



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS TEKANAN PANAS  
DAN TINGKAT KELUHAN SUBJEKTIF  
PADA PEKERJA DI AREA PRODUKSI PELUMAS JAKARTA  
PT PERTAMINA (PERSERO) TAHUN 2012**

**SKRIPSI**

**AGIL HELIEN PUSPITA  
0806457975**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT  
KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
DEPOK  
JUNI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS TEKANAN PANAS  
DAN TINGKAT KELUHAN SUBJEKTIF  
PADA PEKERJA DI AREA PRODUKSI PELUMAS JAKARTA  
PT PERTAMINA (PERSERO) TAHUN 2012**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Kesehatan Masyarakat**

**AGIL HELIEN PUSPITA  
0806457975**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT  
KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
DEPOK  
JUNI 2012**

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Agil Helien Puspita

NPM : 0806457975

Mahasiswa Program : S1- Reguler Kesehatan Masyarakat

Tahun Akademik : 2008/2009

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul **“Analisis Tekanan Panas dan Tingkat Keluhan Subjektif Pada Pekerja di Area Produksi Pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) Tahun 2012”**.

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 25 Juni 2012



(Agil Helien Puspita)

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Agil Helien Puspita

NPM : 0806457975

Tanda Tangan : 

Tanggal : 25 Juni 2012

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Agil Helien Puspita  
NPM : 0806457975  
Program Studi : S1 Reguler Kesehatan Masyarakat  
Judul Skripsi : Analisis Tekanan Panas dan Tingkat Keluhan Subjektif Pada Pekerja di Area Produksi Pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) Tahun 2012

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

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Hendra, S.K.M., M.K.K.K. (  )  
Penguji : dr. Chandra Satrya, M.App.Sc. (  )  
Penguji : Setyo Nugroho, S.T. (  )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 25 Juni 2012

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Agil Helien Puspita  
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 11 Maret 1990  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Alamat : Gg. Kanguru III No. 47 RT 10/02 Kelurahan  
Gedong, Ps. Rebo, Jakarta Timur, 13760  
Nomor HP : 081280247028  
Email : agil.helien@yahoo.com  
Pendidikan Formal :

No	Tahun	Pendidikan
1	1994-1996	TK Tat Wam Asi, Jakarta
2	1996-2002	SDN Gedong 01 Pagi, Jakarta
3	2005-2005	SMPN 103, Jakarta
4	2005-2008	SMAN 39, Jakarta
5	2008-2012	Universitas Indonesia Program Sarjana Kesehatan Masyarakat, Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Depok

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya Penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “**Analisis Tekanan Panas dan Tingkat Keluhan Subjektif Pada Pekerja di Area Produksi Pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) Tahun 2012**”. Shalawat serta salam Penulis curahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat.

Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia. Dalam proses penulisan skripsi ini, Penulis mengalami berbagai macam kendala, tetapi atas bantuan, bimbingan, dan dukungan moril maupun materiil dari berbagai pihak, Penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Ucapan syukur dan terimakasih Penulis sampaikan kepada :

1. **Allah SWT**
2. **Bapak Hendra**, selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan bimbingan, saran, dan masukan yang bermanfaat untuk penulisan skripsi ini.
3. **Bapak Chandra Satrya**, selaku penguji. Terimakasih atas waktu dan kesediaan Bapak untuk menguji skripsi Penulis.
4. **Bapak Setyo Nugroho**, selaku pembimbing dari pihak PT Pertamina (Persero) PUJ-L dan penguji yang telah banyak membantu dalam memperoleh data yang Penulis butuhkan untuk penulisan skripsi ini. Terimakasih atas waktu, bimbingan, dan ilmu yang diberikan kepada Penulis.
5. **Mama, Ayah, Mas Danang, Mbak Dani, dan Anggit**. Terimakasih atas doa, kasih sayang, perhatian, dan dukungannya.
6. *Abnormals Family*; **Monic, Nisa, Dian, Gepe, Ririn, Listy, Kei, Ridho, Royan, Habib, Udi, dan Arif**. Sahabat seperjuangan, teman senasib sepenanggungan, teman mencela dan menggilgila. Terimakasih atas segala

bentuk dukungan, doa, suka, dan duka. *Love you, guys!* Sukses buat kita semua. *Aamiin.*

7. **Hendro Dwianto**, terimakasih atas pinjaman *netbook* dan *modem*-nya.
8. **Karnita Tri Utami**, sahabat paling super yang sukses menjadi tempat cerita Penulis. Terimakasih.
9. **Teman-teman K3 FKM UI 2008** yang sama-sama menyusun skripsi. Sukses!
10. Seluruh pihak yang tidak bisa Penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu Penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, Penulis menerima kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan skripsi ni. Semoga skripsi ini dapat memberikan informasi dan meningkatkan ilmu pengetahuan bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, Juni 2012

Agil Helien Puspita

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

---

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

Nama : Agil Helien Puspita  
NPM : 0806457975  
Program Studi : S1 Reguler Kesehatan Masyarakat  
Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
Fakultas : Kesehatan Masyarakat  
Jenis karya : Skripsi

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

**“Analisis Tekanan Panas dan Tingkat Keluhan Subjektif Pada Pekerja  
di Area Produksi Pelumas PT Pertamina (Persero) Tahun 2012”**

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : 25 Juni 2012

Yang menyatakan



(Agil Helien Puspita)

## ABSTRAK

Nama : Agil Helien Puspita  
Program Studi : Kesehatan Masyarakat  
Judul : Analisis Tekanan Panas dan Tingkat Keluhan Subjektif Pada  
Pekerja di Area Produksi Pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero)  
Tahun 2012

Tekanan panas merupakan salah satu faktor fisik yang berpengaruh terhadap produktivitas, performa kerja, juga berpotensi menimbulkan berbagai keluhan kesehatan (*heat strain*) bagi pekerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero). Penelitian dilakukan pada 122 pekerja menggunakan desain studi *cross sectional*. Hasil penelitian menunjukkan semua responden mengalami keluhan akibat pajanan panas dengan mayoritas keluhan ringan (73.8%) dan pengukuran menggunakan *Thermal Environment Monitor* menunjukkan bahwa secara umum temperatur di area produksi pelumas melebihi nilai ambang batas yang diperkenankan. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengendalian kondisi temperatur lingkungan kerja sampai batas yang dapat diterima pekerja untuk meminimalisasi risiko keluhan yang dirasakan.

Kata kunci:

Tekanan panas, *heat strain*, keluhan subjektif

## ABSTRACT

Name : Agil Helien Puspita  
Study Program : Public Health  
Title : Heat Stress Analysis and The Level of Subjective  
Complaints on Workers at PT Pertamina (Persero)  
Production Unit Jakarta – Lubricants in 2012

Heat stress is one of physical factors that affect productivity, working performance, also potentially caused various health problems (heat strain) for workers in PT Pertamina (Persero) Production Unit Jakarta – Lubricants. This study performed on 122 workers using cross sectional study design. Result showed all respondents had complaints due to heat exposure with the majority of minor complaints (73.8%) and measurement using Thermal Environment Monitor showed in general, temperature at lubricants production area exceeds the permitted threshold value. Therefore, efforts are needed to control the temperature conditions of the working environment to acceptable limits of workers to minimize the perceived risk of complaints.

Key words :  
Heat stress, heat strain, subjective complaints

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Pertanyaan Penelitian.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.4.1. Tujuan Umum.....	4
1.4.2. Tujuan Khusus.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.5.1. Bagi PT Pertamina (Persero) <i>Production Unit Jakarta–Lubricants</i> .....	5
1.5.2. Bagi Pekerja di Area Produksi Pelumas PT. <i>Production Unit Jakarta – Lubricants</i> .....	5
1.5.3. Bagi Peneliti.....	6
1.6. Ruang Lingkup Penelitian.....	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1. Definisi Tekanan Panas ( <i>Heat Stress</i> ).....	7
2.2. Sumber Panas.....	7
2.2.1. Panas dari aktivitas.....	8
2.2.2. Panas dari lingkungan.....	9
2.3. Keseimbangan Panas dan Mekanisme Perpindahan Panas.....	9
2.3.1. Keseimbangan Panas.....	9
2.3.2. Mekanisme Perpindahan Panas.....	10
2.3.2.1. Konduksi.....	10

2.3.2.2. Konveksi.....	11
2.3.2.3. Radiasi.....	11
2.3.2.4. Evaporasi.....	12
2.4. Sistem Pengaturan Panas Tubuh Manusia.....	12
2.5. Respon Tubuh Terhadap Panas.....	13
2.6. Dampak tekanan Panas.....	14
2.6.1. Perubahan Suhu Inti Tubuh.....	15
2.6.2. Denyut Nadi.....	15
2.6.3. Keringat.....	16
2.7. Faktor Individu yang Mempengaruhi Dampak Tekanan Panas.....	21
2.7.1. Umur.....	21
2.7.2. Jenis Kelamin.....	21
2.7.3. Obesitas.....	22
2.7.4. Status Hidrasi.....	22
2.7.5. Status Kesehatan.....	22
2.7.6. Aklimatisasi.....	23
2.7.7. Pakaian Kerja.....	23
2.7.8. Konsumsi Alkohol dan Obat-obatan.....	24
2.8. Pengukuran Tekanan Panas.....	24
2.8.1. Pengukuran di Lingkungan Kerja.....	25
2.8.1.1. Suhu kering ( <i>Dry bulb/air temperature</i> ) – $T_a$ .....	26
2.8.1.2. Suhu basah alami ( <i>Natural wet bulb temperature</i> ) – $T_{nwb}$ .....	26
2.8.1.3. Suhu bola ( <i>Globe temperature</i> ) – $T_g$ .....	26
2.8.1.4. Kelembaban relatif ( <i>Relative humidity</i> ).....	27
2.8.1.5. Kecepatan angin.....	27
2.8.2. Pengukuran Pada Pekerja.....	33
2.9. Pengendalian Tekanan Panas.....	36
2.9.1. <i>Engineering Control</i> .....	37
2.9.1.1. Menurut OHSA (1999).....	37
2.9.1.2. Menurut NIOSH (1986).....	38
2.9.1.3. Menurut Worksafe BC (2007).....	39
2.9.2. <i>Administrative Control</i> .....	39
2.9.2.1. Aklimatisasi.....	39
2.9.2.2. Penggantian cairan.....	40
2.9.2.3. Pembatasan waktu paparan (NIOSH, 1986).....	40
2.9.2.4. Penurunan tingkat panas metabolisme (NIOSH, 1986).....	41
2.9.2.5. Peningkatan toleransi terhadap panas (NIOSH, 1986).....	41
2.9.2.6. Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (NIOSH, 1986).....	42
2.9.2.7. Program Monitoring Pekerja (OHSA, 1999).....	42
2.9.3. Penggunaan Alat Pelindung Diri.....	42

<b>BAB 3 KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DEFINISI OPERASIONAL</b> .....	<b>44</b>
3.1. Kerangka Teori.....	44
3.2. Kerangka Konsep.....	46
3.3. Definisi Operasional.....	48
<b>BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>54</b>
4.1. Desain Penelitian.....	54
4.2. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	54
4.3. Populasi Penelitian.....	54
4.4. Teknik Pengumpulan Data.....	55
4.4.1. Pengumpulan Data Primer.....	55
4.4.1.1. Kondisi Lingkungan Kerja.....	55
4.4.1.2. Beban Kerja.....	55
4.4.1.3. Pola Kerja dan Istirahat.....	55
4.4.1.4. Karakteristik Individu.....	55
4.4.1.5. Keluhan Subjektif.....	56
4.4.2. Pengambilan Data Sekunder.....	56
4.5. Pengolahan Data.....	56
4.5.1. Indeks WBGT <i>indoor</i> .....	56
4.5.2. Kelembaban Udara Relatif.....	57
4.5.3. Kecepatan Angin.....	57
4.5.4. Beban Kerja.....	57
4.5.5. Indeks Massa Tubuh (IMT).....	58
4.5.6. Tingkat Keluhan Subjektif.....	58
4.6. Manajemen Data.....	59
4.6.1. <i>Editing</i> .....	59
4.6.2. <i>Coding</i> .....	59
4.6.2.1. Pakaian Kerja.....	59
4.6.2.2. Pola Kerja.....	59
4.6.2.3. Status Aklimatisasi.....	59
4.6.2.4. Konsumsi Air Minum.....	60
4.6.2.5. Status Kesehatan.....	60
4.6.2.6. Keluhan Terhadap Kondisi Temperatur Lingkungan Kerja yang Panas.....	60
4.6.2.7. Kenyamanan Terhadap Temperatur Lingkungan Kerja.....	60
4.6.2.8. Keluhan Subjektif.....	60
4.6.2.9. Kejadian Pajanan Tekanan Panas.....	61
4.6.3. <i>Entry Data</i> .....	61
4.6.3.1. Variabel Umur.....	61
4.6.3.2. Variabel IMT.....	61

4.6.3.3. Variabel Beban Kerja.....	62
4.6.3.4. Variabel Status Kesehatan.....	62
4.6.3.5. Variabel Keluhan Subjektif.....	62
4.6.4. <i>Cleaning Data</i> .....	63
4.7. Analisis Data.....	63
4.7.1. Analisis Univariat.....	63
4.7.2. Analisis Bivariat.....	63
<b>BAB 5 GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN.....</b>	<b>64</b>
5.1. Sejarah Singkat PT Pertamina (Persero).....	64
5.2. Logo, Visi, Misi, dan Tata Nilai PT Pertamina (Persero).....	65
5.2.1. Logo PT Pertamina (Persero).....	65
5.2.2. Visi, Misi, dan Tata Nilai PT Pertamina (Persero).....	65
5.3. Kegiatan Usaha PT Pertamina (Persero).....	66
5.3.1. Kegiatan Usaha Pertamina Hulu.....	66
5.3.2. Kegiatan Usaha Pertamina Hilir.....	67
5.4. Pertamina <i>Fuel Retail Marketing Region III</i> .....	67
5.5. PT Pertamina (Persero) <i>Production Unit Jakarta – Lubricants</i> .....	68
5.5.1. Sejarah Singkat PT Pertamina (Persero) <i>Production Unit Jakarta – Lubricants</i> .....	68
5.5.2. Profil Perusahaan.....	69
5.5.3. Visi dan Misi PT Pertamina (Persero) <i>Production Unit Jakarta – Lubricants</i> .....	69
5.5.3.1. Visi.....	69
5.5.3.2. Misi.....	69
5.5.4. Struktur Organisasi PT Pertamina (Persero) <i>Production Unit Jakarta– Lubricants</i> .....	70
5.5.5. Proses Produksi PT Pertamina (Persero) <i>Production Unit Jakarta– Lubricants</i> .....	70
5.5.6. Hasil Produksi.....	75
5.6. Hazard dan Risiko yang Berada di Area Produksi PT Pertamina (Persero) <i>Production Unit Jakarta – Lubricants</i> .....	76
5.7. Gambaran Umum Fungsi K3LL PT Pertamina (Persero) <i>Production Unit Jakarta – Lubricants</i> .....	77
5.7.1. Gambaran Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di PT Pertamina (Persero) <i>Production Unit Jakarta – Lubricants</i> .....	78
<b>BAB 6 HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>80</b>
6.1. Gambaran Kondisi Lingkungan Kerja.....	80
6.2. Gambaran Proses Kerja.....	82
6.2.1. Proses <i>Blending</i> .....	82

6.2.2. Proses Pengisian dan Pengepakan Pelumas .....	83
6.2.2.1. Proses Pengisian di LOBP-I .....	83
6.2.2.2. Proses Pengisian di LOBP-II .....	84
6.3. Hasil Pengukuran Kondisi Lingkungan Kerja .....	84
6.4. Perhitungan Beban Kerja .....	87
6.5. Gambaran Pola Kerja dan Istirahat .....	89
6.6. Analisis Kejadian Tekanan Panas .....	89
6.7. Gambaran Keluhan Subjektif .....	91
6.8. Gambaran Karakteristik Responden .....	94
6.8.1. Umur .....	94
6.8.2. Indeks Massa Tubuh .....	95
6.8.3. Jenis Pakaian Kerja .....	95
6.8.4. Status Aklimatisasi .....	96
6.8.5. Status Kesehatan .....	96
6.8.6. Rata-rata Volume Konsumsi Air Minum Setiap Hari .....	97
6.9. Analisis Hubungan Antara Kejadian Tekanan Panas dengan Tingkat Keluhan Subjektif .....	97
6.10. Analisis Hubungan Antara Beban Kerja dengan Tingkat Keluhan Subjektif .....	98
6.11. Analisis Hubungan Antara Pola Kerja dengan Tingkat Keluhan Subjektif .....	98
6.12. Analisis Karakteristik Responden dengan Tingkat Keluhan Subjektif .....	99
6.12.1. Hubungan Antara Umur dengan Tingkat Keluhan Subjektif .....	99
6.12.2. Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh dengan Tingkat Keluhan Subjektif .....	99
6.12.3. Hubungan Antara Pakaian Kerja dengan Tingkat Keluhan Subjektif .....	100
6.12.4. Hubungan Antara Status Aklimatisasi dengan Tingkat Keluhan Subjektif .....	101
6.12.5. Hubungan Antara Status Kesehatan dengan Tingkat Keluhan Subjektif .....	102
6.12.6. Hubungan Antara Rata-rata Volume Konsumsi Air Minum Setiap Hari dengan Tingkat Keluhan Subjektif .....	102
<b>BAB 7 PEMBAHASAN .....</b>	<b>103</b>
7.1. Keterbatasan Penelitian .....	103
7.2. Analisis Temperatur Lingkungan Kerja .....	104
7.3. Analisis Tekanan Panas .....	106
7.4. Analisis Keluhan Subjektif .....	108
7.5. Analisis Hubungan Antara Kejadian Tekanan Panas dengan Tingkat Keluhan Subjektif .....	110
7.6. Analisis Hubungan Antara Beban Kerja dengan Tingkat Keluhan Subjektif .....	111
7.7. Analisis Hubungan Antara Pola Kerja dengan Tingkat Keluhan Subjektif .....	112

7.8. Analisis Hubungan Antara Karakteristik Responden dengan Tingkat Keluhan Subjektif.....	112
7.8.1. Analisis Hubungan Antara Umur dengan Tingkat Keluhan Subjektif.....	112
7.8.2. Analisis Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh dengan Tingkat Keluhan Subjektif.....	113
7.8.3. Analisis Hubungan Antara Pakaian Kerja dengan Tingkat Keluhan Subjektif.....	114
7.8.4. Analisis Hubungan Antara Status Aklimatisasi dengan Tingkat Keluhan Subjektif.....	115
7.8.5. Analisis Hubungan Antara Status Kesehatan dengan Tingkat Keluhan Subjektif.....	115
7.8.6. Analisis Hubungan Antara Rata-rata Volume Konsumsi Air Minum dengan Tingkat Keluhan Subjektif.....	116
<b>BAB 8 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>118</b>
8.1. Kesimpulan.....	118
8.2. Saran.....	119
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>120</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

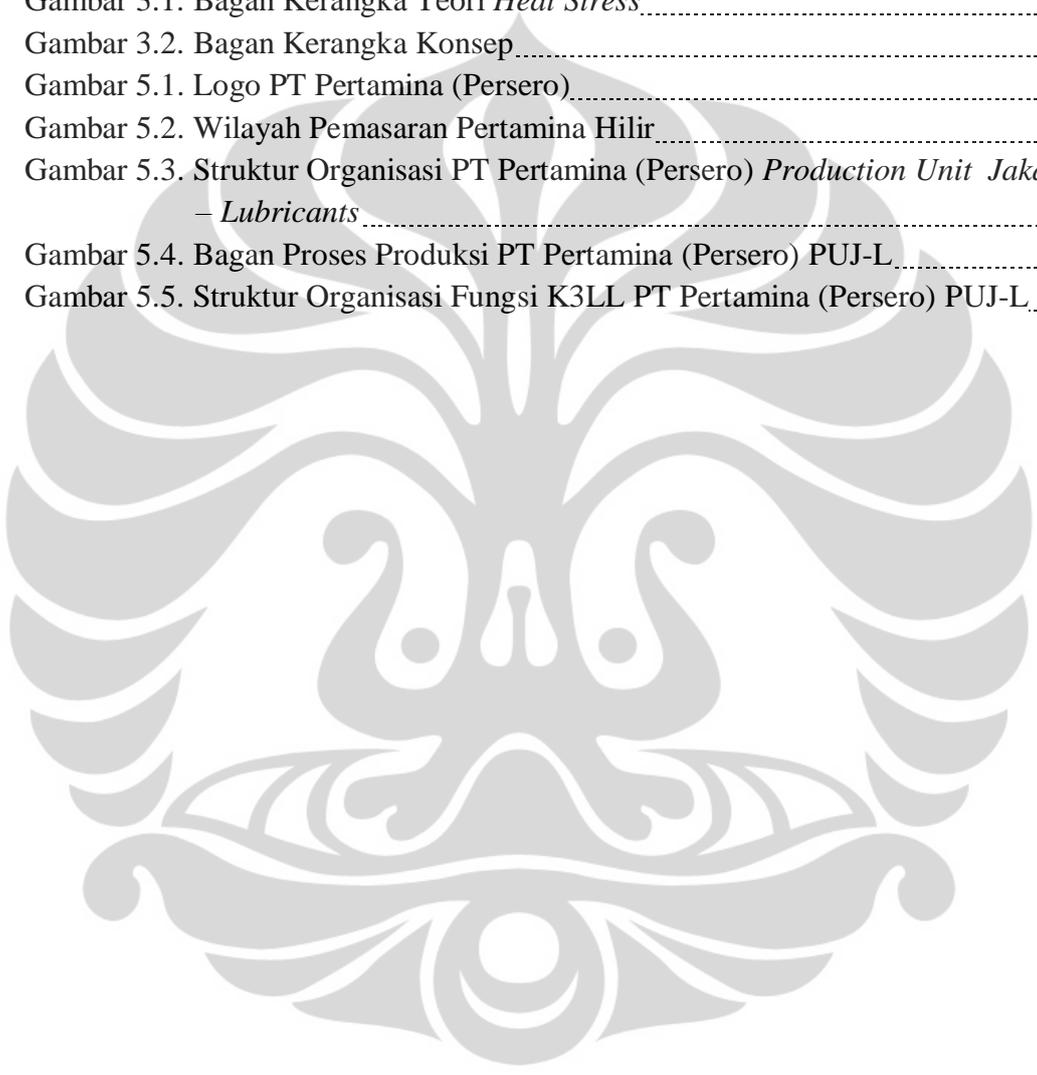
Tabel 2.1. Aktivitas dan Kriteria Beban Kerja.....	8
Tabel 2.2. Dampak Kesehatan Akibat Paparan Panas.....	17
Tabel 2.3. Penambahan Nilai WBGT Berdasarkan Jenis Pakaian.....	24
Tabel 2.4. Estimasi Kecepatan Aliran Udara.....	28
Tabel 2.5. Nilai Ambang Batas Iklim Kerja Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) yang Diperkenankan Kepmenaker No. 51 Tahun 1999.....	32
Tabel 2.6. Nilai Ambang Batas Iklim Kerja Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) yang Diperkenankan Permenakertrans No. 13 Tahun 2011.....	32
Tabel 2.7. <i>TLV<sup>®</sup> for Heat Stress Exposure</i> .....	33
Tabel 2.8. <i>Action Limit for Heat Stress Exposure</i> .....	33
Tabel 2.9. Estimasi Pengeluaran Energi Melalui Analisis Pekerjaan.....	35
Tabel 3.1. Definisi Operasional.....	48
Tabel 5.1. Daftar Hazard dan Risiko di Area LOBP PT Pertamina (Persero) PUJ-L.....	76
Tabel 6.1. Hasil Pengukuran Temperatur, Kelembaban Udara, dan Kecepatan Angin di Area Produksi PT Pertamina (Persero) PUI-L.....	85
Tabel 6.2. Distribusi Frekuensi Beban Kerja Responden.....	87
Tabel 6.3. Distribusi Frekuensi Beban Kerja Responden Menurut area Kerja.....	88
Tabel 6.4. Perhitungan Kejadian Tekanan Panas Berdasarkan Permenakertrans No. 13 Tahun 2011.....	89
Tabel 6.5. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Kejadian Tekanan Panas.....	91
Tabel 6.6. Distribusi Frekuensi Keluhan Responden Menurut Kondisi Temperatur Lingkungan Kerja.....	91
Tabel 6.7. Distribusi Frekuensi Keluhan Responden Menurut Kenyamanan Kondisi Temperatur Lingkungan Kerja.....	91
Tabel 6.8. Gambaran Keluhan Subjektif Responden.....	92
Tabel 6.9. Distribusi Frekuensi Tingkat Keluhan Subjektif Responden.....	94
Tabel 6.10. Distribusi Frekuensi Umur Responden.....	94
Tabel 6.11. Distribusi Frekuensi IMT Responden.....	95
Tabel 6.12. Distribusi Frekuensi Pakaian Kerja Responden.....	95
Tabel 6.13. Distribusi Frekuensi Status Aklimatisasi Responden.....	96
Tabel 6.14. Distribusi Frekuensi Status Kesehatan Responden.....	96
Tabel 6.15. Distribusi Frekuensi Rata-rata Volume Konsumsi Air Minum Setiap Hari.....	97
Tabel 6.16. Distribusi Responden Menurut Kejadian Tekanan Panas dan Tingkat Keluhan Subjektif.....	97
Tabel 6.17. Distribusi Responden Menurut Beban Kerja dan Tingkat Keluhan Subjektif.....	98

Tabel 6.18. Distribusi Responden Menurut Umur dan Tingkat Keluhan Subjektif.....	99
Tabel 6.19. Distribusi Responden Menurut IMT dan Tingkat Keluhan Subjektif .....	100
Tabel 6.20. Distribusi Responden Menurut Pakaian Kerja dan Tingkat Keluhan Subjektif.....	100
Tabel 6.21. Distribusi Responden Menurut Status Aklimatisasi dan Tingkat Keluhan Subjektif.....	101
Tabel 6.22. Distribusi Responden Menurut Rata-rata Volume Konsumsi Air Minum Setiap Hari dan Tingkat Keluhan Subjektif.....	102



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses interaksi antara temperatur tubuh dan temperatur lingkungan.....	13
Gambar 2.2. Respon tubuh terhadap pajanan tekanan panas dan bagaimana pajanan panas dapat menimbulkan gangguan.....	14
Gambar 2.3. Evaluasi Pajanan Tekanan Panas.....	25
Gambar 2.4. Hubungan Antara Kelembaban dan Temperatur.....	27
Gambar 3.1. Bagan Kerangka Teori <i>Heat Stress</i> .....	45
Gambar 3.2. Bagan Kerangka Konsep.....	46
Gambar 5.1. Logo PT Pertamina (Persero).....	65
Gambar 5.2. Wilayah Pemasaran Pertamina Hilir.....	68
Gambar 5.3. Struktur Organisasi PT Pertamina (Persero) <i>Production Unit Jakarta – Lubricants</i> .....	70
Gambar 5.4. Bagan Proses Produksi PT Pertamina (Persero) PUJ-L.....	75
Gambar 5.5. Struktur Organisasi Fungsi K3LL PT Pertamina (Persero) PUJ-L.....	78



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Analisis Statistik
- Lampiran 2 Kuesioner Penelitian
- Lampiran 3 Perhitungan IMT dan Estimasi Panas Metabolik Responden
- Lampiran 4 Lokasi PT Pertamina (Persero) PUJ-L
- Lampiran 5 Lokasi Titik Pengukuran
- Lampiran 6 Kondisi Lingkungan Kerja
- Lampiran 7 Pengukuran
- Lampiran 8 Sertifikat Kalibrasi Alat Ukur



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Lingkungan kerja yang aman dan nyaman sangat dibutuhkan oleh pekerja untuk dapat bekerja secara optimal dan produktif. Hal ini dikarenakan manusia akan mampu melakukan pekerjaan dengan optimal dalam kondisi lingkungan kerja yang kondusif. Keadaan lingkungan yang kurang kondusif akan menuntut tenaga dan waktu lebih banyak yang tentunya tidak mendukung diperolehnya rancangan sistem kerja yang efisien dan produktif.

Temperatur lingkungan kerja merupakan salah satu faktor fisik yang berpengaruh terhadap produktivitas dan performa kerja. Temperatur lingkungan kerja juga berpotensi untuk menimbulkan gangguan kesehatan bagi pekerja apabila berada pada kondisi temperatur yang ekstrim. Kondisi temperatur lingkungan kerja yang ekstrim meliputi kondisi panas dan dingin yang berada di luar batas kemampuan manusia untuk beradaptasi (Hendra, 2009).

Tekanan panas merupakan salah satu kondisi temperatur lingkungan kerja yang ekstrim yang dapat menyebabkan perubahan fisiologis tubuh manusia dan juga mempengaruhi perilaku; seperti sikap mudah marah, menurunnya semangat dan motivasi, dan meningkatnya angka kemangkiran. Selain itu, dapat meningkatkan angka kesalahan (*error*) dan kerusakan pada mesin, serta peningkatan frekuensi perilaku tidak aman (Bernard, 2002). Oleh karena itu, dibutuhkan evaluasi dan pengendalian terhadap kondisi temperatur lingkungan kerja sampai batas yang dapat diterima pekerja untuk meminimalisasi risiko terjadinya cedera dan gangguan kesehatan.

Biro statistik tenaga kerja Amerika melaporkan terjadi 40 kejadian fataliti akibat pajanan panas lingkungan pada tahun 2002. 40% dari kematian tersebut terjadi di industri konstruksi, 25% di industri agrikultur dan pertambangan, 10% di transportasi dan kebutuhan publik, 7.5% di industri

manufaktur (McKinnon dan Utley, 2005). Berdasarkan *Cencus of Fatal Occupational Injuries* (CFOI) Amerika Serikat, dari Tahun 1992 – 2008 menunjukkan terjadi 487 kasus kematian pekerja (rata-rata 29 kasus per tahun) akibat pajanan panas lingkungan (Jackson dan Rosenberg, 2010).

Di California, Divisi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (Cal/OSHA) menyelidiki berbagai laporan penyakit yang berhubungan dengan pajanan panas. Tahun 2005, terjadi 54% kasus kematian dan 38% rawat inap. Seluruh korban adalah laki-laki dan sebagian besar bekerja di luar (84%). 46% mengalami gangguan pada hari pertama mereka bekerja dan 80% dalam waktu 4 hari pertama mereka bekerja. Hal ini menunjukkan bahwa mereka belum menyesuaikan diri dalam cuaca panas (Jackson dan Rosenberg, 2010).

Indonesia merupakan negara beriklim tropis dengan temperatur udara rata-rata  $26^{\circ}\text{C}$  –  $28^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban udara 60% – 80%. Namun, di beberapa lokasi temperatur udara bisa mencapai  $34^{\circ}\text{C}$ . Kondisi cuaca di Indonesia yang dirasakan langsung oleh manusia relatif konstan, tetapi kondisi ekstrim dapat terjadi setiap saat yang dapat membahayakan aktivitas manusia (Gunawan, 2007). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Administrasi Jakarta Utara Tahun 2010, temperatur udara rata-rata di Jakarta Utara adalah  $32.1^{\circ}\text{C}$  dengan nilai maksimal  $35.0^{\circ}\text{C}$  dan minimal  $22.2^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan, kelembaban udara rata-rata adalah 77.9% dan kecepatan angin 4.39 m/s. Kondisi seperti ini sebaiknya menjadi perhatian.

*Production Unit Jakarta – Lubricants* (PUJ-L) merupakan unit produksi pelumas terbesar di Indonesia yang dimiliki oleh PT Pertamina (Persero) berlokasi di Tanjung Priok, Jakarta Utara. Untuk menunjang proses produksinya PUJ-L melibatkan ratusan pekerja, khususnya di bagian produksi pelumas, *Lube Oil Blending Plant* (LOBP).

LOBP merupakan area diproduksinya pelumas dari bahan baku (*raw material*) sampai dengan pelumas jadi, didalamnya terdapat proses pemasakan pelumas yang menggunakan panas cukup tinggi. Seluruh proses kerja yang terjadi di area LOBP melibatkan manusia sebagai operator mesin produksi. Sehingga, memungkinkan untuk terjadinya pajanan tekanan panas yang berasal dari panas lingkungan, mesin produksi, dan juga dari panas

**Universitas Indonesia**

metabolik tubuh pekerja itu sendiri yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada pekerja. Oleh karena itu, peneliti ingin melakukan analisis pajanan tekanan panas dan tingkat keluhan akibat pajanan panas yang dirasakan secara subjektif oleh pekerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) pada tahun 2012.

## 1.2. Rumusan Masalah

*Production Unit Jakarta – Lubricants* (PUJ-L) merupakan unit produksi pelumas terbesar di Indonesia yang dimiliki oleh PT Pertamina (Persero). Dalam menjalankan proses produksinya melibatkan ratusan pekerja, khususnya *Lube Oil Blending Plant* (LOBP) yang merupakan area diproduksinya pelumas dari bahan baku (*raw material*) sampai dengan pelumas jadi. Didalamnya terdapat proses pemasakan pelumas menggunakan panas yang cukup tinggi.

Pengukuran temperatur lingkungan kerja di area LOBP, baik LOBP-I maupun LOBP-II, sudah dilakukan oleh PT Pertamina (Persero) PUJ-L setiap 6 bulan sekali. Namun, belum dilakukan kajian terhadap hasil pengukuran temperatur lingkungan kerja dan keluhan yang dirasakan secara subjektif oleh pekerja akibat pajanan panas di area LOBP-I dan LOBP-II tersebut. Selain itu, studi pendahuluan yang dilakukan pada bulan November 2011 menunjukkan temperatur lingkungan kerja tertinggi di area produksi pelumas mencapai 35°C. Oleh karena itu, perlu dilakukannya kajian melalui pengukuran temperatur lingkungan kerja, estimasi panas metabolik tubuh pekerja untuk mendapatkan kriteria beban kerja, dan juga keluhan subjektif yang dirasakan oleh pekerja di area LOBP-I dan LOBP-II.

## 1.3. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana gambaran kondisi lingkungan kerja yang meliputi temperatur, kelembaban udara, dan kecepatan angin di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) pada tahun 2012?
2. Bagaimana gambaran beban kerja serta pola kerja dan istirahat pekerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) pada tahun 2012?

3. Apakah temperatur lingkungan kerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) melebihi ambang batas dan pekerja di area tersebut mengalami pajanan tekanan panas?
4. Bagaimana gambaran karakteristik pekerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) dilihat dari umur, indeks massa tubuh (IMT), status aklimatisasi, status kesehatan, pakaian kerja, dan rata-rata volume air minum yang dikonsumsi setiap hari oleh pekerja pada tahun 2012?
5. Keluhan apa saja yang dirasakan secara subjektif oleh pekerja akibat pajanan panas di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) dan bagaimana tingkat keluhan subjektif tersebut?
6. Adakah hubungan antara kondisi lingkungan kerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh pekerja di area tersebut?
7. Adakah hubungan antara karakteristik pekerja dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan pekerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero)?

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

##### **1.4.1. Tujuan Umum**

Menjelaskan analisis tekanan panas dan tingkat keluhan subjektif akibat pajanan panas yang dirasakan oleh pekerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) pada tahun 2012.

##### **1.4.2. Tujuan Khusus**

1. Menggambarkan kondisi lingkungan kerja yang meliputi temperatur, kelembaban udara, dan kecepatan angin di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) pada tahun 2012.
2. Mendeskripsikan beban kerja serta pola kerja dan istirahat pekerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) pada tahun 2012.
3. Mengetahui status kejadian tekanan panas yang dialami pekerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) pada tahun 2012.

**Universitas Indonesia**

4. Memperoleh gambaran variasi karakteristik pekerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) dilihat dari umur, indeks massa tubuh (IMT), status aklimatisasi, status kesehatan, pakaian kerja, dan rata-rata volume air minum yang dikonsumsi oleh pekerja setiap harinya.
5. Mengetahui berbagai keluhan yang dirasakan secara subjektif oleh pekerja akibat pajanan panas di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) dan mendeskripsikan tingkat keluhan subjektif tersebut.
6. Menjelaskan hubungan antara kondisi lingkungan kerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh pekerja di area tersebut.
7. Menjelaskan hubungan antara karakteristik pekerja dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan pekerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero).

## **1.5. Manfaat Penelitian**

### **1.5.1. Bagi PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta – Lubricants***

Perusahaan memperoleh informasi mengenai tekanan panas lingkungan kerja, risiko, dan konsekuensi dari pajanan tekanan panas tersebut. Selain itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan masukan untuk menyusun program pencegahan, pengendalian, dan perbaikan lingkungan kerja dalam rangka meminimalisasi risiko pajanan tekanan panas.

### **1.5.2. Bagi Pekerja di Area Produksi Pelumas PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta – Lubricants***

Pekerja memperoleh informasi mengenai gejala-gejala dan efek kesehatan yang dapat terjadi akibat pajanan panas, sehingga pekerja sadar dan tahu tindakan yang sebaiknya dilakukan.

### 1.5.3. Bagi Peneliti

Peneliti dapat mengaplikasikan ilmu K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) yang didapatkan dari perkuliahan dan studi kepustakaan, khususnya mengenai pajanan tekanan panas.

### 1.6. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini menganalisis pajanan tekanan panas dan tingkat keluhan subjektif akibat pajanan panas yang dirasakan oleh pekerja di area *Lube Oil Blending Plant (LOBP) PT Pertamina (Persero) Production Unit Jakarta – Lubricants (PUJ-L)* pada tahun 2012. Penelitian dilakukan di area LOBP-I dan LOBP-II PT Pertamina (Persero) PUJ-L yang berlokasi di Jalan Jampea No. 1, Tanjung Priok, Jakarta Utara dengan subjek penelitian yaitu pekerja di area tersebut. Pengambilan data untuk keperluan penelitian ini dilakukan pada bulan April tahun 2012.

Penelitian ini dilakukan karena belum adanya kajian mengenai pajanan tekanan panas dan keluhan yang dirasakan secara subjektif oleh pekerja akibat pajanan panas di area LOBP-I dan LOBP-II PT Pertamina (Persero) PUJ-L. Disain studi yang digunakan adalah *cross sectional* dengan analisis univariat dan bivariat menggunakan uji *chi-square*. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengukuran temperatur lingkungan kerja, kelembaban udara, dan kecepatan angin menggunakan instrumen *Thermal Environment Monitor* dan *Digital Vane Anemometer*, wawancara menggunakan kuesioner penelitian untuk memperoleh data karakteristik pekerja dan keluhan subjektif yang dirasakan pekerja akibat pajanan panas, dan juga observasi yang dilakukan oleh peneliti. Sedangkan, data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan dan studi kepustakaan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Definisi Tekanan Panas (*Heat Stress*)**

Tekanan panas (*heat stress*) merupakan kombinasi dari panas lingkungan, beban kerja, dan dipengaruhi oleh faktor pakaian yang dapat meningkatkan suhu tubuh, detak jantung, dan jumlah keringat (Bernard, 2002).

Tekanan panas (*heat stress*) adalah beban panas yang diterima pekerja yang terpajan oleh kombinasi dan kontribusi dari panas metabolik, faktor lingkungan (seperti suhu, kelembaban, pergerakan udara, dan panas radian), dan dipengaruhi juga oleh jenis pakaian (ACGIH, 2009).

Tekanan panas merupakan total panas yang memajan seseorang. Total panas tersebut merupakan kombinasi dari dua variabel, yaitu panas yang dihasilkan oleh tubuh manusia sendiri dan pajanan panas dari lingkungan. Panas tubuh dihasilkan melalui proses metabolisme tubuh serta pengaruh aktivitas fisik. Sedangkan, faktor lingkungan adalah temperatur lingkungan yang dipengaruhi oleh suhu udara kering, kelembaban, suhu basah, suhu global, dan pergerakan udara atau angin. Tekanan panas yang dirasakan oleh seseorang juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang tidak berkaitan dengan pekerjaan seperti : proses penyesuaian diri, tingkat kebugaran, jenis pakaian yang digunakan, konsumsi air, konsumsi alkohol dan obat-obatan, dan lain-lain (Hendra, 2003).

Berdasarkan definisi tekanan panas dari beberapa ahli dapat diambil kesimpulan bahwa tekanan panas merupakan jumlah panas hasil kombinasi dari panas lingkungan dan panas tubuh yang diterima oleh individu dan dipengaruhi oleh faktor lain seperti pakaian, proses penyesuaian diri, konsumsi air, dan lain-lain yang dapat mempengaruhi perubahan fisiologis.

#### **2.2. Sumber Panas**

Tubuh dapat menerima panas dengan dua cara, yaitu mendapatkan panas dari tubuh itu sendiri melalui aktivitas dan juga dapat menyerap panas

dari lingkungan.

### 2.2.1. Panas dari aktivitas

Panas dari aktivitas merupakan jumlah panas yang berasal dari tubuh pekerja itu sendiri, tergantung dari beban kerja (tingkat aktivitas fisik). Berikut ini adalah tabel mengenai beberapa contoh dari beban kerja ringan, sedang, dan berat (Worksafe BC, 2007).

Tabel 2.1. Aktivitas dan Kriteria Beban kerja

Beban Kerja	Aktivitas	Contoh
<b>Ringan</b>	<p>Duduk dengan gerakan lengan dan kaki yang sedang.</p> <p>Berdiri, melakukan pekerjaan ringan dengan sebagian besar gerakan lengan.</p> <p>Berjalan santai.</p>	<p>Pekerjaan di belakang meja : mengetik. Mengemudi di jalan yang sedikit macet.</p> <p>Pekerjaan perakitan menggunakan mesin berjalan (<i>conveyor</i>).</p> <p>Mengawasi lokasi kerja (supervisi).</p>
<b>Sedang</b>	<p>Berjalan cepat.</p> <p>Duduk dengan pergerakan lengan dan kaki yang kuat.</p> <p>Berdiri dengan melakukan pekerjaan ringan sampai sedang, termasuk berjalan.</p> <p>Mengangkut atau mendorong dengan kekuatan sedang.</p>	<p>Mengirim surat.</p> <p>Mengemudikan alat berat.</p> <p>Memetik buah dan sayuran.</p> <p>Pekerjaan gudang; bongkar-muat truk.</p>

Beban Kerja	Aktivitas	Contoh
<b>Berat</b>	Pekerjaan konstruksi.	Menggergaji, penggalian, menyekop, pekerjaan palu godam, pekerjaan atap.
	Pekerjaan mengangkat benda berat, mendorong, atau menarik.	Mengisi ulang rak-rak ( <i>restocking</i> ). Pemindahan asbes.
	Menaiki tangga dengan membawa alat berat.	Pemadam kebakaran.

Catatan: Aktivitas di atas tidak dihitung dengan panas dari lingkungan dan jenis pakaian.

Sumber : Worksafe BC, 2007

### 2.2.2. Panas dari lingkungan

Sejumlah panas yang didapat dari lingkungan (*external heat*) seperti suhu udara sekitar, kelembaban, pergerakan udara, dan panas radian (Worksafe BC, 2007).

## 2.3. Keseimbangan Panas dan Mekanisme Perpindahan Panas

### 2.3.1. Keseimbangan Panas

Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi tingkat tekanan panas. Faktor utama adalah kondisi iklim lingkungan dan dua faktor lainnya adalah beban kerja dan jenis pakaian. Berikut ini adalah model dari keseimbangan panas :

$$S = (M + W) + R + C + K + (C_{\text{resp}} + E_{\text{resp}}) + E$$

$S$  = heat storage rate

$M$  = metabolic rate

$W$  = external work rate

$R$  = radiant heat exchange rate

$C$  = convective heat exchange rate

$K$  = conductive heat exchange rate

$C_{\text{resp}}$  = rate of convective heat exchange by respiration

$E_{\text{resp}}$  = rate of evaporate heat loss by respiration

$E$  = rate of evaporate heat loss

Apabila nilai dari *heat storage rate* adalah 0 (nol), tubuh dalam kondisi suhu seimbang. Panas yang didapatkan tubuh seimbang dengan panas yang hilang dari tubuh. Namun, jika *heat storage rate* bernilai positif, tubuh mendapatkan panas. Sebaliknya, jika *heat storage rate* bernilai negatif, tubuh kehilangan panas dan suhu tubuh menurun.

Dikarenakan nilai dari *external work rate* ( $W$ ), *conductive heat exchange rate* ( $K$ ), *rate of convective heat exchange by respiration* ( $C_{\text{resp}}$ ), dan *rate of evaporate heat loss by respiration* ( $E_{\text{resp}}$ ) relatif kecil, sehingga seringkali diabaikan. Oleh karena itu, keseimbangan panas dihitung dengan rumus :

$$S = M + R + C + E$$

$S$  = *heat storage rate*

$M$  = *metabolic rate*

$R$  = *radiant heat exchange rate*

$C$  = *convective heat exchange rate*

$E$  = *rate of evaporate heat loss*

(Bernard, 2002)

### 2.3.2. Mekanisme Perpindahan Panas

Panas yang terdapat di lingkungan senantiasa berpindah dari suatu media ke media lain setiap waktu. Terdapat tiga mekanisme perpindahan panas, yaitu secara konduksi, konveksi, dan radiasi :

#### 2.3.2.1. Konduksi

Konduksi adalah perpindahan panas antar substansi atau zat yang terjadi karena adanya kontak langsung satu dengan lainnya (Jarvis dan Simonson, 2004). Proses perpindahan panas terjadi melalui kontak secara langsung apabila terdapat perbedaan panas antara bagian atau objek yang saling kontak. Proses konduksi akan berbeda pada setiap jenis material. Konduktor yang lebih baik akan mentransfer panas dengan lebih cepat. Bahan logam biasanya merupakan pengkonduksi yang baik. Sedangkan,

media gas merupakan penghantar panas (konduktor) yang paling buruk (Talty, 1988).

### **2.3.2.2. Konveksi**

Konveksi merupakan metode perpindahan panas melalui pergerakan gas dan cairan dimana terjadi pergerakan naik-turun partikel-partikel dari gas dan cairan yang disebabkan oleh perpindahan panas. Sebagai gas atau cairan yang dipanaskan, gas dan cairan tersebut menjadi hangat, mengembang, dan naik karena kerapatannya berkurang. Ketika gas atau cairan mendingin, menjadi lebih padat dan jatuh. Peristiwa inilah yang menciptakan arus konveksi (Jarvis dan Simonson, 2004).

Konveksi merupakan metode yang umum terjadi dalam proses perpindahan panas di lingkungan. Konveksi merupakan suatu proses dimana terjadi perpindahan panas karena adanya pergerakan fluida yang melewati sumber panas. Fluida dalam hal ini umumnya adalah udara. Udara yang berada dekat sumber panas akan menjadi panas, memuai, dan ringan. Udara yang ringan akan bergerak menjauhi sumber panas dan secara otomatis udara yang dingin akan mengalir ke arah sumber panas. Udara panas yang mengalir dari sumber ke lingkungan sekitarnya menyebabkan terjadinya peningkatan temperatur di lingkungan sekitar. Jika suhu udara antara lingkungan dan sumber sama, maka tidak akan terjadi perpindahan panas (Talty, 1988).

### **2.3.2.3. Radiasi**

Perpindahan panas secara radiasi berbeda dengan perpindahan panas secara konduksi maupun konveksi. Energi panas yang berpindah secara radiasi terjadi dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Ketika gelombang elektromagnetik tersebut melalui sebuah objek, pada saat itulah gelombang elektromagnetik mentransfer (memindahkan) panas ke objek tersebut (Jarvis dan Simonson, 2004). Panas yang berpindah dari suatu objek ke objek lain tidak memerlukan adanya kontak fisik maupun pergerakan udara. Energi panas berpindah dari sumber ke lingkungan sekitarnya dalam bentuk gelombang elektromagnetik atau radiasi infra merah (Talty, 1988).

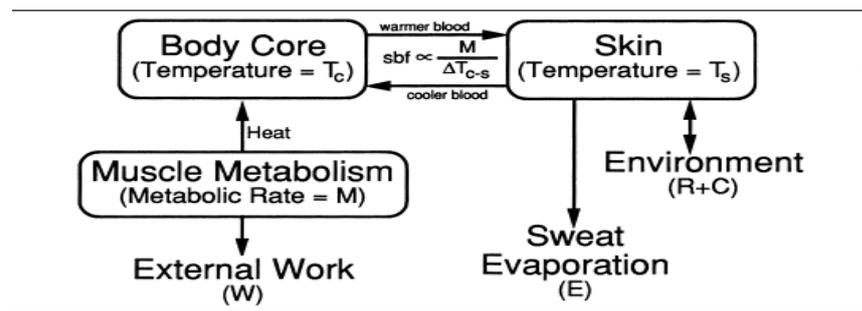
#### 2.3.2.4. Evaporasi

Evaporasi merupakan proses penguapan air (keringat) melalui kulit. Evaporasi dapat memfasilitasi perpindahan panas tubuh. Setiap satu gram air (keringat) yang mengalami evaporasi akan menyebabkan kehilangan panas tubuh sebesar 0.58 kilokalori. Pada kondisi individu tidak berkeringat, mekanisme evaporasi berlangsung sekitar 450 – 600 ml/hari. Hal ini menyebabkan kehilangan panas terus menerus dengan kecepatan 12 – 16 kalori per jam. Evaporasi ini tidak dapat dikendalikan karena evaporasi terjadi akibat difusi molekul air secara terus menerus melalui kulit dan sistem pernafasan (Budiartha, 2009).

#### 2.4. Sistem Pengaturan Panas Tubuh Manusia

Kemampuan manusia beradaptasi dengan temperatur lingkungan secara umum dilihat dari perubahan suhu tubuh. Manusia dianggap mampu beradaptasi dengan perubahan temperatur lingkungan bila perubahan suhu tubuh tidak terjadi atau perubahan suhu tubuh yang terjadi masih pada rentang yang aman. Sebagaimana diketahui bahwa suhu tubuh (suhu inti tubuh) atau *core body temperature* harus berkisar antara 37 – 38°C.

Apabila suhu lingkungan tinggi (lebih tinggi daripada suhu tubuh normal), maka akan menyebabkan terjadinya peningkatan suhu tubuh karena tubuh menerima panas dari lingkungan. Sedangkan hal yang sebaliknya terjadi, yaitu bila suhu lingkungan rendah (lebih rendah daripada suhu tubuh normal), maka panas tubuh akan keluar melalui evaporasi dan ekspirasi sehingga tubuh dapat mengalami kehilangan panas (Hendra, 2009). Proses interaksi antara temperatur tubuh manusia dengan temperatur lingkungan dapat dilihat pada gambar berikut.



Aliran panas dalam tubuh, dimulai dengan panas inti tubuh melalui metabolisme, perpindahan panas dari aliran darah ke kulit, penerimaan dan kehilangan panas pada kulit dari lingkungan melalui radiasi dan konveksi, kehilangan panas melalui evaporasi keringat, dan darah yang dingin kembali ke inti. Aliran darah kulit ( $S_{bf}$ ) yang memicu perpindahan panas sebanding dengan *metabolic rate* ( $M$ ) dibagi dengan perbedaan antara suhu inti dan suhu kulit ( $\Delta T_{c-s}$ ).

**Gambar 2.1. Proses interaksi antara temperatur tubuh dan temperatur lingkungan**

Sumber : Thermal Stress, Bernard (2002) dalam Fundamental Industrial Hygiene 5<sup>th</sup> edition

Tubuh manusia memiliki kemampuan untuk mempertahankan suhu tubuh agar tetap dalam keadaan konstan. Untuk mempertahankan suhu tubuh manusia dalam keadaan konstan, diperlukan regulasi suhu tubuh. Suhu tubuh manusia diatur dengan mekanisme umpan balik (*feed back*) yang diperankan oleh pusat pengaturan suhu di hipotalamus. Apabila pusat pengaturan suhu hipotalamus mendeteksi suhu tubuh yang terlalu panas, tubuh akan melakukan mekanisme umpan balik.

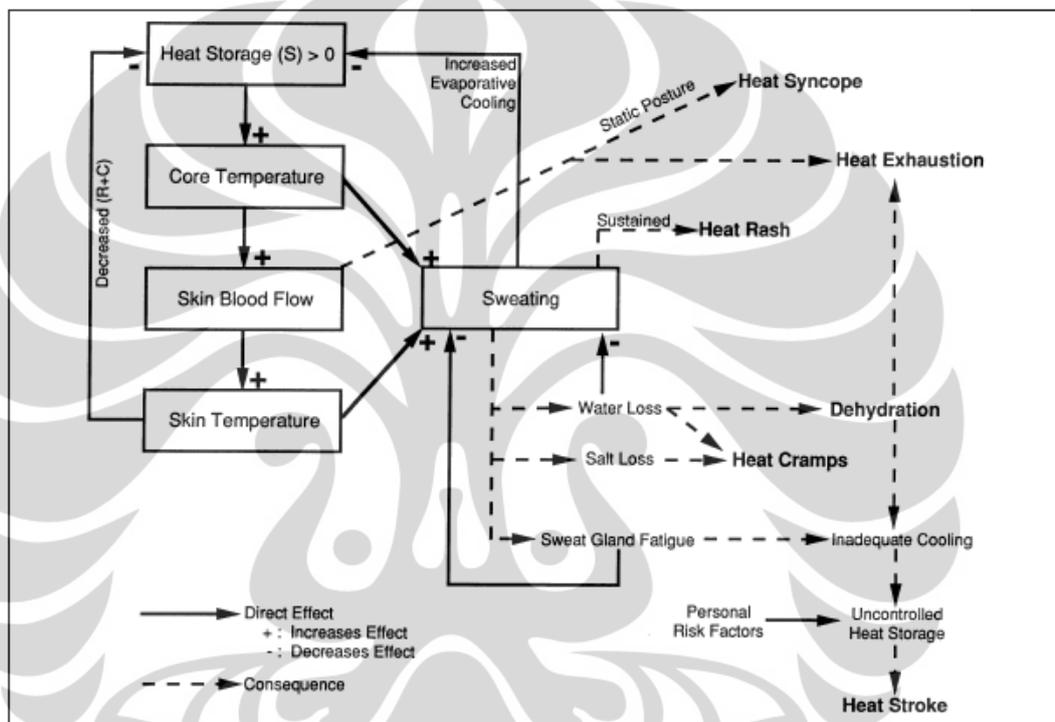
Mekanisme umpan balik ini terjadi bila suhu inti tubuh telah melewati batas toleransi tubuh untuk mempertahankan suhu yang disebut dengan titik tetap (*set point*). Titik tetap tubuh dipertahankan agar suhu inti tubuh konstan pada 37°C. Apabila suhu tubuh meningkat lebih dari titik tetap, hipotalamus akan terstimulus untuk melakukan serangkaian mekanisme untuk mempertahankan suhu dengan cara menurunkan produksi panas dan meningkatkan pengeluaran panas, sehingga suhu kembali pada titik tetap. Pengeluaran panas dilakukan melalui produksi keringat atau evaporasi (Budiarta, 2009).

## 2.5. Respon Tubuh Terhadap Panas

Manusia memiliki kemampuan untuk menyesuaikan panas tubuh dengan lingkungan melalui mekanisme pengaturan panas tubuh. Hal ini

dilakukan untuk menjaga suhu inti tubuh tetap dalam keadaan konstan. Apabila mekanisme pengaturan panas di dalam tubuh manusia gagal, dapat terjadi penyimpangan dalam tubuh atau biasa dikenal dengan *heat strain*.

*Heat strain* adalah keseluruhan respon fisiologis hasil dari tekanan panas (*heat stress*). Respon fisiologis tersebut didedikasikan atau ditujukan untuk menghilangkan panas dari tubuh (ACGIH, 2009). Berikut ini adalah bagan respon normal tubuh terhadap pajanan panas yang ditulis oleh Bernard (2002) dalam *Fundamental Industrial Hygiene 5<sup>th</sup> edition*.



**Gambar 2.2. Respon tubuh terhadap pajanan tekanan panas dan bagaimana pajanan panas dapat menimbulkan gangguan**

Sumber : Thermal Stress, Bernard (2002) dalam *Fundamental Industrial Hygiene 5<sup>th</sup> edition*

## 2.6. Dampak Tekanan Panas

Dampak akibat pajanan tekanan panas dapat dilihat dengan melakukan evaluasi terhadap dampak fisiologis akibat pajanan tekanan panas (*physiological strain*) yang dapat dilihat dari 3 aspek, yaitu :

### 2.6.1. Perubahan Suhu Inti Tubuh

Suhu inti tubuh (*core temperature*) merupakan istilah fisiologis yang digunakan untuk menggambarkan suhu internal tubuh. Selama satu hari kerja, suhu inti tubuh tidak boleh melebihi 38°C (100,4°F). Jika pekerjaan yang dilakukan bersifat *intermitten*, maka peningkatan suhu tubuh masih diperbolehkan sampai dengan 39°C (102,2°F) apabila waktu istirahat mencukupi untuk mengembalikan suhu inti tubuh menjadi 37°–37,5°C (98,6°–99,5°F). Namun, *Time Weighted Average* (TWA) tetap tidak memperbolehkan suhu tubuh melebihi 100,4°F (38°C). Dengan kata lain, suhu tubuh sebaiknya tidak melebihi 102,2°F (39°C) untuk pajanan panas di tempat kerja (Bernard, 2002).

Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk mengukur suhu internal tubuh, tetapi yang paling umum digunakan adalah pengukuran temperatur melalui mulut atau oral. Untuk mendapatkan pengukuran yang akurat, pekerja tidak diperbolehkan untuk makan atau minum 15 menit sebelum pengukuran dilakukan dan pada saat pengukuran dilakukan, mulut harus tertutup rapat. Suhu inti tubuh sama dengan hasil pengukuran suhu mulut atau oral ditambah 1°F (0,5°C). Metode lain yang dapat digunakan adalah dengan melakukan pengukuran pada saluran telinga (*ear canal*), menggunakan sensor yang diletakkan pada dada, atau dengan menelan pil tertentu dan suhu tubuh dapat dideteksi dari luar (Bernard, 2002).

### 2.6.2. Denyut Nadi

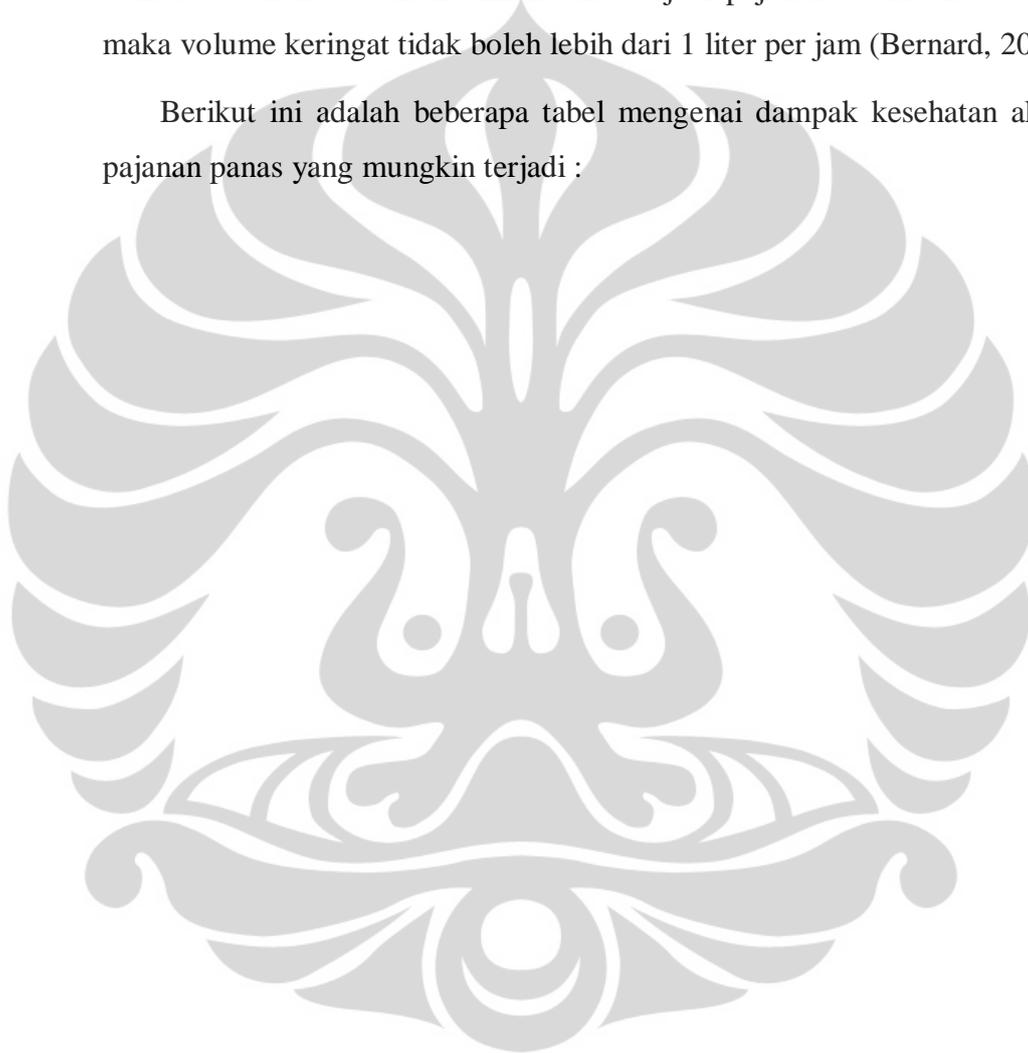
Denyut nadi merupakan indikator lain untuk melihat terjadinya dampak tekanan panas (*heat strain*). Terdapat empat metode yang digunakan untuk menganalisis perubahan denyut nadi, yaitu dengan mengukur *recovery heart rate*, *peak heart rate*, dan *average heart rate* dalam 8 jam, dan mengevaluasi *heart rate* pada periode waktu tertentu.

Untuk melihat efektifitas pengendalian *heat stress*, maka *recovery heart rate* pada 1 menit ( $HRR_1$ ) tidak boleh melebihi 110 *beat per menit* (bpm) atau *heart rate* pada 3 menit ( $HRR_3$ ) tidak boleh lebih dari 90 bpm atau selisih antara  $HRR_1$ - $HRR_3$  setidaknya 10 bpm (Bernard, 2002).

### 2.6.3. Keringat

Tingkat dan volume keringat merupakan salah satu cara untuk mengukur adanya gangguan fisiologis akibat pajanan panas. Pengukuran ini kurang praktis jika dibandingkan dengan pengukuran suhu tubuh dan denyut nadi. Apabila volume keringat seseorang lebih dari 5 liter, hal tersebut mengindikasikan adanya pajanan tekanan panas yang dapat menyebabkan dehidrasi dan harus dikendalikan. Jika terjadi pajanan selama 2 – 4 jam, maka volume keringat tidak boleh lebih dari 1 liter per jam (Bernard, 2002).

Berikut ini adalah beberapa tabel mengenai dampak kesehatan akibat pajanan panas yang mungkin terjadi :



Tabel 2.2. Dampak Kesehatan Akibat Paparan Panas

Dampak Kesehatan	Gejala	Tanda-tanda	Penyebab	Pertolongan Pertama	Pencegahan
<i>Heat Stroke</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggigil</li> <li>• Gelisah</li> <li>• Mudah Marah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jantung berdebar</li> <li>• Wajah memerah</li> <li>• Disorientasi</li> <li>• Kulit kering dan panas</li> <li>• Perilaku tidak menentu</li> <li>• Pingsan</li> <li>• Gemetar</li> <li>• Tidak sadarkan diri</li> <li>• Kejang</li> <li>• Suhu tubuh <math>\geq 104^{\circ}\text{F}</math> (<math>40^{\circ}\text{C}</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paparan berlebih</li> <li>• Penyakit genetik</li> <li>• Penyalahgunaan obat/alkohol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segera lakukan tindakan pendinginan yang efektif</li> <li>• Segera larikan ke rumah sakit</li> <li>• Menurunkan suhu tubuh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengenali gejala atau tanda pada diri apabila terkena paparan tekanan panas</li> <li>• Mempertahankan gaya hidup sehat</li> <li>• Aklimatisasi</li> </ul>

Dampak Kesehatan	Gejala	Tanda-tanda	Penyebab	Pertolongan Pertama	Pencegahan
<i>Heat Exhaustion</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kelelahan</li> <li>Lemah, Lemas</li> <li>Penglihatan kabur</li> <li>Pusing, sakit kepala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Denyut nadi tinggi</li> <li>Berkeringat banyak</li> <li>Tekanan darah rendah</li> <li>Cara berjalan tidak terarah (sempoyongan)</li> <li>Wajah pucat</li> <li>Pingsan</li> <li>Suhu tubuh sedikit meningkat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dehidrasi (yang disebabkan karena berkeringat, diare, muntah)</li> <li>Distribusi darah ke perifer</li> <li>Rendahnya tingkat aklimatisasi</li> <li>Rendahnya tingkat kebugaran</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berbaring telentang di area yang lebih dingin</li> <li>Mengonsumsi air minum</li> <li>Melonggarkan pakaian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sering mengonsumsi air minum</li> <li>Tambahkan garam ke dalam makanan</li> <li>Aklimatisasi</li> </ul>
<i>Dehydration</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak ada gejala awal</li> <li>Kelelahan, Lemas</li> <li>Mulut kering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hilangnya kapasitas kerja</li> <li>Meningkatnya waktu dalam merespon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kehilangan cairan yang berlebihan akibat berkeringat, sakit (muntah atau diare), dan konsumsi alkohol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengganti cairan dan garam yang hilang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sering mengonsumsi air minum</li> <li>Tambahkan garam ke dalam makanan</li> </ul>

<b>Dampak Kesehatan</b>	<b>Gejala</b>	<b>Tanda-tanda</b>	<b>Penyebab</b>	<b>Pertolongan Pertama</b>	<b>Pencegahan</b>
<i>Heat Syncope</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pandangan kabur</li> <li>• Pingsan</li> <li>• Suhu normal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pingsan atau merasa ingin pingsan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengumpulan darah di kaki dan kulit akibat postur statis berkepanjangan dan pajanan panas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berbaring telentang di area yang lebih dingin</li> <li>• Mengonsumsi air minum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan peregangan otot-otot kaki beberapa kali sebelum berpindah</li> <li>• Berdiri atau duduk perlahan-lahan</li> </ul>
<i>Heat Cramps</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nyeri pada otot (kram), terutama di otot perut atau otot-otot yang lelah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rasa sakit pada otot sampai terasa seperti lumpuh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ketidakeimbangan elektrolit yang disebabkan oleh pengeluaran keringat yang berlebihan tanpa cairan dan asupan garam yang cukup</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Istirahat di area yang lebih dingin</li> <li>• Mengonsumsi air yang mengandung garam (larutan garam 0,5%)</li> <li>• Lakukan pemijatan pada otot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jika melakukan pekerjaan fisik yang berat, pekerja harus menambahkan garam tambahan ke dalam makanan mereka</li> </ul>

Dampak Kesehatan	Gejala	Tanda-tanda	Penyebab	Pertolongan Pertama	Pencegahan
<i>Heat rash (prickly heat)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulit terasa gatal</li> <li>• Produksi keringat berkurang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biang keringat dan kulit merah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saluran kelenjar keringat tersumbat, sehingga pengeluaran keringat terganggu</li> <li>• Praktik higiene kurang memadai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjaga kulit tetap bersih dan kering</li> <li>• Mengurangi pajanan panas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjaga kulit tetap bersih dan kering</li> </ul>

Sumber : Thermal Stress, Bernard (2002) dalam Fundamental Industrial Hygiene 5<sup>th</sup> edition

## 2.7. Faktor Individu yang Mempengaruhi Dampak Tekanan Panas

Setiap individu akan berbeda dalam merespon pajanan tekanan panas dan dampak yang diterima akan berbeda pula. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui faktor risiko umum yang dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya dampak pajanan tekanan panas. Beberapa faktor individu yang mempengaruhi perbedaan dampak kesehatan yang timbul akibat pajanan tekanan panas di lingkungan kerja adalah sebagai berikut.

### 2.7.1. Umur

Daya tahan seseorang terhadap panas akan menurun pada umur yang lebih tua. Pekerja dengan umur lebih tua (40 sampai 65 tahun) umumnya kurang mampu dalam mengatasi panas. Pada orang dewasa yang lebih tua, fungsi jantung menjadi kurang efisien. Oleh karena itu, pengeluaran keringat terjadi lebih lambat dan memerlukan waktu yang lebih lama untuk mengembalikan suhu tubuh menjadi normal setelah terpajan panas (Worksafe BC, 2007).

Semakin bertambahnya umur seseorang (proses penuaan) akan menyebabkan respon kelenjar keringat terhadap perubahan temperatur menjadi lebih lambat, sehingga proses pengeluaran keringat menjadi kurang efektif dalam mengendalikan suhu tubuh. Peningkatan umur juga menyebabkan terjadinya peningkatan aliran darah ke kulit jika terpajan oleh panas. Belum diketahui penyebab tepatnya, tetapi adanya gangguan pada mekanisme pengaturan panas dalam tubuh (*thermoregulatory mechanism*) mungkin berhubungan dengan berkurangnya efisiensi dari sistem saraf simpatik (NIOSH, 1986).

### 2.7.2. Jenis Kelamin

Menurut WHO (1969), terdapat sedikit perbedaan dalam hal aklimatisasi antara pria dan wanita. Wanita tidak dapat melakukan aklimatisasi sebaik pria dikarenakan mereka memiliki kapasitas kardiovaskuler yang lebih kecil.

Kapasitas rata-rata wanita mirip dengan seorang anak laki-laki. Mereka cenderung tidak bisa melakukan pekerjaan yang sama dengan pekerjaan

**Universitas Indonesia**

rata-rata pria dewasa. Semua aspek toleransi panas pada wanita belum sepenuhnya diteliti, tetapi kapasitas termoregulatori mereka telah diteliti. Ketika mereka bekerja pada proporsi yang sama, wanita melakukan pekerjaan tersebut kurang baik daripada pria. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat sedikit perbedaan dalam kapasitas termoregulatori antara pria dan wanita (NIOSH, 1986).

### **2.7.3. Obesitas**

Ukuran tubuh seseorang akan mempengaruhi reaksi fisiologis tubuh terhadap panas. Kelebihan lemak menyebabkan meningkatnya insulasi terhadap tubuh yang dapat mengurangi kehilangan panas dalam tubuh. Orang dengan kelebihan berat badan juga dapat menghasilkan panas lebih banyak selama kegiatan (Worksafe BC, 2007).

### **2.7.4. Status Hidrasi**

Sistem kardiovaskular memiliki peranan penting dalam penyebaran panas di dalam tubuh. Hampir semua panas yang ditransfer dalam tubuh dan kulit dilakukan secara konveksi melalui aliran darah. Menjaga volume darah yang beredar tetap besar sangat penting untuk keamanan saat terjadi pajanan panas. Air merupakan komponen terbesar dari volume darah dan sebagian besar kehilangan air selama terkena pajanan panas adalah melalui keringat (Engall, dkk, 1987 dalam ACGIH, 2009).

Dehidrasi karena pajanan panas merupakan ancaman serius terhadap termoregulasi dengan mengurangi volume darah dan peningkatan hematokrit yang dapat meningkatkan viskositas darah (Sawka et al., 1985). Untuk semua efek dehidrasi selama pajanan tekanan panas berhubungan dengan peningkatan penyimpanan panas dalam tubuh dan insiden *heat strain* lebih besar (Sawka, dkk, 1984; Sawka, dkk, 1982 dalam ACGIH, 2009).

### **2.7.5. Status Kesehatan**

Seluruh pekerja harus mengenali bahwa penyakit kronis, seperti jantung, paru-paru, ginjal, atau liver, menunjukkan potensi toleransi terhadap panas menjadi lebih rendah dan karena itulah terjadi peningkatan

**Universitas Indonesia**

risiko mengalami gangguan yang berhubungan dengan panas apabila mengalami pajanan tekanan panas.

Pekerja yang menderita penyakit atau gangguan kronis tersebut harus menginformasikan kepada dokter kerja apabila mereka terkena pajanan panas di tempat kerja dan mencari informasi mengenai efek yang berpotensi terhadap penyakit tersebut atau obat yang digunakan untuk mengurangi atau menyembuhkannya (Bernard, 2002).

#### **2.7.6. Aklimatisasi**

Aklimatisasi merupakan pengkondisian tubuh terhadap lingkungan kerja yang panas. Seseorang yang secara teratur bekerja di lingkungan yang panas (teraklimatisasi) akan memiliki risiko lebih rendah terkena gangguan kesehatan akibat pajanan panas dibandingkan dengan orang yang tidak teraklimatisasi (WorksafeBC, 2007). Kemampuan untuk bekerja akan meningkat dan risiko terhadap gangguan akibat pajanan panas akan menurun dengan aklimatisasi. Aklimatisasi akan hilang ketika tidak ada pajanan panas dan dipercepat apabila sedang mengalami sakit (Bernard, 2002).

Menurut ACGIH (2009), aklimatisasi adalah adaptasi fisiologis tubuh secara perlahan-lahan yang dapat memperbaiki kemampuan individu dalam bertoleransi dengan tekanan panas. Program aklimatisasi memerlukan aktivitas fisik dengan kondisi tekanan panas yang sama dengan kondisi pekerjaan yang akan diantisipasi.

#### **2.7.7. Pakaian Kerja**

Dalam kegiatan industri, mengenakan pakaian kerja yang lebih dari sekedar pakaian biasa sangat diperlukan untuk melindungi kulit dari goresan atau sayatan, iritasi, atau dari bahan-bahan yang berbahaya. Kontak antara pakaian dan kulit sangat mempengaruhi perpindahan panas. Terjadinya kehilangan panas sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain ketebalan bahan pakaian, warna, dan kelonggaran dari pakaian.

Secara umum, untuk lingkungan yang panas dengan tingkat panas radiasinya rendah sebaiknya cukup menggunakan pakaian yang tipis

(pakaian biasa). Sedangkan, untuk lingkungan kerja yang tingkat panas radiasinya tinggi sebaiknya menggunakan pakaian yang menutup seluruh tubuh (*coverall*), tetapi dipilih yang longgar dan terbuat dari bahan ringan (WHO, 1969).

Jenis pakaian kerja yang digunakan ikut memberikan kontribusi terhadap pajanan panas, yaitu dengan memberikan tambahan panas (dapat menambah nilai dari WBGT). Berikut ini adalah penambahan nilai WBGT dari beberapa jenis pakaian (Bernard, 2002).

**Tabel 2.3. Penambahan Nilai WBGT Berdasarkan Jenis Pakaian**

<i>Clothing Type</i>	<i>ACGIH (°C)</i>	<i>Other Sources (°C)</i>
<i>Work Clothes</i>	0	0
<i>Coveralls</i>	3.5	
<i>Double Coveralls</i>	5	
<i>SMS Coveralls</i>		-1
<i>Tyvek® 1422A Coveralls</i>		2
<i>Vapor-Transmitting Water-Barrier</i>		2 – 6
<i>Vapor – Barrier</i>		8
<i>Encapsulating Suit</i>		11

Sumber : Thermal Stress, Bernard (2002) dalam Fundamental Industrial Hygiene 5<sup>th</sup> edition

### 2.7.8. Konsumsi Alkohol dan Obat-obatan

Asupan alkohol dapat meningkatkan kehilangan air dan bahkan dapat menyebabkan pekerja mengalami dehidrasi, meskipun sudah teraklimatisasi. Beberapa jenis obat dapat meningkatkan panas tubuh internal dan juga mengurangi kemampuan untuk menurunkan panas (Worksafe BC, 2007).

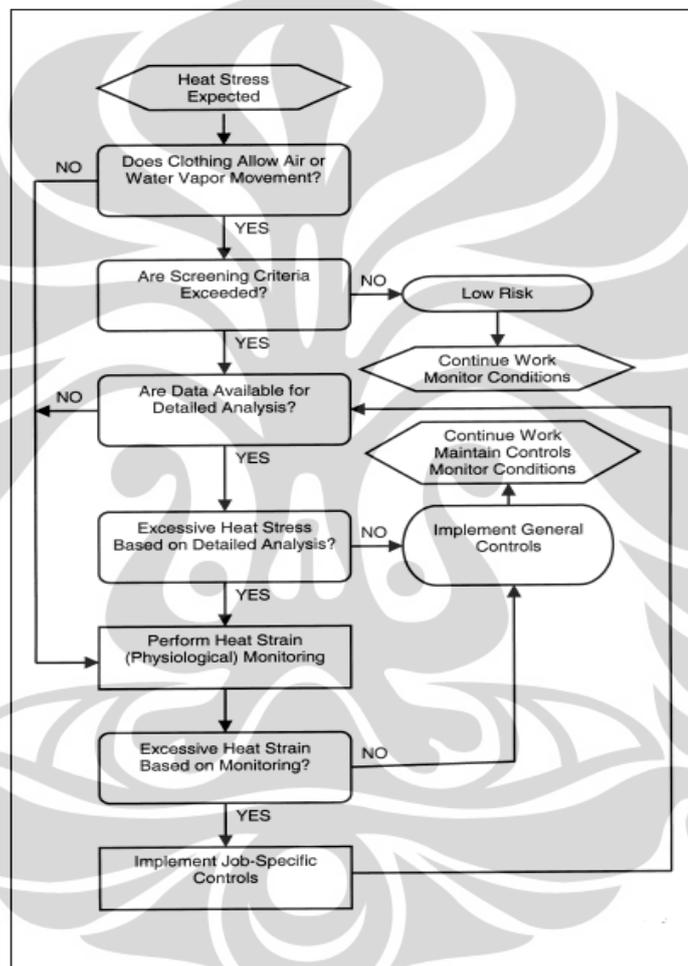
### 2.8. Pengukuran Tekanan Panas

Pengukuran temperatur lingkungan kerja maupun pajanan panas pada individu dilakukan dengan memperhatikan beberapa alasan berikut (ACGIH, 2009).

**Universitas Indonesia**

1. Kajian secara kualitatif yang mengindikasikan kemungkinan adanya tekanan panas di tempat kerja.
2. Apabila terdapat laporan mengenai ketidaknyamanan yang berkaitan dengan tekanan panas di tempat kerja.
3. Penilaian secara profesional (*professional judgment*) mengindikasikan adanya kondisi tekanan panas.

Alur evaluasi pengukuran pajanan tekanan panas dapat dilihat pada bagan di bawah ini.



Gambar 2.3. Evaluasi Pajanan Tekanan Panas

Sumber : ACGIH, 2009

### 2.8.1. Pengukuran di Lingkungan Kerja

Menurut Hendra (2009), pengukuran temperatur lingkungan dilakukan dengan mengukur komponen temperatur yang terdiri dari suhu kering, suhu basah alami, dan suhu radian. Disamping itu juga perlu dilakukan

Universitas Indonesia

pengukuran terhadap kelembaban udara relatif dan kecepatan angin. Temperatur lingkungan umumnya dinyatakan dengan indeks *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT) atau dikenal juga dengan Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB).

#### **2.8.1.1. Suhu kering (*Dry bulb/air temperature*) - $T_a$**

Suhu kering adalah ukuran langsung dari suhu udara. Sensor suhu dikelilingi oleh udara yang dibiarkan bebas mengalir di sekitar sensor. Bagaimanapun juga, sensor ini sangat mungkin dipengaruhi oleh sumber panas radiasi dan karena itulah harus dilindungi (Bernard, 2002). Suhu kering diukur menggunakan termometer suhu kering (SNI, 2004).

#### **2.8.1.2. Suhu basah alami (*Natural wet bulb temperature*) - $T_{nwb}$**

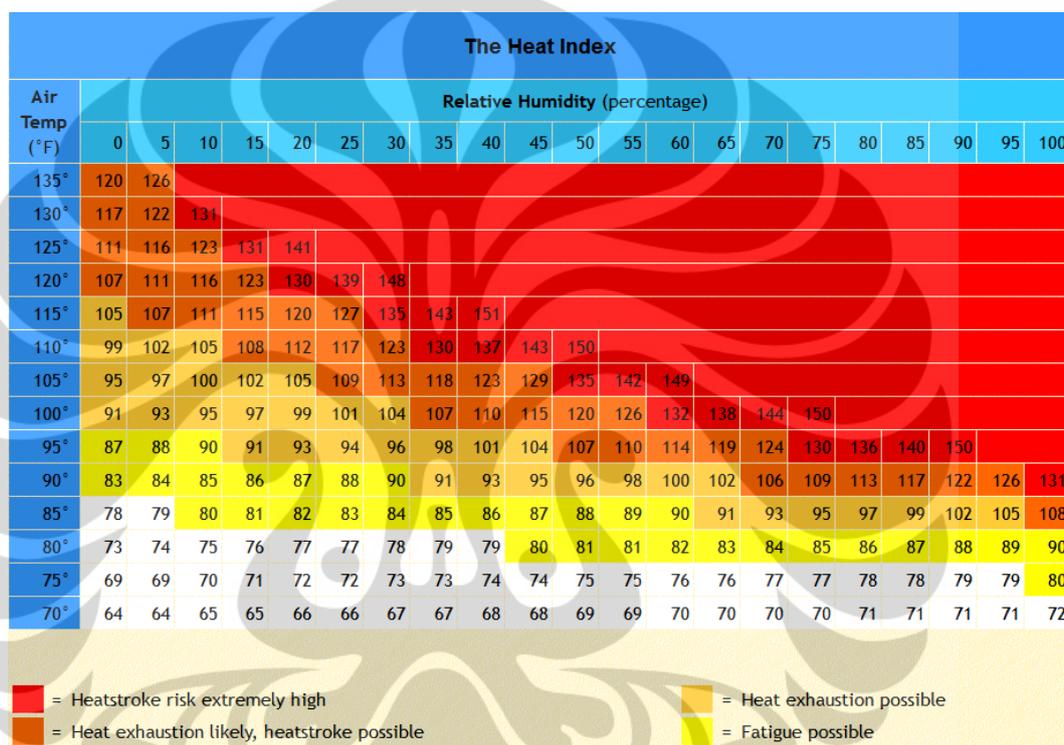
Suhu basah alami merupakan suhu penguapan air yang pada suhu yang sama menyebabkan terjadinya keseimbangan uap air di udara, suhu ini diukur dengan termometer basah alami dan suhu tersebut lebih rendah dari suhu kering (SNI, 2004). Termometer suhu basah alami dilengkapi dengan kain katun yang basah. Untuk mendapatkan pengukuran yang akurat, maka sebaiknya menggunakan kain katun yang bersih serta air yang sudah disuling (Hendra, 2009). Suhu basah alami sangat sensitif terhadap kelembaban dan pergerakan udara (Bernard, 2002).

#### **2.8.1.3. Suhu bola (*Globe temperature*) - $T_g$**

Suhu bola merupakan suhu yang diukur dengan menggunakan termometer suhu bola yang sensornya dimasukkan dalam bola tembaga yang dicat hitam, sebagai indikator tingkat radiasi (SNI, 2004). Dalam pengukuran diperlukan waktu untuk adaptasi bergantung pada ukuran bola tembaga yang digunakan. Untuk termometer yang menggunakan bola tembaga dengan ukuran 15 cm, diperlukan waktu adaptasi selama 15 – 20 menit. Sedangkan, untuk alat ukur yang banyak menggunakan ukuran bola tembaga sebesar 4,2 cm diperlukan waktu adaptasi selama 5 menit (Hendra, 2009).

#### 2.8.1.4. Kelembaban relatif (*Relative humidity*)

Pengukuran kelembaban udara penting dilakukan karena merupakan salah satu faktor kunci dari iklim yang mempengaruhi proses perpindahan panas dari tubuh dengan lingkungan melalui evaporasi. Kelembaban yang tinggi akan menyebabkan evaporasi menjadi rendah (Hendra, 2009). Sehingga, kelembaban udara akan mempengaruhi temperatur yang dirasakan oleh manusia. Berikut ini merupakan gambar mengenai hubungan antara kelembaban dan temperatur.



**Gambar 2.4. Hubungan Antara Kelembaban dan Temperatur (*Heat Index*)**

Sumber : <http://www.nsis.org/weather/heatindex.html>

#### 2.8.1.5. Kecepatan angin

Kecepatan angin sangat penting perannya dalam proses pertukaran panas antara tubuh dan lingkungan, khususnya melalui proses konveksi dan evaporasi. Kecepatan angin umumnya dinyatakan dalam *feet per minute* (fpm) atau meter per *second* (m/sec). Kecepatan angin diukur dengan menggunakan *anemometer* (Hendra, 2009).

Apabila tidak ada *anemometer* untuk mengukur kecepatan pergerakan udara, maka dapat dilakukan estimasi dengan menggunakan tabel berikut :

**Tabel 2.4. Estimasi Kecepatan Aliran Udara**

<b>Fenomena</b>	<b>Va (m/s)</b>	<b>Va (fpm)</b>
Tidak ada pergerakan udara (ruang tertutup tanpa sumber udara)	$Va < 0.2$	39
Pergerakan udara lemah (pergerakan udara terasa sedikit)	$0.2 \leq Va \leq 1.0$	39 – 197
Pergerakan udara sedang (beberapa meter dari kipas angin, angin dapat menggerakkan rambut dan memindahkan selembar kertas)	$1.0 < Va \leq 1.5$	197 – 235
Pergerakan udara tinggi (lokasi yang dekat dengan kipas angin, angin dapat menggerakkan pakaian)	$Va > 1.5$	> 235

Sumber : Criteria for a recommended standard, Occupational Exposure to Hot Environments, Revised Criteria 1986, NIOSH

Dalam melakukan pengukuran temperatur lingkungan dan pajanan panas personal di tempat kerja, beberapa hal yang harus diperhatikan adalah (Hendra, 2009) :

### **1. Penentuan titik pengukuran**

Adanya pekerja yang melaksanakan pekerjaan dan berpotensi mengalami tekanan panas merupakan alasan yang penting untuk layak atau tidaknya suatu area dijadikan sebagai titik pengukuran. Suatu lingkungan kerja yang mempunyai sumber panas dan/atau terpajan panas bukan prioritas untuk diukur apabila di area tersebut tidak ada pekerja yang bekerja dan berpotensi untuk mengalami tekanan panas.

Tidak ada formula yang baku untuk menentukan berapa jumlah titik pengukuran pada suatu area yang mempunyai panas yang tinggi. Secara

umum, jumlah titik pengukuran dipengaruhi oleh jumlah sumber panas dan luas area yang terpajan panas yang mana terdapat aktivitas pekerja di area tersebut. Selama kita yakin bahwa semua area kerja yang mempunyai indikasi menyebabkan tekanan panas pada pekerja sudah diukur, maka jumlah titik pengukuran yang diperoleh dianggap cukup.

## 2. Lama pengukuran

Berdasarkan SNI-16-7061-2004 tentang pengukuran iklim kerja (panas) dengan parameter indeks suhu basah dan bola, hanya menyatakan bahwa pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali selama 8 jam kerja, yaitu pada awal shift, pertengahan shift, dan di akhir shift.

Menurut *OSHA Technical Manual*, lama pengukuran indeks WBGT dapat dilakukan secara kontinyu (selama 8 jam kerja) atau hanya pada waktu-waktu pajanan tertentu. Pengukuran seharusnya dilakukan dengan periode waktu minimal 60 menit. Sedangkan, untuk pajanan intermitten minimal selama 120 menit.

## 3. Langkah pengukuran (contoh pengukuran dengan menggunakan *Questemp* °34)

### a) Tahap persiapan

Beberapa hal yang dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:

- Peralatan yang harus dipersiapkan antara lain: *Questemp* °34, tripod kamera, aquadest, kain katun, dan baterai yang sesuai.
- Pastikan alat dalam kondisi baik dan berfungsi dengan benar serta masih dalam masa kalibrasi. Periksa apakah daya baterai pada alat masih memadai.
- Lakukan kalibrasi internal dengan alat kalibrasi yang tersedia. Pastikan bahwa perbedaan pembacaan dengan ukuran pada kalibrasi tidak lebih dari 0,5.
- Kemudian lakukan pengaturan pada alat dengan mengikuti petunjuk pada buku manual. Beberapa aspek yang diatur adalah: tanggal, waktu, bahasa, satuan pengukuran, logging rate, heat index. Pastikan bahwa semua pengaturan sesuai dengan ketentuan.

**Universitas Indonesia**

- Pasang alat pada tripod kamera dan bawa alat ke lokasi atau titik pengukuran.

b) Tahap pengukuran

- Letakkan alat pada titik pengukuran dan sesuaikan ketinggian sensor dengan kondisi pekerja. Untuk pekerja dengan posisi kerja dominan duduk, alat ukur diletakkan 60 cm dari permukaan lantai kerja. Sedangkan, untuk pekerja dengan posisi kerja dominan berdiri, alat ukur diletakkan 100 – 110 cm dari permukaan lantai kerja.
- Buka tutup termometer suhu basah alami dan tutup ujung thermometer dengan kain katun yang sudah disediakan. Basahi kain katun dengan aquadest secukupnya sampai pada wadah tersedia cukup aquadest untuk menjamin agar termometer tetap basah selama pengukuran.
- Nyalakan alat dan biarkan alat selama 10 menit untuk proses adaptasi dengan kondisi titik pengukuran.
- Setelah melewati masa adaptasi, aktifkan tombol untuk *logging* atau proses penyimpanan data dan data temperatur lingkungan akan disimpan di dalam memori alat berdasarkan kelipatan waktu yang digunakan (*logging rate*). Waktu pengukuran mulai dihitung sejak proses *logging* berjalan.
- Biarkan alat di titik pengukuran sesuai dengan waktu pengukuran yang diinginkan.
- Bila telah selesai, non aktifkan fungsi logging dan kemudian alat bisa dipindahkan ke titik pengukuran yang lain atau data yang ada sudah bisa dipindahkan ke komputer atau di cetak/*print*.
- Bila pengukuran dilanjutkan ke titik pengukuran yang lain tanpa harus melakukan pemindahan data, maka langkah pengukuran diulang dari langkah ketiga.

Beberapa hal yang harus diperhatikan selama proses pengukuran di tempat kerja adalah sebagai berikut:

- Peletakan alat harus pada posisi yang aman, waspadai alat jangan sampai bergetar, bergoyang, atau kondisi lain yang membahayakan.

**Universitas Indonesia**

- Letakkan alat pada titik pengukuran yang tidak mengganggu aktivitas pekerja.
- Operator harus memperhatikan aspek keselamatan diri saat melakukan pengukuran. Bila diperlukan, gunakan alat pelindung diri yang sesuai dengan kondisi bahaya di lingkungan kerja.
- Berkoordinasi dengan pekerja dan penanggung jawab area untuk kelancaran proses pengukuran.
- Untuk mendapatkan jumlah data yang diinginkan, maka sebaiknya operator melebihkan waktu pengukuran.

c) Tahap setelah pengukuran

Setelah melakukan pengukuran, maka data hasil pengukuran dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (ACGIH, 2009) :

- Lingkungan kerja yang terpajan cahaya matahari langsung

$$WBGT_{out} = 0,7 T_{nwb} + 0,2 T_g + 0,1 T_a$$

- Lingkungan kerja yang tidak terpajan cahaya matahari langsung

$$WBGT_{in} = 0,7 T_{nwb} + 0,3 T_g$$

Untuk pengukuran yang dilakukan secara intermitten, maka WBGT rata-rata dihitung menggunakan rumus (*OHSA Technical Manual*, 1999) :

#### 4. Interpretasi hasil pengukuran

Setelah diperoleh hasil pengukuran temperatur lingkungan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dengan membandingkan hasil pengukuran dengan standar dan peraturan yang berlaku.

- a. Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor : Kep-51/Men/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja

**Tabel 2.5. Nilai Ambang Batas Iklim Kerja Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) yang Diperkenankan**

Pengaturan waktu kerja setiap jam		ISBB (°C)		
		Beban Kerja		
Waktu Kerja	Waktu Istirahat	Ringan	Sedang	Berat
Bekerja terus menerus (8 jam/hari)	-	30.0	26.7	25.0
75% kerja	25% istirahat	30.6	28.0	25.9
50% kerja	50% istirahat	31.4	29.4	27.9
25% kerja	75% istirahat	32.2	31.1	30.0

Indeks Suhu Basah dan Bola untuk di luar ruangan dengan panas radiasi :

$$ISBB = 0.7 \text{ Suhu basah alami} + 0.2 \text{ Suhu bola} + 0.1 \text{ Suhu kering}$$

Indeks Suhu basah dan Bola untuk di dalam atau di luar ruangan tanpa panas radiasi:

$$ISBB = 0.7 \text{ Suhu basah alami} + 0.3 \text{ Suhu bola}$$

Catatan :

- Beban kerja ringan membutuhkan kalori 100 – 200 kilo kalori/jam.
- Beban kerja sedang membutuhkan kalori >200 – 350 Kilo kalori/jam.
- Beban kerja berat membutuhkan kalori > 350 – 500 Kilo kalori/jam.

b. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Per. 13/Men/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja

**Tabel 2.6. 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
<b>75 – 100</b>	31.0	28.0	-
<b>50 – 75</b>	31.0	29.0	27.5
<b>25 – 50</b>	32.0	30.0	29.0
<b>0 – 25</b>	32.2	31.1	30.5

Indeks Suhu Basah dan Bola untuk di luar ruangan dengan panas radiasi :

$$ISBB = 0.7 \text{ Suhu basah alami} + 0.2 \text{ Suhu bola} + 0.1 \text{ Suhu kering}$$

Indeks Suhu basah dan Bola untuk di dalam atau di luar ruangan tanpa panas radiasi:

$$\text{ISBB} = 0.7 \text{ Suhu basah alami} + 0.3 \text{ Suhu bola}$$

Catatan :

- Beban kerja ringan membutuhkan kalori sampai dengan 200 kilo kalori/jam.
- Beban kerja sedang membutuhkan kalori lebih dari 200 sampai dengan kurang dari 350 Kilo kalori/jam.
- Beban kerja berat membutuhkan kalori lebih dari 350 saampai dengan kurang dari 500 Kilo kalori/jam.

c. TLV ACGIH 2009

**Tabel 2.7. TLV<sup>®</sup> for Heat Stress Exposure**

<i>Allocation of Work in a Cycle of Work and Recovery</i>	<i>TLV<sup>®</sup> (WBGT values in °C)</i>			
	<i>Light</i>	<i>Moderate</i>	<i>Heavy</i>	<i>Very Heavy</i>
<b>75 to 100%</b>	31.0	28.0	-	-
<b>50 to 75%</b>	31.0	29.0	27.5	-
<b>25 to 50%</b>	32.0	30.0	29.0	28.0
<b>0 to 25%</b>	32.5	31.5	30.5	30.0

**Tabel 2.8. Action Limit for Heat Stress Exposure**

<i>Allocation of Work in a Cycle of Work and Recovery</i>	<i>Action Limit (WBGT values in °C)</i>			
	<i>Light</i>	<i>Moderate</i>	<i>Heavy</i>	<i>Very Heavy</i>
<b>75 to 100%</b>	28.0	25.0	-	-
<b>50 to 75%</b>	28.5	26.0	24.0	-
<b>25 to 50%</b>	29.5	27.0	25.5	24.5
<b>0 to 25%</b>	30.0	29.0	28.0	27.0

### 2.8.2. Pengukuran pada Pekerja

Pengukuran pajanan panas personal penting dilakukan untuk mengetahui tingkat pajanan panas pada individu. Diperlukan pengukuran pajanan personal apabila pekerja yang berisiko terpajan panas bekerja berpindah-pindah atau pola pajanan yang bersifat *intermitten*. Pengukuran pajanan panas personal lebih memperlihatkan apakah ada perubahan suhu

tubuh dan denyut nadi pekerja yang terpajan panas (Hendra, 2009). Pengukuran pajanan panas personal dapat dilakukan menggunakan alat ukur berupa *personal heat monitor*. Apabila tidak terdapat alat ukur, pengukuran panas personal dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan jumlah kalori yang dikeluarkan untuk melakukan pekerjaan.

Menurut NIOSH (1986), total panas yang diterima tubuh dipengaruhi oleh dua hal, yaitu panas yang dihasilkan dari lingkungan dan panas dari aktivitas fisik yang dapat dihitung dari panas metabolik. Pengukuran panas metabolik dapat dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu :

1. Pengukuran dengan *Direct Calorimetry*

Untuk menentukan panas yang dihasilkan oleh pekerja melalui *direct calorimetry* adalah dengan memasukkan pekerja ke dalam kalorimeter, yaitu berupa ruangan tertutup yang dilengkapi dengan sirkulasi air. Peningkatan suhu air menunjukkan jumlah panas yang keluar dari tubuh.

2. Pengukuran dengan *Indirect Calorimetry*

Pengukuran panas metabolik dengan menggunakan *indirect calorimetry* didasarkan pada pengukuran konsumsi oksigen. *Indirect calorimetry* mempunyai 2 metode, yaitu :

- Sirkuit tertutup

Pada metode ini pekerja menghirup oksigen dari spirometer dan udara ekspirasi dikembalikan ke spirometer dengan melewati absorben CO<sub>2</sub> dan uap air. Jumlah oksigen yang berkurang dalam spirometer menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi. Satu liter oksigen yang dikonsumsi sama dengan 4.8 kcal panas metabolik.

- Sirkuit terbuka

Pada sirkuit terbuka pekerja melakukan proses pengukuran dalam ruangan tertutup yang lebih besar daripada sirkuit tertutup. Volume udara ekspirasi dapat diukur dengan akurat menggunakan gasometer. Konsentrasi oksigen pada udara ekspirasi dapat diukur dengan metode kimia atau elektronik. Persentase oksigen dan karbondioksida di udara biasanya adalah 20.90% dan 0.03%, sehingga dapat dihitung jumlah oksigen yang dikonsumsi.

Metode lain yang dapat digunakan untuk mengukur panas metabolik dengan melakukan estimasi panas metabolik menggunakan tabel pengeluaran energi dan melakukan analisis tugas dari NIOSH (1986). Estimasi panas metabolik yang dilakukan oleh tenaga professional umumnya mempunyai penyimpangan akurasi sekitar 10 – 15%.

**Tabel 2.9. Estimasi Pengeluaran Energi Melalui Analisis Pekerjaan**

<b>A. Body position and movement</b>		<b>Kcal/min*</b>
<i>Sitting</i>		0.3
<i>Standing</i>		0.6
<i>Walking</i>		2.0 – 3.0
<i>Walking uphill</i>		add 0.8 per meter rise
<b>B. Type of work</b>		<b>Range</b>
	<i>Average</i>	<i>Kcal/min</i>
	<i>Kcal/min</i>	
<b>Hand work</b>		
<i>light</i>	0.4	0.2 – 1.2
<i>heavy</i>	0.9	
<b>Work one arm</b>		
<i>light</i>	1.0	0.7 – 2.5
<i>heavy</i>	1.8	
<b>Work both arm</b>		
<i>light</i>	1.5	1.0 – 3.5
<i>heavy</i>	2.5	
<b>Work whole body</b>		
<i>light</i>	3.5	2.5 – 9.0
<i>moderate</i>	5.0	
<i>heavy</i>	7.0	
<i>very heavy</i>	9.0	
<b>C. Basal metabolism</b>		1.0
<b>D. Sample calculation**</b>		
<b>Assembling work with heavy hand tools</b>		<i>Average</i>
		<i>Kcal/min</i>
1. <i>Standing</i>		0.6
2. <i>Two-arm work</i>		3.5

<b>3. Basal metabolism</b>	<b>1.0</b>
<b>Total</b>	<b>5.1 kcal/min</b>
* For standard worker of 70 kg body weight (154 lbs) and 1.8 m <sup>2</sup> body surface (19.4 ft <sup>2</sup> )	
** Example of measuring metabolic heat production of a worker when performing initial screening	

Sumber : Criteria for a recommended standard, Occupational Exposure to Hot Environments, Revised Criteria 1986, NIOSH

## 2.9. Pengendalian Tekanan Panas

Mengacu pada rumus keseimbangan panas [ $H = (M - W) \pm C \pm R - E$ ], total tekanan panas dapat diturunkan dengan melakukan modifikasi terhadap satu atau lebih faktor yang mempengaruhi. Pengendalian yang dilakukan dapat berupa *engineering control* (pengendalian terhadap panas karena konveksi, radiasi, dan evaporasi), *work and hygienic practices and administrative control* (pembatasan waktu pajanan, pengurangan beban kerja, peningkatan toleransi terhadap panas, pelatihan terhadap keselamatan dan kesehatan, melakukan skrining untuk panas yang tidak bisa ditoleransi), *heat alert programs*, dan alat pelindung diri (NIOSH, 1968).

Menurut Worksafe BC (2007), apabila pekerja terpajan dengan kondisi lingkungan yang dapat menyebabkan *heat-related disorder* perlu dilakukan pengendalian melalui *engineering control*. Apabila *engineering control* sulit untuk diterapkan, maka dapat dilakukan *administrative control* (seperti pengaturan jam kerja dan istirahat yang sesuai) atau *personal protective equipment* (alat pelindung diri).

Ventilasi, pendinginan udara, penggunaan kipas, pembatas (*shielding*), dan memberikan penyekat merupakan lima tipe utama pengendalian secara *engineering control* untuk menurunkan panas lingkungan di lingkungan kerja. Penurunan panas juga dapat dilakukan dengan bekerja menggunakan alat bantu dan tidak mengandalkan kekuatan fisik semata (OHSAs, 1999).

Beberapa tindakan pengendalian yang dapat dilakukan untuk menurunkan risiko akibat pajanan panas di tempat kerja antara lain adalah sebagai berikut.

## 2.9.1. Engineering Control

### 2.9.1.1. Menurut OSHA (1999)

- a. *General Ventilation* digunakan untuk mencairkan udara panas dan udara dingin (udara dingin yang umumnya berasal dari luar). Teknik ini bekerja lebih maksimal pada iklim yang dingin. Sistem ventilasi umum yang dipasang secara permanen biasanya untuk menangani ruangan yang besar atau seluruh gedung. Sedangkan, sistem *portable exhaust* atau *local exhaust* lebih efektif dan praktis digunakan pada ruangan yang lebih kecil.
- b. *Air Treatment* menurunkan suhu dengan menghilangkan panas bahkan kelembaban dari udara.
- c. *Air Conditioning* adalah metode untuk mendinginkan udara, tetapi mahal untuk pemasangan dan pengoperasiannya.
- d. *Local Air Cooling* efektif menurunkan temperatur udara bila digunakan pada area yang spesifik atau area tertentu. Terdapat dua metode yang sering digunakan di industri, yaitu ruangan dingin (*cool rooms*) yang digunakan pekerja untuk istirahat dan menurunkan suhu tubuhnya dan *blower portable* yang mudah dibawa dan waktu untuk melakukan *set-up* tidak lama.
- e. Meningkatkan laju alir udara atau dengan menggunakan kipas di area kerja (selama temperatur udara lebih rendah dari temperatur permukaan kulit pekerja). Perubahan kecepatan udara dapat membantu pekerja agar tetap dingin dengan meningkatkan pertukaran panas secara konveksi (pertukaran antara permukaan kulit dan udara sekitar) dan laju evaporasi. Jika suhu kering (*dry bulb temperature*) lebih dari 35°C (95°F), penambahan kecepatan aliran udara dapat membuat pekerja merasa lebih panas. Ketika terjadi kondisi seperti ini, maka *evaporative cooling* lebih disarankan daripada peningkatan kecepatan aliran udara. Ketika suhu mencapai 35°C dan kelembaban mencapai 100%, pergerakan udara akan membuat pekerja merasa lebih panas.

- f. *Heat conduction* meliputi pengisolasian permukaan panas yang menghasilkan panas dan mengubah permukaan panas tersebut.
- g. *Shielding* (pembatas) merupakan metode yang sederhana. Penggunaan *shield* dapat mengurangi panas radiasi, seperti sumber panas yang berasal dari permukaan yang panas. Suhu permukaan suatu benda yang melebihi 35°C akan menjadi sumber panas radiasi inframerah yang dapat menambah beban panas pekerja. *Shielding* digunakan untuk membatasi pajanan panas pada pekerja dari sumber panas.

#### 2.9.1.2. Menurut NIOSH (1986)

##### a. Pengendalian panas konveksi

Pengendalian terhadap panas konveksi adalah melalui pengendalian temperatur udara dan kecepatan angin. Ketika suhu kering ( $T_a$ ) lebih rendah dari suhu kulit ( $T_{sk}$ ), aliran udara yang melintasi kulit perlu ditingkatkan (melalui general atau lokal ventilasi). Namun, apabila suhu kering ( $T_a$ ) melebihi suhu kulit ( $T_{sk}$ ), maka  $T_a$  seharusnya dikurangi dengan memasukkan udara luar yang lebih dingin ke tempat kerja atau dengan alat pendingin udara. Kecepatan aliran udara harus dikurangi sampai pada batas di mana evaporasi keringat menjadi stabil.

##### b. Pengendalian panas radiasi

Untuk menurunkan panas radiasi dapat dilakukan beberapa cara, yaitu:

- Menurunkan temperatur proses apabila suhunya melebihi dari temperatur yang seharusnya diperlukan.
- Melakukan relokasi, mengisolasi, memberi sekat, atau pendinginan pada sumber panas.
- Memasang pembatas yang dapat memantulkan panas radiasi antara sumber dan pekerja. Penerapan ini dapat mengurangi panas radiasi mencapai 80-85%.
- Mengubah tingkat emisivitas permukaan panas dengan melapisi atau *coating*.

### c. Pengendalian panas evaporasi

Panas evaporasi dapat dikendalikan dengan 2 (dua) cara, yaitu :

- Meningkatkan kecepatan angin dengan menggunakan kipas atau *blower*.
- Menurunkan tekanan uap air ambient yang biasanya menggunakan AC atau alat pendingin udara.

#### 2.9.1.3. Menurut Worksafe BC (2007)

*Engineering control* merupakan metode yang paling efektif dan dalam mengurangi pajanan panas berlebih. Berikut ini adalah beberapa contoh *engineering control* :

- Mengurangi aktivitas pekerjaan melalui sistem otomatisasi atau mekanisasi.
- Menutup atau mengisolasi sumber panas untuk mengurangi perpindahan panas radiasi.
- *Shielding* pekerja dari panas radiasi.
- Menyediakan AC atau meningkatkan kualitas dan kuantitas ventilasi untuk mengurangi udara panas.
- Menyediakan kipas untuk pendinginan. (Apabila suhu udara sekitar melebihi 35°C, menggunakan kipas tidak direkomendasikan)
- Mengurangi kelembaban udara dengan menggunakan AC dan *dehumidifier* (alat penurun kelembaban).

#### 2.9.2. *Administrative Control*

##### 2.9.2.1. Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan penyesuaian tubuh terhadap kondisi panas. Proses aklimatisasi berlangsung selama tujuh hari berturut-turut atau sampai tiga minggu tergantung kondisi personal pekerja (Worksafe BC, 2007). Program aklimatisasi yang baik akan menurunkan risiko terhadap penyakit akibat pajanan panas. Untuk pekerja yang mempunyai pengalaman sebelumnya, maka sebaiknya terpajan 50% pada hari pertama, 60% pada hari kedua, 80% pada hari ketiga dan 100% pada hari

keempat. Untuk pekerja yang baru, sebaiknya terpajan 20% pada hari pertama dan ditambah 20% setiap hari berikutnya (OHSA, 1999).

### 2.9.2.2. Penggantian Cairan

Secara alami tubuh mengeluarkan keringat untuk menurunkan panas dalam tubuh dan hal ini sangat signifikan dalam pengurangan cairan tubuh. Apabila tidak digantikan, maka pekerja akan mengalami dehidrasi dan meningkatkan risiko terhadap *heat stress*. Penting untuk mengkonsumsi air minum sebelum, selama, dan setelah bekerja di tempat yang panas adalah penting. Pekerja harus meminum 2 gelas air ( $\frac{1}{2}$  liter) sebelum bekerja dan 1 gelas air setiap 20 menit ketika bekerja di tempat yang panas. Pada lokasi yang sangat panas memungkinkan untuk minum air lebih dari itu. Penyedia kerja diwajibkan untuk menyediakan air minum dengan suhu 10–15°C yang ditempatkan dekat area kerja (Worksafe BC, 2007).

### 2.9.2.3. Pembatasan waktu pajanan (NIOSH, 1986)

Beberapa cara pengendalian terhadap lama pajanan dan tingkat temperatur pada pekerja yang terpajan panas adalah :

- Jika memungkinkan buat jadwal kerja dimana pekerjaan yang panas dilakukan pada waktu-waktu yang lebih dingin seperti pagi hari, sore hari, atau malam hari.
- Buat jadwal rutin pekerjaan *maintenance* dan perbaikan di area panas dilakukan pada musim yang lebih dingin dalam satu tahun.
- Mengubah pola kerja dan istirahat sehingga waktu istirahat menjadi lebih lama.
- Menyediakan area yang lebih dingin untuk tempat istirahat dan *recovery*.
- Menambah jumlah karyawan untuk mengurangi waktu pajanan pada setiap pekerja.
- Membuat ketentuan bahwa pekerja dapat menghentikan pekerjaannya jika merasa terlalu panas dan tidak nyaman.
- Meningkatkan jumlah minum pada saat melakukan pekerjaan.

- Mengatur jadwal sehingga memungkinkan pekerjaan di tempat yang panas tidak dilakukan pada waktu dan tempat yang sama dengan pekerjaan lain.

#### **2.9.2.4. Penurunan tingkat panas metabolisme (NIOSH, 1986)**

Panas metabolisme dapat dikurangi dengan cara :

- Proses mekanisasi beberapa bagian pekerjaan fisik.
- Mengurangi jam kerja (mengurangi hari kerja, menambah waktu istirahat, membatasi bekerja dua shift).

Dalam publikasi Worksafe BC tahun 2007 tentang *Preventing Heat Stress at Work*, siklus kerja-istirahat yang tepat harus dijadwalkan dan ditentukan sebelumnya untuk menyediakan waktu bagi tubuh pekerja untuk kembali pada suhu normal. Pekerja tidak dapat mengandalkan tubuhnya untuk menentukan kapan dia harus beristirahat. Apabila pekerja baru beristirahat setelah merasakan sakit atau gejala *heat disorders*, maka itu sudah terlambat. Penting bagi perusahaan untuk menyediakan tempat yang dingin/sejuk bagi pekerja seperti ruangan berventilasi untuk beristirahat. Apabila memungkinkan, penyediaan sarana mandi sangat efektif untuk mendinginkan tubuh.

#### **2.9.2.5. Peningkatan toleransi terhadap panas (NIOSH, 1986)**

Kemampuan seseorang untuk melakukan toleransi terhadap panas berbeda-beda, maka perlu dilakukan skrining terhadap kemampuan setiap pekerja untuk beradaptasi dengan panas. Kemampuan toleransi aktivitas fisik di lingkungan panas sangat berkaitan dengan kapasitas kerja fisik. Oleh karena itu, toleransi terhadap panas dapat diprediksi berdasarkan pemeriksaan kebugaran tubuh. Hal ini dapat dilakukan dengan cara :

- Menerapkan program aklimatisasi dengan benar
- Meningkatkan kebugaran fisik
- Penyediaan air minum dan jumlah air yang diminum harus cukup selama bekerja.

- Menjaga keseimbangan garam dalam tubuh dengan memberikan minuman yang mengandung garam mineral sesuai dengan kebutuhan.

#### **2.9.2.6. Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (NIOSH, 1986)**

- Supervisor dan pekerja lainnya seharusnya telah mendapatkan pelatihan tentang tanda-tanda berbagai jenis gangguan kesehatan akibat pajanan panas.
- Semua pekerja yang terpajan harus mengetahui instruksi dasar jika terjadi gangguan akibat pajanan panas.
- Semua pekerja yang bekerja di area panas harus mengetahui tentang dampak dari faktor-faktor lain yang dapat memperburuk dampak pajanan panas seperti obat-obatan, alkohol, kegemukan, dan lain-lain.
- Adanya program untuk mengevaluasi pemahaman supervisor atau pekerja yang sudah mendapatkan pelatihan secara berkala untuk melakukan observasi dan rekognisi pajanan panas di tempat kerja.

#### **2.9.2.7. Program Monitoring Pekerja (OHSA, 1999)**

- Setiap pekerja yang bekerja dilingkungan yang panas dan berisiko terhadap *heat stress* seharusnya selalu dipantau. Hal yang dipantau seperti jenis pakaian yang digunakan.
- Pemantauan personal dapat dilakukan dengan pemeriksaan denyut jantung, tingkat *recovery* jantung, suhu oral, atau jumlah keringat yang dikeluarkan.

#### **2.9.3. Penggunaan Alat Pelindung Diri**

Beberapa tindakan pengendalian dengan menggunakan alat pelindung diri adalah sebagai berikut (OSHA, 1999)

- a. Pakaian yang memantulkan (*reflective clothing*) dapat berupa apron atau jaket yang menutupi seluruh tubuh pekerja dari leher sampai kaki yang mampu mencegah terserapnya panas radiasi oleh kulit. Karena pakaian jenis ini tidak memungkinkan untuk terjadinya pertukaran udara, maka harus dipertimbangkan apakah pengurangan panas radiasi lebih efektif daripada pendinginan secara konveksi. Pada situasi panas

radiasi yang tinggi, penambahan sistem pendingin tambahan dapat digunakan pada pakaian ini.

b. Pakaian pendingin tubuh

Beberapa jenis pakaian tersebut adalah :

- *Ice vests*, yaitu rompi yang dilengkapi dengan kantong-kantong es sebagai pendingin.
- Penggunaan pakaian yang basah atau lembab saat bekerja. Hal ini efektif ketika pekerja menggunakan pakaian reflektif atau pakaian pelindung yang kedap pada suhu yang tinggi dan kelembaban yang rendah, sehingga tidak mengganggu penguapan pakaian yang dibasahi tersebut.
- *Water cooled garments* yang mempunyai sistem pendingin sehingga setiap bagian tubuh dapat didinginkan. Pakaian ini dapat mengedarkan air dingin keseluruh bagian pakaian yang berfungsi sebagai pendingin dengan menggunakan pompa.
- *Circulating air* yaitu pakaian yang dilengkapi dengan sistem sirkulasi udara. Pakaian dengan sirkulasi udara adalah adalah cara yang paling efektif namun paling rumit sebagai alat pendingin personal. Cara kerjanya adalah dengan mengarahkan aliran udara keseluruh tubuh yang berasal dari sistem pemasok udara. Keterbatasan dalam metode ini adalah mobilitas pekerja menjadi terbatas karena pekerja harus dihubungkan selang yang berasal dari sistem pemasok udara. Selain itu udara yang sejuk didalamnya tidak membuat pekerja merasa haus padahal mereka tetap membutuhkan pasokan air minum, sehingga pekerja berisiko mengalami dehidrasi.

## **BAB 3**

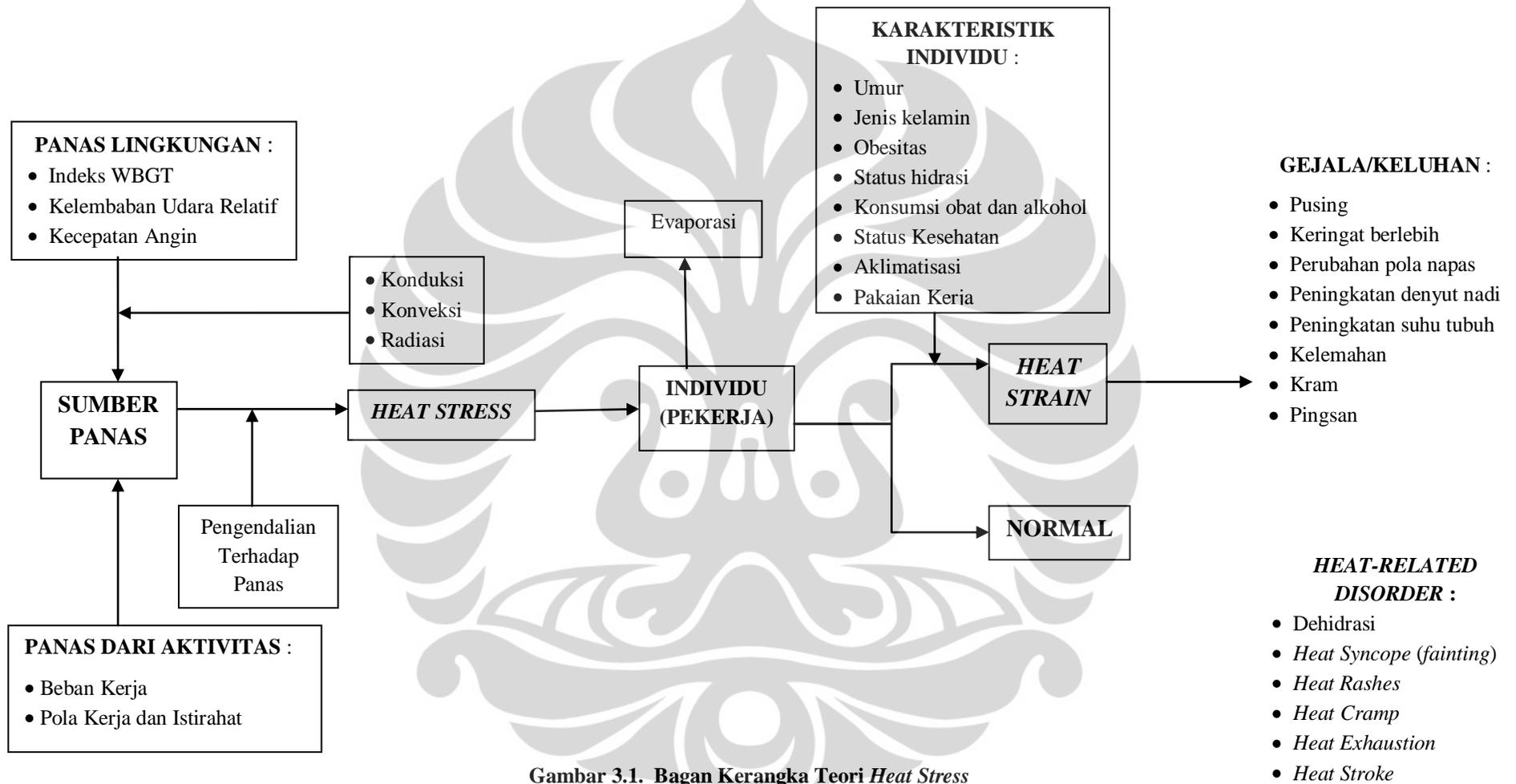
### **KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DEFINISI OPERASIONAL**

#### **3.1. Kerangka Teori**

Menurut Bernard (2002) dalam *Fundamental Industrial Hygiene 5<sup>th</sup> edition*, jumlah panas yang diterima oleh tubuh individu merupakan hasil kombinasi dari panas lingkungan (radiasi, konveksi, dan konduksi), beban kerja, dan panas yang hilang melalui proses evaporasi. Jumlah panas yang diterima tubuh dapat meningkatkan suhu tubuh, detak jantung, jumlah keringat, dan gejala lainnya yang dikenal dengan istilah *heat strain*.

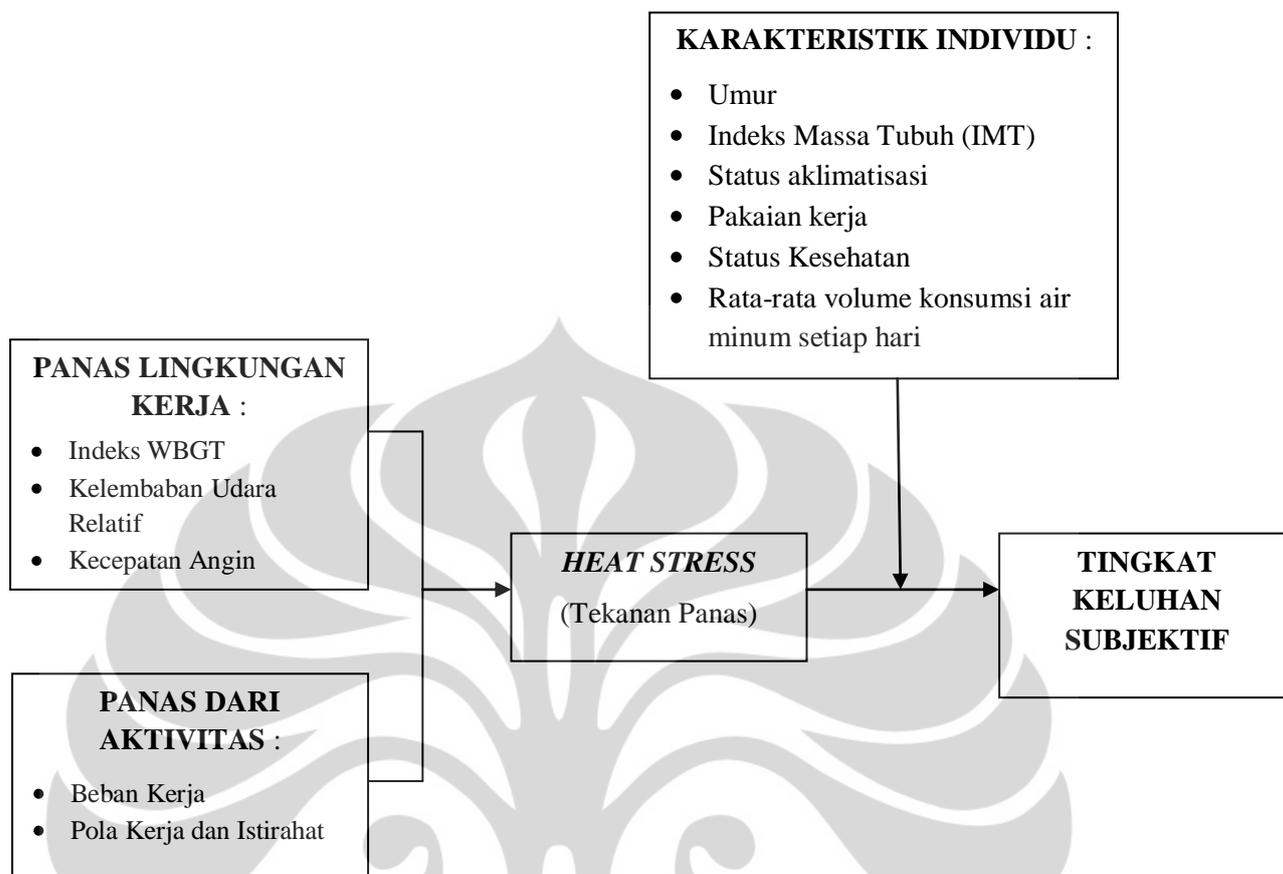
*Heat strain* merupakan respon fisiologis yang ditujukan untuk menghilangkan panas dari dalam tubuh. Respon fisiologis yang terjadi pada masing-masing individu tidak sama. Tingkat keparahan terjadinya *heat strain* tersebut dipengaruhi oleh karakteristik dari masing-masing individu, seperti umur, jenis kelamin, berat badan (obesitas), status hidrasi, konsumsi obat dan alkohol, status kesehatan, status aklimatisasi, dan pakaian kerja. *Heat strain* yang tidak ditangani dengan baik dapat berujung pada *heat-related disorder* yang lebih membahayakan tubuh.

Secara sistematis, kerangka teori di atas dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1. Bagan Kerangka Teori Heat Stress

### 3.2. Kerangka Konsep



Gambar 3.2. Bagan Kerangka Konsep

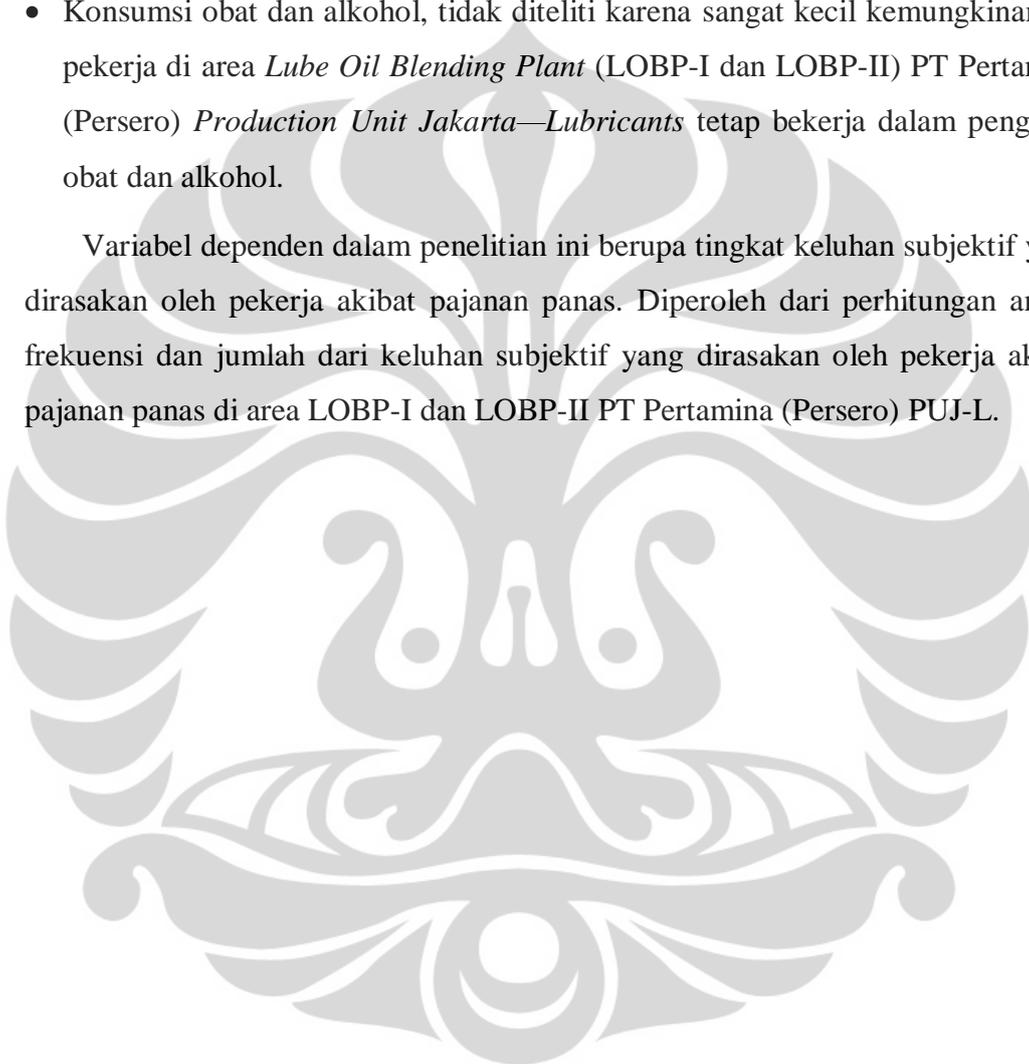
Kerangka konsep di atas menjelaskan bahwa dalam penelitian ini terdapat dua variabel independen yang akan diteliti, yaitu panas yang berasal dari lingkungan kerja dan panas yang berasal dari aktivitas. Panas lingkungan kerja dilihat dari indeks WBGT *indoor* (*Wet Bulb Globe Temperature indoor*), kelembaban udara relatif, dan juga kecepatan angin. Sedangkan, panas yang berasal dari aktivitas dilihat dari beban kerja serta pola kerja dan istirahat. Kedua variabel independen merupakan sumber panas yang memiliki kontribusi terhadap tekanan panas (*heat stress*).

Pajanan tekanan panas (*heat stress*) mengakibatkan keluhan yang dirasakan secara subjektif oleh pekerja yang dipengaruhi oleh karakteristik individu dari masing-masing pekerja. Tidak semua faktor dari karakteristik individu diteliti, peneliti hanya mengambil faktor umur, indeks massa tubuh (IMT), status

aklimatisasi, status kesehatan, pakaian kerja, dan rata-rata volume konsumsi air minum setiap harinya. Faktor lain yang tidak diteliti, yaitu :

- Jenis kelamin, tidak diteliti karena seluruh pekerja di area produksi *Lube Oil Blending Plant* (LOBP-I dan LOBP-II) PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta—Lubricants* adalah pria. Sehingga, tidak terdapat variasi di dalamnya.
- Konsumsi obat dan alkohol, tidak diteliti karena sangat kecil kemungkinannya pekerja di area *Lube Oil Blending Plant* (LOBP-I dan LOBP-II) PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta—Lubricants* tetap bekerja dalam pengaruh obat dan alkohol.

Variabel dependen dalam penelitian ini berupa tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh pekerja akibat pajanan panas. Diperoleh dari perhitungan antara frekuensi dan jumlah dari keluhan subjektif yang dirasakan oleh pekerja akibat pajanan panas di area LOBP-I dan LOBP-II PT Pertamina (Persero) PUJ-L.



### 3.3. Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
1.	Tingkat keluhan subjektif	Tingkatan (level) dari keluhan akibat pajanan panas yang dirasakan secara subjektif oleh pekerja pada saat bekerja di area LOBP-I dan LOBP-II. Dihitung berdasarkan frekuensi (keseringan) dan jumlah keluhan yang dirasakan. Jumlah keluhan yang ditanyakan sebanyak 20 keluhan dengan frekuensi yang terdiri dari sangat sering (SS), sering (S), jarang (J), dan tidak pernah (TP).	Wawancara dengan menggunakan kuesioner penelitian.	Kuesioner penelitian.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Keluhan berat, jika jumlah skor 41 – 60.</li> <li>2. Keluhan sedang, jika jumlah skor 21 – 40.</li> <li>3. Keluhan ringan, jika jumlah skor 1 – 20.</li> <li>4. Tidak ada keluhan, jika skor 0.</li> </ol>	Ordinal

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
2.	Indeks WBGT	Rata-rata indeks WBGT <i>indoor</i> di area LOBP-I dan LOBP-II yang tercatat pada alat ukur.	Pengukuran langsung menggunakan alat ukur selama 30 menit di setiap titik pengukuran area LOBP-I dan LOBP-II.	<i>Thermal Environment Monitor QuestTemp<sup>o</sup>34.</i>	Derajat celcius (°C)	Rasio
3.	Kelembaban udara relatif	Rata-rata hasil pengukuran tingkat kelembaban udara di area LOBP-I dan LOBP-II yang tercatat pada alat ukur.	Pengukuran langsung menggunakan alat ukur selama 30 menit di setiap titik pengukuran area LOBP-I dan LOBP-II.	<i>Thermal Environment Monitor Quest Temp<sup>o</sup>34.</i>	Persen RH (% RH)	Rasio
4.	Kecepatan angin	Kecepatan pergerakan udara per satuan waktu yang ada di area LOBP-I dan LOBP-II. Tercatat pada alat ukur.	Pengukuran langsung di area LOBP-I dan LOBP-II.	<i>Digital Vane Anemometer.</i>	Meter per detik (m/s)	Rasio

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
5.	Beban kerja	Ukuran beratnya pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja. Beban kerja didapat dari perhitungan estimasi kalori yang dikeluarkan oleh pekerja dalam melakukan pekerjaan melalui perhitungan estimasi panas metabolik. Beban kerja dikategorikan berdasarkan Permenakertrans No. 13 Tahun 2011 : Beban kerja ringan : $x \leq 200$ Kkal/jam Beban kerja sedang : $200 < x < 350$ Kkal/jam Beban kerja berat : $350 < x < 500$ Kkal/jam	Wawancara dengan menggunakan kuesioner penelitian dan juga observasi yang dilakukan oleh peneliti.	Tabel perhitungan estimasi panas metabolik NIOSH (1986).	1. Beban kerja berat 2. Beban kerja sedang 3. Beban kerja ringan	Ordinal
6.	Umur	Lama hidup pekerja yang dijadikan responden yang dihitung dari tahun lahir sampai tahun dilakukannya penelitian.	Wawancara dengan menggunakan kuesioner penelitian.	Kuesioner penelitian.	1. $\geq 40$ tahun 2. $< 40$ tahun	Ordinal

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
7.	Pola kerja dan istirahat	Perbandingan waktu kerja dan waktu istirahat dalam satu hari. Klasifikasi mengacu pada Permenakertrans No. 13 Tahun 2011 dengan pengaturan waktu kerja setiap jam adalah sebagai berikut :  0% - 25% 25% - 50% 50% - 75% 75% - 100%	Wawancara dengan menggunakan kuesioner penelitian dan observasi yang dilakukan oleh peneliti.	Kuesioner penelitian.	Waktu kerja setiap jam :  1. 75% - 100% 2. 50% - 75% 3. 25% - 50% 4. 0% - 25%	Ordinal
8.	Indeks Massa Tubuh (IMT)	Kondisi status gizi pekerja pada saat dilakukan penelitian, berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan. Dihitung berdasarkan rasio antara berat badan dan tinggi badan pangkat dua. Hasilnya dibandingkan dengan tabel standar nilai indeks massa tubuh menurut Riskesdas 2010 :  Kurus : $IMT < 18.5$ Normal : $18.5 \leq IMT < 25.0$ BB Lebih : $25.0 \leq IMT < 27.0$ Obese : $IMT \geq 27.0$	Wawancara dengan menggunakan kuesioner penelitian.	Kuesioner penelitian	1. Obese 2. BB Lebih 3. Normal 4. Kurus	Ordinal

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
9.	Status aklimatisasi	Status adaptasi atau penyesuaian tubuh pekerja terhadap kondisi temperatur lingkungan kerja. Penyesuaian tubuh terhadap kondisi temperatur kerja dilakukan pada seminggu awal bekerja (5 hari kerja) bagi pekerja baru atau selama 3 hari setelah libur panjang (cuti) selama 3 minggu atau lebih.	Wawancara dengan menggunakan kuesioner penelitian.	Kuesioner penelitian.	1. Tidak aklimatisasi 2. Aklimatisasi	Ordinal
10.	Pakaian kerja	Pakaian yang digunakan oleh pekerja pada saat bekerja di area LOBP-I atau LOBP-II tidak termasuk kaos singlet.	Wawancara dengan menggunakan kuesioner penelitian dan observasi yang dilakukan oleh peneliti.	Kuesioner penelitian.	1. <i>Coverall</i> 2. Seragam kerja dan kaos lebih dari satu. 3. Seragam kerja dan kaos. 4. Seragam kerja saja.	Ordinal

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
11.	Status kesehatan	Kondisi kesehatan pekerja secara fisik, tidak memiliki atau mengidap penyakit kronis yang berhubungan dengan jantung, paru-paru, ginjal, dan hati sampai pada saat penelitian dilakukan.	Wawancara dengan menggunakan kuesioner penelitian.	Kuesioner penelitian.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tidak sehat, jika mengidap satu atau lebih penyakit kronis yang telah disebutkan.</li> <li>2. Sehat, jika tidak mengidap satupun penyakit kronis yang telah disebutkan.</li> </ol>	Ordinal
12.	Rata-rata volume konsumsi air minum setiap hari	Jumlah air minum yang dikonsumsi oleh pekerja setiap hari pada jam kerja. Diukur berdasarkan ukuran gelas (250 ml).	Wawancara dengan menggunakan kuesioner penelitian.	Kuesioner penelitian.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\leq 8</math> gelas/hari</li> <li>2. <math>&gt; 8</math> gelas/hari</li> </ol>	Ordinal

## **BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN**

### **4.1. Desain Penelitian**

Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi *cross sectional*. Ditujukan untuk menjelaskan hubungan antara pajanan tekanan panas dengan tingkat keluhan yang dirasakan secara subjektif oleh responden sesuai karakteristik responden. Responden dalam penelitian ini adalah pekerja di area produksi pelumas, LOBP-I dan LOBP-II, PT Pertamina (Persero) PUJ-L.

Variabel yang diteliti adalah panas yang berasal dari lingkungan kerja dan panas yang berasal dari aktivitas. Keduanya menggambarkan tekanan panas yang diterima oleh pekerja. Kemudian, diikuti penyebaran kuesioner untuk mengetahui keluhan subjektif yang dirasakan oleh responden akibat pajanan panas dan juga karakteristik responden itu sendiri.

### **4.2. Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian dimulai dari bulan Januari sampai Juni 2012 dengan waktu pengambilan data pada bulan April. Pengambilan data penelitian dilakukan di area LOBP-I dan LOBP-II PT Pertamina (Persero) PUJ-L.

### **4.3. Populasi Penelitian**

Populasi target dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja di area produksi pelumas, LOBP-I dan LOBP-II, PT Pertamina (Persero) PUJ-L dengan populasi penelitian yaitu seluruh pekerja di area LOBP-I dan LOBP-II PT Pertamina (Persero) PUJ-L yang pada saat dilakukannya penelitian bekerja pada shift 1 (07.00 – 15.00 WIB), berjumlah 122 orang pekerja.

#### **4.4. Teknik Pengumpulan Data**

##### **4.4.1. Pengumpulan Data Primer**

###### **4.4.1.1. Kondisi Lingkungan Kerja**

Data mengenai kondisi lingkungan kerja yang meliputi temperatur, kelembaban udara relatif, dan kecepatan angin di area LOBP-I dan LOBP-II didapat melalui pengukuran. Pengukuran dilakukan selama 33 menit di setiap titik pengukuran yang telah ditentukan. Pengukuran temperatur dan kelembaban udara diletakkan 3 menit di setiap titik pengukuran ditujukan untuk memperoleh data yang dibutuhkan.

Pengukuran temperatur dan kelembaban udara relatif menggunakan instrumen *Thermal Environment Monitor QuestTemp*<sup>o34</sup>. Sedangkan, pengukuran kecepatan angin menggunakan instrumen *Digital Vane Anemometer*.

###### **4.4.1.2. Beban Kerja**

Beban kerja diperoleh dari hasil perhitungan panas metabolik tubuh pekerja dengan menggunakan tabel estimasi pengeluaran energi untuk melakukan pekerjaan yang direkomendasikan oleh NIOSH (1986). Data yang dibutuhkan untuk memperoleh hasil estimasi panas metabolik dari setiap responden didapat melalui wawancara menggunakan kuesioner penelitian dan juga observasi yang dilakukan oleh peneliti. Data yang dibutuhkan yaitu mengenai pekerjaan yang dilakukan oleh responden (analisis tugas yang dilakukan). Kemudian, hasil dari perhitungan estimasi panas metabolik diperoleh kriteria beban kerja.

###### **4.4.1.3. Pola Kerja dan Istirahat**

Pola kerja dan istirahat didapat melalui wawancara menggunakan kuesioner penelitian. Instrumen yang digunakan untuk memperoleh data ini berupa kuesioner penelitian.

###### **4.4.1.4. Karakteristik Individu**

Data mengenai karakteristik individu diperoleh melalui wawancara menggunakan kuesioner penelitian. Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan karakteristik individu adalah karakteristik dari masing-masing

**Universitas Indonesia**

pekerja sebagai responden yang meliputi umur, indeks massa tubuh, status aklimatisasi, status kesehatan, pakaian kerja, dan rata-rata konsumsi air minum setiap hari.

#### **4.4.1.5. Keluhan Subjektif**

Instrumen berupa kuesioner penelitian digunakan untuk mengetahui keluhan apa saja yang dirasakan secara subjektif akibat pajanan panas di area LOBP-I dan LOBP-II PT Pertamina (Persero) PUJ-L. Kuesioner penelitian berisi sejumlah pertanyaan terkait keluhan subjektif akibat pajanan panas, seperti beberapa jenis keluhan dan juga frekuensi (seberapa sering) keluhan tersebut dirasakan oleh responden. Data ini kemudian digunakan untuk menentukan tingkat keluhan subjektif dari masing-masing responden.

#### **4.4.2. Pengambilan Data Sekunder**

Data sekunder dalam penelitian ini antara lain adalah gambaran umum perusahaan, dokumen hasil pengukuran sebelumnya, dan juga teori penunjang yang digunakan untuk melakukan kajian. Diperoleh melalui dokumen perusahaan dan studi kepustakaan.

### **4.5. Pengolahan Data**

#### **4.5.1. Indeks WBGT *indoor***

Indeks WBGT *indoor* (*Wet Bulb Globe Temperature indoor*) didapat setelah dilakukannya pengukuran selama 33 menit disetiap titik yang telah ditentukan, yaitu sejumlah 8 titik. Indeks WBGT *indoor* ini merupakan indeks WBGT *indoor* rata-rata yang tercatat pada alat ukur dan menggambarkan kondisi temperatur lingkungan kerja, yaitu LOBP-I dan LOBP-II PT Pertamina (Persero) PUJ-L. Waktu pengukuran dilebihkan selama 3 menit di setiap titik pengukuran ditujukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan.

Data hasil pengukuran temperatur lingkungan kerja kemudian dilakukan koreksi terhadap pakaian kerja. Apabila nilai WBGT *indoor* hasil koreksi dengan pakaian kerja sudah didapatkan, kemudian

digabungkan dengan data kriteria beban kerja rata-rata pekerja dan pola kerja. Dari hasil ini, kemudian dilihat apakah pekerja mengalami tekanan panas atau tidak dengan membandingkan hasil analisis batas pajanan tempertaur lingkungan dengan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. 13 Tahun 2011 tentang nilai ambang batas faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja. Adapun Nilai Ambang Batas (NAB) iklim kerja Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) yang diperkenankan dapat dilihat pada tabel 2.5.

#### **4.5.2. Kelembaban Udara Relatif**

Kelembaban udara relatif didapat dari rata-rata hasil pengukuran yang dilakukan selama 33 menit di setiap titik pengukuran yang telah ditentukan. Sama halnya dengan pengukuran temperatur, waktu pengukuran dlebihkan 3 menit di setiap titik pengukuran yang berjumlah 8 titik. Rata-rata hasil pengukuran kelembaban udara relatif tercatat pada alat ukur dan menggambarkan keadaan kelembabab udara di area LOBP-I maupun LOBP-II PT Pertamina (Persero) PUJ-L.

#### **4.5.3. Kecepatan Angin**

Nilai kecepatan angin didapat dari rata-rata hasil pengukuran yang dilakukan sebanyak 3 kali di setiap titik pengukuran yang telah ditentukan. Rata-rata nilai ini menggambarkan keadaan kecepatan angin di area LOBP-I maupun LOBP-II PT Pertamina (Persero) PUJ-L.

#### **4.5.4. Beban Kerja**

Beban kerja didapatkan dari hasil perhitungan panas metabolik dari setiap responden. Dihitung berdasarkan tabel estimasi pengeluaran energi untuk melakukan pekerjaan rekomendasi NIOSH (1986) yang dapat dilihat pada tabel 2.8.

Dikarenakan standar NIOSH untuk pekerja dengan berat badan 70 kg, maka panas metabolik aktual dihitung dengan membagi berat badan responden dengan 70 kg. Kemudian, hasilnya dikalikan dengan hasil perhitungan estimasi panas metabolik.

Hasil perhitungan estimasi panas metabolik menunjukkan jumlah kalori yang dikeluarkan oleh seorang pekerja untuk melakukan pekerjaan yang kemudian dikategorikan untuk mendapatkan kriteria beban kerja. Kriteriai beban kerja mengacu pada Permenakertrans No. 13 Tahun 2011, yaitu:

- Beban kerja ringan :  $\leq 200$  Kkal/jam
- Beban kerja sedang :  $200 < x < 350$  Kkal/jam
- Beban kerja berat :  $350 < x < 500$  Kkal/jam

#### 4.5.5. Indeks Massa Tubuh (IMT)

Indeks Massa Tubuh (IMT) dihitung berdasarkan rasio antara berat badan (kg) dan tinggi badan (m) pangkat dua.

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan (m)}^2}$$

Hasil perhitungan IMT kemudian dikategorikan kedalam standar nilai IMT menurut Riset Kesehatan Dasar Kementrian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2010, yaitu :

- Kurus :  $\text{IMT} < 18.5$
- Normal :  $18.5 \leq \text{IMT} < 25.0$
- BB Lebih :  $25.0 \leq \text{IMT} < 27.0$
- Obese :  $\text{IMT} \geq 27.0$

#### 4.5.6. Tingkat Keluhan Subjektif

Tingkat keluhan subjektif merupakan level dari keluhan akibat pajanan panas yang dirasakan secara subjektif oleh pekerja pada saat bekerja di area LOBP-I dan LOBP-II. Dihitung berdasarkan frekuensi dari keluhan yang dirasakan oleh responden (seberapa sering) dan kuantitas (berapa banyak) keluhan yang dirasakan responden. Hasil akhir dari tingkat keluhan subjektif berupa :

- Keluhan berat, jika jumlah skor 41 – 60
- Keluhan sedang, jika jumlah skor 21 – 40

- Keluhan ringan, jika jumlah skor 1 – 20
- Tidak ada keluhan, jika jumlah skor 0

#### **4.6. Manajemen Data**

Untuk data mengenai pajanan dan karakteristik individu dilakukan menggunakan program statistik dengan langkah-langkah sebagai berikut:

##### **4.6.1. Editing**

Melakukan pengecekan terhadap isian lembar kuesioner penelitian apakah sudah lengkap atau belum, sesuai jumlah responden yang diteliti.

##### **4.6.2. Coding**

Memberikan kode atau skor pada masing-masing data. Tujuan dilakukannya pengkodean adalah untuk memudahkan peneliti dalam pengentrian data dan pengolahan data selanjutnya. Pengkodean dilakukan dengan memberi kode atau skor pada setiap item pertanyaan yang terdapat pada kuesioner penelitian.

##### **4.6.2.1. Pakaian Kerja**

- Responden yang menggunakan *coverall* ketika bekerja diberi kode 0
- Responden yang menggunakan seragam kerja dengan kaos lebih dari satu diberi kode 1
- Responden yang menggunakan seragam kerja dan kaos diberi kode 2
- Responden yang menggunakan seragam kerja saja diberi kode 0

##### **4.6.2.2. Pola Kerja**

- Untuk waktu kerja setiap jam 75% – 100% diberi kode 0
- Untuk waktu kerja setiap jam 50% – 75% diberi kode 1
- Untuk waktu kerja setiap jam 25% – 50% diberi kode 2
- Untuk waktu kerja setiap jam 0% – 25% diberi kode 3

##### **4.6.2.3. Status Aklimatisasi**

- Responden dengan status tidak teraklimatisasi diberi kode 0
- Responden dengan status teraklimatisasi diberi kode 1

#### 4.6.2.4. Konsumsi Air Minum

- Responden dengan konsumsi air minum  $< 8$  gelas setiap harinya diberi kode 0
- Responden dengan konsumsi air minum  $\geq 8$  gelas setiap harinya diberi kode 1

#### 4.6.2.5. Status Kesehatan

Status kesehatan berisi 5 pertanyaan apakah responden menderita penyakit kronis yang berhubungan dengan jantung, paru-paru, ginjal, liver, dan diabetes atau tidak sampai pada saat dilakukannya penelitian.

- Untuk setiap jawaban ya diberi skor 1
- Untuk setiap jawaban tidak diberi skor 0

#### 4.6.2.6. Keluhan Terhadap Kondisi Temperatur Lingkungan Kerja yang Panas

- Untuk responden yang merasa lingkungan tempat mereka bekerja adalah panas diberi kode 0
- Untuk responden yang merasa lingkungan tempat mereka bekerja adalah tidak panas diberi kode 1

#### 4.6.2.7. Kenyamanan Terhadap Temperatur Lingkungan Kerja

- Untuk responden yang merasa tidak nyaman dengan kondisi temperatur lingkungan tempat mereka bekerja diberi kode 0
- Untuk responden yang merasa nyaman dengan kondisi temperatur lingkungan tempat mereka bekerja diberi kode 1

#### 4.6.2.8. Keluhan Subjektif

Keluhan subjektif berisi 20 pertanyaan mengenai keluhan subjektif akibat pajanan panas yang mungkin dirasakan oleh responden dan juga frekuensinya (keseringan mengalami keluhan subjektif tersebut).

- Untuk keluhan yang sangat sering dirasakan (SS) yaitu keluhan dirasakan setiap hari, diberi skor 3
- Untuk keluhan yang sering dirasakan (S) yaitu keluhan yang 3 sampai 4 kali dirasakan dalam satu minggu kerja, diberi skor 2

- Untuk keluhan yang jarang dirasakan (J) yaitu keluhan yang 1 sampai 2 kali dirasakan dalam satu minggu kerja, diberi skor 1
- Untuk keluhan yang tidak pernah dirasakan (TP) diberi skor 0

#### **4.6.2.9. Kejadian Paparan Tekanan Panas**

- Untuk responden yang mengalami paparan tekanan panas diberi kode 0
- Untuk responden yang tidak mengalami paparan tekanan panas diberi kode 1

Untuk umur, IMT, dan hasil perhitungan panas metabolik responden diinput dalam bentuk data numerik, sehingga tidak diberikan kode atau skor.

#### **4.6.3. Entry Data**

*Entry Data* yaitu proses memasukkan data atau input data yang telah ditentukan kode atau skornya ke dalam program statistik yang digunakan. Setelah pertanyaan dalam kuesioner penelitian sudah diberi skor, kemudian dilakukan input data satu-persatu sesuai dengan skor yang telah diberikan sebelumnya. Namun, terdapat beberapa variabel yang perlu dilakukan transformasi untuk memudahkan analisis selanjutnya. Variabel tersebut adalah :

##### **4.6.3.1. Variabel Umur**

Umur responden dihitung dari tahun lahir sampai dengan tahun dilakukannya penelitian. Data umur yang diinputkan dalam program statistik berjenis numerik. Kemudian, dilakukan *recode* untuk mengelompokkan umur responden menjadi 2, yaitu :

- 40 tahun atau lebih, diberi kode 0
- Kurang dari 40 tahun, diberi kode 1

##### **4.6.3.2. Variabel IMT**

IMT dihitung berdasarkan berat badan dan tinggi badan responden. Menunjukkan kondisi status gizi responden terkait dengan kekurangan atau kelebihan berat badan. Data IMT responden yang dimasukkan ke dalam program statistik merupakan data numerik yang kemudian

dilakukan *recode* untuk mengubah variabel IMT menjadi data berjenis katagorik. IMT dikelompokkan menjadi 4, yaitu :

- $IMT \geq 27.0$  (Obese), diberi kode 0
- $25.0 \leq IMT < 27.0$  (BB lebih), diberi kode 1
- $18.5 \leq IMT < 24.9$  (Normal), diberi kode 2
- $IMT < 18.5$  (Kurus), diberi kode 3

#### 4.6.3.3. Variabel Beban Kerja

Kriteria beban kerja ringan, sedang, ataupun berat dilihat dari hasil perhitungan estimasi panas metabolik setiap responden. Sama seperti variabel umur dan IMT, variabel panas metabolik berjenis numerik. Kemudian, perlu dilakukan transformasi *recode* untuk mengelompokkan variabel panas metabolik menjadi variabel beban kerja. Beban kerja dikategorikan menjadi 3, yaitu :

- Beban kerja berat yaitu  $350 < x < 500$  Kkal/jam, diberi kode 0
- Beban kerja sedang yaitu  $200 < x < 350$  Kkal/jam, diberi kode 1
- Beban kerja ringan yaitu  $x \leq 200$  Kkal/jam, diberi kode 2

#### 4.6.3.4. Variabel Status Kesehatan

Terdapat 5 pertanyaan mengenai apakah responden memiliki riwayat penyakit kronis jantung, ginjal, paru-paru, lever, atau diabetes. Setiap jawaban ya, diberi skor 1 dan setiap jawaban tidak, diberi skor 0. Kemudian dilakukan transformasi *compute* dengan operasi penjumlahan dari pertanyaan 1 sampai dengan pertanyaan 5. Selanjutnya, dilakukan *recode* untuk mengelompokkan variabel status kesehatan menjadi 2, yaitu :

- Tidak sehat, jika jumlah skor 1 atau lebih. Diberikan kode 0
- Sehat, jika jumlah skor 0. Diberikan kode 1

#### 4.6.3.5. Variabel Keluhan Subjektif

Terdapat 20 pertanyaan mengenai keluhan akibat pajanan panas yang mungkin dirasakan oleh responden dan juga frekuensinya. Setiap jawaban keluhan dengan frekuensi sangat sering diberikan skor 3, sering diberi skor 2, jarang diberi skor 1, dan tidak pernah diberi skor 0.

Universitas Indonesia

Kemudian dilakukan *compute* dengan operasi penjumlahan dari pertanyaan keluhan 1 sampai dengan 20. Tingkat keluhan subjektif dikategorikan menjadi 4, yaitu :

- Keluhan berat dengan jumlah skor 41 – 60, diberikan kode 0
- Keluhan sedang dengan jumlah skor 21 – 40, diberikan kode 1
- Keluhan ringan dengan jumlah skor 1 – 20, diberikan kode 2
- Tidak ada keluhan dengan jumlah skor 0, diberikan kode 3

#### **4.6.4. Cleaning Data**

*Cleaning data* yaitu proses pengecekan data dari kesalahan yang mungkin saja terjadi pada tahap pemasukan data (*Data Entry*).

#### **4.7. Analisis Data**

Setelah dilakukannya pengolahan data menggunakan program statistik, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis data. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis univariat dan analisis bivariat.

##### **4.7.1. Analisis Univariat**

Analisis univariat dilakukan untuk melihat distribusi frekuensi dan besarnya proporsi dari masing-masing variabel independen berupa kondisi lingkungan kerja dan karakteristik pekerja. Selanjutnya, data disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan kalimat narasi sehingga dapat memberikan informasi yang mudah dipahami oleh para pembaca.

##### **4.7.2. Analisis Bivariat**

Analisis bivariat menggunakan uji *chi-square*. Dilakukan untuk menjelaskan hubungan antara variabel independen berupa kondisi lingkungan kerja dan karakteristik pekerja dengan tingkat keluhan subjektif akibat pajanan panas yang dirasakan oleh pekerja di area LOBP-I dan LOBP-II PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta – Lubricants*. Kemudian, data hasil analisis bivariat disajikan dalam bentuk tabel dan narasi dengan kalimat agar mudah dipahami oleh pembaca.

## **BAB 5**

### **GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN**

#### **5.1. Sejarah singkat PT Pertamina (Persero)**

PT Pertamina (Persero) adalah sebuah perusahaan minyak dan gas bumi yang dimiliki oleh Pemerintah Indonesia (*National Oil Company*). Berdiri sejak tanggal 10 Desember 1957 dengan nama PT. PERMINA. Pada tahun 1961 perusahaan ini berganti nama menjadi PN PERMINA dan setelah *merger* dengan PN PERTAMIN di tahun 1968, berubah nama menjadi PN PERTAMINA. Berdasarkan UU No. 8 Tahun 1971, PN PERTAMINA berubah menjadi PERTAMINA (Perusahaan Pertambangan Minyak dan Gas Bumi Negara). PERTAMINA berubah status hukumnya menjadi PT PERTAMINA (PERSERO) pada tanggal 17 September 2003, berdasarkan UU MIGAS No. 22 Tahun 2001.

Selama lebih dari tiga puluh tahun PERTAMINA telah menjalankan amanat pemerintah untuk mendukung perekonomian negara. Pada tahun 1971—1999 merupakan era monopoli, dimana PERTAMINA sebagai pengelola migas tunggal yang mendukung pertumbuhan dan stabilitas ekonomi nasional. Sejak tahun 1976 dikembangkan sebagai bagian dari instansi pemerintah, bukan sebagai suatu institusi bisnis. PERTAMINA menjalankan tugas utama sebagai penjamin pasokan BBM (Bahan Bakar Minyak) secara nirlaba dan diperintahkan untuk menghindari pengambilan risiko di sektor hulu; kegiatan berisiko diambil oleh perusahaan lain (*Production Sharing Contractors*). Pada tahun 2000—2005 merupakan era transisi. PERTAMINA menopang ekonomi pasca krisis dengan tetap menjamin pasokan BBM (Bahan Bakar Minyak) selama transisi. Pada era transisi inilah PERTAMINA mempersiapkan diri menuju pasar migas terbuka pada tahun 2006 ke depan.

## 5.2. Logo, Visi, Misi, dan Tata Nilai PT Pertamina (Persero)

### 5.2.1. Logo PT Pertamina (Persero)

PT Pertamina (Persero) memiliki logo yang baru diubah dan diresmikan pada HUT ke-48 Pertamina, 10 Desember 2005. Pengubahan logo dilakukan untuk membangun semangat baru, mendorong perubahan budaya hukum bagi seluruh pekerja, mendapat kesan yang lebih baik di antara perusahaan minyak dan gas secara global, serta mendorong daya saing perusahaan dalam menghadapi perubahan-perubahan yang terjadi. Makna dari logo tersebut adalah :



**Gambar 5.1. Logo PT Pertamina (PERSERO)**

Sumber : PT Pertamina (Persero)

Elemen logo berbentuk huruf “P” yang secara keseluruhan merupakan representasi bentuk panah dan dimaksudkan sebagai Pertamina yang bergerak maju dan progresif.

Warna-warna yang berani menunjukkan langkah besar yang diambil Pertamina dan aspirasi perusahaan akan masa depan yang positif dan dinamis. Warna-warna tersebut memiliki makna, yaitu :

- Warna Biru : Dapat dipercaya dan bertanggung jawab
- Warna Hijau : Sumber daya energi yang berwawasan lingkungan
- Warna merah : Keuletan serta keberanian dalam menghadapi berbagai macam kesulitan

### 5.2.2. Visi, Misi, dan Tata Nilai PT Pertamina (Persero)

PT Pertamina (Persero) memiliki sebuah visi yaitu “*Menjadi Perusahaan Energi Nasional Kelas Dunia.*” Untuk mewujudkan visi tersebut, PT Pertamina (Persero) memiliki misi yaitu “*Menjalankan usaha inti minyak, gas, serta energi baru dan terbarukan secara terintegrasi berdasarkan prinsip-prinsip komersial yang kuat.*” Sedangkan, tata nilai yang dianut oleh setiap pekerja PT Pertamina (Persero) untuk mewujudkan Visi dan Misi Pertamina adalah sebagai berikut :

**Universitas Indonesia**

1. **Clean (Bersih)** : Dikelola secara profesional, menghindari benturan kepentingan, tidak menoleransi suap, menjunjung tinggi kepercayaan dan integritas. Berpedoman pada asas-asas tata kelola korporasi yang baik.
2. **Confident (Percaya Diri)** : Berperan dalam pembangunan ekonomi nasional, menjadi pelopor dalam reformasi BUMN, dan membangun kebanggaan bangsa.
3. **Competitive (Mampu Bersaing di Pasar Global)** : Mampu berkompetisi dalam skala regional maupun internasional, mendorong pertumbuhan melalui investasi, membangun budaya sadar biaya, dan menghargai kinerja.
4. **Customer Focus (Fokus Pada Pelanggan)** : Berorientasi pada kepentingan pelanggan dan berkomitmen untuk memberikan pelayanan terbaik kepada pelanggan.
5. **Commercial (Komersial)** : Menciptakan nilai tambah dengan orientasi komersial, mengambil keputusan berdasarkan prinsip-prinsip bisnis yang sehat.
6. **Capable (Berkemampuan)** : Dikelola oleh pemimpin dan pekerja yang profesional dan memiliki talenta dan penguasaan teknis tinggi, berkomitmen dalam membangun kemampuan riset dan pengembangan.

### 5.3. Kegiatan Usaha PT Pertamina (Persero)

PT Pertamina (Persero) memiliki dua unit kegiatan usaha, yaitu kegiatan usaha hulu dan hilir.

#### 5.3.1. Kegiatan Usaha Pertamina Hulu

Pertamina Hulu merupakan produser minyak mentah dan gas bumi, baik dalam maupun luar negeri dan pemasok energi/listrik dari panas bumi. Kegiatan usaha Pertamina Hulu meliputi eksplorasi dan produksi minyak, gas, dan panas bumi. Untuk mendukung kegiatan intinya, Pertamina Hulu juga memiliki usaha di bidang pengeboran minyak dan gas. Kegiatan eksplorasi ditujukan untuk mendapatkan penemuan cadangan migas baru sebagai pengganti hidrokarbon yang telah diproduksi. Upaya ini

**Universitas Indonesia**

dilakukan untuk menjaga agar kesinambungan produksi migas dapat terus dipertahankan.

Kegiatan usaha Pertamina Hulu dikelola oleh beberapa anak perusahaan Pertamina, diantaranya PT. Pertamina Eksplorasi dan Produksi, PT. Pertamina Gas, PT. Pertamina Hulu Energi, PT. Pertamina *Drilling Service* Indonesia, dan PT. Pertamina Geothermal Energi.

### **5.3.2. Kegiatan Usaha Pertamina Hilir**

Kegiatan usaha Pertamina Hilir meliputi pengolahan, pemasaran & niaga, dan perkapalan, serta distribusi produk hilir baik didalam maupun keluar negeri yang berasal dari kilang Pertamina maupun impor yang didukung oleh sarana transportasi darat dan laut. Usaha hilir merupakan integrasi Usaha Pengolahan, Usaha Pemasaran, Usaha Niaga, dan Usaha Perkapalan.

Bidang Pengolahan mempunyai 7 (tujuh) *Refinery Unit* (RU), yaitu RU I Pangkalan Brandan, RU II Dumai, RU III Plaju, RU IV Cilacap, RU V Balikpapan, RU VI Balongan, dan RU VII Kasim Sorong. *Refinery Unit* (RU) I yang berlokasi di Pangkalan Brandan sekarang sudah tidak beroperasi lagi.

Kegiatan Pemasaran dan Niaga memiliki 7 region pemasaran *Retail* BBM, 4 region pemasaran *Marine & Industry*, 4 region pemasaran Aviasi, 5 region pemasaran Gas Domestik, 118 Depot, 4.509 *Gas Station* (SPBU), 52 DPPU (*Aviation Depot*), dan 4 LOBP (*Lube Oil Blending Plant*).

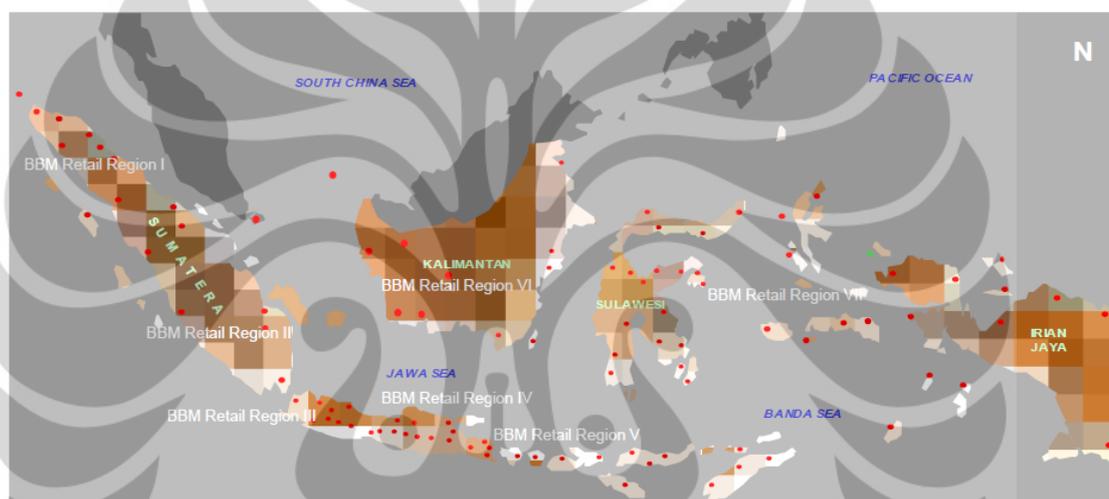
### **5.4. Pertamina Fuel Retail Marketing Region III**

Bagian Pemasaran dan Niaga PT Pertamina (Persero) terbagi atas 7 (tujuh) area, salah satunya adalah Pertamina *Fuel Retail Marketing Region III* yang memasarkan Bahan Bakar Minyak (BBM) dan Non BBM (pelumas, *grease*, LPG, dan petrokimia).

Pertamina *Fuel Retail Marketing Region III* membawahi lokasi-lokasi kerja di area Jawa Bagian Barat (Provinsi Jawa Barat, DKI Jakarta, dan Provinsi Banten) yang menangani proses penerimaan, penimbunan, dan

penyaluran produk BBM maupun Non BBM. Lokasi kerja tersebut diantaranya adalah :

- Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) Jakarta Group (Plumpang dan Tanjung Priok) dan TBBM Bandung Group (Padalarang, Ujung Berung, Tasik, Cikampek, Tanjung Gerem, dan Balongan).
- Depot *LPG* dan *LPG Cylinder Manufacturing*.
- SHAFTHI (*Soekarno Hatta Fuel terminal and Hydrant Instalation*), DPPU Halim Perdanakusuma, dan DPPU Husein Sastranegara.
- Terminal Khusus Pelabuhan Tanjung Priok dan Tanjung Gerem.
- *Production Unit Jakarta – Lubricants*.



**Gambar 5.2. Wilayah Pemasaran Pertamina Hilir**  
Sumber : PT Pertamina (Persero)

## 5.5. PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta – Lubricants*

### 5.5.1. Sejarah Singkat PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta – Lubricants*

*Production Unit Jakarta – Lubricants* adalah salah satu dari 3 (tiga) unit produksi pelumas yang dimiliki oleh PT Pertamina (Persero), sedangkan unit produksi lainnya berada di Cilacap (*Production Unit Cilacap*) dan Gresik (*Production Unit Gresik*).

*Production Unit Jakarta – Lubricants* merupakan unit produksi pelumas terbesar dari Pertamina di bawah Departemen Produksi Pelumas unit bisnis pelumas kantor pusat Pertamina yang memproduksi minyak

**Universitas Indonesia**

pelumas dan gemuk pelumas. *Production Unit Jakarta – Lubricants* berdiri di areal seluas 7 ha yang beroperasi sejak 1957 dengan diresmikannya *Lube Oil Blending Plant – I (LOBP-I)* yang mempunyai kapasitas produksi  $\pm$  100.000 kilo liter/tahun. Pengembangan dilakukan pada tahun 1965 dengan dibangunnya *Lube Oil Blending Plant – II (LOBP-II)* dengan kapasitas produksi  $\pm$  200.000 kilo liter/tahun dan pada tahun 1972 dengan berdirinya *grease plant* dengan kapasitas produksi  $\pm$  4.500 metrik ton/tahun.

Pertamina sebagai produsen pelumas terbesar di Indonesia mempunyai komitmen untuk terus menjaga kepercayaan konsumen dengan melakukan pengawasan secara terus-menerus pada setiap produksi pelumas dan menjamin agar produksi pelumas yang dipasarkan memiliki kualitas yang terbaik.

#### **5.5.2. Profil Perusahaan**

1. Nama Perusahaan : PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta – Lubricants (PUJ-L)*
2. Alamat Perusahaan : Jl. Jampela No. 1 Tanjung Priok, Jakarta Utara
3. Batas Wilayah :
  - Sebelah Utara : Jalan Jampela (berbatasan langsung dengan lokasi)
  - Sebelah Selatan : Kali Sunter, penduduk ( $\pm$  71 m dari pagar terluar)
  - Sebelah Barat : Pertamina BBM (berbatasan langsung dengan lokasi)
  - Sebelah Timur : Kali Sunter, penduduk ( $\pm$  56 m dari pagar terluar)

#### **5.5.3. Visi dan Misi PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta – Lubricants***

##### **5.5.3.1. Visi :**

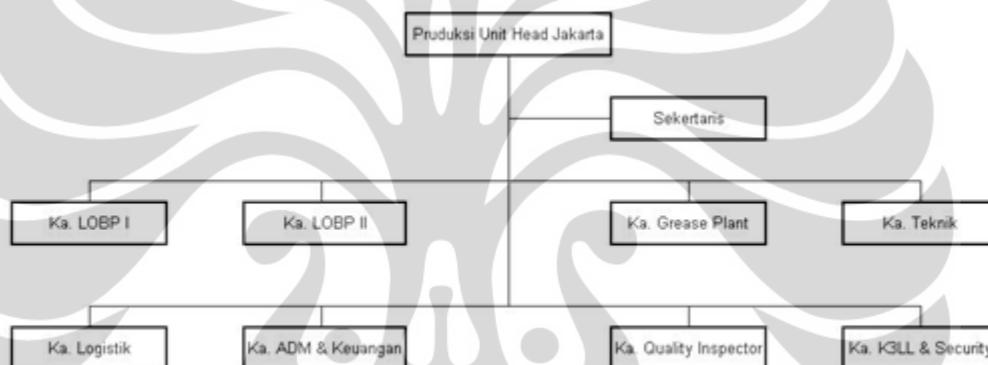
*“To be the best lubricating solution partner.”* (Menjadi mitra solusi pelumas terbaik).

##### **5.5.3.2. Misi :**

Memasarkan produk pelumas dan *base oil* di pasar dalam negeri serta secara selektif di pasar internasional, utamanya ASEAN, melalui penciptaan nilai tambah pada konsumen dan perusahaan.

#### 5.5.4. Struktur Organisasi PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta – Lubricants*

Struktur organisasi di *Production Unit Jakarta – Lubricants* (PUJ-L) terdiri dari *Production Unit Head* Jakarta dibantu oleh seorang sekretaris yang bertanggung jawab kepada produksi. Tugas *Production Unit Head* Jakarta adalah memproduksi pelumas dan gemuk sesuai perintah Manajer *Production & Supply Chain* yang membawahi kepala bagian teknik, logistik, administrasi, *Quality Inspector*, K3LL (Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan Lingkungan) & *Security*, kegiatan-kegiatan produksi di LOBP-I dan LOBP-II, dan *Grease Plant*. Berikut ini adalah bagan struktur organisasi PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta—Lubricants*.



Gambar 5.3. Struktur Organisasi PT Pertamina (Persero)  
*Production Unit Jakarta—Lubricants*

Sumber : PT Pertamina (Persero) PUJ-L

#### 5.5.5. Proses Produksi PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta – Lubricants*

Pelumas merupakan komponen yang sangat penting keberadaannya dan harus selalu setia mendukung kinerja mesin, baik itu mesin untuk kendaraan, kapal, keperluan industri, dan berbagai jenis mesin lainnya. Oleh karena itu, kehandalan dan kualitas pelumas tersebut harus selalu teruji dan terjaga agar mesin-mesin yang digunakan tetap terlindungi dan terjaga secara optimal.

Pelumas yang diproduksi di PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta – Lubricants* mengalami beberapa tahapan atau alur. Alur proses

produksi pelumas di *Production Unit Jakarta – Lubricants* adalah sebagai berikut :

### **1. Proses Penerimaan dan Penimbunan Bahan Baku dan Material**

*Base oil* adalah bahan baku utama dari pelumas yang diproduksi dari kilang milik Pertamina, baik mineral maupun sintetis. Sebelum muatan *base oil* dibongkar, petugas sampling akan melakukan kegiatan pengukuran dan mengambil sampel yang akan diuji di laboratorium. Sampel *base oil* yang dibawa ke laboratorium akan dilakukan pemeriksaan, beberapa diantaranya meliputi : *viscosity*, *flash point*, dan *appearance*.

Peralatan yang digunakan untuk melaksanakan uji laboratorium sudah menggunakan instrumentasi dan *full automatic*. Setelah dilakukan uji laboratorium dan memenuhi spesifikasi yang ditentukan, maka pembongkaran dapat dilakukan dengan proses pemompaan melalui pipa ke tanki timbun. Selama proses pemompaan harus dipastikan jalur pipa dan tanki timbun yang menerima dalam kondisi siap dan aman.

Bahan baku lain yang diterima Pertamina adalah *additive* yang merupakan bahan tambahan untuk meningkatkan kualitas pelumas sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Bahan tambahan ini diterima dalam kemasan drum dan dalam bentuk curah. Perhitungan dan pengambilan sampel secara random untuk melakukan pengujian di laboratorium. Selain pemeriksaan pada bahan baku utama dan tambahan, bahan pendukung berupa botol, drum, stiker, juga tidak lepas dari pengawasan dan pengujian material oleh *Quality Insurance* (QI).

Proses pengawasan dan pengujian bahan baku dilakukan untuk memberikan jaminan bahwa bahan baku pelumas yang akan diproduksi benar-benar telah memenuhi standar yang telah ditetapkan. Selanjutnya *base oil* dan *additive* curah disimpan di dalam tanki timbun. *Additive Drum* disimpan di areal *drum yard*, sedangkan material penunjang disimpan di *Material Ware House* (MWH).

Setiap periode tertentu petugas akan melakukan kegiatan seperti *tank cleaning*, pemeriksaan sampel, serta pemeriksaan jalur pipa sehingga aman untuk dioperasikan. Kegiatan ini dilakukan secara rutin dan sesuai dengan prosedur yang berlaku. *Additive* dalam kemasan drum dan material penunjang dalam proses penyimpanannya diterapkan sistem pemeriksaan secara teratur terhadap mutu, isi, jumlah, dan lokasi penimbunan yang dilakukan kerjasama antara MWH dan QI.

## 2. Proses *Blending*

Pada bagian ini dilakukan proses pencampuran *base oil* dan *additive* sesuai ketentuan pengolahan untuk dapat menghasilkan minyak lumas yang tepat mutu sesuai spesifikasi yang disyaratkan. Prosedur ini dilaksanakan sejak pemompaan *base oil* dan *additive* ke dalam tanki *blending* sampai minyak lumas yang dihasilkan dinyatakan *release* oleh laboratorium.

Bahan baku yang berasal dari darat maupun laut yang berupa *base oil* dan *additive* terlebih dahulu diperiksa di laboratorium. Jika sudah sesuai dengan persyaratan, maka *base oil* dan *additive* dapat ditimbulk.

Proses *blending* diawali dengan pemompaan *base oil* ke tanki *blending* sekitar  $\frac{1}{3}$  dari volume tanki, kemudian dilakukan pemanasan untuk mengencerkan dengan suhu maksimal 80°C. Setelah itu, dimasukkan *additive* dari drum ke *auxiliary tank* sesuai kebutuhan dan dilakukan homogenisasi. Bila proses homogenisasi telah selesai, maka dilakukan pengecekan di laboratorium untuk mengetahui apakah kandungan pelumas sudah sesuai dengan persyaratan. Setelah dinyatakan *release* oleh pihak laboratorium, pelumas ditimbulk di dalam *holding tank*. Kemudian, proses pengisianpun dapat dilakukan baik dalam bentuk botol, *pail*, tin, ataupun drum. Tanki *blending* digerakkan atau diputar oleh tenaga yang berasal dari kompresor yang berada dekat tanki *blending* tersebut.

## 3. Proses Pengisian Produk

Setelah bahan baku di *blending* akan dilakukan pengisian sesuai dengan jenis pelumasnya. Sebelum proses pengisian dilakukan, petugas

Universitas Indonesia

sampling akan melakukan pengujian terlebih dahulu dengan mengambil sampel dari ujung *nozzle* untuk dilakukan pemeriksaan di laboratorium. Hal ini dilakukan untuk memastikan mutu produk yang akan diisi sesuai dengan spesifikasi yang terbebas atau tidak terkontaminasi oleh produk lain. Selanjutnya proses pengisian pelumas dilakukan. Proses pengisian produk dilakukan pada tiga area yang berbeda, yaitu :

a. Proses Pengisian di *Lube Oil Blending Plant – I* (LOBP-I)

LOBP-I adalah bagian dari PT Pertamina (Persero) PUJ-L yang memproduksi pelumas dalam kemasan botol atau lithos. Botol ditampung dalam mesin penampung kemudian dialirkan melalui *belt conveyor* untuk proses pemasangan label pada *labeling machine*. Kemudian dilakukan pengisian minyak pelumas di *filling machine* dan diberi tutup yang dilengkapi *aluminium foil*, kemudian dilakukan *induction sealer* melalui proses pemanasan agar *aluminium foil* dapat melekat pada bibir botol yang selanjutnya dicek oleh *aluminium detector* dan diberi nomor *batch* oleh *laser printer*. Selanjutnya dilakukan proses *packaging* dengan memasukkan botol ke dalam karton atau dus.

b. Proses Pengisian di *Lube Oil Blending Plant – II* (LOBP-II)

LOBP-II adalah bagian dari PT Pertamina (Persero) PUJ-L yang memproduksi pelumas dalam bentuk drum. Drum dialirkan oleh *belt conveyor roll* menuju *filling machine*. Sebelum dilakukan pengisian pelumas ke dalam drum, *filling machine* diatur sesuai *density* (kepadatan) dan temperatur. Kemudian pelumas diisikan kedalam pembungkus drum. Pelumas yang sudah berada dalam kemasan drum kemudian dikirim ke gudang Nusantara, Plumpang.

c. Pengisian Pelumas Curah

Proses pengisian dan pengiriman pelumas curah di LOBP-I dan LOBP-II melalui tahapan sebagai berikut : pengecekan mobil tanki dengan dilengkapi *tank cleaning* untuk menghindari kontaminasi. Kemudian dilakukan pengisian pelumas ke dalam *tank truck*.

Pengiriman pelumas curah dikirim dengan dilengkapi dokumen DO (*Delivery Order*). Petugas dipintu keluar melakukan pengecekan perhitungan secara harian dan pengamatan visual untuk menentukan kondisi produk dan kemasan benar-benar dalam keadaan dan kondisi yang terawat dengan baik agar mutu dan kualitas pelumas tetap terjaga.

#### d. Proses Pengisian di *Grease Plant*

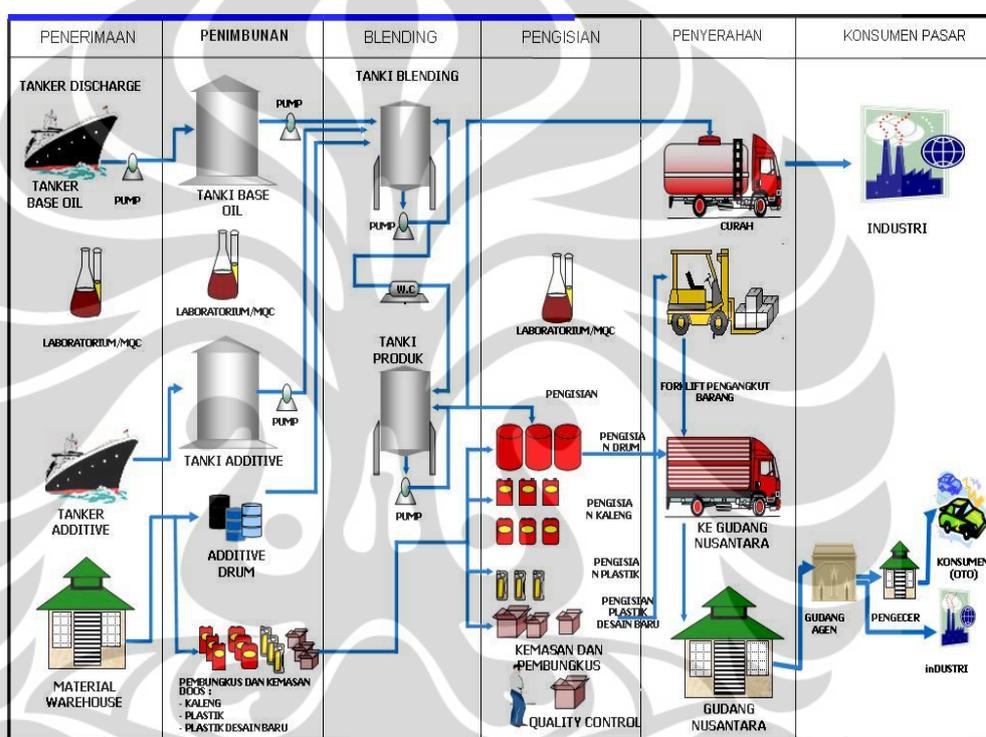
*Grease Plant* merupakan area produksi yang memproduksi gemuk pelumas yang dikemas di dalam drum, *pail*, dan tin. Proses produksi gemuk pelumas atau *grease* dilakukan dalam tiga tahap, yaitu :

- Proses pada kontraktor/*Blend Tank* disebut juga penyabunan. Bahan baku yang digunakan adalah *base oil*, bahan sabun (Lithium, Calsium), dan air tawar dengan perbandingan tertentu. Pada proses ini dilakukan pemanasan antara 175°C—180°C dengan tekanan 4,5—5 Kg/Cm<sup>2</sup> serta dilakukan pengadukan dan sirkulasi sampai homogen. Disamping itu juga dilakukan proses *dehydration* untuk membuang kandungan air.
- Proses pada ketel-1 yaitu proses pembentukan semi gemuk sabun dari hasil kontraktor diperiksa di laboratorium. Kemudian ditransfer ke ketel-1 untuk proses penyesuaian kekerasan atau *penetration adjustment* dan penurunan temperatur dengan cara menambah *base oil* dan pendinginan dengan *system water jacket* sambil dilakukan pengadukan dan sirkulasi melalui *Homogenizer* guna memperoleh *Grease* yang homogen secara sempurna. Pada tahapan ini juga dilakukan proses *dehydration*.
- Proses pada ketel-2 disebut proses pembentukan gemuk atau finish proses dengan penambahan *additive*. Pada proses ini dilakukan pendinginan untuk penambahan *additive* agar sesuai dengan *performance* yang dispesifikasikan. Pada tahap ini juga dilakukan proses *direction* untuk membuang gelembung udara yang terjebak. Gemuk yang sudah jadi dikemas dalam bentuk drum, *pail*, tin yang selanjutnya dikirim ke gudang Nusantara, Plumpang.

#### 4. Penyimpanan Produk di Gudang

Penyimpanan produk jadi minyak pelumas dan gemuk pelumas dalam bentuk drum dikirim ke gudang Nusantara Plumpang, sedangkan untuk pelumas dalam bentuk pembungkus botol plastik dikirim ke gudang Nusantara Lithos, Pulomas.

Proses produksi yang terdapat di PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta—Lubricants* dapat digambarkan dalam bagan proses produksi dibawah ini :



Gambar 5.4. Bagan Proses Produksi PT Pertamina (Persero) PUI-L  
Sumber : PT Pertamina (Persero) PUI-L

#### 5.5.6. Hasil Produksi

Hasil produksi pelumas PT Pertamina (Persero) PUI-L tidak hanya untuk kendaraan bermotor saja, tetapi juga untuk keperluan industri. Adapun produk yang dihasilkan oleh PT Pertamina (Persero) PUI-L antara lain :

1. *Passanger car motor oil* : Fastron Fully Synthetic
2. *Heavy duty diesel oil* : Meditrans SX, Mesran B Series

3. *Transmission and hydraulic oil for heavy equipment* : Translik HD
4. *Automatic transmission oil and manual transmission* : Pertamina ATF, Rored EPA
5. *Small engine oil* : Enduro 4T, Mesrania 2T Super
6. *Industrial and marine engine oil* : Meditran SMX, Meditran P
7. *Natural gas engine oil, hydraulic oil turbine oil* : NG-Lube, NG-Lube LL, Turalik
8. *Circulation oil for bearing system and system cylinder lubricants* : Sebana P, Gandar 800
9. *Refrigerating oil, heat transfer oil and grease* : Kompen dan Termo 22,150
10. *Grease* : Grease Pertamina SGX-NL, Grease Pertamina TSX-2  
*Production Unit Jakarta Lubricants (PUJ-L)* sampai saat ini telah melakukan ekspor pelumas ke berbagai negara, diantaranya Belgia, Pakistan, Oman, Australia, Singapura, Taiwan, Qatar, dan Dubai.

#### 5.6. Hazard dan Risiko yang Berada di Area Produksi, *Production Unit Jakarta – Lubricants*

Dalam melakukan kegiatan proses produksinya, *Production Unit Jakarta – Lubricants* PT Pertamina (Persero) memiliki bahaya dan risiko yang dapat mempengaruhi keselamatan dan kesehatan pekerja. Berikut adalah tabel mengenai lokasi, kegiatan, jenis bahaya, dan APD (Alat Pelindung Diri) yang diperlukan di *Lube Oil Blending Plant (LOBP)*, *Production Unit Jakarta – Lubricants* PT Pertamina (Persero).

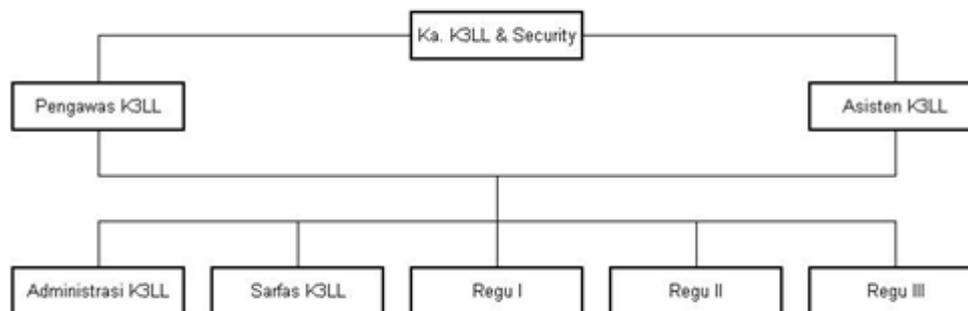
Tabel 5.1. Daftar Hazard dan Risiko di Area LOBP PT Pertamina (Persero) PUJ-L

Lokasi	Kegiatan	Jenis Bahaya	APD
<i>Blending</i>	Mencampur <i>base oil</i> dan <i>additive</i> di dalam <i>blending tank</i>	Bising, Panas, Bahan Kimia, Tergelincir, Terluka karena peralatan kerja	<i>Ear protection</i> , Masker, <i>Safety helmet</i> , <i>Safety shoes</i>

<b><i>Filling (Lithos)</i></b>	Mengisikan pelumas ke dalam kemasan produk jadi dalam bentuk botol (lithos)	Bahan Kimia, Tergelincir, Terluka karena peralatan kerja	Masker, <i>Safety helmet, Safety shoes</i>
<b><i>Filling (Lithos)</i></b>	Memasang tutup yang dilengkapi <i>alluminium foil</i> dan memberi nomor <i>batch</i> oleh <i>laser printer</i>	Sinar laser, Bahan Kimia	Masker, <i>Safety helmet, Safety shoes, Safety Goggle</i>
<b><i>Filling (Drum)</i></b>	Mengisikan pelumas ke dalam pembungkus drum	Terluka atau tersayat pinggiran drum, Bahan Kimia, Tergelincir	Masker, <i>Safety helmet, Safety shoes, Gloves</i>
<b><i>Packing (Lithos)</i></b>	Memasukkan botol produk jadi ke dalam karton atau kardus pembungkus	Terluka atau tersayat oleh strip pembungkus, Ergonomi, Tergelincir	<i>Safety helmet, Safety shoes, Gloves</i>

### 5.7. Gambaran Umum Fungsi K3LL, *Production Unit Jakarta -- Lubricants*

K3LL (Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lindungan Lingkungan) dipimpin oleh seorang kepala bagian yang membawahi seorang pengawas K3LL dan asisten pengawas K3LL. Asisten pengawas K3LL membawahi seorang administrasi K3LL, sarana fasilitas K3LL, dan tiga regu yang masing-masing terdiri dari dua orang. Berikut ini adalah bagan struktur organisasi fungsi K3LL *Production Unit Jakarta – Lubricants* .



**Gambar 5.5. Struktur organisasi fungsi K3LL PT Pertamina (Persero) PUJ-L**

Sumber : PT Pertamina (Persero) PUJ-L

### 5.7.1. Gambaran Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Pedoman pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) PT Pertamina (Persero) PUJ-L berasal dari panduan PT Pertamina (Persero). Divisi K3LL (Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lindungan Lingkungan) memiliki tugas untuk memberikan saran dan pertimbangan, baik diminta maupun tidak, mengenai masalah K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja). Setiap kepala bagian merupakan anggota P2K3 yang diketuai oleh kepala unit produksi sebagai ketua P2K3. Program pencegahan kejadian kecelakaan melalui peningkatan usaha keselamatan kerja dalam operasi PT Pertamina (Persero) PUJ-L dengan menerapkan konsep *safety management* kegiatannya melalui :

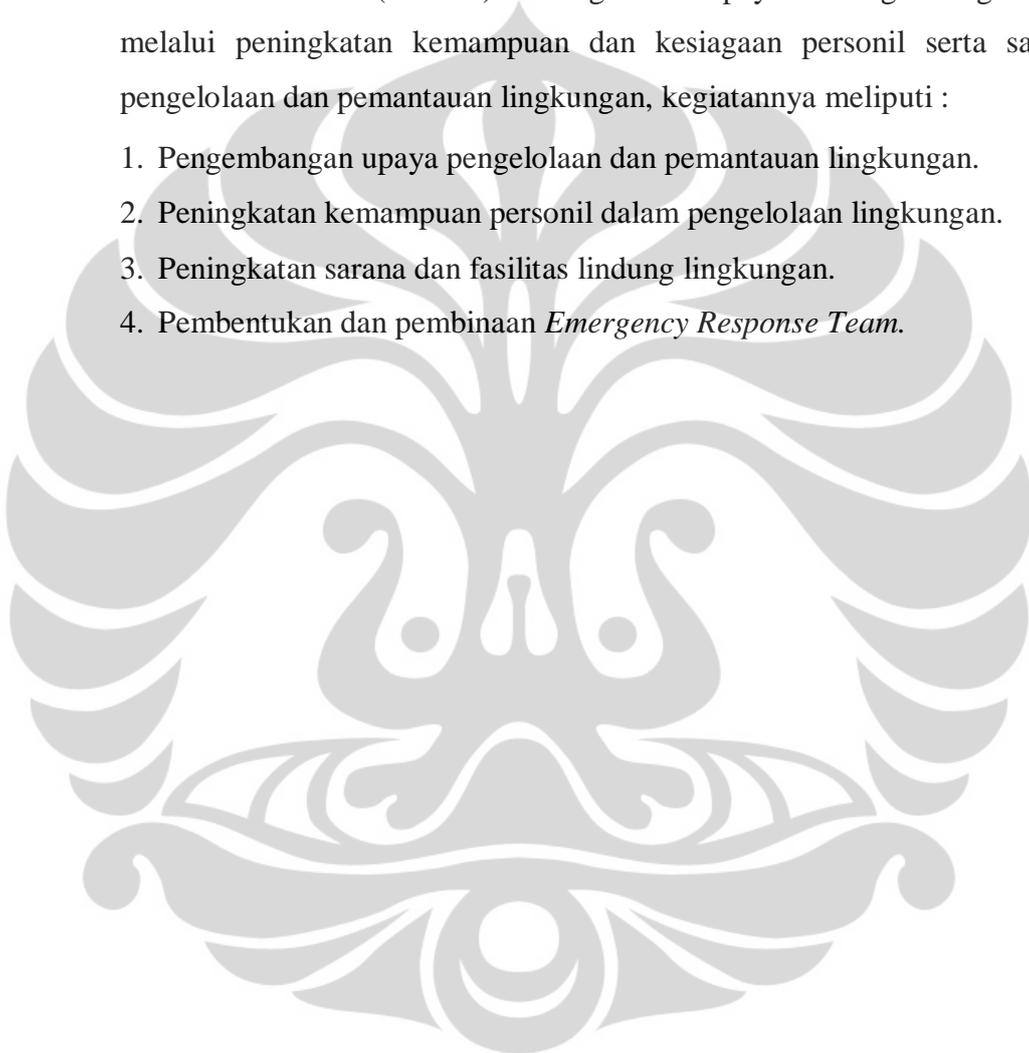
1. Pembinaan budaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
2. Pengembangan prosedur dan pedoman Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
3. Pemantapan norma-norma Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
4. Peningkatan kinerja Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sarana operasi.
5. Peningkatan kegiatan kampanye Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
6. Peningkatan usaha keselamatan.

Dalam pelaksanaannya K3LL memiliki visi dan misi, yaitu :

- Visi K3LL : Terwujudnya kondisi operasi Pertamina yang aman, handal, efisien, dan berwawasan lingkungan.
- Misi K3LL : Menerapkan manajemen teknologi K3LL sesuai standar internasional guna mencegah kerugian yang diakibatkan oleh kecelakaan atau ledakan, pencemaran lingkungan, penyakit akibat kerja dan kegagalan tenaga operasi lainnya.

PT Pertamina (Persero) meningkatkan upaya perlindungan lingkungan melalui peningkatan kemampuan dan kesiagaan personil serta sarana pengelolaan dan pemantauan lingkungan, kegiatannya meliputi :

1. Pengembangan upaya pengelolaan dan pemantauan lingkungan.
2. Peningkatan kemampuan personil dalam pengelolaan lingkungan.
3. Peningkatan sarana dan fasilitas lindung lingkungan.
4. Pembentukan dan pembinaan *Emergency Response Team*.



## BAB 6 HASIL PENELITIAN

### 6.1. Gambaran Kondisi Lingkungan Kerja

*Lube Oil Blending Plant* merupakan area produksi pelumas PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta-Lubricants* yang didalamnya terdapat proses pengolahan bahan mentah berupa *base oil* dan *additive* menjadi produk jadi berupa pelumas. Proses produksi pelumas meliputi pemasakan yang menggunakan panas 80°C, pengisian pelumas jadi ke dalam kemasan, dan juga pengepakan akhir sampai pelumas siap didistribusikan.

Area produksi pelumas terdiri dari LOBP-I dan LOBP-II. LOBP-I merupakan area produksi pelumas untuk kemasan lithos (botol), sedangkan LOBP-II untuk kemasan drum. Terdapat 3 buah gedung yang digunakan sebagai area produksi pelumas, yaitu :

1. LOBP-I gedung A yang terdiri dari area *Filling Rotary*, *Filling Alwid A*, dan *Filling Alwid B*.

Proses kerja yang dilakukan di area ini meliputi pengisian produk pelumas ke dalam kemasan botol dan pengepakan ke dalam karton. LOBP-I gedung A ini merupakan bangunan tertutup (*indoor*) dilengkapi dengan 9 unit *exhaust fan*, 35 unit kipas angin, dan 48 unit *blower* di bagian atap gedung. Kondisi dari *exhaust fan*, kipas angin, maupun *blower* yang terpasang tidak optimal. Pada saat dilakukannya penelitian, 5 unit *exhaust fan*, 6 unit kipas angin, dan 6 unit *blower* tidak berfungsi dan yang lainnya dalam keadaan kotor.

Gedung ini merupakan bangunan dengan desain lama. Dilengkapi 5 unit pintu besar yang berfungsi sebagai akses keluar masuk pekerja maupun barang-barang produksi. Atap gedung berbentuk segitiga dengan tinggi puncak atap sekitar 15 meter. Bahan atap terbuat dari asbes dan bagian plafon atap dilapisi dengan peredam panas sejenis

*alluminium foil*. Dinding bagian atas sekeliling gedung terdapat celah sekitar 2 meter yang digunakan sebagai jalur masuknya sinar matahari dan pertukaran udara. Di dalam gedung ini juga disediakan air minum untuk pekerja berupa air mineral kemasan galon.

## 2. LOBP-I gedung B yang terdiri dari area *Filling In Line* dan *Blending*.

Proses yang terdapat di LOBP-I gedung B meliputi pemasakan pelumas di unit *blending*, pengisian pelumas jadi ke dalam kemasan botol, dan juga pengepakan pelumas botol ke dalam karton untuk siap didistribusikan. Sama halnya dengan area LOBP-I gedung A, gedung ini merupakan bangunan *indoor* yang dilengkapi dengan 3 unit *exhaust fan*, 20 unit kipas angin, dan 60 unit *blower* yang terpasang pada bagian atap. Pada saat penelitian dilakukan, kipas angin yang terpasang dalam kondisi kotor dan beberapa tidak dapat difungsikan, begitu juga dengan kondisi *exhaust fan* dan *blower*. Sebanyak 2 unit kipas angin, 2 unit *exhaust fan*, dan 5 unit *blower* yang terpasang tidak berfungsi.

Gedung ini merupakan bangunan lama dilengkapi dengan 4 unit pintu yang dijadikan akses keluar masuk bagi pekerja maupun barang produksi. Dinding bagian atas sekeliling gedung terdapat celah sekitar 2 meter yang digunakan sebagai jalur masuknya sinar matahari dan pertukaran udara. Di bagian ruang *compressor* tidak di tembok, melainkan terbuka dan hanya diberikan tralis. Di dalam gedung ini juga disediakan air minum untuk pekerja berupa air mineral kemasan galon. Biasanya pekerja menyempatkan untuk minum disela jam produksi.

Gedung ini terasa lebih panas jika dibandingkan dengan gedung produksi yang lainnya dikarenakan terdapat kegiatan pemasakan pelumas yang membutuhkan panas 80°C. Mesin *steam boiler* dan *compressor* yang digunakan untuk menunjang kegiatan pemasakan pelumas juga berada di dalam gedung ini. Selain itu, atap gedung lebih rendah jika dibandingkan dengan gedung lainnya, yaitu sekitar 12 meter dan bagian plafon tidak dilapisi dengan peredam panas.

### 3. LOBP-II, yaitu area *Filling Drum*.

Proses yang terdapat di area ini meliputi pengisian pelumas jadi ke dalam kemasan drum. Pemasakan pelumas dilakukan di area *blending* yang terletak dibelakang gedung ini. Gedung dilengkapi dengan 5 unit kipas angin, tetapi pada saat dilakukannya penelitian kipas angin dalam keadaan kotor dan tidak dapat berfungsi. Tidak seperti gedung pada LOBP-I, gedung LOBP-II tidak dilengkapi dengan *exhaust fan* maupun *blower*.

Gedung dilengkapi 4 unit pintu besar yang digunakan sebagai akses keluar masuk bagi pekerja maupun barang produksi. Atap gedung dibuat setinggi 15 meter dan dibagian atas atap terdapat celah sekitar 2 meter yang digunakan untuk ventilasi. Bagian plafon dilapisi dengan peredam panas sejenis *alluminium foil*. Disekeliling dinding bangunan juga terdapat celah sekitar 2 meter yang digunakan sebagai jalur masuknya cahaya matahari dan juga pertukaran udara. Gedung ini tidak terasa begitu panas karena terdapat bagian gedung yang terbuka (tidak di tembok) yang digunakan sebagai akses *dispatch* (pengiriman).

## 6.2. Gambaran Proses Kerja

Pada dasarnya, proses kerja yang dilakukan di area produksi LOBP-I maupun LOBP-II adalah sama. Proses kerja terdiri dari pemasakan pelumas (*blending*), pengisian pelumas kedalam kemasan (*filling*), dan pengepakan pelumas jadi (*packing*).

### 6.2.1. Proses *Blending*

*Blending* merupakan pemasakan pelumas dengan proses pencampuran *base oil* dan *additive* sesuai ketentuan pengolahan. Proses *blending* diawali dengan pemompaan *base oil* ke dalam tanki *blending* sekitar  $\frac{1}{3}$  dari volume tanki, kemudian dilakukan pemanasan untuk mengencerkan dengan suhu 80°C. Setelah itu, dimasukkan *additive* dari drum ke dalam *auxiliary tank* sesuai kebutuhan dan kemudian dilakukan homogenisasi.

Apabila proses homogenisasi telah selesai, maka dilakukan pengecekan di laboratorium untuk mengetahui apakah kandungan pelumas sudah sesuai dengan persyaratan. Setelah dinyatakan *release* oleh pihak laboratorium, pelumas ditimbun di dalam *holding tank* dan proses pengisian dapat dilakukan.

Pada saat dilakukannya penelitian, terdapat 6 orang operator *blending* untuk LOBP-I dan 2 orang operator *blending* untuk LOBP-II. Mayoritas mereka bekerja dinamis. Berjalan untuk mengambil bahan baku berupa *additive* dalam kemasan drum, menuangkan *additive* ke dalam *auxiliary tank*, dan mengoperasikan mesin *blending*. Operator *blending* tidak bekerja terus menerus selama 8 jam kerja, mereka dapat istirahat sejenak untuk minum ataupun duduk.

### **6.2.2. Proses Pengisian dan Pengepakan Pelumas**

Sebelum proses pengisian dilakukan, petugas laboratorium mengambil sampel dari ujung *nozzle* untuk dilakukan pemeriksaan di laboratorium. Hal ini dilakukan untuk memastikan mutu produk yang akan diisi sesuai dengan spesifikasi dan tidak terkontaminasi oleh produk lain. Selanjutnya proses pengisian pelumas dilakukan :

#### **6.2.2.1. Proses Pengisian di LOBP-I**

LOBP-I adalah bagian dari PT Pertamina (Persero) PUJ-L yang memproduksi pelumas dalam kemasan botol atau lithos. Botol ditampung dalam mesin penampung kemudian dialirkan melalui *belt conveyor* untuk proses pemasangan label pada *labeling machine*. Kemudian, dilakukan pengisian pelumas di *filling machine* dan diberi tutup yang dilengkapi *alluminium foil* dan dilakukan *induction sealer* melalui proses pemanasan agar *alluminium foil* dapat melekat pada bibir botol yang selanjutnya dicek oleh *alluminium detector* dan diberi nomor *batch* oleh *laser printer*. Selanjutnya, dilakukan proses *packaging* dengan memasukkan botol ke dalam karton atau kardus.

Pekerja di bagian pengisian LOBP-I bekerja dengan posisi berdiri selama jam kerja. Namun, mereka bisa istirahat sejenak disela waktu

produksi. Untuk pekerja yang bekerja dibagian *laser batch number* berjumlah 2 orang dan mereka bekerja dengan posisi duduk. Sedangkan, di bagian pengepakan mereka bekerja dengan posisi berdiri dan terkadang berjalan dengan mengangkat karton untuk ditumpuk diatas rak.

#### 6.2.2.2. Proses Pengisian di LOBP-II

LOBP-II adalah bagian dari PT Pertamina (Persero) PUJ-L yang memproduksi pelumas dalam bentuk drum. Drum dialirkan oleh *roll conveyor* menuju *filling machine*. Kemudian, pelumas diisikan kedalam drum. Selanjutnya, dilakukan penyegelan pada masing-masing drum produk dan dikirim ke bagian *dispatch*.

Pekerja di bagian pengisian produk di area LOBP-II secara garis besar dibagi menjadi 2, yaitu bagian pengisian pelumas ke dalam drum dan bagian *dispatch*. Pekerja yang bekerja di bagian pengisian pelumas bekerja dengan posisi berdiri. Sedangkan, pekerja yang bekerja di bagian *dispatch* bekerja dengan posisi berjalan (mendorong drum). Pekerja di bagian *dispatch* tidak bekerja terus menerus selama 8 jam kerja. Mereka bekerja ketika ada proses pengiriman (*loading*) pelumas.

#### 6.3. Hasil Pengukuran Kondisi Lingkungan Kerja

Pengukuran kondisi lingkungan kerja meliputi pengukuran temperatur, kelembaban udara relatif, dan kecepatan angin dilakukan di area produksi pelumas, yaitu area LOBP-I dan LOBP-II. Pengukuran dilakukan di 8 titik selama 33 menit di setiap titik pengukuran. Adapun ke delapan titik pengukuran tersebut adalah (1) *Filling Rotary* LOBP-I, (2) *Filling Alwid A* LOBP-I, (3) *Filling Alwid B* LOBP-I, (4) *Filling In Line* LOBP-I, (5) Ruang *Stencil In Line* LOBP-I, (6) *Decanting Tank* LOBP-I, (7) *Drum Filling* LOBP-II, dan (8) Ruang *Boiler* dan *Compressor* LOBP-II. Gambar lokasi titik pengukuran dapat dilihat pada lampiran 5.

Pengukuran temperatur dan kelembaban udara relatif menggunakan instrumen *Thermal Environment Monitor Quest Temp* °34. Sedangkan,

**Universitas Indonesia**

pengukuran kecepatan angin menggunakan instrumen *Digital Vane Anemometer*. Pengukuran dilakukan pada hari Jumat, 13 April 2012 dimulai pada pukul 08.40 WIB dan berakhir pada pukul 15.37 WIB. Pengukuran dimulai dengan aklimatisasi alat selama 10 menit. Pada saat dilakukannya penelitian, kondisi cuaca cerah. Di area produksi, baik LOBP-I maupun LOBP-II beberapa kipas angin, *exhaust fan*, dan *blower* dalam keadaan tidak berfungsi.

Berikut ini adalah hasil pengukuran temperatur, kelembaban udara, dan kecepatan angin disetiap titik ukur.

**Tabel 6.1. Hasil Pengukuran Temperatur, Kelembaban Udara, dan Kecepatan Angin di Area Produksi PT Pertamina (Persero) PUJ-L**

Titik Ukur	Nilai	Ta (°C)	Tnwb (°C)	Tg (°C)	WBGT In (°C)	RH (%)	HI (°C)	AV (m/s)	Keterangan
1	Min	31.5	25.8	31.5	27.7	66.0	38.2	0.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu pengukuran: 08.40 – 09.23 dengan aklimatisasi alat 10 menit.</li> <li>• Jumlah kipas angin 12 buah dengan kondisi kotor dan 1 tidak berfungsi.</li> </ul>
	Max	32.3	26.3	32.5	28.2	73.0	40.3	0.6	
	Avg	31.9	26.1	32.0	27.8	68.3	38.9	0.53	
2	Min	32.1	26.1	32.1	27.9	64.0	37.8	0.2	
	Max	32.2	26.6	32.4	28.3	67.0	40.1	0.3	
	Avg	32.1	26.4	32.2	28.1	65.8	38.3	0.23	
3	Min	32.2	26.3	32.3	28.1	63.0	38.1	0.1	
	Max	32.8	26.8	33.0	28.6	66.0	40.9	0.1	
	Avg	32.5	26.5	32.7	28.4	64.2	39.2	0.1	

Titik Ukur	Nilai	Ta (°C)	Tnwb (°C)	Tg (°C)	WBGT In (°C)	RH (%)	HI (°C)	AV (m/s)	Keterangan
4	Min	33.9	27.0	35.4	29.6	56.0	41.8	0.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waktu pengukuran: 10.54 – 11.27</li> <li>Jumlah kipas angin 11 buah dengan kondisi kotor dan 2 tidak berfungsi.</li> </ul>
	Max	35.2	28.1	36.5	30.6	61.0	44.5	0.1	
	Avg	34.8	27.8	36.2	30.3	57.5	43.2	0.1	
5	Min	35.1	27.7	37.6	30.8	53.0	44.1	0.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waktu pengukuran: 13.11 – 13.44</li> <li>Jumlah kipas angin 4 buah dengan kondisi kotor.</li> </ul>
	Max	36.7	28.8	38.9	31.6	59.0	47.9	0.3	
	Avg	36.2	28.1	37.9	31.1	55.3	45.6	0.3	
6	Min	35.6	28.1	36.8	30.8	54.0	44.4	0.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waktu pengukuran: 13.47 – 14.20</li> <li>Jumlah kipas angin 3 buah dengan kondisi kotor.</li> </ul>
	Max	36.6	28.8	39.0	31.6	56.0	47.4	0.2	
	Avg	35.9	28.4	37.2	31.1	54.9	44.9	0.2	
7	Min	33.1	27.2	33.6	29.2	55.0	37.9	0.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waktu pengukuran: 14.27 – 15.00</li> <li>Jumlah kipas 4 buah dengan kondisi kotor dan tidak berfungsi.</li> </ul>
	Max	33.6	27.9	37.9	30.5	64.0	42.1	0.1	
	Avg	33.3	27.6	37.2	29.5	60.8	39.9	0.17	
8	Min	34.6	28.2	36.0	30.6	56.0	44.1	0.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waktu pengukuran: 15.04 – 15.37</li> <li>Tidak ada kipas angin di area ini.</li> </ul>
	Max	36.4	28.7	37.8	31.4	62.0	48.4	0.1	
	Avg	36.0	28.4	37.4	31.1	57.2	46.3	0.17	

Keterangan :

Ta (*dry bulb*) : suhu kering

HI : *Heat Index*

Tnwb (*wet bulb*) : suhu basah

AV (*Air Velocity*) : kecepatan angin

Tg (*globe*) : suhu radian

RH : kelembaban udara

WBGTin : indeks WBGT *indoor*

Universitas Indonesia

Dari hasil pengukuran temperatur di 8 titik yang tersebar di area LOBP-I dan LOBP-II diperoleh hasil pengukuran indeks WBGT *indoor* berkisar antara 27.7°C sampai 31.6°C. Setelah dirata-ratakan, Indeks WBGT *indoor* tertinggi berada di 3 area, yaitu Ruang *Stencil In Line* LOBP-I, *Decanting Tank* LOBP-I, dan Rumah *Boiler dan Compressor* LOBP-II. Sedangkan, indeks WBGT *indoor* terendah adalah area *Filling Rotary* LOBP-I, yaitu 27.8°C. Kelembaban udara di area produksi PT Pertamina (Persero) PUJ-L berkisar antara 53% sampai dengan 73% RH. Sedangkan, kecepatan angin diseluruh area produksi berkisar antara 0.1 sampai 0.5 m/s.

#### 6.4. Perhitungan Beban Kerja

Perhitungan beban kerja adalah dengan melakukan estimasi terhadap pengeluaran kalori untuk melakukan suatu pekerjaan. Data didapatkan dengan melakukan observasi dan wawancara pada setiap pekerja. Estimasi pengeluaran kalori dihitung dengan menggunakan tabel estimasi pengeluaran energi dari NIOSH (1986), maka perhitungan jumlah kalori yang dikeluarkan oleh setiap responden dapat dilihat pada lampiran 3.

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah kalori yang dikeluarkan, kemudian dilakukan penyederhanaan dengan mengkatagorikan beban kerja menjadi 3, yaitu beban kerja berat ( $350 < x < 500$  Kkal/Jam), beban kerja sedang ( $200 < x < 350$  Kkal/Jam), dan beban kerja ringan ( $\leq 200$  Kkal/Jam). Dari hasil pengukuran terhadap 122 responden, maka terlihat bahwa distribusi beban kerja responden umumnya adalah ringan (68.9%) dan tidak ada satupun responden dengan kategori beban kerja berat, seperti terlihat pada tabel 6.2 berikut.

**Tabel 6.2. Distribusi Frekuensi Beban Kerja Responden**

Beban Kerja	Frekuensi	Persentase
Berat	0	0.0
Sedang	38	31.1
Ringan	84	68.9
Total	122	100.0

Selain itu, distribusi frekuensi dari beban kerja responden dikelompokkan menurut area kerja. Berikut ini merupakan tabel distribusi frekuensi beban kerja responden menurut area kerja.

**Tabel 6.3. Distribusi Frekuensi Beban Kerja Menurut Area Kerja**

<b>Area Kerja</b>	<b>Beban Kerja</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Persentase</b>
<i>Filling Rotary</i> LOBP-I	Berat	0	0
	Sedang	2	92.3
	Ringan	24	7.7
	Total	26	100
<i>Filling Alwid A</i> LOBP-I	Berat	0	0
	Sedang	5	22.7
	Ringan	17	77.3
	Total	22	100
<i>Filling Alwid B</i> LOBP-I	Berat	0	0
	Sedang	4	20
	Ringan	16	80
	Total	20	100
<i>Filling In Line</i> LOBP-I	Berat	0	0
	Sedang	4	16
	Ringan	21	84
	Total	25	100
<i>Ruang Stencil In Line</i> LOBP-I	Berat	0	0
	Sedang	6	100
	Ringan	0	0
	Total	6	100
<i>Decanting Tank</i> LOBP-I	Berat	0	0
	Sedang	3	100
	Ringan	0	0
	Total	3	100

Area Kerja	Beban Kerja	Frekuensi	Persentase
<i>Drum Filling</i> LOBP-II	Berat	0	0
	Sedang	16	80
	Ringan	4	20
	Total	20	100

### 6.5. Gambaran Pola Kerja dan Istirahat

Jam kerja di area produksi PT Pertamina (Persero) PUJ-L terdiri dari 2 shift, yaitu shift 1 bekerja dari jam 07.00 – 15.00 dan shift 2 bekerja dari jam 15.00 – 23.00. Pekerja di area produksi bekerja selama 8 jam dengan waktu istirahat 45 menit. Namun, mereka bisa istirahat sejenak disela waktu produksi dan waktu tersebut dimanfaatkan untuk minum. Berarti, pengaturan waktu kerja setiap jam di bagian produksi pelumas adalah 75% – 100%.

### 6.6. Analisis Kejadian Tekanan Panas

Analisis tekanan panas pada pekerja dilihat dengan membandingkan antara pajanan panas rata-rata pada pekerja dengan beban kerja tertentu dan juga batas pajanan pada pola kerja dan istirahat. Di samping itu juga mempertimbangkan faktor pakaian kerja yang digunakan. Hasil perhitungan analisis apakah terjadi tekanan panas pada pekerja dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 6.4. Perhitungan Kejadian Tekanan Panas Berdasarkan Permenakertrans No. 13 Tahun 2011**

No	Area	Beban Kerja	Pola Kerja	WBGT in (°C)	NAB (°C)	Keterangan (Tekanan Panas)
1	<i>Filling Rotary</i>	Berat			-	-
		Sedang	75% – 100%	27.8	28.0	Tidak
		Ringan			31.0	Tidak
2	<i>Filling Alwid A</i>	Berat	75% – 100%		-	-
		Sedang		28.1	28.0	Ya
		Ringan			31.0	Tidak

No	Area	Beban Kerja	Pola Kerja	WBGT in (°C)	NAB (°C)	Keterangan (Tekanan Panas)
3	<i>Filling Alwid B</i>	Berat	75% – 100%	28.4	-	-
		Sedang			28.0	Ya
		Ringan			31.0	Tidak
4	<i>Filling In Line</i>	Berat	75% – 100%	30.3	-	-
		Sedang			28.0	Ya
		Ringan			31.0	Tidak
5	Ruang <i>Stencil In Line</i>	Berat	75% – 100%	31.1	-	-
		Sedang			28.0	Ya
		Ringan			31.0	Ya
6	<i>Decanting Tank</i>	Berat	75% – 100%	31.1	-	-
		Sedang			28.0	Ya
		Ringan			31.0	Ya
7	<i>Drum Filling</i>	Berat	75% – 100%	29.5	-	-
		Sedang			28.0	Ya
		Ringan			31.0	Tidak
8	Rumah <i>Boiler dan Compressor</i>	Berat	75% – 100%	31.1	-	-
		Sedang			28.0	Ya
		Ringan			31.0	Ya

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa temperatur di beberapa area kerja melebihi nilai ambang batas yang diperkenankan. Dengan demikian, berarti terdapat pekerja di bagian produksi PT Pertamina (Persero) PUJ-L yang mengalami pajanan tekanan panas.

Dari 122 orang responden terdapat 38 orang responden (31.1%) yang mengalami pajanan tekanan panas. Distribusi frekuensi dari responden berdasarkan kejadian pajanan tekanan panas dapat dilihat pada tabel 6.5 berikut.

**Tabel 6.5. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Kejadian Tekanan Panas**

<b>Kejadian Tekanan Panas</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Persentase</b>
Ya	38	31.1
Tidak	84	68.9
Total	122	100

### 6.7. Gambaran Keluhan Subjektif

Kondisi temperatur lingkungan kerja di area produksi pelumas PT Pertamina (Persero) PUJ-L yang panas dirasakan oleh sebagian besar responden. Sebanyak 115 orang responden dari 122 responden (94.3%) merasakan temperatur lingkungan tempat mereka bekerja adalah panas dan 70.5% merasa tidak nyaman dan cukup terganggu dengan kondisi temperatur yang panas. Distribusi frekuensi dari keluhan rasa panas dan ketidaknyamanan dapat dilihat pada tabel 6.6 dan 6.7 berikut.

**Tabel 6.6. Distribusi Frekuensi Keluhan Responden Menurut Kondisi Temperatur Lingkungan Kerja**

<b>Temperatur Lingkungan Kerja Panas</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Persentase</b>
Ya	115	94.3
Tidak	7	5.7
Total	122	100.0

**Tabel 6.7. Distribusi Frekuensi Keluhan Responden Menurut Kenyamanan Kondisi Temperatur Lingkungan Kerja**

<b>Kenyamanan dengan Kondisi Temperatur Lingkungan Kerja</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Persentase</b>
Ya	36	29.5
Tidak	86	70.5
Total	122	100.0

Kondisi temperatur lingkungan kerja yang panas dapat menyebabkan beberapa keluhan atau gangguan akibat pajanan panas. Keluhan yang dirasakan secara subjektif oleh pekerja di area produksi PT Pertamina (Persero) PUJ-L pada saat terpajan panas dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 6.8. Gambaran Keluhan Subjektif Responden**

No	Keluhan	Frekuensi dan Persentase			
		SS	S	J	TP
1	Banyak mengeluarkan keringat	113 (92.6%)	4 (3.3%)	5 (4.1%)	0 (0.0%)
2	Merasa cepat haus	104 (85.2%)	7 (5.7%)	11 (9.0%)	0 (0.0%)
3	Pusing atau berkunang-kunang	1 (0.8%)	18 (14.8%)	55 (45.1%)	48 (39.3%)
4	Mual, mau muntah, eneg	0 (0.0%)	3 (2.5%)	30 (24.6%)	89 (73.0%)
5	Lemas	1 (0.8%)	52 (42.6%)	38 (31.1%)	31 (25.4%)
6	Kurang konsentrasi	0 (0.0%)	13 (10.7%)	57 (46.7%)	52 (42.6%)
7	Perasaan ingin pingsan	0 (0.0%)	1 (0.8%)	4 (3.3%)	117 (95.9%)
8	Kulit terasa panas	5 (4.1%)	37 (30.3%)	22 (18.0%)	58 (47.5%)
9	Kulit terasa perih kemerahan	1 (0.8%)	8 (6.6%)	34 (27.9%)	79 (64.8%)
10	Kulit terasa kering dan pucat	0 (0.0%)	5 (4.1%)	13 (10.7%)	104 (85.2%)
11	Kulit lembab dan biang keringat	0 (0.0%)	38 (31.1%)	22 (18.0%)	62 (50.8%)
12	Jarang kencing	0 (0.0%)	29 (23.8%)	48 (39.3%)	45 (36.9%)

No	Keluhan	Frekuensi dan Persentase			
		SS	S	J	TP
13	Cepat lelah	2 (1.6%)	78 (63.9%)	24 (19.7%)	18 (14.8%)
14	Detak jantung cepat	0 (0.0%)	2 (1.6%)	2 (1.6%)	118 (96.7%)
15	Kram / kejang otot perut	0 (0.0%)	2 (1.6%)	14 (11.5%)	106 (86.9%)
16	Kram / kejang otot lengan	1 (0.8%)	10 (8.2%)	20 (16.4%)	91 (74.6%)
17	Kram / kejang otot kaki	1 (0.8%)	30 (24.6%)	26 (21.3%)	65 (53.3%)
18	Hilang keseimbangan	0 (0.0%)	3 (2.5%)	10 (8.2%)	109 (89.3%)
19	Tidak nyaman ketika bekerja	1 (0.8%)	34 (27.9%)	63 (51.6%)	24 (19.7%)
20	Gelisah ketika bekerja	1 (0.8%)	31 (25.4%)	33 (27.0%)	57 (46.7%)

Keterangan :

- SS : Sangat Sering (keluhan dirasakan setiap hari)
- S : Sering (keluhan dirasakan 3 – 4 kali dalam seminggu)
- J : Jarang (keluhan dirasakan 1 – 2 kali dalam seminggu)
- TP : Tidak Pernah (tidak pernah merasakan keluhan)

Dari tabel di atas, maka dapat dilihat bahwa semua keluhan dialami oleh responden, tetapi dengan frekuensi yang berbeda-beda. Keluhan yang sangat sering dirasakan oleh responden adalah banyak mengeluarkan keringat (92.6%) dan merasa cepat haus (85.2%). Sedangkan, keluhan yang hampir sebagian besar tidak dirasakan oleh responden adalah detak jantung terasa cepat (96.7%) dan perasaan ingin pingsan (95.9%).

Berdasarkan dari jumlah nilai antara frekuensi (seberapa sering keluhan dirasakan) dan jumlah keluhan yang dirasakan didapatkan tingkat keluhan subjektif yang kemudian dikategorikan menjadi 4, yaitu : keluhan berat (41 – 60), keluhan sedang (21 – 40), keluhan ringan (1 – 20), dan tidak ada keluhan (0). Berikut ini adalah tabel distribusi frekuensi dari tingkat keluhan subjektif responden.

Universitas Indonesia

**Tabel 6.9. Distribusi Frekuensi Tingkat Keluhan Subjektif Responden**

<b>Tingkat Keluhan Subjektif</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Persentase</b>
Keluhan Berat	0	0
Keluhan Sedang	32	26.2
Keluhan Ringan	90	73.8
Tidak Ada Keluhan	0	0
Total	122	100

Dari 122 responden, sebagian besar responden mengalami keluhan ringan, yaitu sebanyak 90 responden (73.8%) dan tidak ada satupun responden yang mengalami keluhan berat.

## **6.8. Gambaran Karakteristik Responden**

Responden penelitian adalah seluruh pekerja di area produksi pelumas PT Pertamina (Persero) PUJ-L yang pada saat penelitian dilakukan bekerja pada shift 1 (07.00 – 15.00). Responden penelitian berjumlah 122 pekerja. Data mengenai karakteristik responden didapat melalui wawancara yang dilakukan oleh peneliti dengan menggunakan instrumen berupa kuesioner penelitian. Distribusi karakteristik responden dapat dilihat pada uraian berikut.

### **6.8.1. Umur**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada 122 responden, didapatkan bahwa umur rata-rata responden adalah 34,16 tahun dengan umur termuda 21 tahun dan umur tertua 58 tahun. Dalam penelitian ini, variabel umur dikategorikan menjadi 2, yaitu umur 40 tahun atau lebih (usia berisiko) dan kurang dari 40 tahun (usia tidak berisiko). Berikut ini adalah tabel distribusi frekuensi dari variabel umur.

**Tabel 6.10. Distribusi Frekuensi Umur Responden**

<b>Umur Responden</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Persentase</b>
≥ 40 tahun	29	23.8
< 40 tahun	93	76.2
Total	122	100.0

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa sebagian besar responden berusia kurang dari 40 tahun (76.2%). Namun, sebanyak 29 responden (23.8%) berada dalam kategori usia berisiko ( $\geq 40$  tahun).

### 6.8.2. Indeks Massa Tubuh

Indeks Massa Tubuh (IMT) setiap responden diperoleh dari perhitungan antara berat badan dalam kilogram dibagi dengan tinggi badan dalam meter yang dikuadratkan. Kemudian, IMT dikategorikan ke dalam 4 kategori, yaitu obese ( $IMT \geq 27.0$ ), BB lebih ( $25.0 \leq IMT < 27.0$ ), normal ( $18.5 \leq IMT < 25.0$ ), dan kurus ( $IMT < 18.5$ ). Berikut ini adalah tabel distribusi frekuensi IMT responden.

**Tabel 6.11. Distribusi Frekuensi IMT Responden**

IMT	Frekuensi	Persentase
Obese	12	9.8
BB Lebih	9	7.4
Normal	73	59.8
Kurus	28	23.0
Total	122	100.0

Dari tabel di atas terlihat bahwa sebagian besar responden memiliki indeks massa tubuh dengan kategori normal, yaitu sebanyak 73 responden (59.8%).

### 6.8.3. Jenis Pakaian Kerja

Dari hasil penelitian, ternyata jenis pakaian kerja yang biasa responden gunakan ketika bekerja terdiri dari 3 jenis, yaitu seragam kerja saja, seragam kerja dengan selapis kaos di dalamnya, dan *coverall*. Berikut ini adalah tabel distribusi frekuensi dari pakaian kerja yang digunakan oleh responden.

**Tabel 6.12. Distribusi Frekuensi Pakaian Kerja Responden**

Pakaian Kerja	Frekuensi	Persentase
<i>Coverall</i>	1	0.8
Seragam Kerja + Kaos	73	59.9
Seragam Kerja Saja	48	39.3
Total	122	100.0

Berdasarkan tabel di atas, terlihat responden lebih banyak yang menggunakan seragam kerja dengan kaos tambahan di dalamnya, yaitu 73 responden (59.9%) dan hanya 1 orang responden yang menggunakan *coverall* ketika bekerja.

#### 6.8.4. Status Aklimatisasi

Dari hasil observasi dan wawancara yang dilakukan secara langsung terhadap responden, terlihat bahwa terdapat 1 responden yang tidak teraklimatisasi. Distribusi frekuensi dari status aklimatisasi responden dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 6.13. Distribusi Frekuensi Status Aklimatisasi Responden**

Status Aklimatisasi	Frekuensi	Persentase
Tidak Aklimatisasi	1	0.8
Aklimatisasi	121	99.2
Total	122	100.0

#### 6.8.5. Status Kesehatan

Status kesehatan responden dikategorikan menjadi 2, yaitu katagori sehat dan tidak sehat. Dinilai melalui riwayat kesehatan responden terkait penyakit jantung, ginjal, paru-paru, liver, dan diabetes sampai pada saat dilakukannya penelitian. Jika responden menderita 1 saja dari kelima penyakit kronis yang ditanyakan, maka dikategorikan ke dalam katagori tidak sehat. Berikut ini adalah tabel distribusi frekuensi dari status kesehatan responden.

**Tabel 6.14. Distribusi Frekuensi Status Kesehatan Responden**

Status Kesehatan	Frekuensi	Persentase
Tidak Sehat	0	0
Sehat	122	100.0
Total	122	100.0

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa seluruh responden penelitian dalam keadaan sehat.

### 6.8.6. Rata-rata Volume Konsumsi Air Minum Setiap Hari

Rata-rata volume air minum yang dikonsumsi setiap responden dikategorikan menjadi 2, yaitu kurang dari 8 gelas setiap hari dan 8 gelas atau lebih setiap hari. Berikut ini adalah tabel distribusi frekuensi dari rata-rata volume air minum yang dikonsumsi responden setiap harinya.

**Tabel 6.15. Distribusi Frekuensi Rata-rata Volume Konsumsi Air Minum Setiap Hari**

Rata-rata Volume Konsumsi Air Minum Setiap Hari	Frekuensi	Persentase
< 8 gelas	48	39.3
≥ 8 gelas	74	60.7
Total	122	100.0

Dari 122 pekerja yang dijadikan sampel penelitian diketahui bahwa sebanyak 48 pekerja (39.3%) merupakan kelompok berisiko, yaitu mereka yang mengonsumsi air minum kurang dari 8 gelas setiap hari.

### 6.9. Analisis Hubungan Antara Kejadian Tekanan Panas dengan Tingkat Keluhan Subjektif

Tabel 6.16 merupakan tabel silang mengenai hubungan antara kejadian tekanan panas dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh responden.

**Tabel 6.16 Distribusi Responden Menurut Kejadian Tekanan Panas dan Tingkat Keluhan Subjektif**

Kejadian Tekanan Panas	Tingkat Keluhan Subjektif		Total	P value	OR (95% CI)
	Keluhan Sedang	Keluhan Ringan			
<b>Ya</b>	8 (21.1%)	30 (78.9%)	38 (100.0%)	0.514	0.667 (0.268 – 1.660)
<b>Tidak</b>	24 (28.6%)	60 (71.4%)	84 (100.0%)		
<b>Total</b>	32 (26.2%)	90 (73.8%)	122 (1000.0%)		

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa secara statistik tidak terdapat hubungan signifikan antara tekanan panas dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh responden.

#### 6.10. Analisis Hubungan Antara Beban Kerja dengan Tingkat Keluhan Subjektif

Berikut ini adalah tabel hubungan antara umur responden dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh responden.

**Tabel 6.17. Distribusi Responden Menurut Beban Kerja dan Tingkat Keluhan Subjektif**

Beban Kerja	Tingkat Keluhan Subjektif		Total	P value	OR (95% CI)
	Keluhan Sedang	Keluhan Ringan			
<b>Sedang</b>	7 (18.4%)	31 (81.6%)	38 (100.0%)	0.237	0.533 (0.207 – 1.370)
<b>Ringan</b>	25 (29.8%)	59 (70.2%)	84 (100.0%)		
<b>Total</b>	32 (26.2%)	90 (73.8%)	122 (100.0%)		

Tabel di atas merupakan tabel silang mengenai tingkat keluhan subjektif berdasarkan katagori beban kerja. Didapatkan nilai p lebih besar dari  $\alpha$ , maka secara statistik tidak ada hubungan signifikan antara beban kerja dengan keluhan subjektif yang dirasakan oleh responden.

#### 6.11. Analisis Hubungan Antara Pola Kerja dengan Tingkat Keluhan Subjektif

Hubungan antara pola kerja dengan tingkat keluhan subjektif tidak dapat dilakukan menggunakan uji statistik karena data pola kerja merupakan data homogen. Seluruh responden memiliki pola kerja dengan pengaturan waktu kerja setiap jam adalah 75% – 100%.

## 6.12. Analisis Hubungan Antara Karakteristik Responden dengan Tingkat Keluhan Subjektif

### 6.12.1. Hubungan Antara Umur dengan Tingkat Keluhan Subjektif

Berikut ini adalah tabel mengenai hubungan antara umur responden dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh responden.

**Tabel 6.18. Distribusi Responden Menurut Umur dan Tingkat Keluhan Subjektif**

Umur	Tingkat Keluhan Subjektif		Total	P value	OR (95% CI)
	Keluhan Sedang	Keluhan Ringan			
≥ 40 tahun	9 (31.0%)	20 (69.0%)	29 (100.0%)	0.666	1.370 (0.547 – 3.426)
< 40 tahun	23 (24.7%)	70 (75.3%)	93 (100.0%)		
<b>Total</b>	32 (26.2%)	90 (73.8%)	122 (100.0%)		

Dari tabel silang di atas dapat diketahui bahwa proporsi kejadian keluhan sedang lebih tinggi di usia  $\geq 40$  tahun dibandingkan dengan usia  $< 40$  tahun, yaitu sebesar 31%. Hasil uji statistik didapatkan tidak ada hubungan bermakna antara umur dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh responden ( $p > \alpha$ ). Namun, dilihat dari nilai *Odds Ratio* diketahui bahwa responden dengan umur 40 tahun atau lebih cenderung memiliki risiko 1.4 kali untuk mengalami keluhan sedang dibandingkan dengan responden dengan umur kurang dari 40 tahun.

### 6.12.2. Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh Dengan Tingkat Keluhan Subjektif

Di bawah ini merupakan tabel silang antara indeks massa tubuh responden dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh responden.

Tabel 6.19. Distribusi Responden Menurut IMT dan Tingkat Keluhan Subjektif

IMT	Tingkat Keluhan Subjektif		Total	P value	OR (95% CI)
	Keluhan Sedang	Keluhan Ringan			
<b>Obese</b>	3 (25.0%)	9 (75.0%)	12 (100.0%)	0.336	0.395
<b>BB Lebih</b>	1 (11.1%)	8 (88.9%)	9 (100.0%)		0.434
<b>Normal</b>	23 (31.5%)	50 (68.5%)	73 (100.0%)		0.651
<b>Kurus</b>	5 (17.9%)	23 (82.1%)	28 (100.0%)		0.606
<b>Total</b>	32 (26.2%)	90 (73.8%)	122 (100.0%)		

Terlihat tabel silang mengenai tingkat keluhan subjektif responden berdasarkan indeks massa tubuh responden. Secara statistik didapatkan bahwa tidak terdapat hubungan signifikan antara indeks massa tubuh responden dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh responden ( $p > \alpha$ ).

### 6.12.3. Hubungan Antara Pakaian Kerja Dengan Tingkat Keluhan Subjektif

Tabel 6.20. Distribusi Responden Menurut Pakaian Kerja dan Tingkat Keluhan Subjektif

Pakaian Kerja	Tingkat Keluhan Subjektif		Total	P value	OR (95% CI)
	Keluhan Sedang	Keluhan Ringan			
<b>Coverall</b>	0 (0%)	1 (100%)	1 (100.0%)	0.706	0.958
<b>Seragam Kerja + Kaos</b>	20 (27.4%)	53 (72.6%)	73 (100.0%)		1.000
<b>Seragam Kerja Saja</b>	12 (25.0%)	36 (75.0%)	48 (100.0%)		1.000
<b>Total</b>	32 (26.2%)	90 (73.8%)	122 (100.0%)		

Tabel di atas merupakan tabel silang mengenai tingkat keluhan subjektif responden berdasarkan jenis pakaian kerja yang digunakan oleh responden. Didapatkan nilai  $p$  lebih besar dari nilai  $\alpha$ , menunjukkan bahwa tidak ada hubungan bermakna antara pakaian kerja dengan tingkat keluhan subjektif. Berdasarkan nilai *Odds Ratio* bahwa jenis pakaian kerja yang digunakan cenderung memiliki risiko yang hampir sama terhadap kejadian keluhan sedang.

#### 6.12.4. Hubungan Antara Status Aklimatisasi Dengan Tingkat Keluhan Subjektif

Berikut ini adalah tabel hubungan antara status aklimatisasi dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh responden.

**Tabel 6.21. Distribusi Responden Menurut Status Aklimatisasi dan Tingkat Keluhan Subjektif**

Status Aklimatisasi	Tingkat Keluhan Subjektif		Total	P value	OR (95% CI)
	Keluhan Sedang	Keluhan Ringan			
Tidak Aklimatisasi	1 (100%)	0 (0%)	1 (100.0%)	0.262	-
Aklimatisasi	31 (25.6%)	90 (74.4%)	121 (100.0%)		
<b>Total</b>	32 26.2%	90 (73.8%)	122 (100.0%)		

Berdasarkan tabel silang antara tingkat keluhan subjektif dan status aklimatisasi didapatkan nilai  $p$  sebesar 0.262. Dengan menggunakan nilai  $\alpha$  sebesar 0.05, dapat disimpulkan bahwa secara statistik tidak terdapat hubungan signifikan antara status aklimatisasi dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan responden. Dikarenakan terdapat sel pada tabel yang bernilai 0, maka tidak dapat dilakukan perhitungan *Odds Ratio* untuk membandingkan perbedaan status aklimatisasi dan hubungannya dengan tingkat keluhan subjektif ( $p > \alpha$ ).

### 6.12.5. Hubungan Antara Status Kesehatan dengan Tingkat Keluhan Subjektif

Hubungan antara status kesehatan responden dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh responden tidak dapat dilakukan analisis menggunakan uji statistik karena data status kesehatan responden merupakan data homogen. Seluruh responden dalam keadaan sehat pada saat dilakukannya penelitian.

### 6.12.6. Hubungan Antara Rata-Rata Volume Konsumsi Air Minum Setiap Hari dengan Tingkat Keluhan Subjektif

Tabel 6.22. Distribusi Responden Menurut Rata-Rata Volume Konsumsi Air Minum Setiap Hari dan Tingkat Keluhan Subjektif

Rata-rata Volume Konsumsi Air Minum Setiap Hari	Tingkat Keluhan Subjektif		Total	P value	OR (95% CI)
	Keluhan Sedang	Keluhan Ringan			
< 8 gelas	8 (16.7%)	40 (83.3%)	48 (100.0%)	0.085	0.417 (0.169 – 1.027)
≥ 8 gelas	24 (32.4%)	50 (67.6%)	74 (100.0%)		
<b>Total</b>	32 (26.2%)	90 (73.8%)	122 (100.0%)		

Dari hasil uji *chi-square* didapatkan nilai p sebesar 0.085. Dengan menggunakan nilai  $\alpha$  sebesar 0.05, maka tidak ada hubungan signifikan antara rata-rata volume air minum yang dikonsumsi oleh responden setiap harinya dengan tingkat keluhan subjektif yang dialami responden.

## **BAB 7**

### **PEMBAHASAN**

#### **7.1. Keterbatasan Penelitian**

Dalam melakukan penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan, yaitu :

1. Pengukuran hanya dilakukan pada lingkungan kerja, tidak dilakukan pengukuran pajanan panas pada pekerja menggunakan *personal heat monitor*.
2. Tidak dilakukan pengukuran temperatur di area *blending* (pemasakan pelumas) karena keterbatasan akses ke area tersebut. Padahal, di area *blending* terdapat pekerja yang lebih berisiko untuk terpajan panas dari proses pemasakan pelumas.
3. Data mengenai berat badan dan tinggi badan untuk mendapatkan nilai IMT (Indeks Massa Tubuh) responden didapatkan melalui wawancara dengan menggunakan kuesioner penelitian, tidak dilakukan pengukuran menggunakan timbangan berat badan maupun meteran tinggi badan.
4. Kemungkinan terjadinya kesalahan pada saat responden mengingat untuk menjawab pertanyaan yang ditanyakan oleh peneliti dapat mengakibatkan terjadinya *recall bias*.
5. Dampak kesehatan akibat pajanan panas yang diteliti hanya berupa keluhan yang dirasakan oleh pekerja menggunakan kuesioner penelitian, sehingga sangat melibatkan unsur subjektivitas dari responden tanpa didukung oleh data rekam medis dari setiap responden. Respon fisiologis berupa peningkatan suhu tubuh, perubahan denyut nadi, dan jumlah keringat tidak diteliti.
6. Populasi yang diamati hanya pada satu populasi, tidak menggunakan populasi pembanding. Sehingga, hasil penelitian hanya dapat menggambarkan fenomena pada satu populasi penelitian dan tidak dapat digeneralisasi.

## 7.2. Analisis Temperatur Lingkungan Kerja

Bekerja pada lingkungan kerja yang panas berpotensi menimbulkan bahaya, baik bagi kesehatan maupun keselamatan individu. Seperti yang dikatakan oleh Bernard (2002) dalam *Fundamental Industrial Hygiene 5<sup>th</sup> edition*, pajanan tekanan panas (*heat stress*) dapat menyebabkan perubahan fisiologis tubuh manusia dan juga mempengaruhi perilaku; seperti sikap mudah marah, menurunnya semangat dan motivasi, dan meningkatnya angka kemangkiran. Selain itu, dapat meningkatkan angka kesalahan (*error*) serta peningkatan frekuensi perilaku tidak aman. Apabila hal ini tidak dikendalikan, maka akan menyebabkan kerugian bagi perusahaan, baik kerugian secara langsung maupun tidak.

Pekerja di bagian produksi pelumas PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta – Libricants* memiliki potensi yang lebih besar untuk terpajan oleh bahaya panas dibandingkan dengan pekerja di bagian lain. Hal ini terutama disebabkan oleh proses pemasakan pelumas yang membutuhkan panas sekitar 80°C. Di samping itu juga dipengaruhi oleh faktor lain, baik dari lingkungan maupun aktivitas kerja.

Berdasarkan hasil pengukuran temperatur lingkungan kerja di area produksi pelumas LOBP-I dan LOBP-II memperlihatkan bahwa lingkungan kerja memiliki temperatur antara 27.7°C sampai 31.6°C. Tingginya temperatur lingkungan kerja lebih disebabkan oleh tingginya suhu radian yang mencapai 39°C. Kecepatan aliran udara yang relatif kecil, yaitu berkisar antara 0.1 – 0.5 m/s dan kelembaban udara berkisar antara 53–73 % juga ikut mempengaruhi hasil pengukuran temperatur lingkungan kerja di area produksi pelumas.

Terdapat di 3 area pengukuran yang memiliki indeks WBGT *indoor* rata-rata 31.1°C, yaitu Ruang *Stencil In Line* LOBP-I, *Decanting Tank* LOBP-I, dan Rumah *Boiler* dan *Compressor* LOBP-II. Tingginya temperatur lingkungan kerja di ketiga area tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah :

- Pengukuran dilakukan pada siang hari, yaitu pada jam 13.11 WIB dan ketika pengukuran dilakukan kondisi cuaca cerah.
- Temperatur lingkungan Jakarta Utara relatif tinggi karena dekat dengan pantai. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Administrasi Jakarta Utara Tahun 2010, temperatur udara rata-rata di Jakarta Utara adalah 32.1°C dengan nilai maksimal 35.0°C.
- Area *Stencil In Line* LOBP-I dan *Decantink Tank* LOBP-I terdapat dalam satu ruangan (satu gedung). Di dalam gedung tersebut terdapat proses pemasakan pelumas yang membutuhkan panas mencapai 80°C. Selain itu, mesin *steam boiler* dan *compressor* yang digunakan sebagai penunjang proses pemasakan pelumas juga terdapat di dalam ruangan tersebut.
- Di dalam Rumah *Boiler* dan *Compressor* LOBP-II terdapat mesin *steam boiler* dan *compressor* yang digunakan sebagai penunjang proses pemasakan pelumas untuk kebutuhan produksi LOBP-II. Mesin-mesin tersebut menghasilkan panas.
- Rendahnya aliran udara yang berada di ketiga area pengukuran tersebut, yaitu berkisar antara 0.1 – 0.3 m/s.
- Kelembaban udara di ketiga area tersebut cukup tinggi. Untuk area *Stencil In Line* LOBP-I berkisar antara 53 – 59 %, area *Decantink Tank* LOBP-I 54 – 56 %, dan Rumah *Boiler* dan *Compressor* LOBP-II 56 – 62 %.
- Beberapa unit *exhaust fan*, kipas angin, maupun *blower* yang terpasang tidak dapat difungsikan. Sedangkan, yang lainnya dalam keadaan kotor.
- Bahan atap bangunan area *Stencil In Line* LOBP-I, *Decanting Tank* LOBP-I, dan Rumah *Boiler* dan *Compressor* LOBP-II terbuat dari asbes dan bagian plafon atap tidak diberi peredam panas sejenis *alluminium foil*, seperti plafon atap bangunan lain.
- Desain atap berbentuk segitiga, sehingga celah di sekeliling bangunan yang digunakan sebagai ventilasi terhalang oleh sisi bawah atap gedung. Hal ini menyebabkan udara yang masuk tidak optimal.

### 7.3. Analisis Tekanan Panas

Perhitungan tekanan panas didasarkan pada hasil pengukuran indeks WBGT *indoor* rata-rata yang kemudian dibandingkan dengan beban kerja dan juga pola kerja. Disamping itu juga mempertimbangkan pakaian kerja yang digunakan oleh pekerja. Pengaturan waktu kerja setiap jam di area produksi pelumas PT Pertamina (Persero) PUJ-L umumnya dapat dikategorikan ke dalam 75% – 100%. Hal ini dikarenakan mereka bekerja selama 8 jam dengan waktu istirahat selama 45 menit. Namun, di sela-sela waktu produksi mereka dapat beristirahat sejenak untuk minum.

Jenis pakaian kerja yang digunakan ikut memberikan kontribusi terhadap pajanan panas, yaitu dengan memberikan tambahan panas (dapat menambah nilai dari WBGT) (Bernard, 2002) karena kontak antara pakaian dan kulit sangat mempengaruhi proses perpindahan panas. Terjadinya kehilangan panas sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain ketebalan bahan pakaian, warna, dan kelonggaran dari pakaian (WHO, 1969). Oleh karena itu, faktor pakaian kerja penting untuk koreksi terhadap nilai WBGT. Dikarenakan hampir semua pekerja menggunakan seragam kerja (baju lengan pendek dan celana panjang), maka tidak ada penambahan terhadap nilai WBGT. Namun, pekerja di bagian *blending* menggunakan *coverall* ketika bekerja, dengan demikian terjadi penambahan  $3.5^{\circ}\text{C}$  terhadap nilai WBGT (Bernard, 2002).

Berdasarkan standar yang dikeluarkan oleh Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia yang tertulis dalam Permenakertrans No. 13 Tahun 2011 tentang nilai ambang batas faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja, diketahui bahwa untuk pekerja dengan pengaturan waktu kerja setiap jam adalah 75% – 100% , maka batas pajanan temperatur lingkungan kerja yang diperkenankan adalah  $28.0^{\circ}\text{C}$  untuk beban kerja sedang dan  $31.0^{\circ}\text{C}$  untuk beban kerja ringan. Sedangkan, pekerja dengan kriteria beban kerja berat tidak diperkenankan bekerja pada kondisi panas.

Dari hasil pengukuran didapatkan beberapa area kerja melebihi nilai ambang batas, artinya terjadi pajanan tekanan panas untuk mereka yang

bekerja di area tersebut. Pekerja yang berisiko mengalami pajanan tekanan panas diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Area *Filling Alwid A* LOBP-I dengan katagori beban kerja sedang
2. Area *Filling Alwid B* LOBP-I dengan katagori beban kerja sedang
3. Area *Filling In Line* LOBP-I dengan katagori beban kerja sedang
4. Area *Stencil In Line* LOBP-I dengan katagori beban kerja sedang maupun ringan
5. Area *Decanting Tank* dengan katagori beban kerja sedang maupun ringan
6. Area *Drum Filling* LOBP-II dengan katagori beban kerja sedang
7. Area Rumah *Boiler* dan *Compressor* LOBP-II dengan katagori beban kerja sedang maupun ringan

Meskipun dari hasil pengukuran temperatur lingkungan kerja di area Rumah *Boiler* dan *Compressor* LOBP-II melebihi batas pajanan yang diperkenankan, tetapi potensi untuk mengalami pajanan tekanan panas sangat kecil. Hal ini disebabkan pekerja di area tersebut tidak bekerja terus menerus selama 8 jam. Pekerja berada di area yang panas hanya pada waktu tertentu, yaitu ketika menyalakan mesin *boiler* dan *compressor*, pengecekan atau kontrol pada mesin, ataupun ada pekerjaan perbaikan pada mesin. Selain itu, pekerja berada di ruangan yang menggunakan pendingin ruangan dan disediakan minum air mineral dalam kemasan galon.

Berbeda dengan di area produksi pelumas LOBP-I, pekerja di area ini lebih berpotensi untuk mengalami pajanan tekanan panas. Hal ini dikarenakan pekerja bekerja selama 8 jam kerja dengan waktu istirahat 45 menit. Walaupun di sela kegiatan produksi mereka bisa istirahat sejenak untuk minum, tetapi selama 8 jam kerja mereka tetap berada di area kerja. Sehingga, sangat memungkinkan untuk mengalami pajanan panas. Berdasarkan hal ini, sedikitnya terdapat 38 orang pekerja dari 122 orang pekerja sebagai populasi penelitian (31.1%) berpotensi untuk mengalami pajanan tekanan panas ketika bekerja.

PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta—Lubricants* telah melakukan pengukuran terhadap temperatur lingkungan kerja setiap 6 bulan sekali. Dari hasil pengukuran yang didapat, kemudian dibandingkan dengan

**Universitas Indonesia**

standar yang diacu oleh Pertamina PUJ-L, yaitu Kepmenaker No. 51 Tahun 1999. Berdasarkan standar tersebut, batas pajanan temperatur lingkungan kerja yang diperkenankan adalah 28.0°C untuk beban kerja sedang, 30.6°C untuk beban kerja ringan, dan 25.9 °C untuk beban kerja berat. Dengan demikian, temperatur di area *Filling Rotary* tidak melebihi ambang batas yang diperkenankan dan untuk lokasi pengukuran yang lainnya melebihi ambang batas yang diperkenankan untuk kategori beban kerja sedang. Sedangkan, untuk kategori beban kerja ringan, temperatur di area *Filling Alwid A*, *Filling Alwid B*, dan *Drum Filling* tidak melebihi ambang batas yang diperkenankan.

#### 7.4. Analisis Keluhan Subjektif

Tekanan panas (*heat stress*) dapat menyebabkan terjadinya perubahan fisiologis yang biasa dikenal dengan *heat strain*. *Heat strain* adalah keseluruhan respon fisiologis hasil dari tekanan panas (*heat stress*) yang didedikasikan atau ditujukan untuk menghilangkan panas dari tubuh (ACGIH, 2009). Respon fisiologis tersebut diantaranya adalah peningkatan suhu inti tubuh, pengeluaran keringat, peningkatan denyut nadi, dan gejala lainnya seperti pusing, lemas, kram, dan lain-lain. Apabila gejala-gejala (*heat strain*) tersebut tidak ditanggulangi, maka dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang lebih serius.

Dari 122 orang pekerja sebagai populasi penelitian, seluruhnya pernah mengalami keluhan akibat pajanan panas, tetapi dengan frekuensi atau tingkat keseringan yang berbeda-beda. Keluhan yang sangat sering dirasakan oleh responden adalah banyak mengeluarkan keringat (92.6%) dan merasa cepat haus (85.2%). Lebih dari 50% responden sering merasa cepat lelah (63.9%). Sedangkan, keluhan yang hampir sebagian besar tidak dirasakan oleh responden adalah detak jantung terasa cepat (96.7%) dan perasaan ingin pingsan (95.9%).

Pengeluaran keringat merupakan salah satu respon alami tubuh terhadap pajanan panas. Tubuh manusia memiliki kemampuan untuk mempertahankan suhu tubuh agar tetap dalam keadaan konstan melalui mekanisme umpan

balik (*feed back*) yang diperankan oleh pusat pengaturan suhu di hipotalamus. Mekanisme umpan balik ini terjadi bila suhu tubuh inti telah melewati batas toleransi tubuh untuk mempertahankan suhu yang disebut dengan titik tetap (*set point*), yaitu 37°C. Apabila suhu tubuh meningkat lebih dari titik tetap, hipotalamus akan terstimulus untuk melakukan serangkaian mekanisme untuk mempertahankan suhu dengan cara menurunkan produksi panas dan meningkatkan pengeluaran panas, sehingga suhu kembali pada titik tetap. Pengeluaran panas dilakukan melalui produksi keringat atau evaporasi (Budiarta, 2009).

Berdasarkan dari jumlah nilai antara frekuensi (seberapa sering keluhan dirasakan) dan jumlah keluhan yang dirasakan didapatkan tingkat keluhan subjektif yang kemudian dikategorikan menjadi 4, yaitu : keluhan berat (41 – 60), keluhan sedang (21 – 40), keluhan ringan (1 – 20), dan tidak ada keluhan (0). Pada tabel 6.9 didapatkan bahwa sebagian besar responden mengalami keluhan ringan, yaitu sebanyak 90 responden (73.8%) dan 32 responden (26.2%) mengalami keluhan sedang.

Kondisi lingkungan kerja yang panas sudah dirasakan oleh pekerja sebagai sesuatu yang mengganggu proses kerja. Sebanyak 115 orang orang responden (94.3%) merasa kondisi temperatur di lokasi kerja mereka panas dan 70.5% merasa tidak nyaman dengan kondisi tersebut. Walaupun pekerja terpajan panas selama jam kerja, tetapi mereka dapat melakukan istirahat sejenak untuk minum dan mengembalikan suhu tubuh seperti keadaan normal.

Apabila dilihat dari nilai *Heat Index* berkisar antara 38.3°C – 46.3°C (100.9°F – 115,3°F) kemungkinan terjadinya *heat exhaustion* sangat besar (<http://www.nsis.org>, 2005). *Heat exhaustion* merupakan kelelahan akibat pajanan panas, diawali dengan gejala merasa kelelahan, tubuh terasa lemah, lemas, banyak mengeluarkan keringat, penglihatan kabur, pusing, sakit kepala, bahkan bisa mengalami ketidaksadaran diri (pingsan) (Bernard, 2002). Berdasarkan hasil penelitian, sebanyak 92.6% responden sangat sering mengeluarkan banyak keringat ketika bekerja, 63.9% sering merasa cepat lelah, 42.6% sering merasa lemas, 45.1% merasakan pusing dan sakit kepala

**Universitas Indonesia**

walaupun jarang. Melihat dari data-data ini menunjukkan bahwa gejala dari *heat exhaustion* dirasakan oleh pekerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero).

Sebanyak 30 responden (24.6%) merasakan sering kram di otot kaki dan kebanyakan dari mereka adalah pekerja di area LOBP-I yang bekerja dalam posisi berdiri. Hal ini mengarah pada gejala *heat cramps* dengan gejala rasa nyeri atau kram pada otot yang disebabkan oleh ketidakseimbangan elektrolit akibat pengeluaran keringat yang berlebihan tanpa cairan dan asupan garam yang cukup (Bernard, 2002). Apabila melihat dari aktivitas kerja mereka memang dimungkinkan untuk mengalami *heat cramps*. Mereka bekerja pada kondisi lingkungan kerja yang panas, mengeluarkan banyak keringat, tetapi penggantian cairan tubuh yang hilang tidak mencukupi hanya dengan minum air mineral. Namun, perlu dilakukan analisis lebih lanjut dan mempertimbangkan hasil pemeriksaan medis.

#### **7.5. Analisis Hubungan Antara Kejadian Tekanan Panas dengan Tingkat Keluhan Subjektif**

Menurut Bernard (2002), pajanan panas dapat mengakibatkan perubahan fisiologis dalam tubuh manusia, terutama pada perubahan suhu inti tubuh, pengeluaran keringat, dan peningkatan denyut nadi. Tidak hanya itu, pajanan tekanan panas dapat mempengaruhi kondisi psikis manusia, sehingga dapat meningkatkan angka kesalahan (*error*), angka kemangkiran, dan peningkatan frekuensi perilaku tidak aman.

Perubahan fisiologis dalam tubuh manusia merupakan hasil dari tekanan panas (*heat stress*) yang didedikasikan atau ditujukan untuk menghilangkan panas dari tubuh (ACGIH, 2009). Apabila perubahan fisiologis tersebut tidak ditangani dengan baik, maka dapat berujung kepada terjadinya *heat-related disorder* yang lebih serius dan membahayakan tubuh.

Pada tabel 6.16. terlihat bahwa secara statistik tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kejadian tekanan panas dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh responden di bagian produksi PT Pertamina (Persero) PUJ-L, dimana nilai  $p = 0.514$ . Keluhan sedang lebih banyak

dialami oleh responden yang tidak mengalami pajanan panas dari lingkungan dibandingkan dengan mereka yang mengalami pajanan panas, yaitu 24 orang responden (28.6%). Hal ini dikarenakan distribusi responden lebih banyak yang tidak mengalami pajanan panas dibandingkan dengan yang mengalami pajanan panas, yaitu (68.9%).

Tidak ditemukannya hubungan yang signifikan antara kejadian pajanan tekanan panas dengan tingkat keluhan subjektif pada responden bisa dikarenakan responden yang mengalami pajanan tekanan panas sudah beradaptasi dengan lingkungan kerja yang panas, sehingga dapat menurunkan tingkat dari keluhan yang dirasakan. Selain itu, bisa juga dikarenakan jawaban pekerja mengenai pertanyaan keluhan subjektif merupakan keluhan yang dirasakan pada suatu waktu saja bukan bersifat akumulatif. Namun, sedikitnya terdapat 38 responden yang mengalami pajanan tekanan panas dan semua mengalami keluhan akibat pajanan panas. Hal ini sesuai dengan teori bahwa pajanan tekanan panas menimbulkan berbagai macam jenis keluhan yang merupakan bentuk respon atau perubahan fisiologis tubuh manusia.

#### **7.6. Hubungan Antara Beban Kerja dengan Tingkat Keluhan Subjektif**

Tekanan panas (*heat stress*) merupakan kombinasi dari panas lingkungan, beban kerja, dan dipengaruhi oleh faktor pakaian yang dapat meningkatkan suhu tubuh, detak jantung, dan jumlah keringat (Bernard, 2002). Beban kerja memberikan kontribusi terhadap tekanan panas melalui panas yang dikeluarkan oleh tubuh untuk melakukan aktivitas. Aktivitas yang berat akan membutuhkan kalori yang besar pula, begitu pula sebaliknya (WorksafeBC, 2007).

Dari tabel 6.17. diketahui bahwa secara statistik tidak terdapat hubungan yang signifikan antara beban kerja dengan tingkat keluhan subjektif, dilihat dari nilai  $p = 0.237$ . Keluhan sedang banyak dialami oleh responden dengan kriteria beban kerja ringan karena distribusi beban kerja responden umumnya adalah ringan (68.9%) dan tidak ada satupun responden dengan kriteria beban kerja berat. Responden di bagian produksi dapat beristirahat sejenak untuk minum dan istirahat dinilai cukup untuk

mengembalikan suhu tubuh dalam keadaan normal. Dalam melakukan pekerjaan, mereka dibantu dengan peralatan kerja yang cukup meringankan pekerjaan mereka, tidak semata-mata mengandalkan kekuatan fisik. Peralatan kerja tersebut antara lain *belt conveyor*, *roll conveyor*, dan *forklift*. Dengan demikian, pekerjaan menjadi lebih ringan dan mungkin dapat menurunkan keluhan subjektif yang mereka rasakan.

### **7.7. Hubungan Antara Pola Kerja dengan Tingkat Keluhan Subjektif**

Pola kerja dan istirahat erat kaitannya dengan pengaruh pajanan tekanan panas. Pengaturan pola kerja dan istirahat yang sesuai sangat dibutuhkan tubuh untuk melakukan proses *recovery* untuk mengembalikan suhu tubuh dalam keadaan normal (WorksafeBC, 2007).

Dikarenakan semua responden dalam penelitian ini memiliki pengaturan jam kerja yang sama, yaitu pengaturan jam kerja setiap jam adalah 75% – 100%, maka secara statistik tidak dapat dilihat hubungan antara pola kerja dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan responden. Hal ini dikarenakan data yang didapat merupakan data homogen.

### **7.8. Analisis Hubungan Antara Karakteristik Responden dengan Tingkat Keluhan Subjektif**

Dari hasil analisis statistik terhadap faktor-faktor risiko yang berpotensi terhadap meningkatnya keluhan akibat pajanan panas, ternyata tidak ada faktor yang secara statistik mempunyai hubungan signifikan dengan peningkatan keluhan yang dirasakan oleh pekerja. Analisis hubungan dari faktor-faktor risiko yang berpotensi terhadap meningkatnya keluhan akibat pajanan panas yang dirasakan oleh pekerja di bagian produksi PT Pertamina (Persero) *Production Unit Jakarta – Lubricants* dapat dilihat pada uraian berikut.

#### **7.8.1. Analisis Hubungan Antara Umur dengan Tingkat Keluhan Subjektif**

Pada tabel 6.10. terlihat bahwa sebagian besar responden berusia kurang dari 40 tahun (76.2%). Namun, sebanyak 29 responden (23.8%) berada dalam kategori usia berisiko ( $\geq 40$  tahun). Daya tahan seseorang

terhadap panas akan menurun pada umur yang lebih tua. Pekerja dengan umur lebih tua (40 sampai 65 tahun) umumnya kurang mampu dalam mengatasi panas dikarenakan fungsi jantung yang menjadi kurang efisien. Oleh karena itu, pengeluaran keringat terjadi lebih lambat dan memerlukan waktu yang lebih lama untuk mengembalikan suhu tubuh menjadi normal setelah terpajan panas (Worksafe BC 2007).

Dari tabel silang 6.18. dapat diketahui bahwa proporsi kejadian keluhan sedang lebih tinggi di usia  $\geq 40$  tahun dibandingkan dengan usia  $< 40$  tahun, yaitu sebesar 31%. Hasil uji statistik didapatkan tidak ada hubungan bermakna antara umur dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh responden dengan nilai  $p = 0.666$ . Hal ini sejalan dengan penelitian Vanani (2008) yang menemukan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara proporsi umur terhadap keluhan subjektif pekerja di bagian Curing PT. Multistrada Arah Sarana, Tbk.

Apabila dilihat dari nilai *Odds Ratio*, diketahui bahwa responden dengan umur 40 tahun atau lebih cenderung memiliki risiko 1.4 kali untuk mengalami keluhan sedang dibandingkan dengan responden dengan umur kurang dari 40 tahun. Semakin bertambahnya umur seseorang (proses penuaan) akan menyebabkan respon kelenjar keringat terhadap perubahan temperatur menjadi lebih lambat, sehingga proses pengeluaran keringat menjadi kurang efektif dalam mengendalikan suhu tubuh (NIOSH, 1986). Dengan demikian, pekerja dengan katagori umur berisiko (lebih dari 40 tahun) memiliki risiko lebih besar untuk mengalami keluhan akibat pajanan panas.

### **7.8.2. Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh dengan Tingkat Keluhan Subjektif**

Menurut WorksafeBC (2007), ukuran tubuh seseorang akan mempengaruhi reaksi fisiologis tubuh terhadap panas. Kelebihan lemak menyebabkan meningkatnya insulasi terhadap tubuh yang dapat mengurangi kehilangan panas dalam tubuh. Orang dengan kelebihan berat badan juga dapat menghasilkan panas lebih banyak selama kegiatan.

Tabel 6.19. memperlihatkan bahwa sebanyak 3 responden dengan katagori obese (25%) dan 1 responden dengan katagori BB lebih (11.1%) mengalami keluhan sedang. Secara statistik tidak terdapat hubungan signifikan antara indeks massa tubuh responden dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan oleh responden dengan nilai  $p = 0.336$ . Hal ini bisa dikarenakan sebaran dari indeks massa tubuh responden dalam populasi penelitian tidak merata. Sebagian besar responden memiliki indeks massa tubuh dengan kategori normal, yaitu sebanyak 73 responden (59.8%). Sedangkan, 21 orang responden dengan kelebihan berat badan atau obese.

### 7.8.3. Hubungan Antara Pakaian Kerja dengan Tingkat Keluhan Subjektif

Pada tabel 6.12. terlihat bahwa hampir seluruh responden menggunakan pakaian seragam kerja dan hanya 1 responden yang menggunakan *coverall* ketika bekerja. Untuk lingkungan kerja yang tingkat panas radiasinya tinggi sebaiknya menggunakan pakaian yang menutup seluruh tubuh (*coverall*), tetapi dipilih yang longgar dan terbuat dari bahan ringan (WHO, 1969). Pekerja yang menggunakan *coverall* bekerja di bagian *blending* (pemasakan pelumas). Pakaian jenis *coverall* akan memberikan perlindungan terhadap panas radiasi yang berasal dari proses pemasakan pelumas. Pada penelitian ini ternyata pekerja dengan *coverall* mengalami keluhan ringan.

Dari hasil uji statistik tidak terlihat adanya hubungan signifikan antara pakaian kerja dengan tingkat keluhan subjektif, dimana nilai  $p$  sebesar 0.706. Untuk mengkaji pengaruh pakaian sangat diperlukan beberapa informasi mengenai ketebalan bahan pakaian, warna, dan kelonggaran dari pakaian (WHO,1969). Sehingga, penelitian ini mungkin sulit untuk merumuskan bagaimana pengaruh pakaian kerja terhadap tingkat keluhan subjektif yang dirasakan responden. Bisa juga dikarenakan hampir seluruh pekerja yang dijadikan responden menggunakan pakaian kerja dan hanya satu yang menggunakan *coverall* ketika bekerja.

#### **7.8.4. Hubungan Antara Status Aklimatisasi dengan Tingkat Keluhan Subjektif**

Aklimatisasi merupakan pengkondisian tubuh terhadap lingkungan kerja yang panas (WorksafeBC, 2007). Aklimatisasi merupakan proses adaptasi fisiologis tubuh secara perlahan-lahan yang dapat memperbaiki kemampuan individu dalam bertoleransi dengan tekanan panas (ACGIH, 2009). Dari hasil observasi dan wawancara yang dilakukan secara langsung terhadap responden didapatkan seorang responden dalam kondisi tidak teraklimatisasi.

Berdasarkan tabel 6.21. terlihat bahwa secara statistik tidak terdapat hubungan signifikan antara status aklimatisasi dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan responden, dimana nilai  $p = 0.262$ . Hal ini sejalan dengan penelitian Vanani (2008) yang menemukan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara status aklimatisasi terhadap keluhan subjektif pekerja di bagian Curing PT. Multistrada Arah Sarana, Tbk. Tidak ditemukannya hubungan signifikan antara status aklimatisasi dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan responden dapat disebabkan karena hampir seluruh pekerja yang dijadikan responden dalam keadaan teraklimatisasi dan hanya satu responden dalam keadaan tidak teraklimatisasi.

Dapat dilihat pada tabel 6.21. bahwa responden dengan kondisi tidak teraklimatisasi mengalami keluhan sedang. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa seseorang yang secara teratur bekerja di lingkungan yang panas (teraklimatisasi) akan memiliki risiko lebih rendah terkena gangguan kesehatan akibat pajanan panas dibandingkan dengan orang yang tidak teraklimatisasi (WorksafeBC, 2007). Selain itu, kemampuan untuk bekerja lebih meningkat dan risiko terhadap gangguan akibat pajanan panas akan menurun dengan aklimatisasi (Bernard, 2002).

#### **7.8.5. Hubungan Antara Status Kesehatan dengan Tingkat Keluhan Subjektif**

Menurut Bernard (2002) penyakit kronis seperti jantung, paru-paru, ginjal, atau liver, menunjukkan potensi toleransi terhadap panas menjadi

lebih rendah dan karena itulah terjadi peningkatan risiko mengalami gangguan yang berhubungan dengan panas apabila mengalami pajanan tekanan panas.

Dikarenakan semua responden dalam keadaan sehat, maka secara statistik tidak dapat dilihat hubungan antara status kesehatan dengan tingkat keluhan subjektif yang dirasakan responden. Hal ini dikarenakan data yang didapat merupakan data homogen.

#### **7.8.6. Hubungan Antara Rata-Rata Volume Konsumsi Air Minum Setiap Hari dengan Tingkat Keluhan Subjektif**

Dari 122 orang responden diketahui bahwa sebanyak 48 pekerja (39.3%) merupakan kelompok berisiko, yaitu mereka yang mengonsumsi air minum kurang dari 8 gelas setiap hari. Secara teori, air merupakan komponen terbesar dari volume darah dalam sistem kardiovaskular yang memiliki peranan penting dalam penyebaran panas di dalam tubuh. Hampir seluruh panas yang ditransfer dalam tubuh dan kulit dilakukan secara konveksi melalui aliran darah. Oleh karena itu, menjaga volume darah yang beredar tetap besar sangat penting untuk keamanan saat terjadi pajanan panas. Air juga mempengaruhi volume pengeluaran keringat sebagai salah satu upaya tubuh untuk menurunkan panas (Engall, dkk, 1987 dalam ACGIH, 2009).

Kehilangan cairan tubuh yang berlebihan karena berkeringat, muntah, atau diare dapat menyebabkan terjadinya dehidrasi. Tidak ada gejala awal yang menunjukkan seseorang mengalami dehidrasi, tetapi kelelahan, lemas, dan mulut kering dapat dijadikan tanda seseorang mengalami dehidrasi (Bernard, 2002). Dehidrasi karena pajanan panas merupakan ancaman serius terhadap termoregulasi dengan mengurangi volume darah dan peningkatan hematokrit yang dapat meningkatkan viskositas darah (Sawka et al., 1985 dalam ACGIH, 2009). Dehidrasi selama pajanan tekanan panas berhubungan dengan peningkatan penyimpanan panas dalam tubuh dan insiden *heat strain* lebih besar (Sawka, dkk, 1984; Sawka, dkk, 1982 dalam ACGIH, 2009).

Secara statistik tidak ditemukan hubungan antara konsumsi air minum dengan tingkat keluhan subjektif, dimana nilai  $p = 0.085$ . Hal ini dapat disebabkan oleh air minum yang dikonsumsi responden hanya air mineral kemasan galon, bukan cairan pengganti ion tubuh. Padahal, responden kehilangan cairan elektrolit dalam tubuh akibat banyak mengeluarkan keringat.



## BAB 8 KESIMPULAN DAN SARAN

### 8.1. Kesimpulan

1. Hasil pengukuran temperatur lingkungan kerja di area produksi pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) berkisar antara 27.7°C sampai 31.6°C. Kelembaban udara di area produksi pelumas berkisar antara 53% sampai 73% dan kecepatan aliran udara berkisar antara 0.1 sampai 0.5 m/s. Secara umum, temperatur di area produksi pelumas melebihi nilai ambang batas yang diperkenankan. Temperatur lingkungan kerja tertinggi berada di 3 area pengukuran, yaitu Ruang *Stencil In Line* LOBP-I, *Decanting Tank* LOBP-I, dan Rumah *Boiler* dan *Compressor* LOBP-II.
2. Peralatan untuk pengendalian temperatur lingkungan kerja terlihat dalam kondisi kurang baik. Beberapa unit *exhaust fan*, kipas angin, dan *blower* tidak dapat difungsikan dan dalam keadaan kotor.
3. Semua responden pernah mengalami keluhan akibat pajanan panas, tetapi dengan tingkat keseringan yang berbeda-beda. Keluhan yang sangat sering dialami adalah banyak mengeluarkan keringat (92.6%) dan merasa cepat haus (85.2%). Sedangkan, keluhan yang hampir sebagian besar tidak dirasakan oleh responden adalah detak jantung terasa cepat (96,7%) dan perasaan ingin pingsan (95.9%). Sebanyak 90 responden (73.8%) mengalami keluhan ringan dan tidak ada satupun responden yang mengalami keluhan berat.
4. Mayoritas responden merasa lingkungan kerja mereka panas (94.3%) dan 70.5% responden merasa tidak nyaman dengan lingkungan kerja yang panas dan cukup mengganggu proses kerja.
5. Secara statistik tidak terlihat hubungan signifikan antara kejadian tekanan panas dengan tingkat keluhan subjektif maupun hubungan antara faktor-faktor risiko yang berpotensi terhadap meningkatnya keluhan akibat pajanan panas. Namun, keluhan subjektif yang dirasakan responden mengindikasikan terjadinya pajanan tekanan panas.

## 8.2. Saran

1. Perlu adanya upaya perbaikan dan perawatan terhadap fasilitas pendingin temperatur ruangan yang tersedia agar dapat dimanfaatkan secara optimal.
2. Membuat prosedur kerja mengenai inspeksi dan pemeliharaan terhadap fasilitas pendingin temperatur ruangan yang tersedia.
3. Meningkatkan pengawasan dan memastikan monitoring berkala untuk memantau kondisi fasilitas pendingin temperatur yang tersedia di ruangan tetap berjalan.
4. Menambah jumlah titik fasilitas pengambilan air minum di setiap lokasi kerja dari 1 titik menjadi 2 titik dan memastikan *stock* air minum selalu tersedia. Lokasi pengambilan air minum diletakkan di tempat yang terjangkau oleh pekerja. Di dekat lokasi air minum dapat diberikan informasi pentingnya konsumsi air minum. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya dehidrasi pada pekerja.
5. Membuat peraturan untuk mengkonsumsi air minum sebelum, selama, dan setelah bekerja di tempat yang panas. Pekerja harus meminum 2 gelas air ( $\frac{1}{2}$  liter) sebelum bekerja dan 1 gelas air setiap 20 menit ketika bekerja di tempat yang panas (Worksafe BC, 2007).
6. Memberikan informasi kepada pekerja mengenai gejala-gejala dan efek kesehatan yang dapat terjadi akibat pajanan panas, sehingga pekerja sadar dan tahu tindakan yang sebaiknya dilakukan apabila mengalami tekanan panas. Informasi dapat berupa pemasangan poster di area kerja dan juga penyuluhan kepada pekerja.
7. Memberikan poster di dalam ruangan toilet mengenai tingkat hidrasi dengan indikator warna urin dengan catatan pekerja tidak mengkonsumsi makanan, minuman, atau obat-obatan yang dapat mempengaruhi warna urin. Hal ini bertujuan supaya pekerja sadar akan pentingnya mengkonsumsi air minum setiap hari.
8. Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai pajanan tekanan panas dan gangguan kesehatan akibat pajanan tekanan panas yang lebih objektif dan mempertimbangkan hasil pemeriksaan kesehatan pekerja.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACGIH. (2009) *Stress and Strain dalam TLVs<sup>®</sup> and BEIs<sup>®</sup> Heat Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical agents & Biological Exposure Indices*. United States.
- Adriananta, Dani. (2010) "Pertamina Indonesia's Power House". Jakarta, Pertamina (Persero).
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI. (2010) *Riset Kesehatan Dasar 2010*. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Kota Administrasi Jakarta Utara. (2010) *Rata-rata Suhu Udara, Kelembaban, Tekanan Udara dan Kecepatan Angin di Stasiun Meteorologi Maritim Klas I Tanjung Priok, 2010*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004) *Pengukuran Iklim Kerja (Panas) dengan Parameter Indeks Suhu Basah dan Bola No. 16-7061-2004*. Jakarta.
- Bernard, Thomas E. (2002) Thermal Stress. *Dalam: Plog, Barbara A. & Patricia J. Quinlan, editor. Fundamentals of Industrial Hygiene 5<sup>th</sup> edition*. NSC, USA.
- Budiartha, Putu. (2009) "Regulasi Suhu Tubuh". *Tersedia dalam* : <http://nursingbegin.com/regulasi-suhu-tubuh>. (Diakses 1 Maret 2012)
- Cowley, Marianne. (2005) "The Heat Index". *Tersedia dalam* : <http://www.nsis.org/weather/heatindex.html>. (Diakses 8 Juni 2012)
- Gunawan, Dodo. (2007) "Cuaca dan Iklim di Indonesia". *Tersedia dalam* : <http://www.dirgantara-lapan.or.id/moklim/download/lecturer/Cuaca%20dan%20Iklim.pdf> (Diakses 16 Maret 2012).
- Hastono, Sutanto Priyo. (2007) *Analisis Data Kesehatan*. FKM UI, Depok.
- Hendra. (2003) *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Peningkatan Suhu Tubuh dan Denyut Nadi Pada Pekerja yang Terpajan Panas (Studi Kasus di Departemen Cor Divisi Tempa dan Cor PT. Pindad Bandung Tahun 2003)*. FKM UI, Depok.
- Hendra. (2009) *Tekanan Panas dan Metode Pengukurannya di Tempat Kerja*. Semiloka Keterampilan Pengukuran Bahaya Fisik dan Kimia di Tempat Kerja, 24 Februari 2009. Depok.

- Jackson, Lary L. & Howard R. Rosenberg. (2010) *Preventing Heat-Related Illness Among Agricultural Workers*, hlm. 201—203.
- Jarvis, Laurie & Deb Simonson. (2004) “Heat transfer : conduction, convection, radiation”. *Tersedia dalam*: <http://www.wisc-online.com/Objects/ViewObject.aspx?ID=sce304> (Diakses 29 Februari 2012).
- McKinnon, Stephanie Helgerman & Regina L. Utley. (2005) *Heat Stress Understanding factors and measures helps SH&E professionals take a proactive management approach*, hlm. 41.
- Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. (2011) *Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor : PER.13/MEN/X/2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Dan Faktor Kimia Di Tempat Kerja*. Jakarta.
- Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia. (1999) *Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP-51/MEN/1999 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Di Tempat Kerja*. Jakarta.
- NIOSH. (1986) *Criteria for a recommended standard Occupational Exposure to Hot Environments. Revised Criteria 1986*. United States.
- OHSA. (1999) Heat Stress. *Dalam : OSHA Technical Manual. Tersedia dalam*: [http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_iii/otm\\_iii\\_4.html](http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_4.html) (Diakses 7 Mei 2012).
- Pertamina. (2011) “Profil Pertamina”. *Tersedia dalam* : [http://www.pertamina.com/index.php/home/read/profil\\_pertamina](http://www.pertamina.com/index.php/home/read/profil_pertamina) (Diakses 26 Februari 2012).
- Talty, John T.. (1988) *Industrial Hygiene Engineering Recognition, Measurement, Evaluation, and Control*. Second edition. Noyes Data Corporation, United States.
- Tanpa Nama. (2011) “Safety Induction Production Unit Jakarta-Lubricants”. Jakarta, Pertamina PUJ-L.
- Vaniani, Nurul Sawitri (2008) *Gambaran Tekanan Panas di Lingkungan Kerja dan Keluhan Subyektif Pekerja pada Area Curing PT. Multistrada Arah Sarana, Tbk Tahun 2008*. FKM UI, Depok.

WHO. (1969) Health Factors Involved In Working Under conditions of Heat Stress. *Dalam : World Health Organization Technical Report Series*. Geneva.

Worksafe BC. (2007) "Preventing Heat Stress At Work. British Columbia".  
*Tersedia dalam :*  
[http://www.worksafebc.com/publications/health\\_and\\_safety/by\\_topic/assets/pdf/heat\\_stress.pdf](http://www.worksafebc.com/publications/health_and_safety/by_topic/assets/pdf/heat_stress.pdf) (Diakses 29 Februari 2012).





# LAMPIRAN

**Universitas Indonesia**

**Beban kerja**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Sedang	38	31.1	31.1	31.1
	Ringan	84	68.9	68.9	100.0
	Total	122	100.0	100.0	

**Pola kerja**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	75%-100%	122	100.0	100.0	100.0

**Kejadian tekanan panas**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ya	38	31.1	31.1	31.1
	Tidak	84	68.9	68.9	100.0
	Total	122	100.0	100.0	

**Keluhan suhu dan kondisi lingkungan kerja (panas)**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak	7	5.7	5.7	5.7
	Ya	115	94.3	94.3	100.0
	Total	122	100.0	100.0	

**Kenyamanan terhadap kondisi lingkungan kerja**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak	86	70.5	70.5	70.5
	Ya	36	29.5	29.5	100.0
	Total	122	100.0	100.0	

**Banyak mengeluarkan keringat**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Jarang	5	4.1	4.1	4.1
	Sering	4	3.3	3.3	7.4
	Sangat Sering	113	92.6	92.6	100.0
	Total	122	100.0	100.0	

Lampiran 1 Analisis Statistik (lanjutan)

**Merasa cepat haus**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Jarang	11	9.0	9.0	9.0
	Sering	7	5.7	5.7	14.8
	Sangat Sering	104	85.2	85.2	100.0
	Total	122	100.0	100.0	

**Pusing atau berkunang-kunang**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak Pernah	48	39.3	39.3	39.3
	Jarang	55	45.1	45.1	84.4
	Sering	18	14.8	14.8	99.2
	Sangat Sering	1	.8	.8	100.0
	Total	122	100.0	100.0	

**Mual, mau muntah, eneg**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak Pernah	89	73.0	73.0	73.0
	Jarang	30	24.6	24.6	97.5
	Sering	3	2.5	2.5	100.0
	Total	122	100.0	100.0	

**Lemas**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak Pernah	31	25.4	25.4	25.4
	Jarang	38	31.1	31.1	56.6
	Sering	52	42.6	42.6	99.2
	Sangat Sering	1	.8	.8	100.0
	Total	122	100.0	100.0	

**Kurang konsentrasi**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak Pernah	52	42.6	42.6	42.6
	Jarang	57	46.7	46.7	89.3
	Sering	13	10.7	10.7	100.0
	Total	122	100.0	100.0	

Lampiran 1 Analisis Statistik (lanjutan)

**Perasaan ingin pingsan**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Pernah	117	95.9	95.9	95.9
Jarang	4	3.3	3.3	99.2
Sering	1	.8	.8	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Kulit terasa panas**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Pernah	58	47.5	47.5	47.5
Jarang	22	18.0	18.0	65.6
Sering	37	30.3	30.3	95.9
Sangat Sering	5	4.1	4.1	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Kulit terasa perih kemerahan**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Pernah	79	64.8	64.8	64.8
Jarang	34	27.9	27.9	92.6
Sering	8	6.6	6.6	99.2
Sangat Sering	1	.8	.8	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Kulit terasa kering dan pucat**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Pernah	104	85.2	85.2	85.2
Jarang	13	10.7	10.7	95.9
Sering	5	4.1	4.1	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Kulit lembab dan biang keringat**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Pernah	62	50.8	50.8	50.8
Jarang	22	18.0	18.0	68.9
Sering	38	31.1	31.1	100.0
Total	122	100.0	100.0	

Lampiran 1 Analisis Statistik (lanjutan)

**Jarang kencing**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Pernah	45	36.9	36.9	36.9
Jarang	48	39.3	39.3	76.2
Sering	29	23.8	23.8	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Cepat lelah**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Pernah	18	14.8	14.8	14.8
Jarang	24	19.7	19.7	34.4
Sering	78	63.9	63.9	98.4
Sangat Sering	2	1.6	1.6	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Detak jantung cepat**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Pernah	118	96.7	96.7	96.7
Jarang	2	1.6	1.6	98.4
Sering	2	1.6	1.6	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Kram/kejang otot perut**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Pernah	106	86.9	86.9	86.9
Jarang	14	11.5	11.5	98.4
Sering	2	1.6	1.6	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Kram/kejang otot lengan**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Pernah	91	74.6	74.6	74.6
Jarang	20	16.4	16.4	91.0
Sering	10	8.2	8.2	99.2
Sangat Sering	1	.8	.8	100.0
Total	122	100.0	100.0	

Lampiran 1 Analisis Statistik (lanjutan)

**Kram/kejang otot kaki**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Pernah	65	53.3	53.3	53.3
Jarang	26	21.3	21.3	74.6
Sering	30	24.6	24.6	99.2
Sangat Sering	1	.8	.8	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Hilang keseimbangan**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Pernah	109	89.3	89.3	89.3
Jarang	10	8.2	8.2	97.5
Sering	3	2.5	2.5	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Tidak nyaman ketika bekerja**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Pernah	24	19.7	19.7	19.7
Jarang	63	51.6	51.6	71.3
Sering	34	27.9	27.9	99.2
Sangat Sering	1	.8	.8	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Gelisah ketika bekerja**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Pernah	57	46.7	46.7	46.7
Jarang	33	27.0	27.0	73.8
Sering	31	25.4	25.4	99.2
Sangat Sering	1	.8	.8	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Tingkat keluhan subjektif**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Keluhan Sedang	32	26.2	26.2	26.2
Keluhan Ringan	90	73.8	73.8	100.0
Total	122	100.0	100.0	

Universitas Indonesia

Lampiran 1 Analisis Statistik (lanjutan)

**Umur**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid >= 40 tahun	29	23.8	23.8	23.8
< 40 tahun	93	76.2	76.2	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Indeks Massa Tubuh (IMT)**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Obese	12	9.8	9.8	9.8
BB Lebih	9	7.4	7.4	17.2
Normal	73	59.8	59.8	77.0
Kurus	28	23.0	23.0	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Pakaian Kerja**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Coverall	1	.8	.8	.8
Seragam Kerja + Kaos	73	59.8	59.8	60.7
Seragam Kerja Saja	48	39.3	39.3	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Status aklimatisasi**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak Aklimatisasi	1	.8	.8	.8
Teraklimatisasi	121	99.2	99.2	100.0
Total	122	100.0	100.0	

**Status kesehatan**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Sehat	122	100.0	100.0	100.0

**Rata-rata volume konsumsi air minum setiap hari**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid < 8 gelas	48	39.3	39.3	39.3
>= 8 gelas	74	60.7	60.7	100.0
Total	122	100.0	100.0	

Universitas Indonesia

## Crosstab

## Kejadian tekanan panas \* Tingkat keluhan subjektif

			Tingkat Keluhan Subjektif		Total
			Keluhan Sedang	Keluhan Ringan	
Tekanan Panas	Ya	Count	8	30	38
		% within Tekanan Panas	21.1%	78.9%	100.0%
	Tidak	Count	24	60	84
		% within Tekanan Panas	28.6%	71.4%	100.0%
Total		Count	32	90	122
		% within Tekanan Panas	26.2%	73.8%	100.0%

## Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.764(b)	1	.382		
Continuity Correction(a)	.425	1	.514		
Likelihood Ratio	.785	1	.376		
Fisher's Exact Test				.506	.260
Linear-by-Linear Association	.758	1	.384		
N of Valid Cases	122				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9.97.

## Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Tekanan Panas (Ya / Tidak)	.667	.268	1.660
For cohort Tingkat Keluhan Subjektif = Keluhan Sedang	.737	.365	1.487
For cohort Tingkat Keluhan Subjektif = Keluhan Ringan	1.105	.893	1.367
N of Valid Cases	122		

**Beban kerja \* Tingkat keluhan subjektif**

			Tingkat Keluhan Subjektif		Total
			Keluhan Sedang	Keluhan Ringan	
Beban Kerja	Sedang	Count	7	31	38
		% within Beban Kerja	18.4%	81.6%	100.0%
	Ringan	Count	25	59	84
		% within Beban Kerja	29.8%	70.2%	100.0%
Total		Count	32	90	122
		% within Beban Kerja	26.2%	73.8%	100.0%

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1.739(b)	1	.187		
Continuity Correction(a)	1.202	1	.273		
Likelihood Ratio	1.818	1	.178		
Fisher's Exact Test				.266	.136
Linear-by-Linear Association	1.725	1	.189		
N of Valid Cases	122				

a Computed only for a 2x2 table

b 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9.97.

**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Beban Kerja (Sedang / Ringan)	.533	.207	1.370
For cohort Tingkat Keluhan Subjektif = Keluhan Sedang	.619	.294	1.304
For cohort Tingkat Keluhan Subjektif = Keluhan Ringan	1.161	.946	1.426
N of Valid Cases	122		

**Pola kerja \* Tingkat keluhan subjektif**

			Tingkat Keluhan Subjektif		Total
			Keluhan Sedang	Keluhan Ringan	
Pola Kerja	75%-100%	Count	32	90	122
		% within Pola Kerja	26.2%	73.8%	100.0%
Total		Count	32	90	122
		% within Pola Kerja	26.2%	73.8%	100.0%

**Chi-Square Tests**

	Value
Pearson Chi-Square	.(a)
N of Valid Cases	122

a No statistics are computed because Pola Kerja is a constant.

**Risk Estimate**

	Value
Odds Ratio for Pola Kerja (75%-100% / .)	.(a)

a No statistics are computed because Pola Kerja is a constant.

**Umur \* Tingkat keluhan subjektif**

			Tingkat Keluhan Subjektif		Total
			Keluhan Sedang	Keluhan Ringan	
Usia Responden	>= 40 tahun	Count	9	20	29
		% within Usia Responden	31.0%	69.0%	100.0%
	< 40 tahun	Count	23	70	93
		% within Usia Responden	24.7%	75.3%	100.0%
Total		Count	32	90	122
		% within Usia Responden	26.2%	73.8%	100.0%

## Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.454(b)	1	.500		
Continuity Correction(a)	.187	1	.666		
Likelihood Ratio	.443	1	.506		
Fisher's Exact Test				.629	.327
Linear-by-Linear Association	.450	1	.502		
N of Valid Cases	122				

a Computed only for a 2x2 table

b 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7.61.

## Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Usia Responden (>= 40 tahun / < 40 tahun )	1.370	.547	3.426
For cohort Tingkat Keluhan Subjektif = Keluhan Sedang	1.255	.656	2.399
For cohort Tingkat Keluhan Subjektif = Keluhan Ringan	.916	.699	1.201
N of Valid Cases	122		

## IMT \* Tingkat keluhan subjektif

			Tingkat Keluhan Subjektif		Total
			Keluhan Sedang	Keluhan Ringan	
IMT	Obese	Count	3	9	12
		% within IMT	25.0%	75.0%	100.0%
BB Lebih	Normal	Count	1	8	9
		% within IMT	11.1%	88.9%	100.0%
Kurus	Kurus	Count	23	50	73
		% within IMT	31.5%	68.5%	100.0%
Total	Total	Count	5	23	28
		% within IMT	17.9%	82.1%	100.0%
		Count	32	90	122
		% within IMT	26.2%	73.8%	100.0%

## Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3.138(a)	3	.371
Likelihood Ratio	3.385	3	.336
Linear-by-Linear Association	.029	1	.866
N of Valid Cases	122		

a. 2 cells (25.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.36.

## Risk Estimate

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
Step 1(a) IMT			2.980	3	.395			
IMT(1)	.981	1.253	.613	1	.434	2.667	.229	31.069
IMT(2)	-.322	.713	.204	1	.651	.725	.179	2.929
IMT(3)	.427	.829	.266	1	.606	1.533	.302	7.792
Constant	1.099	.667	2.716	1	.099	3.000		

## Pakaian kerja \* Tingkat keluhan subjektif

		Count	Tingkat Keluhan Subjektif		Total
			Keluhan Sedang	Keluhan Ringan	
Pakaian Kerja	Coverall	Count	0	1	1
		% within Pakaian Kerja	.0%	100.0%	100.0%
Seragam Kerja + Kaos	Count	20	53	73	
		% within Pakaian Kerja	27.4%	72.6%	100.0%
Seragam Kerja Saja	Count	12	36	48	
		% within Pakaian Kerja	25.0%	75.0%	100.0%
Total	Count	32	90	122	
		% within Pakaian Kerja	26.2%	73.8%	100.0%

Lampiran 1 Analisis Statistik (lanjutan)

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	.445(a)	2	.801
Likelihood Ratio	.697	2	.706
Linear-by-Linear Association	.001	1	.980
N of Valid Cases	122		

a. 2 cells (33.3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .26.

**Risk Estimate**

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
Step 1(a) PakKer			.086	2	.958			
PakKer(1)	-20.228	40194.491	.000	1	1.000	.000	.000	.
PakKer(2)	-20.104	40194.491	.000	1	1.000	.000	.000	.
Constant	21.203	40194.491	.000	1	1.000	1615523469.060		

**Status aklimatisasi \* Tingkat keluhan subjektif**

			Tingkat Keluhan Subjektif		Total
			Keluhan Sedang	Keluhan Ringan	
Status Aklimatisasi	Tidak Aklimatisasi	Count	1	0	1
		% within Status Aklimatisasi	100.0%	.0%	100.0%
	Teraklimatisasi	Count	31	90	121
		% within Status Aklimatisasi	25.6%	74.4%	100.0%
Total		Count	32	90	122
		% within Status Aklimatisasi	26.2%	73.8%	100.0%

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2.836(b)	1	.092		
Continuity Correction(a)	.294	1	.587		
Likelihood Ratio	2.700	1	.100		
Fisher's Exact Test				.262	.262
Linear-by-Linear Association	2.813	1	.094		
N of Valid Cases	122				

a Computed only for a 2x2 table

b 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .26.

**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
For cohort Tingkat Keluhan Subjektif = Keluhan Sedang	3.903	2.881	5.288
N of Valid Cases	122		

**Status kesehatan \* Tingkat keluhan subjektif**

		Tingkat Keluhan Subjektif		Total	
		Keluhan Sedang	Keluhan Ringan		
Status Kesehatan	Sehat	Count	32	90	122
		% within Status Kesehatan	26.2%	73.8%	100.0%
Total		Count	32	90	122
		% within Status Kesehatan	26.2%	73.8%	100.0%

**Chi-Square Tests**

	Value
Pearson Chi-Square	.(a)
N of Valid Cases	122

a No statistics are computed because Status Kesehatan is a constant.

Lampiran 1 Analisis Statistik (lanjutan)

Risk Estimate

	Value
Odds Ratio for Status Kesehatan (Sehat / .)	.(a)

a No statistics are computed because Status Kesehatan is a constant.

Rata-rata volume konsumsi air minum setiap hari \* Tingkat keluhan subjektif

			Tingkat Keluhan Subjektif		Total
			Keluhan Sedang	Keluhan Ringan	
Rata-Rata Konsumsi Air Minum	< 8 gelas	Count	8	40	48
		% within Rata-Rata Konsumsi Air Minum	16.7%	83.3%	100.0%
	>= 8 gelas	Count	24	50	74
		% within Rata-Rata Konsumsi Air Minum	32.4%	67.6%	100.0%
Total		Count	32	90	122
		% within Rata-Rata Konsumsi Air Minum	26.2%	73.8%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	3.740(b)	1	.053		
Continuity Correction(a)	2.970	1	.085		
Likelihood Ratio	3.902	1	.048		
Fisher's Exact Test				.060	.041
Linear-by-Linear Association	3.709	1	.054		
N of Valid Cases	122				

a Computed only for a 2x2 table

b 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 12.59.

## Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Rata-Rata Konsumsi Air Minum (< 8 gelas / >= 8 gelas)	.417	.169	1.027
For cohort Tingkat Keluhan Subjektif = Keluhan Sedang	.514	.252	1.048
For cohort Tingkat Keluhan Subjektif = Keluhan Ringan	1.233	1.007	1.510
N of Valid Cases	122		





**KUESIONER PENELITIAN**  
**Analisis Tekanan Panas dan Keluhan Subjektif**  
**Pekerja Di Area Produksi PT. Pertamina (Persero)**  
***Production Unit Jakarta-Lubricants Tahun 2012***

---

Yang Terhormat Bapak/Saudara,

Saya Agil Helien Puspita, mahasiswa program sarjana jurusan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia (K3 FKM UI). Saat ini saya sedang menyelesaikan Skripsi/Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Tekanan Panas dan Tingkat Keluhan Subjektif Pada Pekerja di Area Produksi Pelumas Jakarta PT Pertamina (Persero) Tahun 2012**”.

Kuesioner ini bertujuan untuk memperoleh karakteristik individu dan juga keluhan subjektif akibat pajanan panas di area kerja. Informasi yang Saudara berikan melalui pengisian kuesioner ini sangat saya butuhkan untuk menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi saya. Untuk itu, saya mengharapkan partisipasi Saudara untuk mengisi kuesioner ini dengan jujur sesuai dengan kenyataan dan keadaan sebenarnya tanpa terpengaruh atau ada paksaan dari pihak manapun. Jawaban Saudara dalam kuesioner ini tidak berpengaruh terhadap penilaian kinerja dan data pribadi yang Saudara berikan akan saya rahasiakan.

Atas kerjasama dan kesediaan Saudara untuk meluangkan waktu mengisi kuesioner ini, saya ucapkan terimakasih.

Jakarta, April 2012

Agil Helien Puspita

**Universitas Indonesia**



5. Pakaian kerja jenis apa yang biasa Saudara gunakan ketika bekerja?
  - a. Seragam kerja saja
  - b. Seragam kerja + kaos oblong
  - c. Seragam kerja + kaos lebih dari satu (singlet tidak dihitung)

**D. INFORMASI WAKTU ISTIRAHAT PEKERJA**

6. Berapa lama waktu istirahat Saudara selama bekerja dalam sehari?
  - a. < 30 menit
  - b. 30 menit
  - c. 45 menit
  - d. 1 jam
7. Apakah menurut Saudara waktu istirahat yang disediakan mencukupi?
  - a. Ya
  - b. Tidak
8. Apakah Saudara bisa istirahat sejenak saat bekerja?
  - a. Ya
  - b. Tidak
9. Apakah Saudara merasa terganggu dengan pembagian jadwal kerja yang ditentukan?
  - a. Ya
  - b. Tidak

**E. INFORMASI STATUS AKLIMATISASI**

10. Berapa lama Saudara bekerja di area LOBP?
  - a. < 1 bulan
  - b. 1 – 6 bulan
  - c. > 6 bulan
11. Apakah Saudara baru cuti/ libur panjang? (3 minggu atau lebih)
  - a. Ya
  - b. Tidak
12. Jika ya, apakah setelah cuti Saudara langsung bekerja penuh selama jam kerja?
  - a. Ya
  - b. Tidak
13. Jika tidak, berapa lama jam kerja yang saudara lakukan?

Hari pertama \_\_\_\_\_ jam

Hari kedua \_\_\_\_\_ jam

Hari ketiga \_\_\_\_\_ jam

**F. INFORMASI PENYEDIAAN AIR MINUM**

14. Apakah perusahaan menyediakan air minum di lokasi kerja?
  - a. Ya
  - b. Tidak

15. Menurut Saudara, apakah lokasi air minum terjangkau oleh Saudara?  
 a. Ya            b. Tidak
16. Menurut Saudara, apakah air minum yang disediakan mencukupi kuantitasnya (jumlahnya) ?  
 a. Ya                      b. Tidak
17. Apakah Saudara bisa istirahat untuk minum saat bekerja?  
 a. Ya                      b. Tidak
18. Jenis air minum apa yang biasa Saudara konsumsi saat bekerja?  
 a. Air putih              b. Air teh                  c. Kopi  
 d. Air pengganti ion tubuh ( seperti : pocari sweat, hydro, coolant)  
 e. Minuman berenergi (seperti : extra joss, kratingdaeng, jus ginseng energi)
19. Berapa banyak Saudara minum setiap harinya selama jam kerja? (1 gelas tanpa gagang = 250 ml)  
 a.  $\leq$  8 gelas                      b.  $>$  8 gelas
20. Setiap berapa lama Saudara mengkonsumsi air minum?  
 a.  $<$  15 menit sekali              b. 15 menit sekali  
 c. 30 menit sekali                  d.  $>$  30 menit sekali

**G. INFORMASI STATUS KESEHATAN**

21. Apakah Saudara menderita penyakit kronis :

Jenis Penyakit	Ya	Tidak	Waktu	Status (Sembuh / Pengobatan)
Jantung				
Paru-paru				
Ginjal				
Liver				
Diabetes				

**Bagian II**

**Petunjuk Pengisian**

- Berilah tanda checklist ( ✓ ) di salah satu kolom yang disediakan sesuai dengan keluhan yang Saudara rasakan.

- Apabila ingin mengganti jawaban, coret jawaban sebelumnya dengan tanda =

**SS** : Sangat Sering, keluhan dirasakan setiap hari

**S** : Sering, keluhan dirasakan 3-4 kali dalam seminggu

**J** : Jarang, keluhan dirasakan 1-2 kali dalam seminggu

**TP** : Tidak Pernah ada keluhan

**Apakah selama jam kerja atau sesudah jam kerja saudara merasa :**

No.	Keluhan	SS (setiap hari)	S (3-4 kali)	J (1-2 kali)	TP
1.	Banyak mengeluarkan keringat				
2.	Merasa cepat haus				
3.	Pusing atau berkunang-kunang				
4.	Mual, mau muntah, eneg				
5.	Lemas				
6.	Kurang konsentrasi				
7.	Perasaan ingin pingsan				
8.	Kulit terasa panas				
9.	Kulit terasa perih kemerahan				
10.	Kulit terasa kering dan pucat				
11.	Kulit lembab dan biang keringat				
12.	Jarang kencing				
13.	Cepat lelah				

Lampiran 2 Kuesioner Penelitian (lanjutan)

No.	Keluhan	SS (setiap hari)	S (3-4 kali)	J (1-2 kali)	TP
14.	Detak jantung cepat				
15.	Kram/kejang otot perut				
16.	Kram/ kejang otot lengan				
17.	Kram/kejang otot kaki				
18.	Hilang keseimbangan				
19.	Tidak nyaman				
20.	Gelisah ketika bekerja				

-----Terimakasih atas Partisipasi Saudara-----

Universitas Indonesia

Lampiran 3 Perhitungan IMT dan Estimasi Panas Metabolik Responden (lanjutan)

Keterangan :

BB : Berat Badan

TB : Tinggi Badan

IMT : Indeks Massa Tubuh

PK : Posisi Kerja

PT : Penggunaan Tangan

BM : Basal Metabolik

EPM : Estimasi Panas Metabolik

No	Jenis Pekerjaan	Area Kerja	BB	TB	IMT	PK	PT	BM	EPM
001	Stacking	Filling Rotary LOBP I	51	1.65	18.73	0.60	2.50	1.00	179
002	Stacking	Filling Rotary LOBP I	53	1.65	19.47	0.60	2.50	1.00	186
003	Timbangan	Filling Rotary LOBP I	50	1.61	19.29	0.60	2.00	1.00	154
004	Induction Sealer	Filling Rotary LOBP I	40	1.59	15.82	0.60	1.50	1.00	106
005	Supervisor	Filling Rotary LOBP I	78	1.70	26.99	2.00	1.00	1.00	267
006	Sealer Packing	Filling Rotary LOBP I	62	1.59	24.52	0.60	1.50	1.00	165
007	Service Tag	Filling Rotary LOBP I	75	1.70	25.95	0.30	1.00	1.00	148
008	Karton	Filling Rotary LOBP I	56	1.70	19.38	0.60	1.50	1.00	149
009	Timbangan	Filling Rotary LOBP I	50	1.65	18.37	0.60	2.00	1.00	154
010	Pengisian	Filling Rotary LOBP I	51	1.65	18.73	0.60	1.50	1.00	136
011	Operator Pengisian	Filling Rotary LOBP I	62	1.72	20.96	0.60	1.50	1.00	165
012	Service Tag	Filling Rotary LOBP I	53	1.65	19.47	0.30	1.00	1.00	104
013	Pengisian	Filling Rotary LOBP I	59	1.66	21.41	0.60	1.50	1.00	157
014	Bottle Feeder	Filling Rotary LOBP I	80	1.70	27.68	0.60	1.60	1.00	219
015	QC Labelling	Filling Rotary LOBP I	59	1.60	23.05	0.60	1.50	1.00	157
016	QC	Filling Rotary LOBP I	64	1.75	20.90	0.30	1.50	1.00	154

Universitas Indonesia

Lampiran 3 Perhitungan IMT dan Estimasi Panas Metabolik Responden (lanjutan)

017	QC	Filling Rotary LOBP I	68	1.63	25.59	0.30	1.50	1.00	163
018	QC	Filling Rotary LOBP I	57	1.60	22.27	0.30	1.50	1.00	137
019	Meja Pengumpul	Filling Rotary LOBP I	51	1.59	20.17	0.60	2.50	1.00	179
020	Service Tag	Filling Rotary LOBP I	50	1.68	17.72	0.30	1.00	1.00	99
021	Karton	Filling Rotary LOBP I	50	1.67	17.93	0.60	1.50	1.00	133
022	QC (spv)	Filling Rotary LOBP I	54	1.69	18.91	0.60	1.50	1.00	143
023	Capper	Filling Rotary LOBP I	46	1.62	17.53	0.60	1.80	1.00	134
024	Timbangan	Filling Alwid A LOBP I	56	1.65	20.57	0.60	2.00	1.00	173
025	Sealer Packing	Filling Alwid A LOBP I	53	1.64	19.71	0.60	1.50	1.00	141
026	Stacking	Filling Alwid A LOBP I	56	1.67	20.08	0.60	2.50	1.00	197
027	QC Labelling	Filling Rotary LOBP I	53	1.70	18.34	0.60	1.50	1.00	141
028	Meja Pengumpul	Filling Rotary LOBP I	56	1.40	28.57	0.60	2.50	1.00	197
029	Capper	Filling Rotary LOBP I	68	1.60	26.56	0.60	1.80	1.00	198
030	Timbangan	Filling Alwid A LOBP I	45	1.50	20.00	0.60	2.00	1.00	139
031	Packing / Stacking	Filling Alwid A LOBP I	45	1.55	18.73	0.60	2.50	1.00	158
032	Packing / Stacking	Filling Alwid A LOBP I	59	1.75	19.27	0.60	2.50	1.00	207
033	Packing / Stacking	Filling Alwid A LOBP I	40	1.62	15.24	0.60	2.50	1.00	141
034	Meja Pengumpul	Filling Alwid A LOBP I	78	1.66	28.31	0.60	2.50	1.00	274
035	Karton	Filling Alwid A LOBP I	60	1.71	20.52	0.60	1.50	1.00	159
036	QC Badge Number	Filling Alwid A LOBP I	55	1.80	16.98	0.30	1.50	1.00	132
037	Induction Sealer	Filling Alwid A LOBP I	85	1.70	29.41	0.60	1.50	1.00	226
038	Induction Sealer	Filling Alwid A LOBP I	55	1.65	20.20	0.60	1.50	1.00	146
039	Meja Pengumpul	Filling Alwid A LOBP I	60	1.66	21.77	0.60	2.50	1.00	211

Lampiran 3 Perhitungan IMT dan Estimasi Panas Metabolik Responden (lanjutan)

040	QC Induction Sealer	Filling Alwid A LOBP I	52	1.70	17.99	0.60	1.50	1.00	138
041	Capper	Filling Alwid A LOBP I	55	1.70	19.03	0.60	1.80	1.00	160
042	Bottle Feeder	Filling Alwid A LOBP I	63	1.65	23.14	0.60	1.60	1.00	173
043	Stacking	Filling Alwid B LOBP I	52	1.62	19.81	0.60	2.50	1.00	183
044	Sealer Packing	Filling Alwid B LOBP I	54	1.59	21.36	0.60	1.50	1.00	143
045	Meja Pengumpul	Filling Alwid B LOBP I	50	1.67	17.93	0.60	2.50	1.00	176
046	Meja Pengumpul	Filling Alwid B LOBP I	50	1.72	16.90	0.60	2.50	1.00	176
047	QC Laser Badge	Filling Alwid B LOBP I	60	1.70	20.76	0.30	1.50	1.00	144
048	Meja Pengumpul	Filling Alwid B LOBP I	60	1.60	23.44	0.60	2.50	1.00	211
049	QC (spv)	Filling Alwid B LOBP I	50	1.60	19.53	0.60	1.50	1.00	133
050	Meja pengumpul	Filling Alwid A LOBP I	60	1.65	22.04	0.60	2.50	1.00	211
051	Capper	Filling Alwid A LOBP I	48	1.65	17.63	0.60	1.80	1.00	140
052	Capper	Filling Alwid A LOBP I	42	1.60	16.41	0.60	1.80	1.00	122
053	Bottle Feeder	Filling Alwid A LOBP I	41	1.60	16.02	0.60	1.60	1.00	112
054	Timbangan	Filling Alwid B LOBP I	80	1.70	27.68	0.60	2.00	1.00	247
055	Timbangan	Filling Alwid B LOBP I	65	1.65	23.88	0.60	2.00	1.00	201
056	Karton	Filling Alwid B LOBP I	40	1.50	17.78	0.60	1.50	1.00	106
057	Meja Pengumpul	Filling Alwid B LOBP I	40	1.70	13.84	0.60	2.50	1.00	141
058	Packing / Stacking	Filling Alwid B LOBP I	50	1.55	20.81	0.60	2.50	1.00	176
059	QC Badge Number	Filling Alwid B LOBP I	55	1.67	19.72	0.30	1.50	1.00	132
060	Induction Sealer	Filling Alwid B LOBP I	50	1.65	18.37	0.60	1.50	1.00	133
061	Pengisian	Filling Alwid B LOBP I	56	1.67	20.08	0.60	1.50	1.00	149
062	Bottle Feeder	Filling Alwid B LOBP I	65	1.57	26.37	0.60	1.60	1.00	178

Lampiran 3 Perhitungan IMT dan Estimasi Panas Metabolik Responden (lanjutan)

063	Bottle Feeder	Filling Alwid B LOBP I	68	1.70	23.53	0.60	1.60	1.00	187
064	Bottle Feeder	Filling Alwid A LOBP I	73	1.67	26.18	0.60	1.60	1.00	200
065	Filling Drum	Filling Drum LOBP II	63	1.68	22.32	0.60	2.50	1.00	221
066	Blending	Filling Drum LOBP II	63	1.62	24.01	2.00	2.50	1.00	297
067	Bottle Feeder	Filling Alwid B LOBP I	57	1.70	19.72	0.60	1.60	1.00	156
068	Capper	Filling Alwid B LOBP I	70	1.70	24.22	0.60	1.80	1.00	204
069	Labelling	Filling Alwid B LOBP I	56	1.65	20.57	0.60	1.50	1.00	149
070	Labelling	Filling Alwid A LOBP I	52	1.62	19.81	0.60	1.50	1.00	138
071	Filling Drum	Filling Drum LOBP II	65	1.60	25.39	0.60	2.50	1.00	228
072	Blending	Filling Drum LOBP II	95	1.65	34.89	0.60	2.50	1.00	334
073	QC	Filling Drum LOBP II	52	1.67	18.65	2.00	1.50	1.00	201
074	Filling Drum	Filling Drum LOBP II	52	1.69	18.21	0.60	2.50	1.00	183
075	Dispatch	Filling Drum LOBP II	55	1.72	18.59	2.00	2.50	1.00	259
076	Packing / Stacking	Filling In Line LOBP I	43	1.65	15.79	0.60	2.50	1.00	151
077	Stacking	Filling In Line LOBP I	44	1.56	18.08	0.60	2.50	1.00	155
078	Stacking	Filling In Line LOBP I	55	1.67	19.72	0.60	2.50	1.00	193
079	QC	Filling In Line LOBP I	72	1.65	26.45	0.60	1.50	1.00	191
080	Induction Sealer	Filling In Line LOBP I	44	1.65	16.16	0.60	1.60	1.00	121
081	Capper	Filling In Line LOBP I	50	1.62	19.05	0.60	1.80	1.00	146
082	Filling Drum	Filling Drum LOBP II	48	1.65	17.63	0.60	2.50	1.00	169
083	Filling Drum	Filling Drum LOBP II	55	1.67	19.72	0.60	2.50	1.00	193
084	Dispatch	Filling Drum LOBP II	84	1.70	29.07	2.00	2.50	1.00	297
085	Stacking	Filling In Line LOBP I	50	1.68	17.72	0.60	2.50	1.00	176

Lampiran 3 Perhitungan IMT dan Estimasi Panas Metabolik Responden (lanjutan)

086	Stacking	Filling In Line LOBP I	53	1.65	19.47	0.60	2.50	1.00	186
087	Packing / Stacking	Filling In Line LOBP I	64	1.73	21.38	0.60	2.50	1.00	225
088	Packing / Stacking	Filling In Line LOBP I	55	1.65	20.20	0.60	2.50	1.00	193
089	Packing / Stacking	Filling In Line LOBP I	65	1.63	24.46	0.60	2.50	1.00	228
090	Packing / Stacking	Filling In Line LOBP I	55	1.55	22.89	0.60	2.50	1.00	193
091	Capper	Filling In Line LOBP I	70	1.71	23.94	0.60	1.80	1.00	204
092	Bottle Feeder	Filling In Line LOBP I	43	1.59	17.01	0.60	1.60	1.00	118
093	Capper	Filling In Line LOBP I	50	1.64	18.59	0.60	1.80	1.00	146
094	Bottle Feeder	Filling In Line LOBP I	60	1.59	23.73	0.60	1.60	1.00	165
095	Operator Pengisian	Filling In Line LOBP I	50	1.60	19.53	0.60	1.50	1.00	133
096	Sablon	Ruang Stencil LOBP I	64	1.79	19.97	0.60	3.00	1.00	252
097	Sablon	Ruang Stencil LOBP I	59	1.62	22.48	0.60	3.00	1.00	233
098	QC Laser Badge	Filling In Line LOBP I	55	1.67	19.72	0.60	1.50	1.00	146
099	Supervisor	Filling In Line LOBP I	110	1.73	36.75	2.00	1.00	1.00	283
100	Karton	Filling In Line LOBP I	65	1.55	27.06	0.60	1.50	1.00	173
101	Karton	Filling In Line LOBP I	49	1.68	17.36	0.60	1.50	1.00	130
102	Meja Pengumpul	Filling In Line LOBP I	44	1.70	15.22	0.60	2.50	1.00	155
103	Timbangan	Filling In Line LOBP I	60	1.73	20.05	0.60	2.00	1.00	185
104	Operator Pengisian	Filling In Line LOBP I	62	1.68	21.97	0.60	1.50	1.00	165
105	Operator Pengisian	Filling In Line LOBP I	55	1.62	20.96	0.60	1.50	1.00	146
106	Sablon	Ruang Stencil LOBP I	55	1.60	21.48	0.60	3.00	1.00	217
107	Sablon	Ruang Stencil LOBP I	52	1.65	19.10	0.60	3.00	1.00	205
108	Sablon	Ruang Stencil LOBP I	54	1.67	19.36	0.60	3.00	1.00	213

Lampiran 3 Perhitungan IMT dan Estimasi Panas Metabolik Responden (lanjutan)

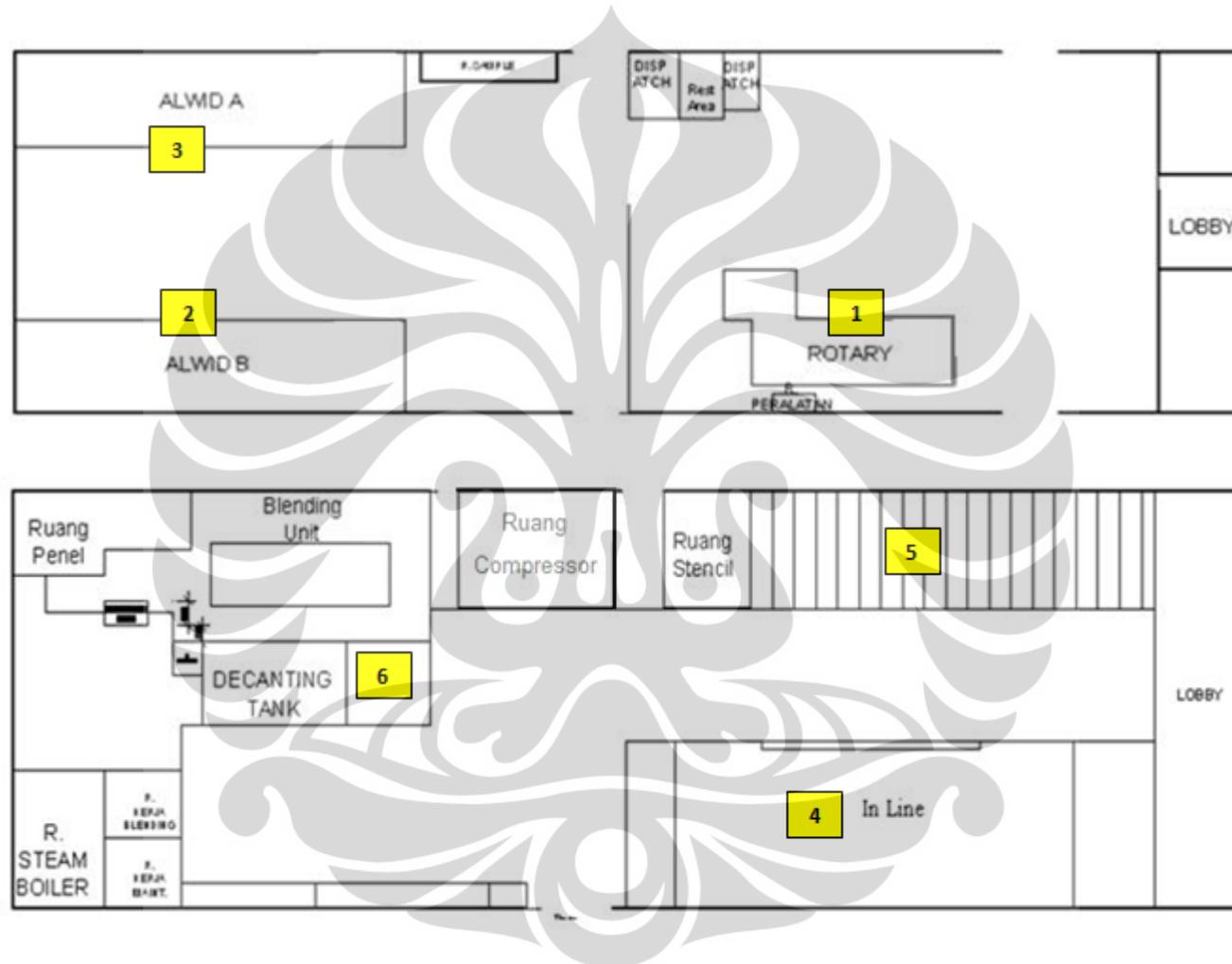
109	Sablon	Ruang Stencil LOBP I	61	1.65	22.41	0.60	3.00	1.00	241
110	Blending	Blending LOBP I	65	1.60	25.39	2.00	2.50	1.00	306
111	Dispatch	Filling Drum LOBP II	52	1.60	20.31	2.00	2.50	1.00	245
112	Blending	Blending LOBP I	66	1.70	22.84	2.00	2.50	1.00	311
113	Filling Drum	Filling Drum LOBP II	54	1.68	19.13	0.60	2.50	1.00	190
114	Penyegelan	Filling Drum LOBP II	65	1.68	23.03	2.00	1.50	1.00	251
115	Dispatch	Filling Drum LOBP II	90	1.72	30.42	2.00	2.50	1.00	318
116	Dispatch	Filling Drum LOBP II	58	1.65	21.30	2.00	2.50	1.00	273
117	Blending	Blending LOBP I	80	1.71	27.36	2.00	2.50	1.00	283
118	Dispatch	Filling Drum LOBP II	45	1.59	17.80	2.00	2.50	1.00	212
119	Penyegelan	Filling Drum LOBP II	58	1.65	21.30	2.00	1.50	1.00	224
120	Dispatch	Filling Drum LOBP II	95	1.77	30.32	2.00	2.50	1.00	448
121	QC	Filling Drum LOBP II	65	1.60	25.39	2.00	1.50	1.00	251
122	Dispatch	Filling Drum LOBP II	68	1.70	23.53	2.00	2.50	1.00	321

Lampiran 4 Lokasi PT Pertamina (Persero) Production Unit Jakarta – Lubricants



Universitas Indonesia

Lampiran 5 Lokasi Titik Pengukuran



Universitas Indonesia

Lampiran 5 Lokasi Titik Pengukuran (lanjutan)

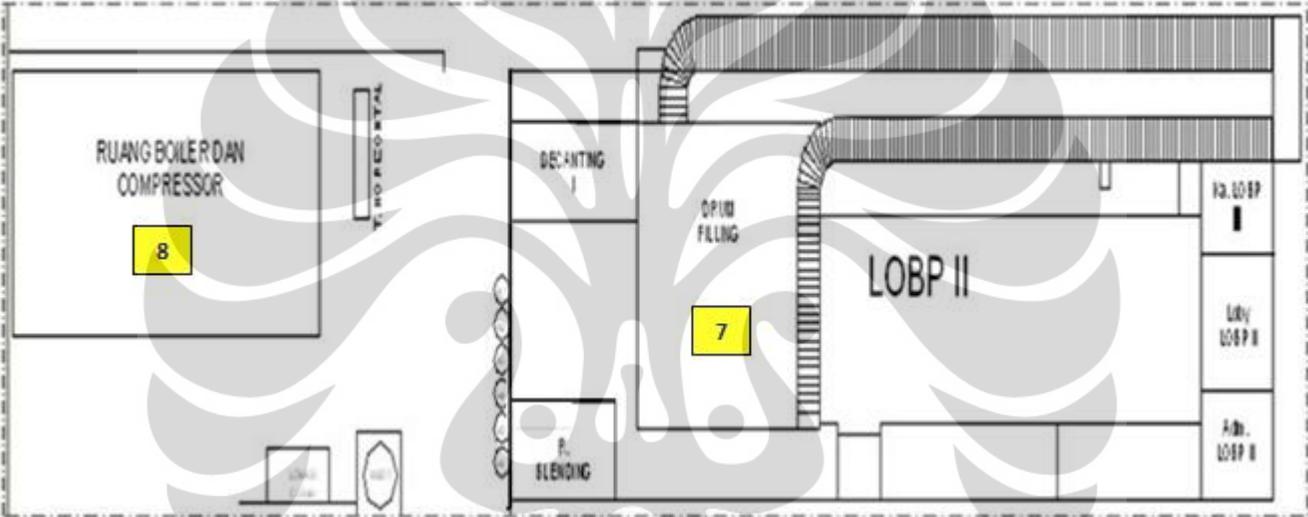




Foto 1. Pintu sebagai akses keluar masuk pekerja dan barang produksi (tertutup)



Foto 2. Pintu sebagai akses keluar masuk pekerja dan barang produksi (terbuka)

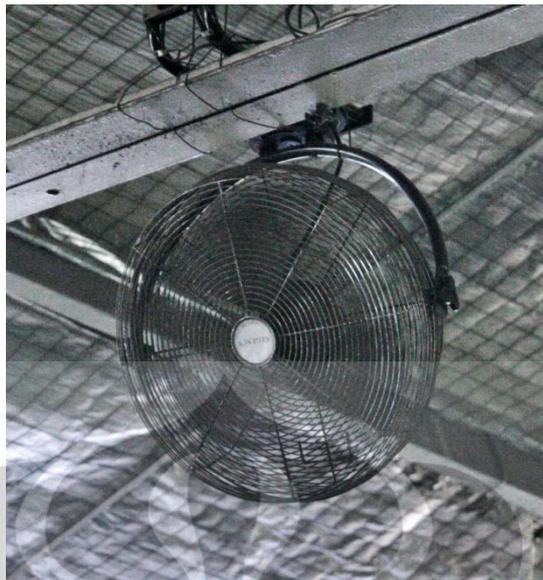


Foto 3. Kipas angin di area produksi pelumas

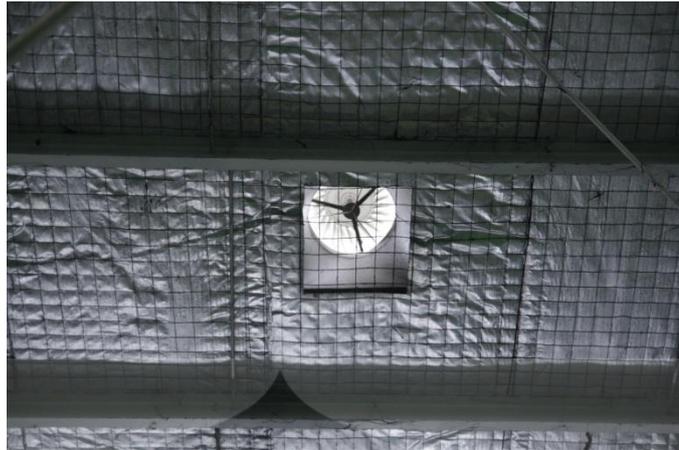


Foto 4. Blower yang terpasang pada bagian atap area produksi pelumas



Foto 5. Exhaust fan di area produksi pelumas

Lampiran 6 Kondisi Lingkungan Kerja (lanjutan)



Foto 6. Celah di bagian dinding sekeliling gedung area produksi pelumas



Foto 7. Celah di bagian atap LOBP-II



Foto 8. Lokasi air minum



Foto 9. Alat ukur (Thermal Environment Monitor)



Foto 10. Stop watch



The certificate is framed by a decorative border. At the top center is the logo for 'has environmental', with 'has' in a stylized font and 'environmental' below it. The title 'CERTIFICATE OF CALIBRATION' is prominently displayed in the center. Below the title, the certificate number is listed as '104/QT/VI/TS/2011'. The 'Description of instrument' section lists the following details: Type: Area Heat Stress Monitor; Model: Quest Temp 34; Serial Number: TEA 060021; Date of Calibration: 20 June 2011; Due Date: 20 June 2012; Company: FKM Universitas Indonesia; Address: Gedung C Lantai 3, Kampus FKM UI Depok 16424. The 'Calibrated by' section features a signature and the name 'Amiddin Noor'. A paragraph of text provides a recommendation for annual calibration. At the bottom, the company name 'PT. Has Environmental' is listed along with its address and contact information.

**has**  
environmental

**CERTIFICATE OF CALIBRATION**

Certificate Number : 104/QT/VI/TS/2011

**Description of instrument,**

Type : Area Heat Stress Monitor  
Model : Quest Temp 34  
Serial Number : TEA 060021  
Date of Calibration : 20 June 2011  
Due Date : 20 June 2012  
Company : FKM Universitas Indonesia  
Address : Gedung C Lantai 3, Kampus FKM UI  
Depok 16424

Calibrated by:   
Amiddin Noor

In order to maintain best instrument performance over time and in event of inspection, we recommend the instrument be calibrated annually. Any number of factors may cause the calibration item to drift out of calibration before the recommended interval has expired.

This Report must not be reproduced except in its entirety without the written approval of PT Has Environmental.

**PT. Has Environmental**  
Ruko Mega Cempaka Mas Blok 1/12 Jl. Letjen Suprpto Cempaka Putih Jakarta Pusat 10640, Indonesia  
Telp : (62-21) 42900007, 42900008 Fax : (62-21) 4264624