribusinya tertutupi (tersubstitusi) oleh pengaruh dominan dari variabel iklim kerja dan *shift* kerja. Hal ini terjadi ketika pekerja yang mengalami beban mental tinggi juga merupakan bagian dari bekerja di lingkungan panas dan bekerja pada *shift* malam atau sehingga pengaruh mental tidak berdiri sendiri secara statistik.

4.7 Rekomendasi Pengendalian

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa iklim kerja dan *shift* kerja berpengaruh signifikan terhadap tingkat kelelahan kerja, sementara intensitas kebisingan yang terukur juga menunjukkan nilai yang relatif tinggi. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengendalian untuk menekan risiko kelelahan kerja sekaligus mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Rekomendasi terkait langkah pengendalian tersebut disajikan pada **Tabel 4.19**.

Tabel 4.19 Rekomendasi Pengendalian

No	Permasalahan	Pengendalian
1.	Keluhan kelelahan kerja berkaitan dengan iklim kerja	<ul style="list-style-type: none"> - Penyediaan minuman di lokasi kerja untuk mencegah dehidrasi; - Pekerja menggunakan pakaian berbahan tipis dan menghindari memakai pakaian berwarna hitam yang menyerap panas; - Pengaturan waktu kerja menurut Permenaker no.5 Tahun 2018 dalam 8 jam kerja, pekerja sebaiknya diberi waktu istirahat total 4 jam (50% dari total waktu kerja), yaitu 30 menit setiap jam.
2.	Keluhan kelelahan kerja berat pada pekerja <i>shift</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Rotasi <i>shift</i> kerja dilakukan setiap 2 hari sekali dengan 2 hari libur dengan jumlah jam kerja 48 jam kerja dalam 1 minggu; - Tambahkan jumlah tenaga kerja atau tenaga pengganti (<i>standby</i>) agar beban kerja tidak menumpuk pada satu <i>shift</i>. - Menyediakan ruang untuk beristirahat bagi pekerja.
3.	Iklim kerja yang tidak memenuhi NAB	<ul style="list-style-type: none"> - Gunakan material peneduh pada area yang terkena radiasi matahari langsung; - Penggunaan material insulasi panas pada permukaan luar peralatan utama seperti <i>rotary kiln</i> dan separator untuk mengurangi radiasi panas langsung; - Membatasi waktu pajanan terhadap sumber panas.
4.	Intensitas Kebisingan yang tinggi, melebihi NAB	<ul style="list-style-type: none"> - Pemasangan <i>barrier</i> akustik portabel atau panel peredam suara di sekitar sumber kebisingan; - Lebih tegas kepada pekerja untuk memakai APT seperti (<i>earplug</i> atau <i>earmuff</i> standar) yang berada di area pabrik; - Melakukan perawatan mesin secara berkala.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh iklim kerja panas, kebisingan, beban kerja, serta karakteristik kerja terhadap tingkat kelelahan kerja pada pekerja Pabrik Indarung V PT Semen Padang, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Analisis iklim kerja, kebisingan, beban kerja dan karakteristik kerja di area pabrik Indarung V PT. Semen Padang menunjukkan kondisi sebagai berikut:
 - a. Pengukuran iklim kerja menunjukkan bahwa area *kiln coal mill* tidak memenuhi Nilai Ambang Batas (NAB) iklim kerja panas, dengan rata-rata ISBB 29,9°C yang melebihi NAB 29,0°C. Sementara itu, area *raw mill* (rata-rata ISBB 28,7°C) dan *finish mill* (rata-rata ISBB 28,1°C) memenuhi NAB;
 - b. Intensitas kebisingan di ketiga area pengukuran (*raw mill*, *kiln coal mill*, dan *finish mill*) tidak memenuhi NAB 85 dBA, masing-masing tercatat rata-rata 89,8 dBA, 88,5 dBA, dan 88 dBA;
 - c. Beban fisik didominasi kategori sedang (55,2% responden), dengan konsentrasi tertinggi di area *kiln coal mill* (24,1%);
 - d. Beban mental didominasi kategori berat (56,9% responden), dengan konsentrasi tertinggi di area *kiln coal mill* (25,9%);
 - e. Karakteristik kerja didominasi pada area *kiln coal mill* pada usia 26-45 tahun (31%), masa kerja 6-10 tahun (24,1%) dan bekerja pada *shift* II (15,5%).
2. Tingkat kelelahan kerja yang terjadi di area pabrik Indarung V PT. Semen Padang menunjukkan bahwa mayoritas pekerja berada pada kategori sedang pada area *kiln coal mill* (24,1);
3. Hasil analisis dengan uji korelasi hubungan signifikan antara iklim kerja, kebisingan, beban mental, dan *shift* kerja terhadap kelelahan kerja, dengan nilai probabilitas (*p-value*) < 0,05 yaitu sebesar (0,048), (0,040), (0,010), dan (0,002). Sedangkan hasil analisis beban fisik, usia, dan masa kerja didapatkan tidak berhubungan dengan kelelahan kerja. Hasil regresi berganda menjelaskan bahwa

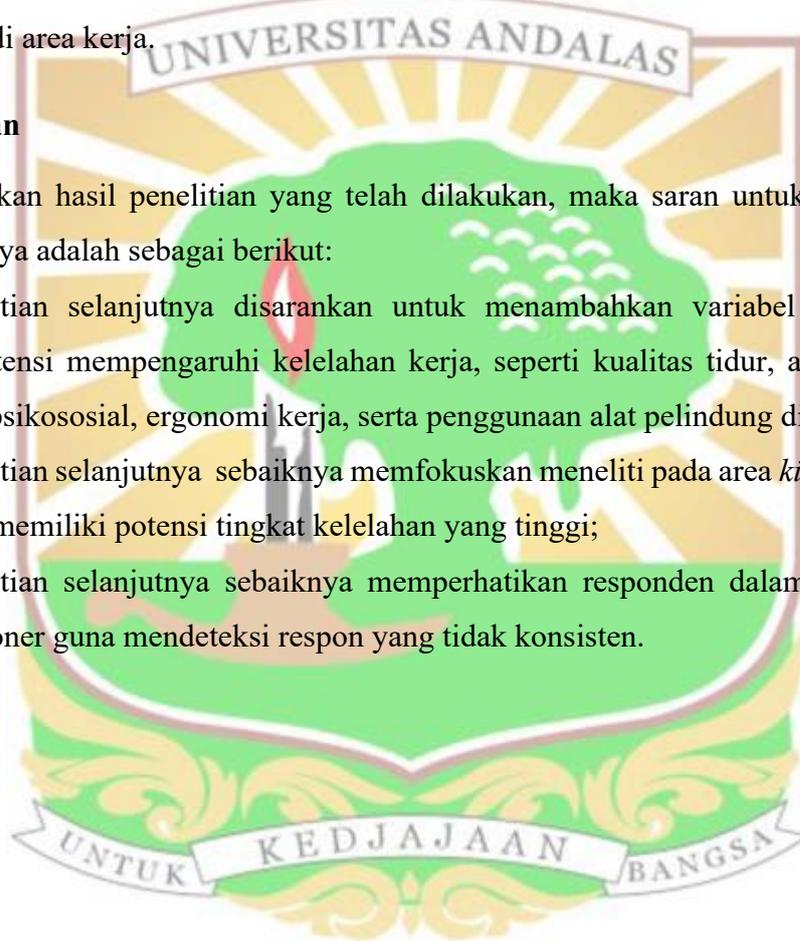
iklim kerja dan *shift* kerja merupakan faktor dominan yang secara signifikan mempengaruhi tingkat kelelahan kerja pada pekerja;

4. Rekomendasi pengendalian berdasarkan permasalahan yang ditemukan yaitu menyediakan waktu kerja 1 jam kerja dengan 30 menit istirahat pada suhu ekstrem, membatasi waktu pajanan terhadap sumber panas, rotasi *shift* kerja dilakukan setiap 2 hari sekali, menyediakan ruang istirahat buat para pekerja, menyediakan Alat Pelindung Telinga (APT) di area *raw mill*, *kiln coal mill*, dan *finish mill*, serta lebih tegas dalam mewajibkan pekerja menggunakan APD dan APT di area kerja.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan variabel lain yang berpotensi mempengaruhi kelelahan kerja, seperti kualitas tidur, asupan gizi, stres psikososial, ergonomi kerja, serta penggunaan alat pelindung diri (APD);
2. Penelitian selanjutnya sebaiknya memfokuskan meneliti pada area *kiln coal mill* yang memiliki potensi tingkat kelelahan yang tinggi;
3. Penelitian selanjutnya sebaiknya memperhatikan responden dalam pengisian kuesioner guna mendeteksi respon yang tidak konsisten.



DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, M., Yazdanirad, S., Habibi, P., Arabi, S., Fallah Madvari, R., Mehri, A., Poursadeghiyan, M., Ebrahimi, M. H., & Ghaljahi, M. (2019). Relationship Among Noise Exposure, Sensitivity, And Noise Annoyance With Job Satisfaction And Job Stress In A Textile Industry. *Noise And Vibration Worldwide*, 50(6), 195–201.
- Abd-Elfattah, H. M., Abdelazeim, F. H., & Elshennawy, S. (2015). Physical And Cognitive Consequences Of Fatigue: A Review. *Journal Of Advanced Research*, 6(3), 351–358.
- Afriani, N. (2020). *Kerja Terhadap Kelelahan Kerja Pada Area Produksi Pt P & P Lembah Karet Kota Padang*. Skripsi. Padang: Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik – Universitas Andalas.
- Agustin, A. (2021). *Kajian Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kelelahan Kerja Pada Pekerja Industri Tekstil Di Indonesia*. Skripsi. Padang: Universitas Andalas.
- Amir, J., Wahyuni, I., & Ekawati. (2019). Hubungan Kebisingan, Kelelahan Kerja Dan Beban mental Terhadap Stres Kerja Pada Pekerja Bagian Body Rangka Pt. X. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(1), 2356–3346.
- Amoadu, M., Ansah, E. W., Sarfo, J. O., & Hormenu, T. (2023). Impact Of Climate Change And Heat Stress On Workers' Health And Productivity: A Scoping Review. *Journal Of Climate Change And Health*, 12, 100249.
- Anggorokasih, V. H., Widjasena, B., & Jayanti, S. (2019). Hubungan Beban fisik Dan Kualitas Tidur Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Konstruksi Di PT. X Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(4), 2356–3346.
- Annessy, Z. I. (2024). *Pengaruh Kebisingan, Iklim Kerja Panas, Dan Shift Kerja Terhadap Kelelahan Kerja Pada Pekerja Produksi Semen*. Skripsi. Padang: Universitas Andalas.
- Aprilliadi, E., Djunggu, N. H., & Rahmahwati, R. (2021). Pengukuran Beban fisik Dan Mental Menggunakan Metode Cardiovascular Load (Cvl) Dan Defence Research Agency Workload Scale (Draws) Pada Operator Stasiun Kerja Rotary Di Pt. Sari Bumi Kusuma. *Jurnal TIN Universitas Tanjungpura*, 5(1),

88–94.

- Aurellia, N. (2023). *Pengaruh Kondisi Fisik Lingkungan Iklim Kerja Dan Kebisingan Terhadap Kelelahan Kerja Pada Pekerja Bongkar Muat*. Skripsi. Padang: Universitas Andalas.
- Bramantyo, M. F., & Pramono, S. N. W. (2021). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kelelahan Kerja Dengan Metode Subjective Self Rating Test (Studi Kasus: Pekerja Bagian Lantai Produksi PT. Marabunta Berkarya Ceperindo). *Jurnal Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada, September*, 124–129.
- Caldwell, J. A., Caldwell, J. L., Thompson, L. A., & Lieberman, H. R. (2019). Fatigue And Its Management In The Workplace. In *Neuroscience And Biobehavioral Reviews* (Vol. 96, Pp. 272–289). Elsevier Ltd.
- Carolina, M. C. (2016). *Analisis Potensi Bahaya Kebisingan Di Area Produksi Pt.Semen Bosowa Maros*. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin
- Cummings, L. (2023). Communication Disorders: A Complex Population In Healthcare. *Language And Health, 1*(2), 12–19.
- Cunningham, T. R., Guerin, R. J., Ferguson, J., & Cavallari, J. (2022). Work-Related Fatigue: A Hazard For Workers Experiencing Disproportionate Occupational Risks. *American Journal Of Industrial Medicine, 65*(11), 913–925.
- Desmon C.N, Y. (2021). *Analisis Beban fisik Dan Mental Menggunakan Metode NASA-TLX Dan Metode CVL Untuk Mengevaluasi Beban Kerja Operator Departemen Fiber Maintenance PT. Lontar Papyrus Pulp And Paper Industry (LPPPI)*. Skripsi, Jambi: Universitas Jambi.
- Dewi, P. A., Lestantyo, D., & Widjasena, B. (2019). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Pada Pekerja Buruh Angkut Di Pasar Balai Tengah Kecamatan Lintau Buo Utara, Sumatera Barat. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (E-Journal), 7*(1), 358–364.
- Dirgayudha, D. (2018). *Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Kelelahan Kerja Pada Pembuat Tahu Di Wilayah Kecamatan Ciputat Dan Ciputat Timur*.Skripsi (Vol. 5, Issue 1).
- Etikariena, A. (2015). Perbedaan Kelelahan Kerja Berdasarkan Makna Kerja Pada

- Karyawan. *Journal Psikogenesis*, 2(2), 169–179.
- F Polakitang, A., Koleangan, R., & Ogi, I. (2019). Pengaruh Beban Kerja, Lingkungan Kerja, Dan Stress Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada Pt. Esta Group Jaya. *Jurnal Emba*, 3(3), 4164–4173.
- Fadila, S. M. (2021). *Pengaruh Shift Kerja Terhadap Kelelahan Kerja Pada Pekerja Pt Lotus Indah Textile Industries Di Kecamatan Sukomoro Kabupaten Nganjuk*. Skripsi. Madiun: STIKES Bhakti Husada Mulia.
- Fajriani, N. A. (2023). *Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Tenaga Kerja Di Pt Semen Tonasa Kabupaten Pangkep*. Skripsi. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
- Fan, J., & Smith, A. P. (2017). The Impact Of Workload And Fatigue On Performance. *Communications In Computer And Information Science*, 726(September), 90–105.
- Fathonah, O. P. N., & Nisa, F. S. (2023). Hubungan Beban fisik Dan Beban mental Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Di Pt.X Surakarta. *Calory Journal : Medical Laboratory Journal*, 1(4), 48–57.
- Ghany, M. T. (2020). *Pengendalian Kebisingan Pada Industri Pahat Batu Melalui Metode MEAD Untuk Meningkatkan Kenyamanan Kerja*. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Magelang.
- Gustia. (2017). *Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Di Pt. Semen Tonasa (Persero) Kabupaten pangkep*. In Skripsi (Vol. 5, Issue 1).
- Ihsan, T., Edwin, T., Azwir, Y., & Derosya, V. (2020). Fatigue Analysis To Evaluate Workloads In Production Area At Crumb Rubber Factories Of Padang City, West Sumatra Indonesia. *Indian Journal Of Occupational And Environmental Medicine*.
- Ioannou, L. G., Tsoutsoubi, L., Mantzios, K., Gkikas, G., Agaliotis, G., Koutedakis, Y., García-León, D., Havenith, G., Liang, J., Arkolakis, C., Glaser, J., Kenny, G. P., Mekjavic, I. B., Nybo, L., & Flouris, A. D. (2025). The Impact Of Workplace Heat And Cold On Work Time Loss. *Journal Of Occupational And Environmental Medicine*, 67(6), 393–399.
- Kakisina, K. P., Asrifuddin, A., & Mantjoro, E. M. (2017). Hubungan Antara Usia

Dan Masa Kerja Dengan Kelelahan Kerja Pada Anak Buah Kapal Di Perikanan Pantai Tumumpa Kota Manado PENDAHULUAN Latar Belakang Aspek K3 Adalah Suatu Bentuk Upaya Perlindungan Bagi Pekerja Dengan Menerapkan Teknologi Yang Dirancang Untu. *Kesehatan Masyarakat*, 14(1), 16–21.

Kanu, L. K., Lwara, S. M. K., & Meng, X. (2025). Impacts Of Workplace Noise Exposure And Mitigation Strategies: A Scoping Review. *Discover Public Health*, 22(1).

Koirala, R., & Nepal, A. (2022). Literature Review On Ergonomics, Ergonomics Practices, And Employee Performance. *Quest Journal Of Management And Social Sciences*, 4(2), 273–288.

Kong, Q., & Huber, M. (2022). Explicit Calculations Of Wet-Bulb Globe Temperature Compared With Approximations And Why It Matters For Labor Productivity. *Earth's Future*, 10(3).

Lestari, W. D., & Wahyuningsih, A. S. (2021). Kejadian Kelelahan Kerja Pada Pekerja Bagian Produksi Di Pabrik Kayu Barecore. *Indonesian Journal Of Public Health And Nutrition*, 1(2), 291–298.

Longo, L., Wickens, C. D., Hancock, P. A., & Hancock, G. M. (2022). Human Mental Workload: A Survey And A Novel Inclusive Definition. *Frontiers In Psychology*, 13(June), 1–26.

Lukman, C. A. (2023). *Analisis Pengaruh Shift Kerja Dan Beban Kerja Terhadap Kelelahan Kerja Pada Pekerja Tambang Pt. Semen Padang*. In Skripsi. Padang: Universitas Andalas.

Mahdavi, N., Tapak, L., Darvishi, E., Doosti-Irani, A., & Shafiee Motlagh, M. (2024). Unraveling The Interplay Between Mental Workload, Occupational Fatigue, Physiological Responses And Cognitive Performance In Office Workers. *Scientific Reports*, 14(1), 1–13.

Marfuah, N., Sumardiyono, S., & Fauzi, R. P. (2024). Hubungan Beban mental Dengan Kelelahan Kerja Dan Stres Kerja Pada Pegawai PT X. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 12(2), 140–147.

Maulana, I., Utami, T. N., & Nanda, M. (2024). Differences In Fatigue Levels Based On Work Shifts In Concrete Production Workers. *Indonesian Journal*

- Of Global Health Research*, 6(2), 993–1000.
- Muhid, A. (2019). *Analisis Statistik SPSS*. In Zifatama Jawa.
- Munzel, T., Gori, T., Babisch, W., & Basner, M. (2014). Cardiovascular Effects Of Environmental Noise Exposure. *European Heart Journal*, 35(13), 829–836.
- Muqarramah, R. A. (2023). *Hubungan Kebisingan Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Ground Support Equipment (Gse) PT. Gapura Angkasa Di Bandar Udara Sultan Hasanuddin Makassar Tahun 2023*. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Mursali, A., Basuki, E., & Dharmono, S. (2016). Relationship Between Noise And Job Stress At A Private Thread Spinning Company. *Universa Medicina*, 28(1), 8–16.
- Mustofani, & Dwiyaniti, E. (2019). Relationship Between Work Climate And Physical Workload With Workrelated Fatigue. *Indonesian Journal Of Occupational Safety And Health*, 8(2), 150–157.
- Oktavia, S., & Uslianti, R. R. S. (2021). Pengukuran Beban fisik Dan Tingkat Kelelahan Karyawan PT. XYZ Menggunakan Metode CVL Dan IFRC. *Jurnal TIN Universitas Tanjungpura*, 5(1), 205–210.
- Organization's, W. H. (2019). Monitoring Health For The Sdgs, Sustainable Development Goals. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1).
- Pabumbun, E. N., Russeng, S. S., & Muis, M. (2022). Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Pt. Maruki International Indonesia. *Hasanuddin Journal Of Public Health*, 3(1), 90–98.
- Permenaker. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan*. 1–266.
- Pradhana, R. R., & Prastawa, H. (2019). Analisis Beban mental Operator Mesin Pemotongan Kayu Pada Bagian Produksi Perum Perhutani Brumbung Dengan Metode NASA TLX. *Jurnal Engineering Online Journal*, 8(4), 1–11.
- Pratiwi, A. D. (2020). *Higiene Industri: Pengantar Bagi Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*. The First On-Publisher In Indonesia.
- Puspitasari, D. (2020). *Panas Terhadap Kelelahan Pada Tenaga Di Bagian Peleburan (Smelting) Di PT. TBK UPN Sulawesi Tenggara*. Skripsi. Maskassar: Universitas Hasanuddin.
- Rahmawati, D. E. (2017). Pajanan Suhu Dingin Dan Kejadian Hipotermia Pada

- Pekerja Cold Storage. In *Digital Repository Universitas Jember*.
- Regiana, M. A., Sari, S., & Fajriah, N. (2024). Analisis Hubungan *Shift* Kerja, Masa Kerja, Usia Dan Kualitas Tidur Terhadap Kelelahan Kerja (Fatigue) Pada Pengemudi Jaklingko Koperasi Jasa Angkutan Purimas Jaya. *Journal Of Optimization System And Ergonomy Implementation*, 1(1), 25–32.
- Rimantho, D., & Cahyadi, B. (2015). *Analisis Kebisingan Terhadap Karyawan Di Lingkungan Kerja Pada Beberapa Jenis Perusahaan*. Skripsi, 10(1), 21–27.
- Sabrina, G. N. (2023). *Pengukuran Beban fisik Dan Penilaian Lingkungan Kerja Guna Meningkatkan Produktivitas Kerja*. In Skripsi. Universitas Islam Indonesia.
- Saputro, R., Aima, M. H., & Elmi, F. (2020). Effect Of Work Stress And Work Load On Burnout And Its Implementation In Turnover Intention Erha Clinic Branch Office (Bogor, Depok And Mangga Besar). *Dinasti International Journal Of Management Science*, 2(1), 112–124.
- Sari, M. (2017). Iklim Kerja Panas Dan Konsumsi Air Minum Saat Kerja Terhadap Dehidrasi. *Higeia Journal Of Public Health Research And Development*, 1(2), 108–118.
- Sari, M. (2024). *Analisis Pengaruh Iklim Kerja Dan Beban Kerja Terhadap Kelelahan Kerja Pada Area Produksi Pabrik Karet Remah*. Padang: Universitas Andalas.
- Sasmita, M., Asriwati, A., & Daryanto, E. (2023). Analisis Faktor Resiko Kelelahan Kerja Pada Perawat Di Rumah Sakit Umum Sinar Husni Tahun 2021. *Journal Of Healthcare Technology And Medicine*, 9(1), 354.
- Seftiani, A. (2017). *Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Di Bagian Produksi IV PT. Semen Padang*. Skripsi. Padang: Universitas Andalas
- Semen, P. (2022). Laporan Tahunan PT Semen Padang Tahun 2022. In *Pt Semen Padang* (Pp. 1–51).
- Septio, Y. R., Suhardi, B., Astuti, R. D., & Adiasa, I. (2020). Analisis Tingkat Kebisingan, Beban Kerja Dan Kelelahan Kerja Bagian Weaving Di PT. Wonorejo Makmur Abadi Sebagai Dasar Untuk Perbaikan Proses Produksi. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 19(1), 19–26.

- Sinambela, A., & Mardikaningsih, R. (2022). Efek Tingkat Kebisingan Pada Masalah Pendengaran Pada Pekerja. *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 11(2), 240–244.
- Sitanggang, R., Zakiyuddin, Nabela, D., Putra, O., & Fahlevi, M. I. (2024). Pengaruh Usia , Masa Kerja Dan *Shift* Kerja Terhadap Kelelahan Kerja Pada Operator Alat Berat Di Departemen Tambang PT. X. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(2), 3168–3175.
- SNI 16-7061-2019. (2019). Pengukuran Iklim Kerja (Panas) Dengan Parameter Indeks Suhu Basah Dan Bola. In *Badan Standardisasi Nasional*.
- Soriano, A., Kozusznik, M. W., & Peiró, J. M. (2018). From Office Environmental Stressors To Work Performance: The Role Of Work Patterns. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 15(8).
- Sukmawati, R., & Hermana, C. (2024). Pengaruh Beban Kerja Dan Stres Kerja Terhadap Kinerja Karyawan. *Jurnal Riset Manajemen Dan Bisnis (JRMB)*, 4(5), 52–56.
- Suma'mur. (2009). *Higiene Perusahaan Dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)*. In Jakarta: Sagung Seto (Vol. 1, Issue 2).
- Sunaryo, M., & Rhomadhoni, M. N. (2020). Gambaran Dan Pengendalian Iklim Kerja Dan Keluhan Kesehatan Pada Pekerja. *Medical Technology And Public Health Journal*, 4(2), 171–180.
- Supriadi, G. (2021). *Statistik Penelitian Pendidikan*. In UNY Press.
- Suprianto, H. (2017). *Pengaruh Motivasi Kerja Dan Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan*. In Skripsi (Vol. 6, Issue 3).
- Suryaningtyas, Y. N. W. (2017). Iklim Kerja Dan Status Gizi Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Di Ballast Tank Bagian Reserpasi Kapal PT. X Surabaya. *Jurnal Manajemen Kesehatan*, 3(1), 3–4.
- Syafei, M. Y., Primanintyo, B., & Syaefuddin, S. (2016). Pengukuran Beban Kerja Pada Managerial Level Dan Supervisory Level Dengan Menggunakan Metode Defence Research Agency Workload Scale (DRAWS) (Studi Kasus Di Departemen UHT PT. Ultrajaya Milk Industry & Trading Co, Tbk). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 5(2), 69.
- Syam, N. I. (2021). *Evaluasi Tingkat Beban mental Dan Kelelahan Mahasiswa*

- Selama Perkuliahan Online*. In Skripsi. Universitas Hasanuddin.
- Tarwaka. (2015). *Ergonomi Industri: Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi Dan Aplikasi Di Tempat Kerja (Edisi II)*. Harapan Press.
- Thompson, S. B. N. (2014). Yawning, Fatigue, And Cortisol: Expanding The Thompson Cortisol Hypothesis. *Medical Hypotheses*, 83(4), 494–496.
- Varianou-Mikellidou, C., Boustras, G., Nicolaidou, O., Dimopoulos, C., Anyfantis, I., & Messios, P. (2020). Work-Related Factors And Individual Characteristics Affecting Work Ability Of Different Age Groups. *Safety Science*, 128(March).
- Watulinggas, V.N.P., Lestari, M., Novrikasari, Andarini, D. & Camelia, A. (2020). Fatigue In Loading And Unloading Workers At The Port. *Kesehatan Masyarakat*, 11(1), 87–95.
- Wulandari, J., & Ernawati, M. (2018). Efek Iklim Kerja Panas Pada Respon Fisiologis Tenaga Kerja Di Ruang Terbatas. *The Indonesian Journal Of Occupational Safety And Health*, 6(2), 207.
- Wulandari, K., Baju, W., & Ekawati. (2016). Hubungan Kelelahan Fisik Manual Dan Iklim Kerja Terhadap Kelelahan Pekerja Konstruksi Bagian Project Renovasi Workshop Mekanik. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(3), 1–11.
- Yanti, R., Ihsan, T., & Ayu, R. L. (2022). Pengaruh Faktor Lingkungan Kerja Terhadap Kelelahan Kerja Industri Semen Di Indonesia: Sebuah Review. *Health Care: Jurnal Kesehatan*, 11(1), 1–12.
- Zhang, Y., Kuang, D., Zhang, B., Liu, Y., Ren, J., Chen, L., Ning, L., Xie, X., & Han, J. (2023). Association Between Hopelessness And Job Burnout Among Chinese Nurses During The COVID-19 Epidemic: The Mediating Role Of Career Calling And The Moderating Role Of Social Isolation. *Heliyon*, 9(6), E16898.

LAMPIRAN A

(Peraturan)



BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA

No.567, 2018

KEMENAKER. K3. Pencabutan.

PERATURAN MENTERI KETENAGAKERJAAN
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 5 TAHUN 2018
TENTANG
KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
LINGKUNGAN KERJA

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI KETENAGAKERJAAN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang : a. bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 5 dan Pasal 6 Undang-Undang Nomor 3 Tahun 1969 tentang Persetujuan Konvensi Organisasi Perburuhan Internasional Nomor 120 Mengenai Hygiene dalam Perniagaan dan Kantor-Kantor serta ketentuan Pasal 2 ayat (2), Pasal 3 ayat (1) huruf i, huruf j, huruf k, huruf l, dan huruf m Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, perlu mengatur keselamatan dan kesehatan kerja lingkungan kerja;
- b. bahwa dengan perkembangan teknologi dan pemenuhan syarat keselamatan dan kesehatan kerja lingkungan kerja serta perkembangan peraturan perundang-undangan, perlu dilakukan perubahan atas Peraturan Menteri Perburuhan Nomor 7 Tahun 1964 tentang Syarat Kesehatan, Kebersihan serta Penerangan dalam Tempat Kerja dan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat

16. Iklim Kerja adalah hasil perpaduan antara suhu, kelembaban, kecepatan gerakan udara dan panas radiasi dengan tingkat pengeluaran panas dari tubuh Tenaga Kerja sebagai akibat pekerjaannya meliputi tekanan panas dan dingin.
17. Indeks Suhu Basah dan Bola (*Wet Bulb Globe Temperature Index*) yang selanjutnya disingkat ISBB adalah parameter untuk menilai tingkat Iklim Kerja panas yang merupakan hasil perhitungan antara suhu udara kering, Suhu Basah Alami, dan Suhu Bola.
18. Suhu Kering adalah suhu yang ditunjukkan oleh termometer Suhu Kering.
19. Suhu Basah Alami adalah suhu yang ditunjukkan oleh termometer bola basah alami (*Natural Wet Bulb Thermometer*).
20. Suhu Bola adalah suhu yang ditunjukkan oleh termometer bola (*Globe Thermometer*).
21. Tekanan Dingin adalah pengeluaran panas akibat pajanan terus menerus terhadap dingin yang mempengaruhi kemampuan tubuh untuk menghasilkan panas sehingga mengakibatkan hipotermia (suhu tubuh di bawah 36 derajat Celsius).
22. Kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan/atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran.
23. Getaran adalah gerakan yang teratur dari benda atau media dengan arah bolak-balik dari kedudukan keseimbangannya.
24. Radiasi Gelombang Radio atau Gelombang Mikro adalah Radiasi Elektromagnetik dengan Frekuensi 30 (tiga puluh) kilo hertz sampai 300 (tiga ratus) giga hertz.
25. Radiasi Ultra Ungu (*Ultra Violet*) adalah Radiasi Elektromagnetik dengan panjang gelombang 180 (seratus delapan puluh) nano meter sampai 400 (empat ratus) nano meter.

BAB II
PENGUKURAN DAN PENGENDALIAN LINGKUNGAN KERJA

Bagian Kesatu

Umum

Pasal 6

- (1) Pengukuran Lingkungan Kerja sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (2) dilakukan untuk mengetahui tingkat paparan Faktor Fisika, Faktor Kimia, Faktor Biologi, Faktor Ergonomi, dan Faktor Psikologi terhadap Tenaga Kerja.
- (2) Pengukuran Lingkungan Kerja sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan sesuai dengan metoda uji yang ditetapkan Standar Nasional Indonesia.
- (3) Dalam hal metoda uji belum ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia, pengukuran dapat dilakukan dengan metoda uji lainnya sesuai dengan standar yang telah divalidasi oleh lembaga yang berwenang.

Pasal 7

- (1) Pengendalian Lingkungan Kerja sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (2) huruf a dan huruf b dilakukan agar tingkat paparan Faktor Fisika dan Faktor Kimia berada di bawah NAB.
- (2) Pengendalian Lingkungan Kerja sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (2) huruf c, huruf d, dan huruf e dilakukan agar penerapan Faktor Biologi, Faktor Ergonomi, dan Faktor Psikologi memenuhi standar.
- (3) Pengendalian Lingkungan Kerja sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) dilakukan sesuai hirarki pengendalian meliputi upaya:
 - a. eliminasi;
 - b. substitusi;
 - c. rekayasa teknis;
 - d. administratif; dan/atau
 - e. penggunaan alat pelindung diri.

- (4) Upaya eliminasi sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf a merupakan upaya untuk menghilangkan sumber potensi bahaya yang berasal dari bahan, proses, operasi, atau peralatan.
- (5) Upaya substitusi sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf b merupakan upaya untuk mengganti bahan, proses, operasi atau peralatan dari yang berbahaya menjadi tidak berbahaya.
- (6) Upaya rekayasa teknis sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf c merupakan upaya memisahkan sumber bahaya dari Tenaga Kerja dengan memasang sistem pengaman pada alat, mesin, dan/atau area kerja.
- (7) Upaya administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf d merupakan upaya pengendalian dari sisi Tenaga Kerja agar dapat melakukan pekerjaan secara aman.
- (8) Penggunaan alat pelindung diri sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf e merupakan upaya penggunaan alat yang berfungsi untuk mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari sumber bahaya.

Bagian Kedua

Faktor Fisika

Pasal 8

- (1) Pengukuran dan pengendalian Faktor Fisika sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (2) huruf a meliputi:
 - a. Iklim Kerja;
 - b. Kebisingan;
 - c. Getaran;
 - d. gelombang radio atau gelombang mikro;
 - e. sinar Ultra Ungu (Ultra Violet);
 - f. Medan Magnet Statis;
 - g. tekanan udara; dan
 - h. Pencahayaan.
- (2) NAB Faktor Fisika sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a sampai dengan huruf f tercantum dalam

Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

Pasal 9

- (1) Pengukuran dan pengendalian Iklim Kerja sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (1) huruf a harus dilakukan pada Tempat Kerja yang memiliki sumber bahaya tekanan panas dan Tekanan Dingin.
- (2) Tempat Kerja yang memiliki sumber bahaya tekanan panas sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan Tempat Kerja yang terdapat sumber panas dan/atau memiliki ventilasi yang tidak memadai.
- (3) Tempat Kerja yang memiliki sumber bahaya Tekanan Dingin sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan Tempat Kerja yang terdapat sumber dingin dan/atau dikarenakan persyaratan operasi.
- (4) Jika hasil pengukuran Tempat Kerja sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dan ayat (3) melebihi dari NAB atau standar harus dilakukan pengendalian.
- (5) Pengendalian sebagaimana dimaksud pada ayat (4) dilakukan melalui:
 - a. menghilangkan sumber panas atau sumber dingin dari Tempat Kerja;
 - b. mengganti alat, bahan, dan proses kerja yang menimbulkan sumber panas atau sumber dingin;
 - c. mengisolasi atau membatasi pajanan sumber panas atau sumber dingin;
 - d. menyediakan sistem ventilasi;
 - e. menyediakan air minum;
 - f. mengatur atau membatasi waktu pajanan terhadap sumber panas atau sumber dingin;
 - g. penggunaan baju kerja yang sesuai;
 - h. penggunaan alat pelindung diri yang sesuai; dan/atau
 - i. melakukan pengendalian lainnya sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Pasal 10

- (1) Pengukuran dan pengendalian Kebisingan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (1) huruf b harus dilakukan pada Tempat Kerja yang memiliki sumber bahaya Kebisingan dari operasi peralatan kerja.
- (2) Tempat Kerja yang memiliki sumber bahaya Kebisingan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan Tempat Kerja yang terdapat sumber Kebisingan terus menerus, terputus-putus, impulsif, dan impulsif berulang.
- (3) Jika hasil pengukuran Tempat Kerja sebagaimana dimaksud pada ayat (2) melebihi dari NAB harus dilakukan pengendalian.
- (4) Pengendalian sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dilakukan dengan melaksanakan program pencegahan penurunan pendengaran dengan:
 - a. menghilangkan sumber Kebisingan dari Tempat Kerja;
 - b. mengganti alat, bahan, dan proses kerja yang menimbulkan sumber Kebisingan;
 - c. memasang pembatas, peredam suara, penutupan sebagian atau seluruh alat;
 - d. mengatur atau membatasi pajanan Kebisingan atau pengaturan waktu kerja;
 - e. menggunakan alat pelindung diri yang sesuai; dan/atau
 - f. melakukan pengendalian lainnya sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Pasal 11

- (1) Pengukuran dan pengendalian Getaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (1) huruf c harus dilakukan pada Tempat Kerja yang memiliki sumber bahaya Getaran dari operasi peralatan kerja.
- (2) Tempat Kerja yang memiliki sumber bahaya Getaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan Tempat Kerja yang terdapat sumber Getaran pada lengan dan tangan dan Getaran seluruh tubuh.

1. NILAI AMBANG BATAS FAKTOR FISIKA

A. Nilai Ambang Batas Iklim Kerja Indeks Suhu Basah Dan Bola (ISBB)
Yang Diperkenankan

Pengaturan Waktu Kerja Setiap Jam	ISBB (°C)			
	Beban Kerja			
	Ringan	Sedang	Berat	Sangat Berat
75% - 100%	31,0	28,0	-	-
50 % - 75%	31,0	29,0	27,5	-
25% - 50%	32,0	30,0	29,0	28,0
0% - 25%	32,5	31,5	30,5	30,0

B. Nilai Ambang Batas Kebisingan

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

Pengukuran dan evaluasi iklim kerja

Pengukuran dan evaluasi iklim kerja

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan metode pengukuran dan evaluasi iklim kerja yang meliputi iklim kerja panas dengan parameter indeks suhu basah dan bola (ISBB) dan iklim kerja dingin dengan parameter temperatur ekuivalen.

2 Istilah dan definisi

2.1 iklim

kondisi cuaca atau suhu udara lingkungan tempat kerja yang dipengaruhi oleh tingkat suhu udara, kelembaban, dan kecepatan aliran udara (angin)

2.2 iklim kerja

kondisi suhu udara lingkungan kerja yang dibedakan menjadi iklim kerja panas dan iklim kerja dingin

2.3 iklim kerja panas

kondisi suhu udara lingkungan kerja yang panas, disebabkan oleh suhu udara yang tinggi sebagai perpaduan dari suhu basah alami, suhu kering, dan suhu bola (suhu radian) yang dikenal dengan ISBB

2.4 iklim kerja dingin

kondisi suhu udara lingkungan kerja yang dingin, disebabkan oleh perpaduan suhu udara yang rendah (suhu kering) dengan kecepatan aliran udara (angin)

2.5 indeks suhu basah dan bola (ISBB)

parameter iklim kerja panas yang merupakan perpaduan antara suhu basah alami, suhu kering dan suhu bola (suhu radian) dalam satuan derajat celcius

2.6 lingkungan kerja *indoor*

lingkungan kerja yang karena karakteristik bangunan atau lokasinya sehingga tidak terpajan secara langsung dengan cahaya matahari, seperti lingkungan kerja yang ada di dalam ruangan, di tempat teduh, atau pada kondisi cuaca berawan sehingga menghalangi cahaya matahari, dikategorikan sebagai lingkungan kerja *indoor*

2.7 lingkungan kerja *outdoor*

lingkungan kerja yang karena karakteristik bangunan atau lokasinya sehingga terpajan secara langsung dengan cahaya matahari yang tidak tertutup atau terlindungi

2.8 suhu basah alami (*natural wet bulb temperature*)

suhu penguapan air yang pada suhu yang sama menyebabkan terjadinya keseimbangan uap air di udara yang dipengaruhi oleh kelembaban dan kecepatan angin

2.9

suhu kering (*dry bulb temperature*)

suhu udara lingkungan sekitar atau ambien yang diukur dengan termometer suhu kering.

2.10

suhu bola (*globe temperature*)

suhu yang mengindikasikan tingkat panas radiasi baik radiasi alami maupun buatan

2.11

ekuivalen temperatur dingin

parameter iklim kerja dingin yang merupakan kombinasi antara suhu lingkungan aktual dengan kecepatan angin dalam satuan derajat celsius. Suhu lingkungan aktual merupakan suhu kering

dalam derajat celsius dan kecepatan angin dalam satuan m/det (dtambahkan catatan 1 *mile per hour* = 2,2 m/det)

2.12

kelembaban

kelembaban adalah kelembaban udara relatif yang merupakan persentase uap air per meter kubik udara

2.13

kecepatan angin

kecepatan aliran udara dalam satuan meter per detik

2.14

alat konvensional

alat ukur iklim kerja yang terdiri atas termometer suhu kering, suhu basah alami dan suhu bola, yang pembacaannya dilakukan secara terpisah dan perhitungan iklim kerja ISBB dilakukan dengan rumus yang terdapat pada dokumen ini.

2.15

alat digital

alat ukur yang memperagakan suatu pengukuran dalam bentuk angka sebagai pengganti jarum penunjuk pada skala kontinyu dalam alat ukur analog

2.16

titik pengambilan contoh uji

titik pengambilan contoh uji adalah tempat peralatan pengambilan contoh uji diletakan untuk melaksanakan pengambilan contoh uji.

2.17

beban kerja

Aktifitas fisik pekerja yang dihitung berdasarkan laju metabolik yang dikategorikan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku

3 Simbol, satuan dan singkatan

°C	derajat celsius
ISBB	indeks suhu basah dan bola
WBGT	<i>wet bulb globe temperature</i>
SBA	suhu basah alami
SK	suhu kering
SB	suhu bola

mph *mile per hour*
 m/det *meter per detik*

4 Metode pengukuran

4.1 Prinsip

Pengukuran iklim kerja dilakukan dengan menggunakan alat ukur yang dapat menghasilkan indikator pengukuran yang mencakup suhu basah alami, suhu kering, suhu bola, kelembaban dan kecepatan aliran udara. Hasil pengukuran suhu lingkungan kerja dinyatakan dalam ISBB untuk iklim kerja panas dan ekuivalen suhu dingin untuk iklim kerja dingin.

4.2 Peralatan

Alat-alat yang dipakai harus terkalibrasi oleh laboratorium yang terakreditasi. Peralatan pengukuran iklim kerja terdiri atas alat ukur dan perlengkapan pengukuran. Alat ukur iklim kerja panas meliputi alat ukur suhu yang dapat mengukur suhu kering (SK), suhu basah alami (SBA) dan suhu bola/radian (SB), alat ukur kelembaban udara dan alat ukur kecepatan angin. Alat ukur iklim kerja dingin meliputi alat ukur yang dapat mengukur suhu kering dan alat ukur kecepatan angin.

CATATAN Kalibrasi terhadap alat ukur yang dilakukan minimal setahun sekali.

4.3 Prosedur

1. Persiapan
 - a. Umum
 - 1) Siapkan denah pengukuran atau membuat layout sendiri jika perusahaan tidak memiliki denah (lihat lampiran D)
 - 2) Siapkan formulir pencatatan (contoh formulir dapat dilihat pada Lampiran E & F)
 - b. Alat
 - 1) Alat digital
 - Pastikan baterai alat memiliki daya yang cukup untuk melakukan pengukuran.
 - Pastikan alat ukur berfungsi dengan baik melalui pengecekan antara.
 - Lakukan pengaturan alat sesuai dengan kebutuhan dan manual alat (waktu, tanggal, satuan, dan sebagainya).
 - Siapkan alat pengukur kecepatan angin.
 - 2) Alat konvensional
 - Siapkan termometer sesuai indikator pengukuran.
 - Siapkan alat pengukur kecepatan angin dan kelembaban udara.
 - Pasang termometer pada alat penyangga dan tempatkan pada titik pengukuran.
2. Pengukuran
 - a. Persyaratan pengukuran
 - 1) Pengukuran dilaksanakan pada kondisi kerja normal.
 - 2) Kondisi lingkungan yang diukur tidak membahayakan bagi operator maupun alat seperti hujan, angin kencang, ombak.
 - 3) Pengukuran tidak boleh mengganggu aktivitas pekerjaan.

- b. Langkah-langkah pengukuran
- 1) Langkah-langkah pengukuran iklim kerja panas
 - a) Alat digital
 - Letakkan alat pengukur iklim kerja pada titik pengukuran dengan mengatur ketinggian sensor alat sesuai posisi kerja mayoritas pekerja (posisi berdiri sekitar 1,00 m dan posisi duduk sekitar 0,60 m).
 - Hidupkan alat ukur dengan menekan tombol on dan biarkan selama minimal 10 menit untuk penyesuaian terhadap suhu lingkungan kerja.
 - Mulai pengukuran iklim kerja dengan mengaktifkan perekaman selama 30 menit. Untuk alat yang tidak dapat merekam maka pembacaan hasil pengukuran dilakukan setiap 5 menit selama 30 menit. Untuk lingkungan kerja yang dipengaruhi oleh matahari langsung maka pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali (pagi, siang, sore) atau pengukuran dilakukan pada kondisi iklim kerja paling dirasa panas oleh pekerja.
 - Nonaktifkan fungsi perekaman. Apabila akan dilakukan pengukuran pada titik berikutnya, maka ulangi mulai dari langkah kedua.
 - Lakukan unggah data apabila pengukuran telah selesai.
 - b) Alat konvensional
 - Letakkan alat pengukur iklim kerja pada titik pengukuran dengan mengatur ketinggian termometer sesuai posisi kerja mayoritas pekerja (posisi berdiri sekitar 1,00 m dan posisi duduk sekitar 0,60 m).
 - Tempatkan alat ukur di titik pengukuran selama 20 menit untuk penyesuaian terhadap suhu lingkungan kerja.
 - Lakukan pembacaan hasil pengukuran setiap 5 menit sebanyak 6 kali pembacaan dan catat dalam formulir yang disediakan (lampiran E).
 - Untuk lingkungan kerja yang dipengaruhi oleh matahari langsung maka pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali (pagi, siang, sore) atau pengukuran dilakukan pada kondisi iklim kerja paling dirasa panas oleh pekerja.
 - Apabila akan dilakukan pengukuran pada titik selanjutnya, maka ulangi mulai dari langkah pertama.
 - 2) Langkah-langkah pengukuran iklim kerja dingin
 1. Letakkan termometer suhu kering pada titik pengukuran dengan mengatur ketinggian termometer sesuai posisi kerja mayoritas pekerja (posisi berdiri sekitar 1,00 m dan posisi duduk sekitar 0,60 m).
 2. Tempatkan alat ukur di titik pengukuran selama 20 menit untuk penyesuaian terhadap suhu lingkungan kerja.
 3. Lakukan pembacaan hasil pengukuran setiap 5 menit sebanyak 6 kali pembacaan dan catat dalam formulir yang disediakan (lampiran F).
 4. Apabila akan dilakukan pengukuran pada titik selanjutnya, maka ulangi mulai dari langkah (1).
 5. Lakukan pengukuran kecepatan angin atau aliran udara.
 3. Penentuan titik pengukuran iklim kerja
Titik pengukuran iklim kerja ditentukan dengan memperhatikan:
 - a. Terdapat sumber panas atau dingin seperti mesin, proses, dan lain-lain.
 - b. Merupakan area yang terpajan panas seperti terpajan oleh matahari
 - c. Terdapat aktivitas kerja atau ada orang yang bekerja.

CATATAN Jumlah titik pengukuran disesuaikan dengan jumlah sumber atau luas area terpajan panas atau dingin.

4.4 Pembacaan dan perhitungan hasil

4.4.1 Iklim kerja panas

a. Alat digital

Hasil pengukuran dapat dibaca dengan mencetak data pengukuran yang terekam di dalam alat ukur atau tercatat dalam formulir (lampiran E). Hasil pengukuran yang dicatat mencakup, namun tidak terbatas pada :

- 1) Rata-rata indeks ISBB
- 2) Rata-rata kelembaban relatif
- 3) Rata-rata kecepatan angin

b. Alat konvensional

1) ISBB merupakan perpaduan antara suhu basah alami, suhu kering dan suhu bola (suhu radian), jadi nilai ISBB sangat dipengaruhi oleh besarnya nilai ketiga suhu tersebut.

2) Ada 2 (dua) jenis rumus perhitungan ISBB, yaitu :

- Rumus untuk pengukuran dengan memperhitungkan radiasi sinar matahari, yaitu tempat kerja yang terkena radiasi sinar matahari secara langsung (*outdoor*) sebagai berikut:

$$\text{ISBB} = 0,7 \text{ SBA} + 0,2 \text{ SB} + 0,1 \text{ SK}$$

- Rumus untuk pengukuran tempat kerja tanpa pengaruh radiasi sinar matahari (*indoor*) sebagai berikut:

$$\text{ISBB} = 0,7 \text{ SBA} + 0,3 \text{ SB}$$

- Rumus yang digunakan untuk menghitung data yang lebih dari satu hasil pengukuran sebagai berikut :

$$\text{ISBB rata-rata} = \frac{(\text{ISBB}_1) (t_1) + (\text{ISBB}_2) (t_2) + \dots + (\text{ISBB}_n) (t_n)}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Keterangan :

ISBB	indeks suhu basah dan bola
ISBB ₁	indeks suhu basah dan bola pada hasil pengukuran 1
ISBB ₂	indeks suhu basah dan bola pada hasil pengukuran 2
ISBB _n	indeks suhu basah dan bola pada hasil pengukuran n
SBA	suhu basah alami
SK	suhu kering
SB	suhu bola
t ₁ , t ₂ , t _n	lama waktu pengukuran pada ISBB ₁ , ISBB ₂ , ISBB _n .

CATATAN Dalam merekomendasikan metode pengendalian, pengukuran iklim kerja panas harus memperhatikan laju metabolik, persentase kelembaban udara dan kecepatan aliran udara.

4.4.2 Iklim kerja dingin

Ekivalen suhu dingin merupakan kombinasi matriks antara suhu kering dan kecepatan angin. Pembacaan matriks ekivalen suhu dingin mengacu pada Peraturan Perundang-undangan yang berlaku (lihat lampiran C).

Lampiran E
(normatif)
Formulir hasil pengukuran parameter ISBB

Nama perusahaan :
 Alamat :
 No. Telp dan Fax :
 Jenis perusahaan :
 Tanggal pengukuran :
 Alat yang digunakan :
 Pelaksana :

No.	Bagian/ Lokasi	Jam	SBA	SB	SK	ISBB	Sumber panas	Ket
			°C	°C	°C	°C		
Cuaca :					Kelembaban :			

.....
 ...

Mengetahui

Pelaksana

(.....) (.....)
 (Diketahui oleh Kepala/Penanggung Jawab Unit Kerja)

Metoda pengukuran intensitas kebisingan di tempat kerja

Metoda pengukuran intensitas kebisingan di tempat kerja

1 Ruang lingkup

Standar ini merupakan metoda pengukuran intensitas kebisingan di tempat kerja dengan menggunakan alat *Sound Level Meter* (SLM), memuat prosedur pelaksanaan pengukuran intensitas kebisingan yang dilakukan di tempat kerja.

2 Istilah dan definisi

2.1

intensitas bunyi

energi bunyi rata-rata yang ditransmisikan melalui gelombang bunyi menuju arah perambatan dalam media seperti udara, air dan benda lain

2.2

kebisingan

semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran

2.3

tempat kerja

setiap ruangan atau lapangan yang tertutup atau terbuka, bergerak atau tetap, dimana tenaga kerja bekerja, atau yang sering dimasuki tenaga kerja untuk keperluan suatu usaha dan dimana terdapat sumber-sumber bahaya

2.4

tingkat tekanan bunyi pada skala pembobotan A

tingkat tekanan bunyi pada skala pembobotan A *decibel* dengan rumus:

$$LpA = 20 \log \frac{P_A}{P_0} \quad (1)$$

Keterangan :

P_0 = tekanan bunyi referensi sebesar 20 μ Pa (2×10^{-5} N/m²)

P_A = tekanan bunyi rms pembobotan A (Pascal)

2.5

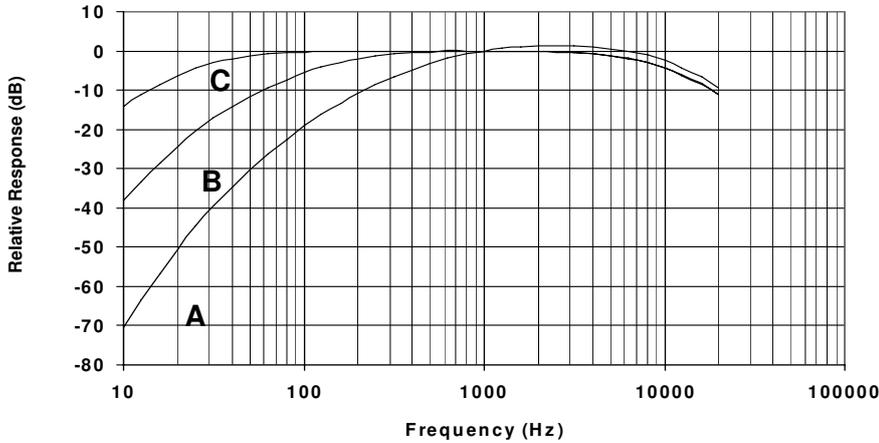
decibel

satuan intensitas bunyi yang dihitung menurut skala logaritma

2.6

skala pembobotan A

skala filter A yang memiliki karakteristik seperti pada Gambar 1



Gambar 1 - Skala pembobotan bunyi

Keterangan:
 A jenis filter A
 B jenis filter B
 C jenis filter C

2.7

tekanan bunyi sinambung setara pembobotan A (e)

nilai rata-rata kuadrat tekanan bunyi sinambung setara pada pembobotan A berasal dari sumber bunyi sinambung ataupun tetap pada rentang waktu pengukuran tertentu dengan rumus sebagai berikut:

$$L_{Seq}(T) = 10 \text{Log}_{10} \left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left[\frac{P_A(t)^2}{P_0^2} \right] dt \right) \tag{2}$$

atau jika berfluktuasi dapat :

$$L_{eq}(8 \text{ jam}) = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{8} \left(\sum_{i=1}^8 t_i 10^{0,1L_i} \right) \right) \tag{3}$$

3 Simbol, satuan dan singkatan

- LpA : tingkat tekanan bunyi pada pembobotan A
- pA(t) : tekanan bunyi yang terukur pada waktu tertentu
- po : tekanan bunyi referensi (= 20 μPa)
- L_{eq} : tingkat tekanan bunyi sinambung setara
- dB A : *decibel* pada pembobotan A
- S : *slow* (respon lambat = 1 detik)
- F : *fast* (respon cepat = 0,125 detik)
- t : rentang waktu pengukuran
- IEC : *International Electrotechnical Commission*
- ANSI : *American National Standard Institute* (Badan Standar Nasional Amerika)

4 Metoda pengukuran

4.1 Prinsip pengukuran

Tingkat tekanan bunyi diukur dengan alat *sound level meter* yang mempunyai kelengkapan Leq A dengan rentang waktu tertentu pada pembobotan waktu S. Tekanan bunyi menyentuh membran mikropon pada alat, sinyal bunyi diubah menjadi sinyal listrik dilewatkan pada filter pembobotan (*weighting network*), sinyal dikuatkan oleh amplifier diteruskan pada layar hingga dapat terbaca tingkat intensitas bunyi yang terukur.

4.2 Peralatan

4.2.1 Umum

Sound level meter yang digunakan untuk mengukur tingkat intensitas kebisingan di tempat kerja memiliki kelengkapan untuk mengukur tingkat tekanan SLM bunyi sinambung setara pada pembobotan A secara langsung ataupun tidak langsung. Alat ukur tersebut sesuai dengan yang ditetapkan SNI 05-2962-1992. Kelengkapan alat minimal memiliki :

- skala pembobotan A
- kecepatan respon pada pembobotan waktu *slow* (S)

4.2.2 Kalibrasi

Alat ukur tingkat intensitas kebisingan di tempat kerja sebelum digunakan, harus dikalibrasi sesuai dengan konfigurasi yang dimuat di dalam buku petunjuk alat. Alat ukur tersebut juga harus memiliki sertifikat kalibrasi yang masih berlaku.

4.2.3 Pengaruh meteorologi dan lingkungan

4.2.3.1 *Wind Screen* / Pelindung Angin

Untuk melindungi mikropon dari pengaruh angin dan debu, maka dipasang pelindung angin.

4.2.3.2 Kelembaban

Tingkat kelembaban lingkungan kerja sampai dengan 90% dapat ditoleransi dan tidak menimbulkan efek pada perekaman bunyi. Namun demikian, alat harus dijaga ketika kondisi hujan atau berkabut agar pori-pori pada *wind screen* tidak tertutupi oleh air atau endapan bahan kontaminan lain.

4.2.3.3 Temperatur

Pada umumnya alat ukur intensitas kebisingan didesain pada rentang suhu operasi -10°C sampai dengan 50°C . Untuk menghindari terjadinya kondensasi pada mikropon alat harus dijaga kondisinya dari perubahan temperatur secara mendadak.

4.2.3.4 Tekanan atmosfer

Pengaruh variasi tekanan atmosfer sebesar $\pm 10\%$ pada sensitivitas mikropon dapat ditoleransi. Namun, pengukuran intensitas kebisingan pada ketinggian yang dapat mempengaruhi sensitivitas mikropon, maka harus dilakukan kalibrasi pada tempat di ketinggian tersebut.

4.2.3.5 Medan magnet

Pengaruh dari elektrostatik dan medan magnet terhadap mikropon diabaikan.

4.2.3.6 Getaran

Pengukuran di lingkungan yang mempunyai getaran tinggi, alat ukur dilengkapi dengan bahan peredam getaran untuk mengurangi pengaruh perekaman bunyi pada mikropon.

4.3 Prosedur pengukuran

- a. Hidupkan alat ukur intensitas kebisingan.
- b. Periksa kondisi baterai, pastikan bahwa keadaan *power* dalam kondisi baik.
- c. Pastikan skala pembobotan.
- d. Sesuaikan pembobotan waktu respon alat ukur dengan karakteristik sumber bunyi yang diukur (S untuk sumber bunyi relatif konstan atau F untuk sumber bunyi kejut).
- e. Posisikan mikropon alat ukur setinggi posisi telinga manusia yang ada di tempat kerja. Hindari terjadinya refleksi bunyi dari tubuh atau penghalang sumber bunyi.
- f. Arahkan mikropon alat ukur dengan sumber bunyi sesuai dengan karakteristik mikropon (mikropon tegak lurus dengan sumber bunyi, $70^\circ - 80^\circ$ dari sumber bunyi).
- g. Pilih tingkat tekanan bunyi (*SPL*) atau tingkat tekanan bunyi sinambung setara (*Leq*) Sesuaikan dengan tujuan pengukuran.
- h. Catatlah hasil pengukuran intensitas kebisingan pada lembar data sampling. Lembar data sampling minimum memuat ketentuan seperti berikut:
 1. Nama perusahaan ;
 2. Alamat perusahaan ;
 3. Tanggal sampling ;
 4. Lokasi titik pengukuran ;
 5. Rentang waktu pengukuran ;
 6. Hasil pengukuran intensitas kebisingan ;
 7. Tipe alat ukur ;
 8. Tipe kalibrator ;
 9. Penanggung jawab hasil pengukuran
- i. Bila alat ukur *Sound Level Meter* tidak memiliki fasilitas *Leq*, maka dihitung secara manual dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Leq = 10 \text{ Log } \left\{ \frac{1}{T} \left[t_1 \text{xantilog} (L_1/10) + t_2 \text{xantilog} (L_2/10) + \dots t_n \text{xantilog} (L_n/10) \right] \right\} \quad (4)$$

Keterangan:

L_1 adalah tingkat tekanan bunyi pada periode t_1 ;

L_n adalah tingkat tekanan bunyi pada periode n ;

T adalah total waktu ($t_1+t_2 + \dots t_n$).

LAMPIRAN B

**(Kuesioner IFRC dan Rekapitulasi Hasil
Perhitungan)**

LAMPIRAN B1

**Kuesioner *Industrial Fatigue Research Committee*
(IFRC)**

KUESIONER PENELITIAN

ANALISIS PENGARUH BEBAN KERJA, IKLIM KERJA DAN KEBISINGAN TERHADAP KELELAHAN KERJA PADA PEKERJA DI BAGIAN PRODUKSI PABRIK INDARUNG V PT. SEMEN PADANG

Seluruh informasi yang diberikan dalam kuesioner ini dirahasiakan dan hanya digunakan sebagai bahan studi

I. IDENTITAS

Nama Lengkap :

Usia :

Berat Badan :

Nama Perusahaan :

Area Kerja/ Shift : /

Masa Kerja :

Riwayat Penyakit :

II. PETUNJUK PENGISIAN KUESIONER

Kuesioner ini terdiri dari 30 pertanyaan. Bacalah dengan baik dan seksama sebelum menjawab pertanyaan. Berilah tanda checklist (√) pada jawaban yang sesuai dengan pilihan Anda, dengan kategori setiap jawaban sebagai berikut:

- Tidak pernah merasakan
- Kadang-kadang (1-3 kali seminggu)
- Sering (≥ 4 kali seminggu)
- Selalu merasakan

III. PENGISIAN KUESIONER IFRC

No.	Pertanyaan	Tidak Pernah	Kadang-kadang	Sering	Selalu
Gejala yang Menunjukkan Melemahnya Kegiatan					
1.	Apakah saudara mengalami berat				

No.	Pertanyaan	Tidak Pernah	Kadang-kadang	Sering	Selalu
	di bagian kepala saat bekerja?				
2.	Apakah saudara mengalami lelah pada seluruh badan saat bekerja?				
3.	Apakah saudara mengalami berat di kaki saat bekerja?				
4.	Apakah saudara sering menguap saat bekerja?				
5.	Apakah saudara mengalami pikiran yang kacau saat bekerja?				
6.	Apakah saudara mengantuk saat bekerja?				
7.	Apakah saudara mengalami beban pada mata saat bekerja?				
8.	Apakah saudara mengalami kaku/canggung dalam bergerak saat bekerja?				
9.	Apakah saudara mengalami berdiri yang tidak stabil setelah bekerja?				
10.	Apakah saudara ingin berbaring saat bekerja?				

Gejala yang Menunjukkan Melemahnya Motivasi

1.	Apakah saudara susah berpikir saat bekerja?				
2.	Apakah saudara lelah untuk berbicara saat bekerja?				
3.	Apakah saudara menjadi gugup saat bekerja?				
4.	Apakah saudara tidak bisa berkonsentrasi saat bekerja?				
5.	Apakah saudara tidak bisa memusatkan perhatian terhadap sesuatu saat bekerja?				
6.	Apakah saudara punya kecenderungan untuk lupa saat bekerja?				
7.	Apakah saudara merasa kurang percaya diri saat bekerja?				
8.	Apakah saudara cemas terhadap sesuatu saat bekerja?				
9.	Apakah saudara tidak bisa mengontrol sikap saat bekerja?				
10.	Apakah saudara tidak dapat tekun				

No.	Pertanyaan	Tidak Pernah	Kadang-kadang	Sering	Selalu
	saat bekerja?				

Gejala yang Menunjukkan Kelelahan Fisik

1.	Apakah saudara mengalami sakit di kepala?				
2.	Apakah saudara mengalami kaku di bagian bahu setelah bekerja?				
3.	Apakah saudara mengalami nyeri di punggung setelah bekerja?				
4.	Apakah nafas saudara tertekan saat bekerja?				
5.	Apakah saudara sangat haus setelah bekerja?				
6.	Apakah suara saudara menjadi serak setelah bekerja?				
7.	Apakah saudara mengalami pusing setelah bekerja?				
8.	Apakah kelopak mata saudara menjadi kejang saat bekerja?				
9.	Apakah anggota badan saudara bergetar (tremor) saat bekerja?				
10.	Apakah saudara kurang sehat saat bekerja?				

LAMPIRAN B2

Rekapan Hasil Perhitungan

REKAPAN HASIL PERHITUNGAN

1. Karakteristik Pekerja

Karakteristik Distribusi Frekuensi Usia Responden

Area Kerja	Usia (Tahun)			
	Dewasa		Lansia	
	Jumlah	%	Jumlah	%
<i>Raw mill</i>	13	22,4	7	12,1
<i>Kiln coal mill</i>	18	31,0	4	6,9
<i>Finish mill</i>	11	19,0	5	8,6
Total	42	72,4	16	27,6

Karakteristik Distribusi Frekuensi Masa Responden

Area Kerja	Masa Kerja (Tahun)					
	Baru		Sedang		Lama	
	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%
<i>Raw mill</i>	4	6,9	10	17,2	6	10,3
<i>Kiln coal mill</i>	6	6,9	12	24,1	4	6,9
<i>Finish mill</i>	4	8,6	7	10,3	5	8,6
Total	14	22,4	29	51,7	15	25,9

Karakteristik Distribusi Frekuensi *Shift* Kerja Responden

<i>Shift</i> Kerja	<i>Shift</i> Kerja					
	<i>Shift I</i>		<i>Shift II</i>		<i>Shift III</i>	
	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%
<i>Raw mill</i>	6	10,3	7	12,1	7	12,1
<i>Kiln coal mill</i>	7	12,1	9	15,5	6	10,3
<i>Finish mill</i>	6	10,3	5	8,6	5	8,6
Total	19	32,8	21	36,2	18	31,0

2. Rekapitan Hasil Pengukuran beban kerja

a. Beban Fisik

Rekapitan Perhitungan Beban Fisik Indarung v

Area	Klasifikasi CVL	CVL Rata-rata	Keterangan
<i>Raw Mill</i>	30%-60%	38,26	Sedang
<i>Kiln Coal Mill</i>	30%-60%	48,36	Sedang
<i>Finish Mill</i>	30%-60%	34,61	Sedang

b. Beban Mental

Rekapitan Beban Mental Pabrik Indarung V

Area	Klasifikasi DRAWS	Total Skor	Keterangan
<i>Raw Mill</i>	> 60%	62,7	<i>Overload</i>
<i>Kiln Mill</i>	> 60%	63,1	<i>Overload</i>
<i>Finish Mill</i>	> 60%	61,5	<i>Overload</i>

3. Rekapitan Hasil Pengukuran Iklim Kerja

Lokasi Pengukuran	Titik	Waktu	TWB	TA	TG	RH%	WBGT	08.00	12.00	14.00	WBGT Rata-rata
<i>Raw Mill</i>	1	08:00	26,8	34,2	37,2	64,7	29,6	28,4	28,9	28,7	28,7
		12:00	27,0	35,9	38,9	65,6	30,3				
		16:00	25,3	35,6	38,4	53,4	29,0				
	2	08:00	26,7	33,7	36,8	61,6	29,4				
		12:00	25,6	34,8	37,2	57,8	28,8				
		16:00	25,9	34,1	36,9	55,7	28,9				
	3	08:00	25,9	32,6	36,5	61,4	28,7				
		12:00	25,9	34,2	36,9	64,9	28,9				
		16:00	25,8	33,5	36,8	59,0	28,8				
	4	08:00	24,5	32,3	35,5	66,4	27,5				
		12:00	25,7	33,8	36,7	54,7	28,7				
		16:00	25,6	33,2	36,0	66,5	28,4				
	5	08:00	24,0	31,1	35,2	66,4	27,0				
		12:00	25,0	33,5	35,7	62,0	28,0				
		16:00	24,9	36,7	35,5	65,5	28,2				
<i>Kiln Coal Mill</i>	1	08:00	27,9	33,2	36,5	65,7	30,0	29,3	30,5	29,9	29,9
		12:00	29,0	34,2	38,1	61,4	31,2				
		16:00	28,5	33,0	37,6	64,9	30,7				
	2	08:00	27,7	32,8	36,1	59,0	29,9				
		12:00	28,9	33,9	38,2	52,0	31,3				
		16:00	28,3	33,0	37,6	59,0	30,6				
	3	08:00	27,5	32,1	36,7	59,5	29,8				
		12:00	28,5	33,9	37,1	57,9	30,8				
		16:00	28,0	33,3	35,1	60,1	30,0				
	4	08:00	26,14	32,1	33,5	58,4	28,2				

Lokasi Pengukuran	Titik	Waktu	TWB	TA	TG	RH%	WBGT	08.00	12.00	14.00	WBGT Rata-rata
		12:00	27,45	32,9	34,2	59,6	29,3				
		16:00	26,99	32,7	33,7	59,1	28,9				
	5	08:00	27,1	32,2	32,4	51,3	28,7				
		12:00	27,6	33,2	35,7	51	29,8				
		16:00	27,5	33	34,1	44	29,4				
<i>Finish Mill</i>	1	08:00	27,5	30,9	29,5	78,1	27,9	27,2	28,8	28,2	28,1
		12:00	28,5	32,3	31,3	78,4	28,8				
		16:00	27,6	31,8	29,5	75,1	28,3				
	2	08:00	25,7	30,6	29,1	77	27,0				
		12:00	28,3	31,8	31	79	29,3				
		16:00	27,4	30,9	30,2	75	28,3				
	3	08:00	25,7	28	29,1	65,8	26,9				
		12:00	27,2	26,2	30,9	66,9	28,4				
		16:00	27	28,9	30,4	65,1	28,0				

4. Rekapitan Hasil Pengukuran Kebisingan

Area	Titik	Hasil Intensitas kebisingan (dBA)	Rata-rata	NAB (dBA)	Keterangan
<i>Raw Mill</i>	1	92	89,8	85	Tidak Memenuhi*
	2	91,5			Tidak Memenuhi*
	3	84,9			Tidak Memenuhi*
	4	90,5			Tidak Memenuhi*
	5	89,1			Tidak Memenuhi*
<i>Kiln Coal Mill</i>	1	89,6	88,48	85	Tidak Memenuhi*
	2	87,1			Tidak Memenuhi*
	3	85,7			Tidak Memenuhi*
	4	88,3			Tidak Memenuhi*
	5	91,7			Tidak Memenuhi*
<i>Finish Mill</i>	1	89,3	88	85	Tidak Memenuhi*
	2	88,7			Tidak Memenuhi*
	3	86			Tidak Memenuhi*

5. Rekapitan Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja

No.	Pertanyaan	Tidak Pernah		Kadang-kadang		Sering		Selalu		
		n	%	n	%	n	%	n	%	
Gejala yang Menunjukkan Melemahnya Kegiatan										
1.	Apakah saudara mengalami berat di bagian kepala saat bekerja?	21	36,2	28	48,3	6	10,3	3	5,2	
2.	Apakah saudara mengalami lelah pada seluruh badan saat bekerja?	13	22,4	35	60,3	8	13,8	2	3,4	
3.	Apakah saudara mengalami berat di kaki saat bekerja?	19	33,3	31	54,4	6	10,5	1	1,8	
4.	Apakah saudara sering menguap saat bekerja?	13	22,8	27	47,4	11	19,3	6	10,5	
5.	Apakah saudara mengalami pikiran yang kacau saat bekerja?	37	63,8	19	32,8	2	3,4	0	0,0	
6.	Apakah saudara mengantuk saat bekerja?	16	27,6	28	48,3	8	13,8	6	10,3	
7.	Apakah saudara mengalami beban pada mata saat bekerja?	23	40,4	25	43,9	9	15,8	0	0,0	
8.	Apakah saudara mengalami kaku/canggung dalam bergerak saat bekerja?	32	55,2	19	32,8	6	10,3	1	1,7	
9.	Apakah saudara mengalami berdiri yang tidak stabil setelah bekerja?	20	34,5	32	55,2	6	10,3	0	0,0	
10.	Apakah saudara ingin berbaring saat bekerja?	19	33,3	31	54,4	5	8,8	2	3,5	
Gejala yang Menunjukkan Melemahnya Motivasi										
1.	Apakah saudara susah berpikir saat bekerja?	22	37,9	24	41,4	9	15,5	3	5,2	

No.	Pertanyaan	Tidak Pernah		Kadang-kadang		Sering		Selalu	
		n	%	n	%	n	%	n	%
2.	Apakah saudara lelah untuk berbicara saat bekerja?	27	46,6	29	50,0	2	3,4	0	0,0
3.	Apakah saudara menjadi gugup saat bekerja?	18	31,0	35	60,3	5	8,6	0	0,0
4.	Apakah saudara tidak bisa berkonsentrasi saat bekerja?	20	34,5	37	63,8	1	1,7	0	0,0
5.	Apakah saudara tidak bisa memusatkan perhatian terhadap sesuatu saat bekerja?	26	44,8	29	50,0	3	5,2	0	0,0
6.	Apakah saudara punya kecenderungan untuk lupa saat bekerja?	25	43,1	29	50,0	4	6,9	0	0,0
7.	Apakah saudara merasa kurang percaya diri saat bekerja?	25	43,1	30	51,7	2	3,4	1	1,7
8.	Apakah saudara cemas terhadap sesuatu saat bekerja?	25	43,1	29	50,0	1	1,7	3	5,2
9.	Apakah saudara tidak bisa mengontrol sikap saat bekerja?	30	51,7	25	43,1	3	5,2	0	0,0
10.	Apakah saudara tidak dapat tekun saat bekerja?	25	43,1	30	51,7	3	5,2	0	0,0

Gejala yang Menunjukkan Kelelahan Fisik

1.	Apakah saudara mengalami sakit di kepala?	21	36,8	35	61,4	0	0,0	1	1,8
2.	Apakah saudara mengalami kaku di bagian bahu setelah bekerja?	12	21,1	36	63,2	3	5,3	6	10,5
3.	Apakah saudara mengalami nyeri di punggung setelah bekerja?	12	21,1	35	61,4	8	14,0	2	3,5
4.	Apakah nafas saudara tertekan saat bekerja?	28	49,1	20	35,1	7	12,3	2	3,5
5.	Apakah saudara sangat haus setelah bekerja?	8	14,3	21	37,5	19	33,9	8	14,3
6.	Apakah suara saudara menjadi serak setelah bekerja?	23	41,1	22	39,3	6	10,7	5	8,9
7.	Apakah saudara mengalami pusing setelah bekerja?	21	36,8	33	57,9	2	3,5	1	1,8
8.	Apakah kelopak mata saudara menjadi kejang saat bekerja?	28	49,1	20	35,1	7	12,3	2	3,5
9.	Apakah anggota badan saudara bergetar (tremor) saat bekerja?	31	54,4	20	35,1	4	7,0	2	3,5
10.	Apakah saudara kurang sehat saat bekerja?	13	22,8	42	73,7	2	3,5	0	0,0

LAMPIRAN C

Rekapan Hasil Analisis

Correlations

		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Total
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
X9	Pearson Correlation	.454**	.396**	.391**	.289*	.461**	.562**	.551**	.615**	1	.532**	.679**
	Sig. (2-tailed)	.000	.002	.002	.028	.000	.000	.000	.000		.000	.000
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
X10	Pearson Correlation	.474**	.524**	.424**	.420**	.471**	.584**	.733**	.566**	.532**	1	.754**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.001	.001	.000	.000	.000	.000	.000		.000
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Total	Pearson Correlation	.735**	.805**	.677**	.719**	.778**	.809**	.806**	.814**	.679**	.754**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

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

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	58	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	58	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.915	10

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
X1	16.4138	25.580	.663	.907
X2	16.1379	24.928	.748	.902
X3	16.3793	26.450	.602	.911
X4	16.0172	24.754	.625	.911
X5	16.7931	26.623	.733	.905
X6	16.1379	23.946	.742	.903
X7	16.4310	25.302	.753	.902
X8	16.6207	24.906	.760	.902
X9	16.4138	26.843	.611	.910
X10	16.3621	25.568	.688	.906

Correlations

		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Total
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
X9	Pearson Correlation	.059	.122	.442**	.469**	.511**	.441**	.651**	.607**	1	.437**	.694**
	Sig. (2-tailed)	.658	.360	.001	.000	.000	.001	.000	.000		.001	.000
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
X10	Pearson Correlation	.151	.292*	.255	.281*	.368**	.489**	.281*	.403**	.437**	1	.579**
	Sig. (2-tailed)	.258	.026	.053	.032	.004	.000	.032	.002	.001		.000
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Total	Pearson Correlation	.413**	.556**	.786**	.604**	.778**	.809**	.761**	.758**	.694**	.579**	1
	Sig. (2-tailed)	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58

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

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	58	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	58	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.856	10

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
X1	14.7414	15.493	.224	.883
X2	15.0517	15.418	.453	.851
X3	14.8448	14.168	.722	.829
X4	14.9483	15.418	.518	.846
X5	15.0172	14.228	.712	.830
X6	14.9828	13.947	.749	.826
X7	14.9828	14.052	.684	.831
X8	14.9310	13.504	.663	.833
X9	15.0862	14.606	.608	.839
X10	15.0000	15.228	.475	.849

Correlations

		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Total
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
X9	Pearson Correlation	.137	.308*	.292*	.592**	.113	.309*	.412**	.704**	1	.126	.625**
	Sig. (2-tailed)	.304	.018	.026	.000	.397	.018	.001	.000		.346	.000
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
X10	Pearson Correlation	.347**	.159	.210	.261*	.020	.272*	.105	.035	.126	1	.331*
	Sig. (2-tailed)	.008	.232	.113	.048	.879	.039	.431	.794	.346		.011
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Total	Pearson Correlation	.488**	.804**	.723**	.814**	.518**	.682**	.650**	.800**	.625**	.331*	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.011	
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

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

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	58	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	58	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.848	10

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
X1	16.9828	21.737	.391	.846
X2	16.6034	18.314	.731	.815
X3	16.6552	19.668	.643	.826
X4	16.9483	18.296	.744	.814
X5	16.1552	20.379	.364	.854
X6	16.7586	18.783	.559	.834
X7	16.9483	20.576	.567	.833
X8	16.9483	18.401	.727	.816
X9	17.0517	20.015	.515	.837
X10	16.8448	22.835	.241	.854

UJI NORMALITAS

Usia

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		58
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.73630949
Most Extreme Differences	Absolute	.112
	Positive	.112
	Negative	-.073
Test Statistic		.112
Asymp. Sig. (2-tailed) ^c		.069

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Masa Kerja

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		58
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.70914620
Most Extreme Differences	Absolute	.115
	Positive	.092
	Negative	-.115
Test Statistic		.115
Asymp. Sig. (2-tailed) ^c		.055

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Shift Kerja

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		58
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.72077780
Most Extreme Differences	Absolute	.105
	Positive	.105
	Negative	-.084
Test Statistic		.105
Asymp. Sig. (2-tailed) ^c		.171

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Beban Fisik One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		58
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.67911481
Most Extreme Differences	Absolute	.107
	Positive	.107
	Negative	-.099
Test Statistic		.107
Asymp. Sig. (2-tailed) ^c		.098

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Beban Mental
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		58
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.72086935
Most Extreme Differences	Absolute	.103
	Positive	.087
	Negative	-.103
Test Statistic		.103
Asymp. Sig. (2-tailed) ^c		.197

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.

Iklim Kerja
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		58
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0611285
	Std. Deviation	.72536191
Most Extreme Differences	Absolute	.104
	Positive	.104
	Negative	-.086
Test Statistic		.104
Asymp. Sig. (2-tailed) ^c		.186

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.

Kebisingan
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		58
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.74186336
Most Extreme Differences	Absolute	.106
	Positive	.106
	Negative	-.101
Test Statistic		.106
Asymp. Sig. (2-tailed) ^c		.163

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

UJI KORELASI

Usia

Correlations

		Usia	Kelelahan Kerja
Usia	Pearson Correlation	1	-.078
	Sig. (2-tailed)		.559
	N	58	58
Kelelahan Kerja	Pearson Correlation	-.078	1
	Sig. (2-tailed)	.559	
	N	58	58

Masa Kerja

Correlations

		Masa Kerja	Kelelahan Kerja
Masa Kerja	Pearson Correlation	1	.052
	Sig. (2-tailed)		.700
	N	58	58
Kelelahan Kerja	Pearson Correlation	.052	1
	Sig. (2-tailed)	.700	
	N	58	58

Shift Kerja

Correlations

		Shift Kerja	Kelelahan Kerja
Shift Kerja	Pearson Correlation	1	.396**
	Sig. (2-tailed)		.002
	N	58	58
Kelelahan Kerja	Pearson Correlation	.396**	1
	Sig. (2-tailed)	.002	
	N	58	58

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Beban Fisik Correlations

		Beban Fisik	Kelelahan Kerja
Beban Fisik	Pearson Correlation	1	.234
	Sig. (2-tailed)		.078
	N	58	58
Kelelahan Kerja	Pearson Correlation	.234	1
	Sig. (2-tailed)	.078	
	N	58	58

Beban Mental Correlations

		VAR00001	VAR00002
VAR00001	Pearson Correlation	1	.336 [*]
	Sig. (2-tailed)		.010
	N	58	58
VAR00002	Pearson Correlation	.336 [*]	1
	Sig. (2-tailed)	.010	
	N	58	58

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

Iklim Kerja Correlations

		Iklim Kerja	Kelelahan Kerja
Iklim Kerja	Pearson Correlation	1	.261 [*]
	Sig. (2-tailed)		.048
	N	58	58
Kelelahan Kerja	Pearson Correlation	.261 [*]	1
	Sig. (2-tailed)	.048	
	N	58	58

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

Kebisingan Correlations

		Kebisingan	Kelelahan Kerja
Kebisingan	Pearson Correlation	1	.270*
	Sig. (2-tailed)		.040
	N	58	58
Kelelahan Kerja	Pearson Correlation	.270*	1
	Sig. (2-tailed)	.040	
	N	58	58

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

UJI REGRESI LINEAR BERGANDA

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.504 ^a	.254	.198	.62877

a. Predictors: (Constant), Shift Kerja, Beban Mental, Iklim Kerja, Kebisingan

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7.132	4	1.783	4.510	.003 ^b
	Residual	20.954	53	.395		
	Total	28.086	57			

a. Dependent Variable: Kelelahan Kerja

b. Predictors: (Constant), Shift Kerja, Beban Mental, Iklim Kerja, Kebisingan

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.324	10.668		.124	.902
	Beban Mental	.006	.013	.059	.498	.620
	Iklim Kerja	.440	.182	.309	2.415	.019
	Kebisingan	.016	.119	.017	.134	.894
	Shift Kerja	.340	.104	.390	3.281	.002

a. Dependent Variable: Kelelahan Kerja

LAMPIRAN D

Dokumentasi

Dokumentasi Pengambilan Data



ANALISIS PENGARUH IKLIM KERJA, KEBISINGAN, BEBAN KERJA DAN KARAKTERISTIK KERJA TERHADAP KELELAHAN KERJA PADA PEKERJA PABRIK INDARUNG V PT. SEMEN PADANG

by Turnitin Fakultas Teknik

Submission date: 27-Aug-2025 03:46PM (UTC+0800)

Submission ID: 2701588426

File name: DRAF_TA_RINDIANI_SANUR.docx (2.21M)

Word count: 23640

Character count: 150148

ANALISIS PENGARUH IKLIM KERJA, KEBISINGAN, BEBAN KERJA DAN KARAKTERISTIK KERJA TERHADAP KELELAHAN KERJA PADA PEKERJA PABRIK INDARUNG V PT. SEMEN PADANG

ORIGINALITY REPORT

6%

SIMILARITY INDEX

2%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Universitas Andalas

Student Paper

6%

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On