

**HUBUNGAN *HEAT STRESS* DENGAN *FATIGUE* PADA  
PEKERJA PENGELASAN DI PT. ADHI PERSADA  
GEDUNG (APG) BEKASI  
TAHUN 2019**

**SKRIPSI**



**U N I V E R S I T A S  
BINAWAN**

**SARAH ARASY SAHNA**

**NIM. 031511063**

**PRODI D.IV KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS BINAWAN  
JAKARTA  
2019**



U N I V E R S I T A S  
**BINAWAN**

**HUBUNGAN *HEAT STRESS* DENGAN *FATIGUE* PADA  
PEKERJA PENGELASAN DI PT. ADHI PERSADA  
GEDUNG (APG) BEKASI  
TAHUN 2019**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Terapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja**

**Oleh: SARAH ARASY SAHNA**

**NIM. 031511063**

**PRODI D.IV KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS BINAWAN  
JAKARTA  
2019**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sarah Arasy Sahna  
NIM : 031511063  
Prodi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul:

**“Hubungan *Heat Stress* dengan *Fatigue* pada Pekerja Pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi Tahun 2019.”**

Adalah benar-benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari skripsi orang lain. Apabila pada kemudian hari pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademis yang berlaku (cabut predikat kelulusan dan gelar sarjana).

Jakarta, 22 Juli 2019



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Binawan, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sarah Arasy Sahna  
NIM : 031511063  
Prodi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
Jenis Karya : Skripsi

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

**“Hubungan *Heat Stress* dengan *Fatigue* pada Pekerja Pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi Tahun 2019.”**

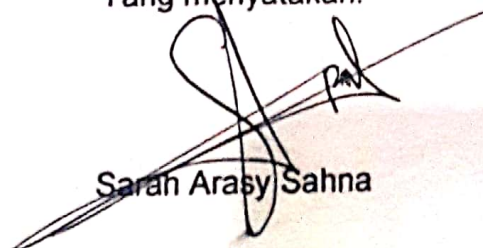
Beserta perangkat yang ada (apabila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja Universitas Binawan berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Jakarta

Pada tanggal 22 Juli 2019

Yang menyatakan:

  
Sarah Arasy Sahna

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Sarah Arasy Sahna

NIM : 031511063

Prodi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Judul Skripsi : Hubungan Heat Stress dengan Fatigue pada  
Pekerja Pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung  
(APG) Bekasi Tahun 2019

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program  
Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja Universitas Binawan Jakarta  
pada tanggal 18 Juli 2019 dan telah diperbaiki sesuai masukan Dewan  
Penguji.

Jakarta, 25 Juli 2019

Penguji I

(Husen SST. K3, M.Si)

Penguji II

(Lulus Suci Hendrawati, S.Kom, M.Si)

Pembimbing



(dr. Agung Cahyo, M.Si.)

## Riwayat Hidup

### Data Pribadi

Nama : Sarah Arasy Sahna  
Tempat/ tgl lahir : Bekasi 16 Juni 1997  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Status Perkawinan : Belum Kawin  
Alamat : Pondok Surya Mandala. JL. Surya Indah 3 Blok C No. 20.  
RT 14/ RW 13. Jakamulya. Bekasi Selatan. 17146  
Nomor Telepon : 081224330069  
Email : Saraharasy97@gmail.com

### Pendidikan

---

<b>2003-2009</b>	<b>SDN Jati Asih VIII Bekasi</b>
<b>2010-2013</b>	<b>SMP Islam Darussalam Bekasi</b>
<b>2013-2015</b>	<b>SMAN 6 Kota Bekasi</b>
<b>2015-2019</b>	<b>Universitas Binawan Prodi Keselamatan dan Kesehatan Kerja</b>

### Seminar dan Pelatihan

---

- ✚ SEMINAR K3 NASIONAL di STIKES Mitra Ria Husada 12 September 2015  
"Strategi Meningkatkan Kualitas Dan Profesionalisme Tenaga K3 Dalam Menghadapi Masyarakat Ekonomi ASEAN."
- ✚ SEMINAR K3 NASIONAL di Aula FKK UMJ 30 Januari 2016 "Strategi Peningkatan Budaya K3 Untuk Mendorong Produktivitas Dan Daya Saing Di Pasar Internasional."
- ✚ SEMINAR di Universitas Binawan 16 Februari 2016 "Dengan Strategi Meningkatkan SMK3 Dan Budaya K3 akan Berdampak Pada Produktivitas Kerja."

- ✚ SEMINAR di Universitas Binawan 4 Juni 2016 “Strategi Penerapan SMK P Minerba Dalam Industri Pertambangan.”
- ✚ SEMINAR K3 NASIONAL di Gedung BPPT, Jakarta 25 Maret 2017 “K3 Sebagai Landasan Indonesia Untuk Persaingan Internasional dengan Meningkatkan Kualitas Pembangunan Nasional dan Kelestarian Lingkungan.”
- ✚ SEMINAR *SAFETY COMMUNICATION* by Edy Saptono di APKI
- ✚ SEMINAR K3 NASIONAL di Gedung BPPT, Jakarta 7 April 2018 “Penerapan K3 Dalam Mewujudkan Pembangunan Infrastruktur yang Aman, Efisien, dan Ramah Lingkungan di Era Pembangunan Nasional.”
- ✚ *Stadium Generale to Commemorate the 17th Dies Natalis and the Transformation into Binawan University entitled held in Binawan University on 13th August 3018 “Establish a global network of educational institutional cooperation: Empirical Studies in Management and Science University (MSU).” And “Occupational Health and Safety: HRA.”*
- ✚ SEMINAR K3 NASIONAL di Universitas Indonesia, Depok 21 Mei 2016 “Strategi Peningkatan Performa K3 Organisasi di Era Masyarakat Ekonomi ASEAN Ditinjau Dari Aspek Manusia.”
- ✚ TRAINING K3 di Universitas Binawan 17 Desember 2016 “*Learn How to Use Measuring Devices in Workplace with Petrolab Services.*”
- ✚ TRAINING K3 di Universitas Binawan 12 Agustus 3017 “*Guest Lecture & Training: Heat Stress Management & How to Measure Work Temperature by Using WBGT.*”
- ✚ *INTEGRATED 1 DAY TRAINING ISO 45001 & 31000 at Binawan University 24th March 2018.*
- ✚ *TRAINING Basic Fire, Basic First Aid, and Evacuation at Binawan University.*
- ✚ *TRAINING INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM OHSAS 18001 AND ISO 14001:2015 at Binawan University 18th March 2017.*
- ✚ Pelatihan AK3 Muda LSPTT di Jakarta 24 November 2016.

## Kata Pengantar

*Bismillahirrahmanirrahim*

Puji syukur bagi Allah SWT atas nikmat sehat serta kasih sayangNya yang telah membekaliku ilmu, pemahaman serta kemudahan sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Hubungan *Heat Stress* dengan *Fatigue* pada Pekerja Pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019**” dalam rangka memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana terapan K3 prodi Keselamatan dan Kesehatan Kerja Universitas Binawan.

Tugas akhir skripsi ini ku persembahkan kepada kedua orang tuaku sebagai rasa bakti dan hormatku atas kasih sayang & kesempatan yang telah diberikan kepadaku untuk dapat menyelesaikan pendidikan setinggi mungkin dan menggapai cita-cita dengan tujuan yang mulia.

Sejak awal dilaksanakannya penelitian hingga terselesainya skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini, peneliti bermaksud untuk mengucapkan rasa terimakasih kepada yang terhormat:

- 1) Kedua orang tuaku Drs. Sahuri, S.ST.K3., M.A dan Rina Wijayanti yang telah mencintai dan menyayangi ku, serta memberikan perhatian baik moril maupun materil. Terimakasih dengan tulus ku ucapkan atas segala doa yang tiada henti dipanjatkan dalam setiap sujudmu untuk menjadikanku pribadi yang tetap rendah hati, memiliki derajat yang tinggi, membawa nama baik serta dapat bermanfaat bagi semua orang.
- 2) Untuk Kakek dan Nenekku yang tercinta, Kusdiyanto dan Sri Ningsih. Terimakasih telah membimbingku, dan memberikanku arahan dalam setiap urusan.
- 3) Untuk adikku yang tersayang, Annisa Zakia Sahna terimakasih atas segala dukungan dan bantuannya.



- 4) Husen S.ST.K3., M.Si selaku Kepala Program Studi K3 Universitas Binawan.
- 5) dr. Agung Cahyono T, M.Si selaku Dosen Pembimbing dalam skripsi ini.
- 6) Husen S.ST., K3, M.Si selaku Dosen Penguji I yang telah membantu dan mengarahkan dalam skripsi ini.
- 7) Lulus Suci Hendrawati, S.Kom, M.Si selaku Dosen Penguji II yang telah membantu dan mengarahkan dalam skripsi ini.
- 8) Bapak Agus SM, selaku PM di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi.
- 9) Bapak Yuswan T, selaku DPM di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi.
- 10) Bapak Aristanto S, selaku HSE di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi.
- 11) Seluruh *staff* PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi.
- 12) Seluruh dosen dan *staff* Prodi K3 Universitas Binawan yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman terkait bidang K3nya kepada peneliti.
- 13) Jeremy Sumarauw, rekan Praktek Kerja Lapangan (PKL) saya selama 3 bulan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi.
- 14) Sahabat terdekatku sekaligus *24 hours support system / Emergency Call* K.H. Family (Umi dewi, Siway, Ibeng, Suki, Sasa, Nadirah, dan Jane) yang telah menemani selama 4 tahun bersama terimakasih untuk segala tawa dan cerita.
- 15) Senior dan alumni K3 Universitas Binawan yang tidak bisa kusebutkan satu per-satu.

- 16) Teman-temanku yang ku sayang K3 A 2015, terutama Ismi Jek Enjel Forever Bangs, Amel, Rani dan Kak Latief terimakasih atas bantuan, semangat dan dukungannya.
- 17) Sahabat sedari SMA-ku, Galuh Lintang yang sampai sekarang menjadi tempat berkeluh kesah segala cerita sejak masa-masa SMA.
- 18) Sahabat sedari SMP-ku, Merti Liani, Rieska Dayanti, Nabila Yasmin, Siti Indira, Suci Ramadhani.
- 19) Sahabat sedari kecilku, dr. Fadlika Harinda.
- 20) For all of my people who accompany me through thick and thin.

***“I have come to love my self, for who i am, for who i was, and for who i hope to become.” - RM***

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan baik dari segi penulisan maupun penyajian data. Maka dari itu peneliti berharap pembaca dapat memberikan kritik dan saran yang membangun demi kebaikan skripsi ini dan penelitian yang selanjutnya.

Akhir kata semoga penelitian ini dapat menjadi karya tulisan yang dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Jakarta, 25 Juli 2019

Sarah Arasy Sahna

## ABSTRAK

Nama : Sarah Arasy Sahna  
Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
Judul : Hubungan *Heat Stress* dengan *Fatigue* Pada Pekerja Pengelasan Di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi

### Latar Belakang:

*Heat Stress* adalah keadaan suhu lingkungan kerja yang meliputi radiasi sumber panas, tingginya kelembaban udara, serta pajanan langsung dengan aktifitas maupun benda yang mengeluarkan panas. Pengukuran suhu panas dan kelembaban dilakukan di 2 *unit* pengelasan PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi, yaitu *unit Riser Shaft & Pabrikasi Support*. Hasil pengukuran menunjukkan suhu panas dan kelembaban tertinggi pada *unit Riser Shaft*, yaitu 30,04 °C dan 88,17 %RH. Suhu panas yang dihasilkan melebihi NAB (> NAB) sehingga menyebabkan lingkungan kerja terasa panas dan memberikan dampak kesehatan bagi pekerja pengelasan, yaitu banyaknya pengeluaran keringat, rasa haus, lemas, nyeri otot, pusing, hingga timbulnya kelelahan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan *heat stress* dengan *fatigue* pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi.

### Metode:

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analitik observasional dengan desain pendekatan *cross sectional*. Populasi dalam penelitian ini adalah 40 pekerja pengelasan PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi yang bekerja di *unit Riser Shaft & Pabrikasi Support*. Teknik pengambilan sampel menggunakan *total sampling* pada pekerja pengelasan yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan dalam penelitian. Analisis data *univariate* dan *bivariate* menggunakan uji *Chi Square* dengan aplikasi SPSS 17.0.

### Hasil:

Diperoleh hasil analisis *univariate* yang menunjukkan bahwa terdapat sebanyak 24 responden (60%) yang mengalami lelah tinggi dan 16 responden (40%) yang mengalami lelah sedang. Hasil analisis *bivariate* menunjukkan ada hubungan *heat stress* dengan *fatigue* dengan nilai *P Value* sebesar 0,010 (< 0,05).

### Simpulan:

Ada hubungan *heat stress* dengan *fatigue* pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi.

**Keyword:** *Heat stress, Fatigue*

## **ABSTRACT**

Name : Sarah Arasy Sahna  
Study Program : Occupational Health and Safety  
Title : *The relationship of Heat Stress with Fatigue On Welders in PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi*

### **Background:**

*Heat Stress is a state of temperature of work environment that includes radiation of heat sources, high humidity, as well as exposure to the activities or objects that give off heat. The results of the measurement of the temperature of heat and humidity are done in 2 welding unit in PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi, Riser Shaft & Fabrication Support. The results of the measurements indicate that the highest temperature of heat and humidity in Riser Shaft were 30.04 °C and 88.17% RH. The temperature of heat produced would certainly exceed the Threshold Limit Value (> TLV) so that welding environment can cause hot temperature and give impact to welders become often sweating, thirst, weakness, muscle pain, dizziness, and fatigue. This research is aimed to know the relation of heat stress with fatigue on welders in PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi.*

### **Method:**

*The methods used in this study was observational analytic methods with cross sectional design. The population in this research is 40 welders of PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi who worked in Riser Shafts & Fabrication Support. This research use total sampling technique for welders who meet the criteria of inclusion and exclusion that has been established in this research. Data analyzed by univariate and bivariate using Chi Square test with SPSS 17.0.*

### **Results:**

*The results of the univariate analysis showed that there were 24 respondents (60%) who experienced high fatigue and 16 respondents (40%) who experienced moderate fatigue. The results of the bivariate analysis showed that there was a relationship of heat stress with fatigue with the number of a PValue= 0.010 (<0.05).*

### **Conclusion:**

*There is a relationship of heat stress with fatigue on welders in PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi.*

**Keyword:** Heat stress, Fatigue

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN RIWAYAT HIDUP .....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK BAHASA INDONESIA .....	x
ABSTRAK BAHASA INGGRIS .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR ISTILAH/ SINGKATAN ( <i>GLOSSARY</i> ) .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.3.1 Tujuan Umum .....	4
1.3.2 Tujuan Khusus.....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
1.5. Ruang Lingkup Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1. Tekanan Panas.....	6
2.2. Kelelahan.....	28
2.3. Kerangka Teori .....	46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	47
3.1. Kerangka Konsep .....	47
3.2. Hipotesis.....	48

3.3.	Jenis dan Rancangan Penelitian.....	48
3.4.	Populasi dan Sampel Penelitian .....	48
3.5.	Definisi Operasional.....	49
3.6.	Sumber Data Penelitian .....	51
3.7.	Instrumen Penelitian .....	51
3.8.	Pengumpulan data.....	53
3.9.	Pengolahan dan Analisis Data .....	53
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	57
4.1.	Gambaran Perusahaan.....	57
4.2.	Hasil Analisis Univariate .....	61
4.2.1.	Usia.....	61
4.2.2.	Status Gizi.....	61
4.2.3.	Konsumsi Air Minum Selama 8 Jam Kerja .....	62
4.2.4.	Kelelahan Kerja.....	62
4.2.5.	Intensitas Suhu Panas dan Kelembaban.....	63
4.3.	Hasil Analisis Bivariate.....	63
4.3.1.	Hubungan Heat Stress dengan Fatigue.....	63
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN .....	67
5.1.	Kesimpulan .....	67
5.2.	Saran.....	68
	Daftar Pustaka.....	70
	Lampiran.....	74

## DAFTAR TABEL

2.1. NAB Iklim Kerja ISBB yang Diperkenankan .....	20
2.2. Estimasi Pengeluaran Energi Berdasarkan Analisa Tugas ..	23
2.3. Kondisi Berat Badan Ideal (IMT) .....	34
2.4. Perkiraan Beban Kerja Menurut Kebutuhan Energi .....	39
2.5. Klasifikasi Tingkat Kelelahan Subjektif.....	45
4.1. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Usia .....	61
4.2. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Status Gizi ...	61
4.3. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Konsumsi Air Minum Selama 8 Jam Kerja.....	62
4.4. Distribusi Frekuensi Responden yang Mengalami Kelelahan Kerja.....	62
4.5. Distribusi Frekuensi Intensitas Suhu Panas dan Kelembaban Tempat Kerja.....	63
4.6. Hubungan Heat Stress dengan fatigue pada Pekerja Pengelasan .....	63

## DAFTAR GAMBAR

2.1. Reaction Timer .....	43
2.2. Alat Uji Hilang Kelipan atau Flicker Test.....	44
3.1. Smart Sensor Humidity & Temperature AR 847.....	52
4.1. Struktur Organisasi PT. Adhi Persada Gedung (APG) .....	60





## Daftar Istilah/ Singkatan (*Glossary*)

NAB	: Nilai Ambang Batas
USA	: <i>United States of America</i>
APG	: Adhi Persada Gedung
OSHA	: <i>Occupational Safety and Health Administration</i>
ATP	: <i>Adenosin Triphosphat</i>
WHO	: <i>World Health Organization</i>
NIOSH	: <i>The National Institute for Occupational Safety and Health</i>
ISBB	: Indeks Suhu Bola Basah
TWb	: <i>Thermometer Wet Bulb</i>
Tg	: <i>Thermometer Globe</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
WBGT	: <i>Wet Bulb Globe Temperature</i>
FPM	: <i>Feet per Minute</i>
GHz	: <i>Giga Hertz</i>
ACGIH	: <i>The American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
KHz	: <i>Kilo Hertz</i>
PPE	: <i>Personal Protective Equipment</i>
UUD	: Undang-Undang Dasar
IMT	: Indeks Massa Tubuh
IFRC	: <i>Industrial Fatigue Research Committe</i>
TOD	: <i>Transit Oriented Development</i>
LRT	: <i>Light Rapid Transit</i>
TLV	: <i>Threshold Limit Values</i>

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Lembar Kuesioner IFRC .....	L-1
LAMPIRAN 2	Data Pekerja Pengelasan PT. APG .....	L-3
LAMPIRAN 3	Hasil Perhitungan Suhu dan Kelembaban <i>Unit Riser Shaft</i> .....	L-7
LAMPIRAN 4	Hasil Perhitungan Suhu dan Kelembaban <i>Unit Pabrikasi Support</i> .....	L-8
LAMPIRAN 5	Perhitungan Beban Kerja.....	L-9
LAMPIRAN 6	Hasil Output SPSS.....	L-11
LAMPIRAN 7	Dokumentasi.....	L-15





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Salah satu jenis pekerjaan pada sektor konstruksi yang memiliki resiko terhadap tekanan panas adalah pengelasan. Pekerjaan konstruksi berada di area terbuka yang melibatkan suhu udara lingkungan dan sumber panas di sekitarnya. Dalam hal ini, khususnya pekerja pengelasan memiliki risiko tinggi untuk terpapar suhu ekstrim. Dikarenakan tekanan panas yang berasal dari sinar matahari dan kontak fisik secara langsung dengan peralatan yang memancarkan suhu panas, seperti peralatan las.

Pengelasan memiliki peran penting untuk melakukan penyambungan logam dalam keadaan cair yang disalurkan melalui energi panas. Pengelasan dilakukan dengan cara mencairkan kedua material dan memberikan bahan tambah pada material yang mencair sehingga pada saat material sudah dingin menjadi sambungan permanen yang kuat<sup>(1)</sup>. Pengelasan dalam prosesnya menggunakan suhu yang sangat tinggi tergantung dari ketebalan permukaan material yang akan di las. Semakin tebal permukaan material yang akan di las, maka semakin tinggi *ampere* dan daya tekan api yang dihasilkan.

Suhu yang cocok bagi orang Indonesia berkisar 24-26°C. Berdasarkan hasil penelitian Desy dan Sulistyorini didapat hasil pengukuran suhu lingkungan pada keempat bengkel pengelasan, dimana suhu yang dihasilkan cenderung sama yaitu sebesar 31°C. Kemudian hasil pengukuran tersebut disesuaikan dengan Kepmenkes RI Nomor 1405/Menkes/ SK/XI/2002 tentang Persyaratan dan Tata Cara Penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri. Disimpulkan dalam penelitian tersebut

bahwa suhu yang ada pada keempat bengkel las melebihi NAB yang telah ditetapkan.<sup>(2)</sup>

Paparan suhu panas yang diterima oleh 20 dari 40 pekerja pengelasan PT. Adhi Persada Gedung, Bekasi yang bekerja di *unit Riser Shaft* dan *unit Pabrikasi Support* menyebabkan banyaknya produksi keringat sehingga air dan garam natrium yang terkandung dalam tubuh lama-lama akan habis. Tekanan panas ditandai oleh beberapa gejala atau keluhan, yakni sakit perut, mual, berkeringat terlalu banyak, kelelahan, haus, anorexia, kejang usus, dan perasaan tidak enak.<sup>(3)</sup> Hal inilah yang memicu terjadinya kelelahan atau *fatigue*. *Fatigue* merupakan suatu keadaan dimana tubuh seseorang mengalami penurunan terhadap fungsi serta efisiensi kerja yang ditandai dengan gejala subjektif seperti lelah, menurunnya kesiagaan dan motivasi untuk bekerja dengan maksimal.

PT. Adhi Persada Gedung (APG), Bekasi adalah salah satu perusahaan konstruksi pembangunan apartemen yang dalam kesehariannya terdapat pekerjaan pengelasan. Pekerjaan ini termasuk dalam pekerjaan *hot work* dimana pekerja pengelasan beresiko terpapar suhu panas yang dihasilkan dari sinar matahari dan alat las yang dioperasikan selama bekerja. Durasi lama kerja normal pekerja pengelasan setiap harinya adalah 8 jam per hari termasuk waktu istirahat selama 1 jam.

PT. Adhi Persada Gedung (APG), Bekasi belum pernah melakukan pengukuran suhu lingkungan. Berdasarkan hasil survey awal dan wawancara secara langsung didapat informasi bahwa terdapat 20 dari total 40 pekerja pengelasan mengalami gejala terkait keluhan lelah. Diantaranya adalah: keluarnya keringat dalam jumlah banyak; rasa mual setelah melakukan pengelasan; mulut kering; sering merasa haus; lemas dan pusing; mata terasa perih, gatal dan berair; serta nyeri dibagian punggung. Meskipun sudah memakai

pakaian tertutup, terkadang suhu panas masih dapat terasa oleh kulit. Sehingga mereka hanya memakai pakaian lengan pendek atau tanpa lengan supaya tidak merasa panas.

Berdasarkan hasil penelitian Desy dan Sulistyorini serta survey awal yang dilakukan peneliti di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi, maka peneliti tertarik untuk melakukan kajian mengenai “Hubungan *Heat Stress* dengan *Fatigue* pada Pekerja Pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019”.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan hal-hal yang diterangkan dalam latar belakang diatas, maka diambil rumusan masalah sebagai berikut:

- 1.2.1. Adakah hubungan antara *heat stress* dengan *fatigue* pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019?
- 1.2.2. Berapakah intensitas suhu panas dan kelembaban tempat kerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019?
- 1.2.3. Berapakah besaran tingkat *fatigue* yang dialami oleh pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019?
- 1.2.4. Bagaimana karakteristik individu berdasarkan usia pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019?
- 1.2.5. Bagaimana karakteristik individu berdasarkan status gizi pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019?
- 1.2.6. Bagaimana karakteristik individu berdasarkan tingkat konsumsi air minum selama 8 jam kerja pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1. Tujuan Umum:**

Untuk mengetahui adanya hubungan antara *heat stress* dengan *fatigue* pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi 2019.

#### **1.3.2. Tujuan Khusus:**

1. Untuk mengetahui intensitas suhu panas dan kelembaban tempat kerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019.
2. Untuk mengetahui besarnya tingkat *fatigue* yang dialami oleh pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019.
3. Untuk mengetahui karakteristik individu berdasarkan usia pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019.
4. Untuk mengetahui karakteristik individu berdasarkan status gizi pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019.
5. Untuk mengetahui karakteristik individu berdasarkan tingkat konsumsi air minum selama 8 jam kerja pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019.



### **1.4. Manfaat Penelitian**

#### **1.4.1. Peneliti**

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan wawasan, menambah ilmu pengetahuan serta praktik lapangan terkait permasalahan yang dialami oleh pekerja pengelasan berkaitan dengan tekanan panas dan kelelahan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019.

#### **1.4.2. Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Universitas Binawan**

Diharapkannya hasil yang didapatkan bermanfaat bagi ilmu pengetahuan K3 dan dapat dijadikan referensi khususnya mengenai kajian tekanan panas dan kelelahan bagi Program Studi K3 Universitas Binawan.

#### **1.4.3. Bagi Perusahaan**

Diharapkannya dengan dilakukannya penelitian ini, dapat memberi masukan kepada perusahaan terkait penelitian yang diambil, yaitu hubungan antara *heat stress* dengan *fatigue* pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019 sehingga dapat dilakukan pengendalian dan pencegahan terhadap paparan tekanan panas dengan kelelahan di tempat kerja.

#### **1.4.4. Bagi Pekerja**

Penelitian ini dapat menambah pengetahuan bagi pekerja pengelasan PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi terkait permasalahan tekanan panas dan kelelahan yang dialaminya sehingga dapat dilakukan pencegahan dan pengendalian dengan baik.



#### **1.5. Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019.
2. Waktu penelitian dilakukan bulan Februari 2019 - April 2019.
3. Ruang lingkup penelitian ini dibatasi dengan melihat variabel independen, yaitu *heat stress* dengan variabel dependen, yaitu *fatigue*. Serta didukung oleh faktor predisposisi yaitu variabel Usia, Konsumsi Air Minum Selama 8 Jam Kerja, dan Status Gizi pada pekerja pengelasan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

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

##### 2.1.1. Definisi Tekanan Panas

Menurut OSHA, tekanan panas adalah ketika terdapat suatu pekerjaan yang berhubungan dengan temperatur udara yang tinggi, radiasi dari sumber panas, kelembaban udara yang tinggi, pajanan langsung dengan benda yang mengeluarkan panas, atau aktifitas fisik secara terus menerus yang mempunyai potensi tinggi untuk menimbulkan tekanan panas.<sup>(4)</sup> Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kelelahan pada pekerja pengelasan adalah tingginya paparan tekanan panas. Tekanan panas adalah kombinasi suhu udara, kelembaban udara, kecepatan gerakan dan suhu radiasi.<sup>(5)</sup> Tekanan panas sendiri dapat berasal dari mesin atau alat produksi, iklim, dan kerja otot manusia.<sup>(5)</sup>

##### 1. Suhu Udara

Temperatur udara adalah panas atau dinginnya suatu udara. Perubahan temperatur udara disebabkan oleh adanya kombinasi kerja antara udara, perbedaan kecepatan proses pendinginan, dan pemanasan suatu daerah dan jumlah kadar air dan permukaan bumi. Alat untuk mengukur temperatur udara ini adalah termometer. Suhu yang berada di lingkungan kerja memiliki hubungan yang erat dengan aktifitas sehari-hari dan juga dampaknya bagi pekerja pengelasan. Suhu yang cocok bagi orang Indonesia berkisar 24-26°C. Paparan suhu panas yang berasal dari sinar matahari dan alat las dapat membahayakan pekerja pengelasan, oleh karena itu dibutuhkan perlindungan yang tepat selama pekerjaan berlangsung.

Menurut (Kristianti, 2011) temperatur udara atau suhu udara terlalu panas (35-40°C) bagi karyawan akan dapat menjadi penyebab menurunnya kepuasan kerja para karyawan, sehingga akan menimbulkan kesalahan-kesalahan pelaksanaan pekerjaan.<sup>(6)</sup> Peningkatan suhu panas yang berasal dari lingkungan hingga melebihi NAB dapat berpengaruh pada kondisi fisik pekerja pengelasan. Diantaranya adalah sulit untuk berkonsentrasi, cenderung mudah mengantuk, keluarnya air keringat yang berlebih, dehidrasi, dan menurunnya efisiensi kerja.

## 2. Kelembaban udara

Kelembaban merupakan suatu kondisi lingkungan yang basah karena adanya konsentrasi uap air di udara. Alat yang digunakan untuk mengukur kelembaban udara dinamakan higrometer. Kelembaban udara terbagi menjadi 2 (dua), yaitu:

### a) Kelembaban Absolut

Kelembaban absolut adalah banyaknya uap air yang terdapat di udara pada suatu tempat.

### b) Kelembaban *Relative*

Perbandingan jumlah uap air dalam udara dengan jumlah uap air maksimum yang dapat dikandung oleh udara tersebut dalam suhu yang sama dan dinyatakan dalam persen.<sup>(7)</sup>

Semakin tinggi temperatur udara, maka semakin banyak uap air yang dikandungnya sehingga udara akan semakin lembab. Alat untuk mengukur kelembaban udara dinamakan *hygrometer*.

### 3. Kecepatan gerakan udara

Kecepatan gerakan udara atau angin merupakan massa udara yang bergerak dan dapat diukur percepatannya menggunakan alat ukur yang dinamakan *anemometer*. Tingkat kenyamanan lingkungan ber-iklim tropis dengan tingkat kelembaban tinggi tergantung pada kecepatan angin.

### 4. Suhu radiasi

Perpindahan energi panas dari permukaan tubuh ke lingkungan tanpa melalui media disebut dengan radiasi. Radiasi dipancarkan dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang mengalir dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah. Semua benda memancarkan panas radiasi secara terus-menerus dimana intensitas pancarannya tergantung pada suhu dan sifat permukaan.<sup>(8)</sup>

#### 2.1.2. Mekanisme Tekanan Panas

Dalam proses metabolisme tubuh manusia terjadi pertukaran panas antara suhu tubuh manusia dengan temperatur yang berasal dari lingkungan kerja. Hal ini dapat menyebabkan manusia terpapar lingkungan kerja yang memiliki sumber panas baik dari panas sinar matahari maupun alat kerja serta kondisi ruangan yang melebihi standar NAB iklim kerja. Pada dasarnya, proses metabolisme merupakan proses yang bekerja secara kimiawi, maka dihasilkan zat berupa energi dan panas. Pengaruh suhu lingkungan terhadap suhu tubuh sangat besar. Semakin tinggi suhu panas lingkungan, maka semakin besar pula pengaruhnya terhadap suhu tubuh. Suhu panas yang masih dapat dirasakan melalui sentuhan kulit tidak hanya berasal dari hasil proses metabolisme, tetapi juga berasal dari pengaruh suhu panas di lingkungan sekitar. Tubuh manusia secara alamiah akan melakukan reaksi terhadap suhu panas disekelilingnya dengan cara menurunkan suhu panas tersebut melalui pengeluaran air keringat yang dipengaruhi oleh suhu lingkungannya.

### 2.1.3. Proses Pertukaran Panas antara Tubuh dengan Lingkungan

Menurut (Kuswana, 2014) perpindahan panas pada tubuh pekerja, dalam lingkungan yang dihadapi dapat terjadi melalui cara-cara berikut ini: <sup>(9)</sup>

#### a) Radiasi

Radiasi merupakan proses perpindahan panas tanpa melalui medium apapun sehingga panas yang dihantarkan berupa sinar dan gelombang elektromagnetik. Meski sudah diberi penghalang atau pemisah, panas radiasi tetap dapat merambat dalam suatu ruangan dalam bentuk pancaran sinar dan gelombang elektromagnetik. Tidak hanya benda, tubuh manusia dapat menerima dan memancarkan gelombang panas sehingga terjadi pertukaran energi panas.

Pada hakikatnya, sumber panas yang berasal dari tubuh manusia berasal dari pembakaran kalori dalam tubuh, suhu udara sekitar yang tinggi, dan radiasi matahari secara langsung maupun tidak langsung.<sup>(10)</sup>

#### b) Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi merupakan proses dimana panas merambat dari daerah bersuhu tinggi ke daerah bersuhu rendah melalui media padat sebagai perantara. Proses perpindahan secara konduksi terjadi apabila antara benda dan sumber panas saling bersentuhan. Konduktor adalah zat atau bahan yang bersifat dapat menghantarkan energi, seperti energi listrik maupun energi kalor dengan zat padat, cair atau gas.<sup>(11)</sup> Benda padat biasanya merupakan penghantar panas yang lebih baik jika dibandingkan dengan cairan.<sup>(11)</sup>

#### c) Konveksi

Konveksi merupakan perpindahan panas tubuh manusia dan lingkungan melalui kontak udara sebagai media perantara. Perpindahan panas secara konveksi bergantung pada adanya

pergerakan udara atau kecepatan angin. Udara termasuk dalam benda isolator karena tidak dapat menghantarkan panas dengan sempurna atau cenderung lamban dalam menghantarkan panas ke bagian lainnya. Dalam tubuh manusia, dihasilkan energi yang berasal dari proses metabolisme. Energi diperlukan bagi tubuh dan diubah kedalam bentuk *Adenosin Triphosphat* (ATP) agar dapat menjalankan fungsi vitalnya. Proses metabolisme bekerja melalui reaksi kimia yang memerlukan beberapa energi ATP, kemudian sisa energi ATP yang masih tersisa akan dirubah kedalam bentuk panas. Maka dari itu, meskipun melalui media udara, proses perpindahan panas ini tetap bisa berjalan apabila melakukan kontak dengan tubuh manusia.

d) Evaporasi

Proses evaporasi merupakan kondisi dimana tubuh manusia melepaskan suhu panas melalui permukaan kulit ke lingkungan. Peningkatan suhu dalam tubuh akibat paparan panas yang berlebih dapat menyebabkan ketidaknyamanan saat bekerja bagi setiap individu. Hal ini dapat berpengaruh pada penurunan laju sekresi keringat bagi pekerja terutama dalam kondisi tempat kerja yang memiliki kandungan udara lembab.

#### **2.1.4. Mekanisme Tubuh dalam Menghadapi Panas**

Suhu yang baik bagi tubuh saat bekerja adalah 37°C. Suhu ini bukanlah suhu udara, melainkan suhu internal yang diperlukan bagi organ penting dalam tubuh agar dapat berfungsi secara normal. Pekerjaan pengelasan di konstruksi menyumbang faktor-faktor yang dapat menyebabkan pekerja terpapar suhu panas di lingkungan yang terbuka. Diantaranya adalah temperatur udara yang tinggi, panas radiasi yang dihasilkan dari sinar matahari dan pengoperasian peralatan las yang memancarkan panas. Maka dari itu, perlunya adaptasi terhadap suhu lingkungan bagi tubuh pekerja pengelasan.

Manusia memiliki kemampuan untuk memelihara suhu tubuh yang konstan dan dapat beradaptasi dalam menghadapi paparan berbagai suhu, baik suhu panas maupun suhu dingin yang bisa saja berubah-ubah di lingkungannya. Perbedaan suhu tubuh manusia dari waktu ke waktu diatur oleh pusat termoregulasi yang ada di hipotalamus. Hipotalamus merangsang proses pengeluaran keringat sehingga suhu tubuh tetap terjaga dalam batas normal. Semakin tinggi suhu lingkungan, maka semakin meningkat pula suhu tubuh. Sebaliknya, apabila terjadi penurunan suhu lingkungan maka akan semakin banyak panas tubuh yang hilang.

Menurut (Kuswana, 2014) agar suhu tubuh tetap dingin di lingkungan yang panas:<sup>(9)</sup>

- a) Berkeringat, keringat menguap mendinginkan tubuh;
- b) Meningkatkan aliran darah ke kulit, untuk mempercepat hilangnya panas dari kulit (memancarkan kelebihan panas) jika udara di luar lebih dingin.

Pengeluaran panas yang utama adalah melalui proses evaporasi dengan keluarnya cairan keringat dari permukaan kulit. Hal ini bertujuan untuk menjaga supaya suhu tubuh tetap berada pada batas yang aman. Apabila kondisi suhu lingkungan kerja menunjukkan tingkat kelembaban yang tinggi, maka pengeluaran keringat melalui proses evaporasi pun ikut terganggu. Perbedaan pada suhu lingkungan serta kelembaban udara dapat mempengaruhi suhu tubuh pada manusia. Apabila suhu tubuh pada manusia meningkat, kondisi ini dapat mengganggu kemampuan kerja setiap individu yang bekerja di lingkungan yang panas sehingga mempercepat terjadinya *fatigue*.

### **2.1.5. Faktor Individu Yang Mempengaruhi Dampak Tekanan Panas**

#### **a) Usia**

Seiring dengan bertambahnya usia, maka mulai muncul gangguan fisiologis sebagai dampak dari tekanan panas yang memiliki suhu terendah sampai tertinggi. Tingkat tekanan panas yang dirasakan akan meningkat seiring bertambahnya usia seseorang. Orang yang berusia tua memiliki respon yang berbeda terhadap tekanan panas yang dialaminya. Hal ini terjadi dikarenakan adanya penurunan kapasitas kardiovaskuler dan kemampuan denyut jantung. Sehingga pengeluaran air keringat pada orang yang berusia tua jauh lebih lambat dibandingkan dengan orang yang berusia muda. Menurut WHO, bahwa respon kelenjar keringat terhadap suhu menjadi lebih lambat seiring bertambahnya usia seseorang sehingga mekanisme pengendalian tubuh melalui pengeluaran keringat menjadi kurang efektif.<sup>(12)</sup>

#### **b) Aklimatisasi**

Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian diri secara fisiologis pada seseorang terhadap suhu tinggi di lingkungan barunya yang ditandai dengan meningkatnya pengeluaran keringat, penurunan detak jantung, tekanan darah dan suhu tubuh. Meningkatnya tingkat aklimatisasi seseorang tergantung dari lamanya paparan suhu panas yang dialaminya. Pada masa awal aklimatisasi, biasanya seseorang akan merasakan beberapa gangguan fisiologis, salah satunya adalah ketidaknyamanan dalam melakukan pekerjaannya akibat paparan suhu yang terlalu tinggi. Menurut (Santoso, 2004) pekerja baru yang mulai bekerja pada lingkungan kerja dengan tekanan panas yang tinggi akan mengalami proses aklimatisasi terhadap intensitas paparan panas yang sebelumnya tidak

pernah dialaminya.<sup>(5)</sup> Masa tercapainya seseorang dalam menyesuaikan diri terhadap panas adalah 7 s/d 10 hari.<sup>(5)</sup>

c) Jenis Kelamin

Berdasarkan jenis kelamin, secara umum kemampuan aklimatisasi pada wanita dan laki-laki hampir sama. Namun kemampuan aklimatisasi wanita tidaklah sebaik pria karena wanita mempunyai kapasitas kardiovaskuler yang lebih kecil daripada pria.<sup>(12)</sup> Pada wanita hamil, terjadi perubahan fisiologis terutama pada sistem kardiovaskulernya. Hal ini memungkinkan wanita hamil akan mengalami peningkatan risiko terkena gangguan yang akan berdampak pada kondisi fisiologisnya akibat paparan suhu panas berlebih. Manusia adalah makhluk *homoeotherms* yang dapat memproduksi panas tubuh sendiri dan dapat mengatur suhu tubuhnya agar tetap konstan melalui mekanisme *thermoregulation*. Termoregulasi adalah mekanisme tubuh dalam mempertahankan suhu tubuh tetap dalam keadaan relatif konstan. Pusat pengatur termoregulasi dalam tubuh manusia dikoordinasikan oleh *hypothalamus*.<sup>(13)</sup> Pada manusia, termoregulasi normal melibatkan keseimbangan antara produksi panas dan hilangnya panas dengan perpindahan panas ke lingkungan.<sup>(13)</sup>

d) Pakaian Kerja

Pakaian kerja berfungsi untuk melindungi tubuh tenaga kerja terhadap paparan panas radiasi dari sinar matahari dan alat ataupun mesin yang dioperasikan selama bekerja. Pakaian kerja ini juga dapat melindungi kulit dari bahaya fisik, bahaya biologi, dan bahaya kimia yang dengan sangat mudah terjadi pada saat aktifitas pekerjaan berlangsung seperti iritasi, tergores, terbakar, tersayat, terkena tumpahan bahan kimia korosif, dsb. Pakaian bertindak sebagai penghalang yang menghambat penguapan serta mengurangi kehilangan panas tubuh dengan mengurangi sirkulasi udara di dekat kulit.<sup>(14)</sup>



Namun, permasalahan yang sering dialami adalah jarak antara pakaian kerja dan permukaan kulit terlalu dekat dan ketat sehingga proses perpindahan panas secara konveksi antara kulit dengan udara pun ikut terhambat. Kemampuan pakaian dalam menyerap keringat dan penguapan tergantung pada permeabilitas udara dan uap air dari pakaian tersebut.<sup>(14)</sup>

Permeabilitas udara adalah kemudahan udara melewati materi, sedangkan permeabilitas uap air adalah ukuran untuk *breathability* atau kemampuan tekstil untuk mentransfer kelembaban sehingga semakin tinggi permeabilitas uap air suatu pakaian maka semakin tinggi pula kemampuannya dalam menyerap keringat.<sup>(14)</sup> Bagi pekerja yang berada di lingkungan *outdoor* dan terpapar suhu panas disarankan untuk mengenakan pakaian kerja yang tipis, cukup longgar, ringan, dan terbuat dari katun dengan tujuan untuk memudahkan penyerapan keringat.

Kain katun merupakan salah satu jenis pakaian yang memiliki properti penyerapan air yang baik, menyerap kelembaban dari kulit lebih efektif daripada bahan pakaian serat sintetis.<sup>(14)</sup>

#### e) Konsumsi Air Minum

Menurut (Hastuti, 2015) air mempunyai fungsi dalam berbagai proses penting dalam dalam tubuh manusia, seperti pengatur suhu tubuh, zat pelarut, pembentuk sel dan cairan tubuh, pelumas dan bantalan, media eliminasi sisa metabolisme.<sup>(15)</sup> Pengelasan berada di luar ruangan yang mudah terpapar suhu panas. Tekanan panas dapat memberikan pengaruh pada tubuh berupa sinyal seperti banyaknya keringat yang keluar, rasa haus dan panas, serta ketidaknyamanan dalam melakukan pekerjaan. Kebanyakan pekerja yang bekerja di lingkungan panas hanya minum air putih saat merasa haus saja, akan tetapi hal ini tidak dianjurkan.

Menurut (Hidayatullah, 2016) kebutuhan cairan pada pekerja dalam lingkungan panas (30°C -35°C ISBB) dengan intensitas kegiatan fisik aktif sampai sangat aktif adalah sebesar 6-8 Liter per hari.<sup>(15)</sup>

Menurut (NIOSH, 2010) seseorang yang bekerja pada lingkungan kerja panas dianjurkan untuk minum 1 gelas air (250 ml) setiap 30 menit.<sup>(16)</sup> Pekerja pengelasan membutuhkan pasokan air minum dalam jumlah yang mencukupi apabila mereka bekerja dibawah tekanan panas dari sinar matahari secara langsung. Menurut (Soeripto, 2008) sebaiknya air minum ditempatkan pada lokasi yang mudah dijangkau oleh pekerja sehingga pekerja dapat mengambil air minum tanpa harus meninggalkan tempat kerja.<sup>(16)</sup>

Dengan terjangkaunya lokasi dimana air minum ditempatkan dapat mempermudah pekerja setiap kali mengambil air minum sehingga frekuensi konsumsi air minum meningkat. Sebaliknya, apabila air minum ditempatkan jauh dari jangkauan pekerja, pekerja akan lebih cenderung malas dan terjadi penurunan frekuensi terhadap konsumsi air minum. Hal ini bertujuan untuk menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh pekerja pengelasan saat beraktifitas di lingkungan panas tetap terjaga dan terhindar dari dehidrasi. Dehidrasi disebabkan karena cairan yang keluar melalui keringat jumlahnya lebih banyak daripada cairan yang masuk ke dalam tubuh. Menurut (Tamsuri, 2009) apabila air yang keluar dari tubuh tidak digantikan dengan jumlah konsumsi cairan yang cukup maka sel-sel tubuh akan kehilangan air, kehilangan air inilah yang menyebabkan dehidrasi.<sup>(15)</sup> Kebutuhan cairan pada pekerja dalam lingkungan panas (30°C-35°C ISBB) dengan intensitas kegiatan fisik aktif sampai sangat aktif adalah sebesar 6-8 Liter per hari (Hidayatullah, 2016).<sup>(15)</sup>

### 2.1.6. Dampak Tekanan Panas

Dampak yang diterima seseorang apabila bekerja di lingkungan yang mudah terpapar panas tidak hanya berpengaruh pada target maupun hasil yang dicapai, melainkan risiko kesehatan yang meningkat akibat paparan suhu panas. Gangguan kesehatan yang diterima akibat paparan suhu panas yang berlebih di lingkungan kerja adalah sebagai berikut:

a) *Heat Stroke*

Merupakan kondisi dimana tubuh mengalami kenaikan suhu tubuh akibat paparan suhu ekstrim ketika berada di ruangan panas dan lembab. Keadaan ini ditandai dengan rasa mual, pusing, tidak ada keringat yang keluar, kejang-kejang, suhu tubuh meningkat, bahkan dapat mengakibatkan *fatality*, yaitu kematian.

b) *Heat Cramps*

Merupakan kondisi kejang yang dirasakan pada bagian otot tubuh seperti kaki, tangan, dan *abdomen* (perut). Kondisi ini terjadi karena tidak adanya keseimbangan antara jumlah cairan dan garam pada saat seseorang mengalami pengeluaran keringat dengan jumlah yang banyak selama beraktifitas di lingkungan panas. Hal ini disebabkan karena pada saat pengeluaran keringat, tubuh kehilangan garam. Oleh karena itu seseorang langsung merasa haus dan akan mengkonsumsi air dengan jumlah yang banyak.

c) *Heat Exhaustion*

Merupakan kondisi yang terjadi karena paparan suhu panas dalam waktu yang cukup lama sehingga menyebabkan hilangnya cairan pada tubuh dalam jumlah yang banyak. Gejalanya adalah keringat sangat banyak, kulit pucat, kram otot, lemah, pening, mual, napas pendek dan cepat, pusing dan pingsan.

d) *Heat Rash*

Menurut (Kuswana, 2014) gejala *heat rash* adalah terjadi bintik-bintik merah kecil pada kulit, yang menyebabkan rasa tusuk-tusukan. Bintik-bintik tersebut akibat peradangan disebabkan oleh kelenjar keringat, kondisi lembab dimana keringat tidak mampu menguap dari kulit dan pakaian.<sup>(9)</sup>

e) *Heat Syncope*

Merupakan kondisi dimana seseorang mengalami pusing dikarenakan paparan suhu tinggi dalam waktu yang cukup lama dan membuat sebagian besar aliran darah dibawa ke permukaan kulit sehingga mengakibatkan aliran darah ke otak tidak mencukupi.

f) *Dehidrasi*

Merupakan suatu kondisi dimana tubuh seseorang mengalami kehilangan cairan dalam jumlah banyak dengan gejala rasa haus, lemas, dan kulit kering. Hal ini terjadi akibat faktor suhu lingkungan yang tidak diimbangi dengan kecukupan asupan cairan. Akibatnya, perpindahan cairan pada tubuh terganggu.

## 2.1.7. Indikator Tekanan Panas

### 2.1.7.1. Pengukuran Tekanan Panas di Lingkungan

Untuk mengetahui tingkat temperatur panas di lingkungan kerja dan pengaruhnya terhadap manusia perlu dilakukan pengukuran. OSHA (*The Occupational Safety and Health Administration*) mendefinisikan bahwa tekanan panas sebagai kumpulan faktor lingkungan dan fisik yang merupakan total beban panas yang dibebankan pada tubuh.

Penilaian tekanan panas dapat dilakukan dengan mengukur faktor iklim dan fisik lingkungan serta mengevaluasi dampaknya pada tubuh manusia menggunakan indeks tekanan panas yang sesuai.

a) *Dry Bulb Air Temperature* (suhu bola kering)

Pengukuran suhu bola kering merupakan metode paling mudah dan sederhana untuk mengukur iklim kerja. Pengukuran udara ambien menggunakan alat ukur termometer. Satuan suhu menurut *International Standar Organization* (ISO) pada termometer adalah derajat *Celcius*, dimana:

1. Derajat *Celcius*  $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9$  (1)
2. Derajat *Kelvin*  $^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$ . (2)

b) *Wet Bulb Globe Temperature Index* (Indeks Suhu Bola Basah)  $^{\circ}\text{C}$

Pengukuran iklim lingkungan kerja yang terdiri dari 3 (tiga) bagian termometer:

1. Termometer Suhu Kering ( $T_a$ ): suhu yang ditunjukkan oleh termometer suhu kering.
2. Termometer Suhu Bola Basah ( $T_{wb}$ ): suhu yang ditunjukkan oleh termometer bola basah alami.
3. Termometer Suhu Radian atau Suhu Global ( $T_g$ ): suhu yang ditunjukkan oleh termometer bola. Suhu ini sebagai indikator tingkat radiasi.

Berdasarkan SNI- 16-7061-2004 tentang Pengukuran Iklim Kerja dengan alat ukur ISBB, penentuan letak titik pengukuran ditentukan pada lokasi tempat tenaga kerja melakukan pekerjaan dan jumlahnya disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan dari kegiatan yang dilakukan. <sup>(17)</sup>



Alat ukur WBGT memiliki prinsip kerja sangat mudah dan besaran tekanannya dapat ditentukan dengan waktu yang singkat sehingga paling sering digunakan untuk mengevaluasi tingkat tekanan panas di lingkungan kerja. Terdapat 2 (dua) jenis rumus perhitungan ISBB menurut SNI 16-7061-2004, yaitu: <sup>(17)</sup>

1. Rumus untuk pengukuran dengan memperhitungkan radiasi sinar matahari, yaitu tempat kerja yang terkena radiasi sinar matahari secara langsung:

$$ISBB = 0,7 SBA + 0,2 SB + 0,1 SK \quad (3)$$

2. Rumus untuk pengukuran tempat kerja tanpa pengaruh radiasi sinar matahari:

$$ISBB = 0,7 SBA + 0,3 SB \quad (4)$$



SNI 16-7061-2004 tentang Pengukuran Iklim Kerja, menjelaskan bahwa dalam hal pemaparan ISBB yang berbeda-beda karena lokasi kerja yang berpindah-pindah menurut waktu, maka berlaku ISBB rata-rata dengan rumus sebagai berikut dapat menggunakan rumus: <sup>(17)</sup>

$$ISBB_{rata-rata} = \frac{(ISBB_1)(t_1) + (ISBB_2)(t_2) + \dots + (ISBB_n)(t_n)}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \quad (5)$$

Hasil pengukuran WBGT di lingkungan kerja industri yang dipersyaratkan menurut PERMENAKER No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja adalah sebagai berikut: <sup>(18)</sup>

Tabel 2.1. NAB Iklim Kerja ISBB yang Diperkenankan

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

Sumber: PERMENAKER No. 5 Tahun 2018

c) *Humidity*

Kelembapan merupakan jumlah kandungan air di udara yang diukur dalam bentuk kelembapan udara relatif. Kelembapan udara relatif adalah perbandingan jumlah uap air dalam udara dengan jumlah uap air maksimum yang dapat dikandung oleh udara tersebut dalam suhu yang sama dan dinyatakan dalam persen.<sup>(7)</sup>

Kelembapan merupakan faktor cuaca utama yang dapat mempengaruhi perpindahan panas tubuh manusia ke lingkungan melalui proses evaporasi. Semakin tinggi tekanan uap air, maka perpindahan panas melalui proses evaporasi akan semakin rendah. Alat yang digunakan untuk mengukur kelembapan adalah *Hygrometer* dengan hasil yang dapat dibaca secara langsung.

d) *Air Velocity*

Tingkat kenyamanan lingkungan kerja dipengaruhi oleh kecepatan angin. Zona nyaman merupakan kombinasi dari suhu udara dan suhu panas radiasi yang masih dapat diterima oleh manusia.<sup>(20)</sup>

Umumnya, kecepatan udara meningkat apabila jenis pekerjaan yang dilakukan bersifat dinamis dibandingkan dengan statis. Hal ini dikarenakan pada pekerjaan dinamis, pekerja cenderung banyak melakukan gerakan tubuh. Pergerakan udara penting dalam pertukaran panas secara konveksi maupun evaporasi antara manusia, tubuh, dan lingkungan. Kecepatan udara atau angin dapat dihasilkan dari gerakan tubuh dan pergerakan udara ( $V_a$ ) memiliki satuan kecepatan *feet per minute* (fpm) atau meter per detik (m/detik). Kecepatan angin diukur menggunakan *anemometer*.

e) *Radiation*

Radiasi dapat diukur menggunakan instrumen yang dinamakan *black globe thermometers* (termometer bola hitam) atau *radiometers*.<sup>(20)</sup> Instrumen pengukuran baik panas radiasi dan *infrared* pada manusia paling banyak menggunakan termometer bola hitam. Sumber panas radiasi dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua), yaitu:

1. Radiasi buatan yang bersumber dari berbagai aktifitas yang ada di tempat kerja. Misal, radiasi *infrared* pada industri besi dan baja; industri kaca; pengecoran logam, dll.
2. Radiasi alami yang berasal dari sinar matahari.

f) *Microwaves*

Gelombang mikro meliputi spektrum elektromagnetik dengan jarak panjang gelombang dari 1 sampai 100cm dan frekuensi dari 0,3 sampai 300 *gigahertz* (GHz).<sup>(20)</sup> Gelombang mikro pada dasarnya telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi yang berhubungan dengan panas dalam aktifitas sehari-hari manusia.





Tentunya, hal ini dapat memberikan dampak pajanan yang luas pada manusia saat berada di lingkungan yang panas. Gelombang mikro dapat memberikan dampak pada sistem kardiovaskuler manusia baik langsung maupun tidak langsung.<sup>(20)</sup>

*The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)* menetapkan nilai ambang batas pajanan bagi pekerjaan yang mengandung energi gelombang mikro. Pada rentang 10 kilohertz (kHz) sampai 300 gigahertz (GHz) untuk total pajanan kontinu dengan batas lama kerja 8 jam/hari, tingkat kepadatan gelombang mikro tidak boleh melebihi 10 hingga 100 miliwatt per sentimeter persegi (Mw/cm<sup>2</sup>).<sup>(20)</sup>

#### **2.1.7.2. Pengukuran Tekanan Panas Pada Manusia**

##### **a) Laju Metabolik Panas**

Merupakan jumlah keseluruhan total beban panas yang dikenakan pada tubuh manusia yang berasal dari faktor lingkungan dan kerja fisik. Energi yang dikeluarkan saat aktifitas fisik berlangsung, diukur sebagai laju metabolik panas yang merupakan elemen utama dalam proses penyeimbangan suhu tubuh melalui perpindahan panas antara tubuh manusia dengan lingkungan.

Pengukuran laju metabolik panas dapat menggunakan tabel estimasi pengeluaran energi berdasarkan analisa tugas. Tabel ini dapat digunakan pada aktifitas singkat tanpa memerlukan peralatan khusus untuk menilai beban kerja otot dan regulasi panas pada manusia yang diperoleh dari gambaran energi yang dikeluarkan untuk aktifitas dan tugas-tugas.



Tabel 2.2. Estimasi Pengeluaran Energi Berdasarkan Analisa Tugas

A. Posisi Tubuh dan Pergerakan		Kkal/menit*	
	Duduk		0,3
	Berdiri		0,6
	Berjalan		2,0 - 3,0
	Berjalan Menanjak		Ditambah 0,8 per meter penambahan ketinggian
B. Jenis Pekerjaan		Rata-rata Kkal/menit	Jarak Kkal/menit
	Pekerjaan tangan Ringan	0,4 0,9	0,2 - 1,2
	Berat Pekerjaan satu lengan Ringan	1,0 1,8	0,7 - 2,5
	Berat Pekerjaan dua lengan Ringan	1,5 2,5	1,0 - 3,5
	Berat Pekerjaan seluruh badan Ringan	3,5	2,5 - 9,0
	Sedang	5,0	
	Berat	7,0	
	Sangat berat	9,0	
C. Metabolisme Basal		1,0	
D. Penghitungan sampel**			Rata – rata Kkal/menit
	Pekerjaan penyambungan dengan alat – alat berat Berdiri		0,6
	Dua lengan bekerja		3,5
	Metabolisme basal Total		1,0 5,1 Kkal/menit
*Pekerja dengan standar berat badan 70Kg (154 lbs) dan tinggi badan 180 cm *** Contoh untuk menentukan beban kerja dari pekerja saat melakukan pekerjaan			

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

## 2.1.8. Pengendalian Tekanan Panas di Tempat Kerja

Beban kerja panas di lingkungan dapat dikendalikan melalui *engineering control*, *administrative control*, dan *Personal Protective Equipment* (PPE).

### 2.1.8.1. *Engineering Control*

Faktor lingkungan yang meliputi proses perpindahan panas seperti konveksi, radiasi, dan evaporasi dapat dimodifikasi oleh *engineering control* dengan cara memodifikasi suhu udara dan pergerakan udara.

#### a) Pengendalian Panas Konveksi

Ketika suhu udara lingkungan melebihi suhu tubuh, maka tindakan yang disarankan adalah meningkatkan ventilasi umum atau lokal untuk mempercepat laju kehilangan panas pada tubuh. Ventilasi terbagi menjadi 2 (dua) jenis, yaitu:

##### 1. Ventilasi Lokal

Ventilasi lokal digunakan untuk membuang sisa udara kontaminan langsung dari sumbernya. Udara kontaminan tersebut akan terhisap oleh corong penghisap lalu dibuang melalui saluran pembuangan. Ventilasi lokal bekerja secara bersamaan menghisap dan membuang zat kontaminan sebelum zat tersebut menyebar ke zona pernafasan (terhirup manusia).

##### 2. Ventilasi *General*

Ventilasi *general* digunakan untuk mengencerkan udara kontaminan di dalam suatu ruangan dengan cara menyemprotkan udara bersih kedalam udara kontaminan sehingga bahaya dapat segera dikendalikan.



UNIVERSITAS  
BINAWAN

Prinsip kerja ventilasi adalah adanya perbedaan tekanan udara di luar dengan udara di dalam dimana udara akan mulai bergerak dari tempat bertekanan tinggi menuju tempat bertekanan rendah. Meskipun ventilasi dapat mengontrol suhu dan kelembapan udara, namun ventilasi tidak dapat menanggulangi suhu panas radiasi.

b) Pengendalian Panas Radiasi

Untuk suhu panas radiasi, alternatif paling mudah yang biasanya digunakan adalah dengan memasang pelindung yang dapat memantulkan radiasi sehingga panas radiasi dapat berkurang sebanyak 80-85%.<sup>(20)</sup> Perlu diperhatikan pula penempatannya agar tidak mengganggu aktifitas pekerja.

c) Pengendalian Panas Evaporasi

Pengeluaran suhu panas evaporasi dapat ditingkatkan melalui:

1. Peningkatan pergerakan udara;
2. Mendinginkan udara dengan memasang *Air Conditioner* (AC);
3. Menurunkan tekanan uap air di udara ambien dengan cara meningkatkan kecepatan pergerakan udara melalui pemasangan *fans* atau *blowers*. Pemasangan ini terbilang paling mudah dan biaya yang cukup murah. Kebanyakan industri, menggunakan *portable blowers* agar mudah untuk dibawa dan dipindahkan.



U N I V E R S I T A S  
BINAWAN

### 2.1.8.2. **Administrative Control**

Strategi dalam pengendalian secara administratif control meliputi 5, yaitu:

a) Membatasi waktu atau suhu pajanan :

1. Jika memungkinkan, rotasi jam kerja pekerjaan panas, biasanya pada waktu awal hari dengan cuaca yang dingin atau tidak terlalu panas (pagi, sore, atau malam hari);
2. Desain ulang tempat kerja supaya tidak terlalu dekat dengan sumber paparan radiasi;
3. Jadwalkan secara rutin *maintenance* terhadap pekerjaan atau area mengandung radiasi setiap tahun;
4. Penambahan waktu istirahat yang lebih lama.

b) Meningkatkan Toleransi Terhadap Panas

Kemampuan seseorang dalam beradaptasi di lingkungan panas berbeda-beda. Penerapan aklimatisasi yang tepat akan meningkatkan kemampuan pekerja untuk bekerja di pekerjaan yang panas. Selain itu, untuk menjaga kondisi tubuh pekerja agar tetap bugar perlu diperhatikan konsumsi air minum dengan jumlah yang mencukupi selama bekerja di tempat yang panas. Keseimbangan garam dalam tubuh perlu dijaga dengan mengonsumsi cairan mengandung elektrolit untuk mencegah adanya gangguan kesehatan akibat paparan suhu panas.

c) Pelatihan K3

Perusahaan menyediakan pelatihan yang wajib diikuti oleh seluruh pekerja dan *supervisors hotwork*, dimana hal-hal yang dibahas adalah sebagai berikut:

1. Pengenalan terhadap gejala-gejala yang berhubungan dengan gangguan kesehatan akibat tekanan panas;



2. Penanganan yang tepat dalam meminimalisir dampak gangguan kesehatan akibat tekanan panas dengan mengonsumsi air minum yang cukup serta memantau warna dan jumlah pengeluaran *urine*;
3. Pengetahuan akan pemakaian alat pelindung diri yang tepat bagi pekerja *hotwork*;
4. Tindakan korektif yang tepat apabila terdapat gejala atau tanda-tanda adanya gangguan kesehatan akibat tekanan panas pada pekerja *hotwork*.

#### 2.1.8.3. **Personal Protective Equipment**

Memodifikasi pakaian kerja dengan menambahkan alternatif berupa *body cooling* yang dapat menurunkan tingkat keparahan terhadap paparan tekanan panas, yaitu: <sup>(20)</sup>

##### a) *Liquid Cooled Garments* (LCG)

Merupakan sistem pendingin bagian tubuh (kepala, *torso*, lengan, dan paha). Terdapat sebuah tempat berupa tabung tertanam di dalam *garments* dimana *micro-pump* digerakkan dengan bantuan energi baterai untuk sirkulasi air dingin.<sup>(21)</sup> Penggunaan LCG dapat menurunkan tekanan panas. Menurut (Mc Lellan, dkk.) terjadi peningkatan terhadap performa kerja sebanyak 80% setelah menggunakan LCG. <sup>(21)</sup>

##### b) *Air Cooled Garments* (ACG)

Terdiri dari 2 lapisan dimana lapisan luar kedap udara dan lapisan dalam tidak kedap udara sehingga bersentuhan langsung dengan kulit. Udara masuk diantara 2 lapisan tersebut dan keluar melalui lapisan dalam *garments* yang langsung kontak dengan kulit. <sup>(21)</sup> Perpindahan panas pada ACG melalui proses evaporasi, yaitu pelepasan panas berupa pengeluaran keringat dari dalam tubuh manusia. Penggunaan ACG mencegah pekerja terkena gangguan kesehatan akibat paparan suhu

panas. Desain ACG berupa *overall* lengan panjang dan menutupi bagian bawah (paha).

c) *Ice Packet Vest*

Rompi yang didalamnya terdapat sebuah paket es sebagai pendingin tubuh yang terletak dibalik *vest* agar nyaman saat digunakan. Paket es dalam rompi ini direkatkan dengan *tape*. *Ice packet vest* tidak dapat bertahan lama, maka dari itu harus disediakan cadangannya setiap 2 sampai 4 jam. Semakin besar suhu panas lingkungan, maka semakin sering paket es diganti dengan yang baru. Penggunaan *ice packet vest* ini relatif lebih murah dibandingkan dengan metode lainnya. *Ice packet vest* sangat berguna dan diperuntukkan bagi pekerja yang bekerja di lingkungan panas dan lembab.

## 2.2 Kelelahan (*fatigue*)

### 2.2.1. Pengertian Kelelahan

Terdapat berbagai teori yang dikemukakan oleh ahli mengenai pengertian kelelahan kerja:

- a) Kelelahan (*fatigue*) berasal dari kata "*fatigare*" yang berarti hilang, lenyap (*waste-time*). Secara umum dapat diartikan sebagai perubahan dari keadaan yang lebih kuat menjadi keadaan yang lebih lemah.<sup>(22)</sup>
- b) Kelelahan kerja merupakan kriteria yang lengkap tidak hanya menyangkut kelelahan yang bersifat fisik dan psikis saja tetapi lebih banyak berkaitan dengan adanya penurunan kinerja fisik, adanya perasaan lelah, penurunan motivasi, dan penurunan produktivitas kerja (Budiono dkk, 2004).<sup>(23)</sup>
- c) Lelah diartikan sebagai keadaan fisik dan mental yang berakibat pada menurunnya daya kerja, dan berkurangnya ketahanan tubuh seseorang saat bekerja (Suma'mur, 2009).<sup>(24)</sup>

Seseorang yang mengalami kelelahan tidak dapat memusatkan pikirannya untuk berkonsentrasi dalam melakukan pekerjaannya sehingga pekerjaan terasa berat untuk dilakukan dan seringkali terbengkalai karena adanya penurunan efisiensi dalam bekerja akibat pengaruh dari aktifitas fisik dan mental yang berlebihan. Kelelahan dapat dilihat dengan adanya kondisi penurunan kapasitas kerja, performa yang tidak maksimal, sulit berkonsentrasi, menurunnya tingkat motivasi dan kewaspadaan hingga menyebabkan menurunnya produktifitas kerja.

Rasa lelah yang dialami oleh setiap individu memiliki manfaat yang berguna bagi tubuh manusia. Rasa lelah yang timbul pada tubuh pekerja merupakan sebuah sinyal bahwa tubuh perlu perlindungan agar terhindar dari kerusakan lebih lanjut dengan beristirahat atau *recovery*.

Begitu banyak pengertian kelelahan kerja yang dikemukakan oleh beberapa ahli. Berdasarkan beberapa definisi yang telah dikemukakan diatas, peneliti menyimpulkan bahwa kelelahan atau *fatigue* merupakan suatu keadaan dimana seseorang mengalami penurunan efisiensi kerja serta ketahanan fisik karena rasa lelah yang diakibatkan oleh aktifitas pekerjaan baik secara statis maupun dinamis dengan intensitas waktu tertentu.

### **2.2.2. Jenis Kelelahan**

Terdapat 2 (dua) klasifikasi jenis kelelahan, yakni:

#### a) Kelelahan Otot

Kelelahan yang terjadi pada seseorang setelah melakukan aktifitas fisik dalam waktu tertentu sehingga menyebabkan kontraksi otot berkepanjangan dan mengakibatkan rasa nyeri pada bagian otot. Seseorang yang mengalami kelelahan otot juga akan mengalami gejala berupa penurunan kapasitas dan kemampuan dalam bekerja.



Menurut (A.M. Sugeng Budiono dkk., 2000) gejala kelelahan otot dapat terlihat dan tampak dari luar (*external signs*). Dalam beberapa pekerjaan, kelelahan otot ditandai dengan: <sup>(25)</sup>

1. Menurunnya ketinggian beban yang mampu diangkat;
2. Merendahnya kontraksi dan relaksasi;
3. Interval antara stimulus dan awal kontraksi menjadi lebih lama.

Kelelahan otot dapat terjadi apabila seseorang bekerja melampaui batas waktu ketahanan otot. Oleh karena itu, apabila seseorang melakukan aktifitas fisik baik dinamis maupun statis dalam waktu yang berkepanjangan hingga melewati batas energi yang dimiliki tubuhnya hingga membuat otot berkontraksi, maka kelelahan otot dapat terjadi.

#### b) Kelelahan Umum

Kelelahan umum adalah suatu perasaan yang menyebabkan yang disertai adanya penurunan kesiagaan dan kelambanan pada setiap aktivitas. Perasaan adanya kelelahan secara umum dapat ditandai dengan berbagai kondisi antara lain: <sup>(25)</sup>

1. Lelah pada organ penglihatan;
2. Mengantuk;
3. Stress menyebabkan pikiran tegang;
4. Rasa malas bekerja;
5. Menurunnya motivasi kerja yang diakibatkan oleh kelelahan fisik dan psikis.

Dari seluruh tanda-tanda tersebut, gejala utama bahwa seseorang mengalami kelelahan umum adalah dirasakannya rasa letih dimulai dari yang sangat ringan hingga berat. Menurut (Astrand & Roland, 1977 dan Pulat, 1992) kelelahan subjektif biasanya terjadi pada akhir jam kerja, apabila rata-rata beban kerja melebihi 30- 40% dari tenaga aerobik maksimal.<sup>(26)</sup>

Dampak dari kelelahan umum bagi tubuh adalah aktifitas menjadi terhambat dan terjadi penurunan motivasi serta keinginan untuk bekerja. Akumulasi gejala-gejala seperti mudah mengantuk, letih, dan terasa berat untuk melakukan tugas-tugas merupakan keluhan dari kelelahan umum yang dapat langsung ditangani oleh seseorang dengan cukup beristirahat atau tidur.

### **2.2.3. Mekanisme Terjadinya Kelelahan Kerja**

Pada teori kimia, secara umum bahwa terjadinya kelelahan adalah akibat berkurangnya cadangan energi dan meningkatnya sisa metabolisme sebagai penyebab hilangnya efisiensi otot.<sup>(26)</sup> Perubahan kimia yang terjadi mengakibatkan dihantarkannya rangsangan syaraf melalui syaraf sensoris ke otak yang disadari sebagai kelelahan otot.<sup>(26)</sup> Tubuh akan menyerap zat gizi makanan yang telah dikonsumsi untuk diubah menjadi energi. Energi inilah yang berguna untuk menunjang aktifitas manusia sehari-hari. Energi tersebut diperoleh dari hasil pemecahan glikogen. Selain energi, asam laktat merupakan salah satu hasil dari pemecahan glikogen.<sup>(27)</sup> Asam laktat bersama air kemudian menumpuk di otot sehingga menjadikan otot bengkak dan akan sulit berkontraksi.<sup>(27)</sup>

Saat otot berkontraksi, maka akan terjadi penumpukan asam laktat. Asam laktat ini menghambat kerja otot dan menyebabkan rasa lelah. Menurut (Tarwaka, 2004) apabila seseorang bekerja yang membutuhkan pengerahan tenaga akan mudah lelah karena kandungan oksigen dalam darah rendah, pembakaran karbohidrat terhambat, terjadi penumpukan asam laktat dan akhirnya timbul nyeri otot<sup>(26)</sup>. Nyeri otot merupakan salah satu gejala bahwa seseorang mengalami kelelahan.

#### 2.2.4. Faktor Penyebab Kelelahan

Kelelahan kerja menjadi permasalahan yang sangat penting untuk segera dilakukan pencegahan dan pengedaliannya. Kelelahan kerja dapat berpengaruh pada menurunnya tingkat produktifitas. Berikut ini adalah faktor penyebab terjadinya kelelahan yang dapat mengganggu dan menghambat pekerja dalam melakukan aktifitas pekerjaannya.

##### a) Usia

Usia seseorang berbanding langsung dengan kapasitas fisik sampai batas tertentu dan mencapai puncaknya pada usia 25 tahun.<sup>(26)</sup> Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan otot maksimal terjadi pada saat usia antara 20 - 29 tahun, selanjutnya terus terjadi penurunan sejalan dengan bertambahnya usia.<sup>(26)</sup>

Semakin bertambah usia seseorang, maka akan semakin berpengaruh pada penurunan tingkat kemampuan fisik dan kekuatan otot dalam melakukan pekerjaan atau aktifitas berat sehingga menyebabkan kelelahan yang berdampak pada penurunan tingkat produktifitas kerja.

##### b) Lama kerja

Lama kerja merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya kelelahan. Kelelahan dapat terjadi seiring meningkatnya lama kerja apabila tidak disesuaikan dengan kapasitas dan kemampuan tenaga kerja itu sendiri. Hal ini telah diatur secara khusus dalam UUD Ketenagakerjaan No.13 tahun 2003 Pasal 77 yang menyatakan bahwa setiap pengusaha wajib untuk melaksanakan ketentuan jam kerja sebagai berikut: <sup>(28)</sup>

- a) 7 jam kerja dalam 1 hari atau 40 jam kerja dalam 1 minggu untuk 6 hari kerja dalam 1 minggu; atau
- b) 8 jam kerja dalam 1 hari atau 40 jam kerja dalam 1 minggu untuk 5 hari kerja dalam 1 minggu.

Pada pasal 78 UUD Ketenagakerjaan Nomor 13 Tahun 2003 juga disebutkan bahwa pengusaha yang memperkerjakan

pekerja melebihi waktu kerja yang tertera pada pasal 77, maka harus memenuhi syarat antara lain ada persetujuan dari pekerja yang bersangkutan. Selain itu, waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan maksimal 3 jam dalam satu hari dan 14 jam dalam 1 minggu. Sisa durasi yang dimiliki oleh pekerja dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk keperluan diluar pekerjaan, misalnya berkumpul dengan keluarga, memenuhi kebutuhan pangan, hobi, istirahat, tidur dll. Menurut (Maurits, 2011) kelelahan dapat disebabkan karena lama kerja yang dilakukan dalam sehari, hal ini terjadi karena adanya ritme sirkadian yang terganggu seperti waktu tidur yang tidak teratur, waktu istirahat yang kurang, dan aktivitas lainnya yang menuntut kerja lembur.<sup>(29)</sup> Kelelahan dapat terlihat seiring menurunnya kualitas dan hasil kerja dalam intensitas waktu yang panjang. Maka, apabila pekerja melebihi lama kerja yang telah ditentukan tanpa diselingi waktu istirahat dapat meningkatkan risiko terjadinya kelelahan.



c) Status Gizi

Orang yang sedang berada pada kondisi gizi yang kurang baik akan lebih mudah mengalami kelelahan dalam melakukan pekerjaannya (Oentoro, 2004).<sup>(3)</sup> Status gizi diperoleh dari perhitungan Indeks Massa Tubuh (IMT) atau *Body Mass Index* (BMI). IMT merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur serta memantau status gizi pada orang dewasa, khususnya dalam permasalahan kelebihan dan kekurangan berat badan. Tanpa disadari, orang yang berbadan gemuk mengalami perubahan fungsi tubuh seiring bertambahnya timbunan lemak di dalam badannya. Karena pada umumnya, orang berbadan gemuk mengalami kesulitan untuk bergerak secara aktif. Dengan IMT, akan diketahui kategori berat badan seseorang. Berikut adalah rumus untuk mengetahui nilai IMT:

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat Badan (Kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)} \times \text{Tinggi Badan (m)}} \quad (6)$$

Tabel 2.3. Kondisi Berat Badan Ideal (IMT)

IMT	Status Gizi	Kategori
<17,0	Gizi Kurang	Kurus
18,5-24,9	Gizi Baik	Normal
>25	Gizi Lebih	Gemuk

Sumber: Depkes RI, 2009

d) Status Kesehatan

Kelelahan dapat terjadi sebagai akibat dari berbagai faktor, salah satunya adalah faktor kesehatan yang berkontribusi dalam menimbulkan kelelahan. Menurut (Grandjean dan Kroemer, 1997) dalam bukunya menyatakan bahwa kelelahan dapat dipicu oleh adanya tanda-tanda berupa gangguan kesehatan.<sup>(30)</sup> Beberapa penyakit yang menimbulkan kelelahan diantaranya adalah:

1. Penyakit Jantung

Seseorang yang sedang beraktifitas membutuhkan konsumsi oksigen yang mencukupi. Kecepatan denyut jantung dan kemampuan jantung dalam memompa darah meningkat seiring beratnya intensitas pekerjaan yang dilakukan. Apabila pekerja memiliki beban kerja tambahan yang cukup berat, maka kebutuhan oksigen pun bertambah. Maka dari itu, diperlukan suplai oksigen dalam waktu singkat untuk menunjang energi dalam tubuh pekerja. Menurut (Smith, Kupper, De Jonge, & Denollet, 2010) kelelahan dapat terjadi apabila tidak adanya keseimbangan antara suplai dan kebutuhan oksigen karena jantung gagal mempertahankan sirkulasi mengakibatkan terjadinya kelelahan.<sup>(31)</sup>

Proses metabolisme anaerob berperan untuk menghasilkan asam laktat. Apabila tubuh dalam kondisi lelah, asam laktat akan sulit dihilangkan sehingga terjadi penumpukan asam laktat di otot. Bagi pengidap penyakit jantung, akan mudah mengalami kelelahan dikarenakan suplai oksigen yang cenderung berkurang disertai dengan sesak nafas.

Menurut (Santoso, 2004) kekurangan oksigen jika terus menerus, maka akan terjadi akumulasi yang selanjutnya terjadi metabolisme anaerobik dimana akan menghasilkan asam laktat yang mempercepat kelelahan. <sup>(32)</sup>

## 2. Tekanan Darah Rendah

Secara umum, setiap pekerjaan baik fisik maupun mental memerlukan pasokan oksigen yang mencukupi untuk menunjang kegiatan sehari-hari. Bagi penderita tekanan darah rendah, kemampuan jantung dalam memompa darah cenderung menurun sehingga hasil yang didapat tidak maksimal. Hal ini mengakibatkan suplai oksigen terbatas karena darah tidak cukup mengalir ke bagian tubuh yang lain.

## 3. Tekanan Darah Tinggi (Hipertensi)

Menurut (Setiawan dan Kusumawati, 2014) mendefinisikan tekanan darah tinggi (hipertensi) adalah keadaan yang ditandai dengan terjadinya peningkatan tekanan darah di dalam arteri dan tekanan darah tersebut melebihi normal. <sup>(33)</sup> Hal ini berdampak pada kesehatan tubuh yang juga terganggu karena pasokan energi yang tersisa habis digunakan akibat sakit yang dirasakan selama pekerja mengalami hipertensi. Saat kontraksi otot, peredaran darah yang membawa oksigen serta bahan makanan lain terhambat sehingga menyebabkan pertukaran oksigen berkurang. Akibatnya, pekerja mudah merasakan lelah dan produktifitas kerja menurun.

#### 4. Gangguan Ginjal

Ginjal merupakan organ vital yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan dalam tubuh. Diantara tugasnya adalah menyaring darah dan ekskresi sisa zat tubuh yang sudah tidak digunakan kembali oleh tubuh (urea & racun). Apabila ginjal tidak bisa bekerja dengan maksimal maka kemampuan ginjal dalam mengeluarkan sisa metabolisme tubuh akan terganggu dan menyebabkan penumpukan dalam darah. Sehingga terjadi gangguan klinis yang disebut dengan sindrom uremik. Menurut (Suwitra, 2007) gejala sindrom uremik berupa penurunan kadar hemoglobin, gangguan kardiovaskuler, gangguan kulit, gangguan sistem syaraf dan gangguan gastrointestinal berupa mual, muntah dan kehilangan nafsu makan.<sup>(34)</sup> Penurunan kadar hemoglobin merupakan tanda adanya penyakit anemia. Menurut (Suharyanto dan Madjid, 2013) akibatnya penderita akan mengalami lelah, letih, lesu yang merupakan gejala *fatigue*.<sup>(34)</sup>

#### 5. Penyakit Paru-paru

Gaya hidup yang tidak sehat seperti merokok dapat membuat kapasitas paru-paru menurun sehingga mengakibatkan terhambatnya kemampuan untuk mengkonsumsi oksigen. Menurut (Tarwaka, 2004) apabila yang bersangkutan harus melakukan tugas yang menuntut pengerahan tenaga, maka akan mudah lelah karena kandungan oksigen dalam darah rendah, pembakaran karbohidrat terhambat, terjadi tumpukan asam laktat dan akhirnya timbul rasa nyeri otot.<sup>(26)</sup>



UNIVERSITAS  
BINAWAN

e) Beban kerja

Beban kerja adalah usaha manusia sebagai tenaga kerja yang diharuskan untuk menyelesaikan tugas-tugasnya dalam batas waktu tertentu. Seringkali beban kerja timbul sebagai kombinasi antara banyak atau sedikitnya jumlah tugas-tugas yang harus dikerjakan tertentu dan ketidakmampuan pekerja dalam melakukan tugasnya karena kurangnya potensi dan kemampuan yang dimilikinya.

Beban kerja yang sering dihadapi pekerja pengelasan ditempat kerja adalah suasana yang tidak mendukung karena panas atau iklim kerja yang tidak membuatnya merasa nyaman. Proses pekerjaan pengelasan tergolong statis dimana *welder* berada pada posisi duduk dalam waktu tertentu dan lebih banyak menggunakan tubuh bagian atas untuk melakukan berbagai hal. Menurut (Setyowati, 2011) pada saat tubuh berada dalam posisi statis maka akan terjadi penyumbatan aliran darah dan mengakibatkan pada bagian tersebut kekurangan oksigen dan glukosa dari darah apabila terjadi terus menerus akan menimbulkan kelelahan. <sup>(23)</sup>

Secara garis besar apabila beban kerja yang diterima pekerja semakin tinggi maka risiko untuk terjadinya kelelahan kerja pun akan semakin tinggi. Hal ini terjadi karena adanya ketidakseimbangan antara beban kerja dengan kapasitas dan kemampuan yang dimiliki setiap individu pekerja untuk menyelesaikan tugas-tugasnya. Menurut (Tarwaka, 2004) menyatakan bahwa setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang baik terhadap kemampuan fisik, kemampuan kognitif, maupun keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut. <sup>(26)</sup>



Menurut (Rodahl (1989), Adiputra (1998) dan Manuaba (2000)) secara umum hubungan antara beban kerja dan kapasitas kerja dipengaruhi oleh berbagai faktor yang sangat kompleks, baik faktor internal maupun faktor eksternal: <sup>(26)</sup>

a) Faktor eksternal adalah beban kerja berasal dari luar tubuh pekerja, terdiri dari:

1. Tugas-tugas (*task*), meliputi tugas bersifat fisik seperti, stasiun kerja, tata ruang tempat kerja, kondisi lingkungan kerja, sikap kerja, cara angkut, beban yang diangkat. Tugas yang bersifat mental meliputi, tanggung jawab, kompleksitas pekerjaan, emosi pekerja dan sebagainya.
2. Organisasi kerja, meliputi lamanya waktu kerja, waktu istirahat, shift kerja, sistem kerja dan sebagainya.
3. Lingkungan kerja, ini dapat memberikan beban tambahan yang meliputi, lingkungan kerja fisik, lingkungan kerja kimiawi, lingkungan kerja biologi dan lingkungan kerja psikologis.

b) Faktor internal adalah beban kerja yang berasal dari dalam tubuh akibat adanya reaksi dari beban kerja eksternal yang berpotensi sebagai *stressor*, yaitu: <sup>(26)</sup>

1. Faktor somatis seperti jenis kelamin, usia, masa tubuh, status gizi, kondisi kesehatan, dan sebagainya.
2. Faktor psikis seperti motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan, kepuasan, dan sebagainya.

Berdasarkan SNI 7269:2009 penilaian beban kerja fisik dapat dilakukan dengan mengukur berat badan tenaga kerja, mengamati setiap aktivitas tenaga kerja (kategori jenis pekerjaan dan posisi badan) sekurang-kurangnya 4 jam kerja dalam satu hari kerja lalu diambil rerata setiap jam dan menghitung kebutuhan kalori berdasarkan pengeluaran energi sesuai tabel perhitungan beban kerja.

Berikut adalah rumus perhitungan: <sup>(35)</sup>

$$\text{Rerata BK} = \frac{(\text{BK1} \times \text{T1}) + (\text{BK2} \times \text{T2}) + \dots + (\text{BK}_n \times \text{T}_n)}{(\text{T1} + \text{T2} + \dots \text{T}_n)} \times 60 \text{ kkal} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \text{MB untuk laki-laki} &= \text{berat badan dalam kg} \times 1 \text{ kkal per jam} \\ \text{MB untuk wanita} &= \text{berat badan dalam kg} \times 0,9 \text{ kkal per jam} \end{aligned} \quad (8)$$

$$\text{Total BK} = \text{Rerata BK} + \text{MB} \quad (9)$$

Keterangan:

- BK adalah beban kerja per jam
- BK1, BK2,..BK<sub>n</sub> adalah beban kerja sesuai aktivitas kerja tenaga kerja 1, 2,.....n
- T adalah waktu (dalam satuan menit)
- T1, T2,....T<sub>n</sub> adalah waktu sesuai aktivitas kerja tenaga kerja 1, 2,.....n
- MB adalah Metabolisme Basal

Tabel 2.4. Perkiraan Beban Kerja Menurut Kebutuhan Energi

NO.	Pekerjaan	Posisi Badan			
		1 Duduk (0,3)	2 Berdiri (0,6)	3 Berjalan (3,0)	4 Berjalan Mendaki (3,8)
<b>Pekerjaan dengan tangan</b>					
1.	Kategori I (contoh: menulis, merajut) (0,30)	0,6	0,9	3,3	4,1
	Kategori II (contoh: menyetrika) (0,70)	1	1,3	3,7	4,5
	Kategori III (contoh: mengetik) (1,10)	1,4	1,7	4,1	4,9
<b>Pekerjaan dengan satu tangan</b>					
2.	Kategori I (contoh: menyapu lantai) (0,90)	1,2	1,5	3,9	4,7
	Kategori II (contoh: menggergaji) (1,60)	1,9	2,2	4,6	5,4
	Kategori III (contoh: memukul paku) (2,30)	2,6	2,9	5,3	6,1
<b>Pekerjaan dengan dua lengan</b>					

3.	Kategori I (contoh: menambal logam, mengemas barang dalam dus) (1,25)	1,55	1,85	4,25	5,05
	Kategori II (contoh: memompa, menempa besi) (2,25)	2,55	2,85	5,25	6,05
	Kategori III (contoh: mendorong kereta bermuatan) (3,25)	3,55	3,85	6,25	7,05
<b>Pekerjaan dengan menggunakan dua tangan</b>					
4.	Kategori I (contoh: pekerjaan administrasi) (3,75)	4,05	4,35	6,75	7,55
	Kategori II (contoh: membersihkan karpet, mengepel) (8,75)	9,05	9,35	11,75	12,55
	Kategori III (contoh: menggali lobang, menebang pohon) (13,75)	14,05	14,35	16,75	17,55

**Keterangan:**

**Aktifitas kerja: kategori pekerjaan + posisi badan**

**Contoh: Kategori 1.1 (pekerjaan dengan tangan pada posisi badan duduk), maka aktifitas kerja= (0,3) + (0,3) = 0,6**

Sumber: SNI 7269:2009

Kategori beban kerja berdasarkan SNI 7269:2009 adalah sebagai berikut:

- a) Beban kerja ringan membutuhkan kebutuhan untuk pengeluaran energi sebesar 100kkal per jam – 200 kkal per jam;
- b) Beban kerja sedang membutuhkan kebutuhan untuk pengeluaran energi lebih dari 200kkal per jam – 350kkal per jam;
- c) Beban kerja berat membutuhkan kebutuhan untuk pengeluaran energi lebih dari 350kkal per jam – 500 kkal per jam.

### 2.2.5. Gejala Kelelahan

Seseorang dikatakan terkena kelelahan akibat tekanan panas apabila terkena paparan panas dengan suhu yang tinggi dan mengalami gejala-gejala seperti meningkatnya denyut nadi, keringat berlebih, kelelahan berat, kebingungan, mual dan suhu tubuh naik dengan drastis (NIOSH, 2010). <sup>(16)</sup> Menurut (Sugeng Budiono, 2000)

menyatakan gambaran mengenai gejala kelelahan (*fatigue symptoms*) secara subyektif dan obyektif antara lain: <sup>(25)</sup>

1. Perasaan lesu, ngantuk, dan pusing.
2. Kurang mampu berkonsentrasi.
3. Berkurangnya tingkat kewaspadaan.
4. Persepsi yang buruk dan lambat.
5. Berkurangnya gairah untuk bekerja.
6. Menurunnya kinerja jasmani dan rohani.

(Suma'mur P.K., 1996) membuat suatu daftar gejala yang ada hubungannya dengan kelelahan yaitu:<sup>(25)</sup>

a) Gejala yang menunjukkan pelemahan kegiatan:

1. Perasaan berat dikepala.
2. Menjadi lelah seluruh badan.
3. Kaki merasa berat.
4. Menguap.
5. Merasa kacau pikiran.
6. Menjadi mengantuk.
7. Merasakan beban pada mata.
8. Kaku dan canggung dalam gerakan.
9. Tidak seimbang dalam berdiri.
10. Mau berbaring

b) Gejala yang menunjukkan pelemahan motivasi kerja:

1. Merasa susah berpikir.
2. Lelah bicara.
3. Menjadi gugup.
4. Tidak dapat berkonsentrasi.
5. Tidak dapat mempunyai perhatian terhadap sesuatu.
6. Cenderung untuk lupa.
7. Kurang kepercayaan.
8. Cemas terhadap sesuatu.
9. Tidak dapat mengontrol sikap.
10. Tidak dapat tekun dalam pekerjaan.

c) Gejala kelelahan fisik akibat keadaan umum:

1. Sakit kepala.
2. Kekakuan dibahu.
3. Merasa nyeri dipunggung.
4. Merasa pernafasan tertekan.
5. Haus.
6. Suara serak.
7. Merasa pening.
8. Spasme dari kelopak mata.
9. Tremor pada anggota badan.
10. Merasa kurang sehat.

#### **2.2.6. Dampak Kelelahan**

Kelelahan kerja dapat mengakibatkan gangguan fisiologis. Diantaranya adalah motivasi bekerja menurun, stres kerja, hasil tugas-tugas tidak maksimal, performa kerja menurun, banyak terjadi kesalahan dalam bekerja, sulit untuk konsentrasi terhadap sesuatu. Hal ini terjadi karena saat lelah, tubuh mengalami kesulitan menghasilkan energi dan tubuh cenderung dipaksa untuk bekerja pada waktu seharusnya tubuh perlu istirahat. Menurut (Kuswana, 2014) efek dari kelelahan bisa jangka pendek atau panjang, misalnya:<sup>(9)</sup>

- a) Kesulitan dalam konsentrasi dan mudah terganggu;
- b) Penilaian buruk dan pengambilan keputusan;
- c) Mengurangi kapasitas komunikasi interpersonal yang efektif;
- d) Koordinasi tangan-mata berkurang dan persepsi visual;
- e) Kewaspadaan berkurang;
- f) Waktu reaksi lebih lambat;
- g) Memori berkurang.

### 2.2.7. Metode Pengukuran Kelelahan

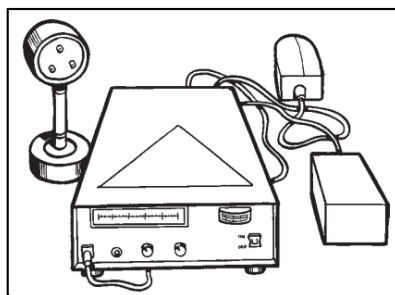
Menurut (Grandjean, 1993) metode pengukuran kelelahan dikelompokkan menjadi beberapa kelompok sebagai berikut: <sup>(26)</sup>

a) Kualitas dan kuantitas kerja yang Dilakukan

Pada metode ini, kualitas *output* digambarkan sebagai jumlah proses kerja (waktu yang digunakan setiap *item*) atau proses operasi yang dilakukan setiap unit waktu. Namun demikian banyak faktor yang harus dipertimbangkan seperti: target produksi; faktor sosial; dan perilaku psikologis dalam kerja. Sedangkan kualitas *output* (kerusakan produk, penolakan produk) atau frekuensi kecelakaan dapat menggambarkan terjadinya kelelahan, tetapi faktor tersebut bukanlah merupakan *causal factor*.

b) *Psychomotor Test* (uji psikomotorik)

Uji psikomotorik merupakan metode pengukuran kelelahan yang cara kerjanya melibatkan fungsi persepsi, interpretasi, dan reaksi motorik dengan menggunakan alat ukur *digital reaction timer*. *Reaction timer* atau waktu reaksi merupakan rentang waktu antara penerimaan rangsangan sampai dilakukannya sebuah respon berupa gerakan atau motorik. Alat ukur waktu reaksi yang digunakan biasanya adalah nyala lampu sebagai stimuli cahaya dan denting suara sebagai stimuli suara.



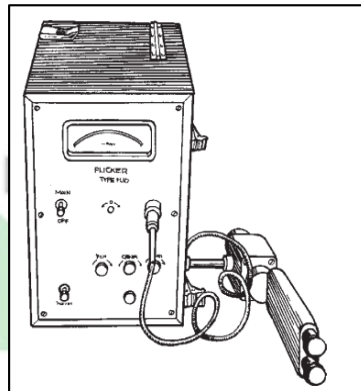
Gambar 2.1. *Reaction Timer*

Sumber: Tarwaka, 2004: 111

Menurut (Setyawati, 1996) melaporkan bahwa dalam uji waktu reaksi, ternyata stimuli terhadap cahaya lebih signifikan daripada stimuli suara. <sup>(26)</sup> Hal tersebut disebabkan karena stimuli suara lebih cepat diterima oleh reseptor daripada stimuli cahaya. Apabila seseorang mengalami kelelahan, maka dapat mempengaruhi hasil waktu reaksi menjadi lebih panjang.

c) *Flicker Fusion Test* (uji fusi kelipan)

Konsep dasar pengukuran *flicker* dengan menggunakan konsep lampu yang berkedip pada frekuensi tertentu, kemudian frekuensi dari lampu akan meningkat sampai frekuensi tertentu, sehingga kedipan lampu terlihat seperti lampu yang kontinu. <sup>(36)</sup>



Gambar 2.2. Alat Uji Hilang Kelipan atau *Flicker Fusion Test*  
Sumber: Tarwaka, 2004: 111

Dalam kondisi yang lelah, kemampuan tenaga kerja untuk melihat cahaya kelipan akan berkurang. Hal ini terjadi dikarenakan tingkat kemampuan dan kewaspadaan yang dimiliki pekerja menurun akibat faktor pekerjaan yang membuatnya merasa lelah sepanjang waktu.

d) *Bourdon Wiersma Test* (uji performa mental)

Tes *Bourdon Wiersma* merupakan salah satu tes kognitif yang dikembangkan pada tahun 1982. Apabila pekerja mengalami kelelahan, maka hasil uji performa mental menunjukkan penurunan terhadap ketelitian, kecepatan waktu

pengerjaan, dan konsistensi. Uji performa mental cocok untuk digunakan sebagai alat untuk mengukur kelelahan yang bersifat mental.

e) *The Subjective Symptom Test*

Pengukuran terhadap adanya kondisi kelelahan pada pekerja dilakukan secara subjektif menggunakan kuesioner yang bernama *The Subjective Symptom Test* dari *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC) Jepang. Kuesioner yang berisi 30 daftar pertanyaan tersebut meliputi pelemahan kegiatan, pelemahan motivasi dan gambaran kelelahan fisik. Berdasarkan *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC) klasifikasi tingkat kelelahan subjektif dibagi menjadi 4 (empat) kategori, yaitu:

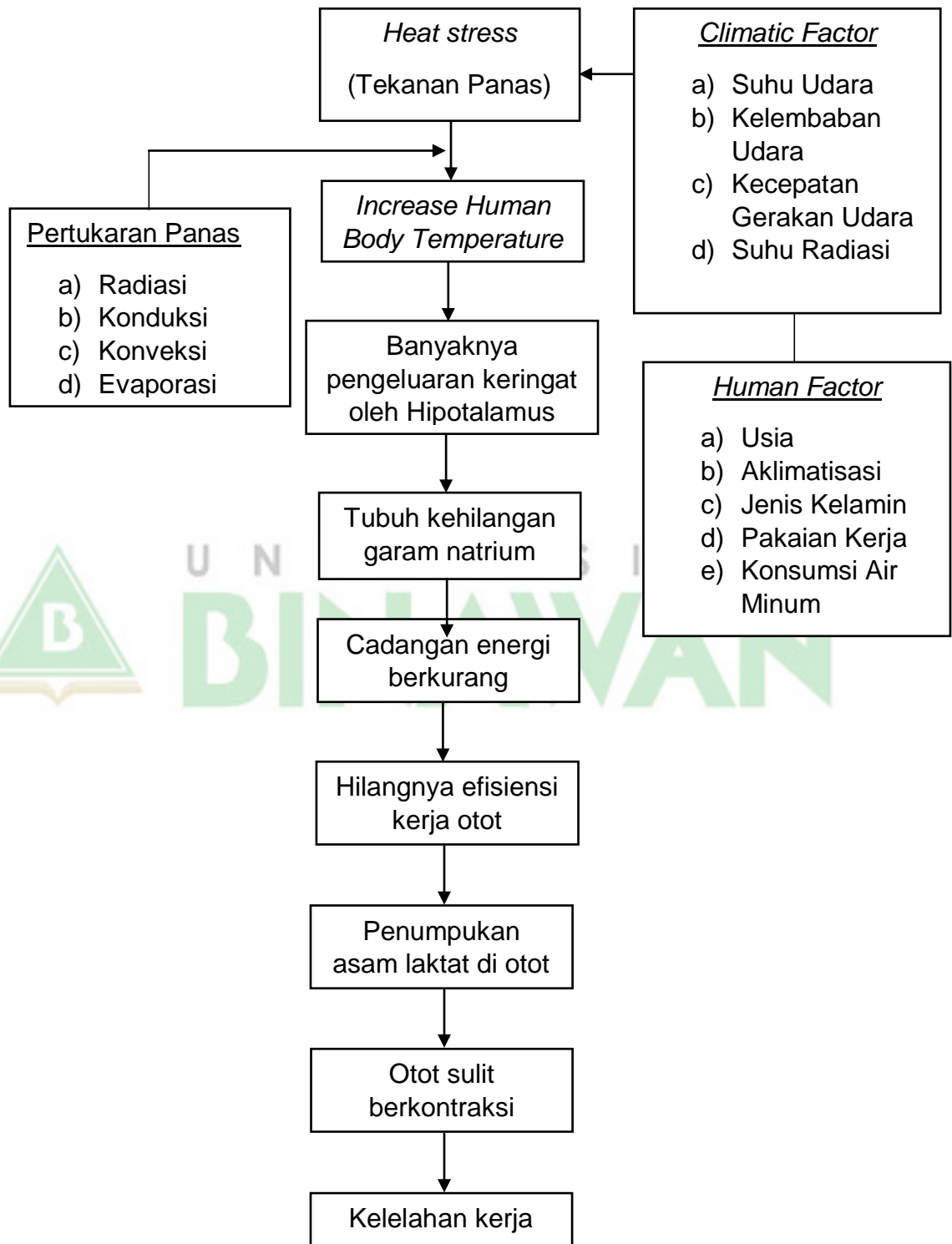
Tabel 2.5. Klasifikasi Tingkat Kelelahan Subjektif

Total Skor Individu	Tingkat Kelelahan	Klasifikasi Kelelahan	Tindakan Perbaikan
0-21	0	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
22-44	1	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan perbaikan dikemudian hari
45-67	2	Tinggi	Diperlukan tindakan segera
68-90	3	Sangat Tinggi	Diperlukan tindakan menyeluruh sesegera mungkin

Sumber: Tarwaka, 2010



### 2.3. Kerangka Teori

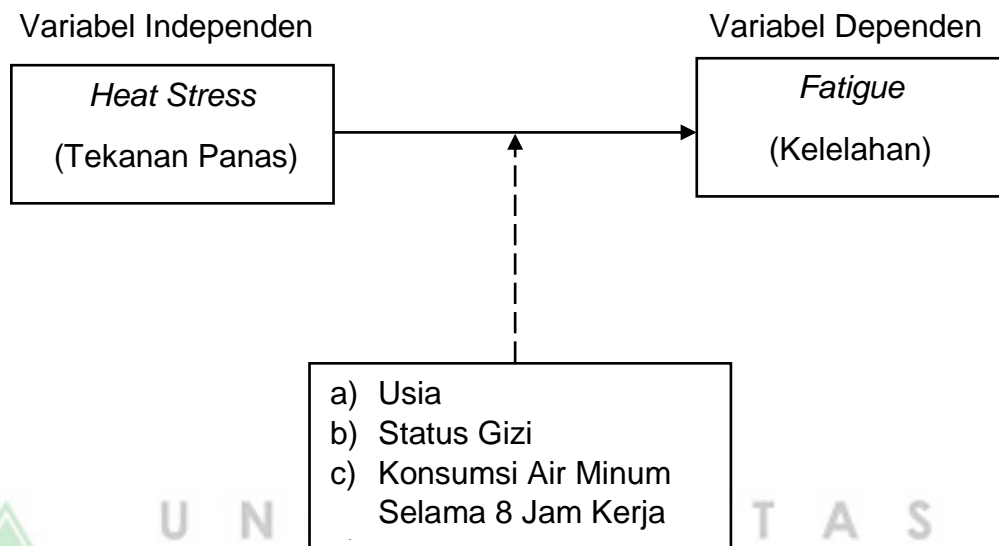


Sumber: Tarwaka, Bakri SH, Sudiajeng L. Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas. Surakarta: UNIBA PRESS, 2004.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Kerangka Konsep



Pembatasan variabel penelitian ini adalah hanya pada variabel *Heat Stress* dan variabel *Fatigue* yang dibahas dalam analisis *bivariate*. Sedangkan variabel Usia, Status Gizi, dan Konsumsi Air Minum Selama 8 Jam Kerja merupakan faktor predisposisi yang dibahas dalam analisis *univariate*.

#### 3.2. Hipotesis

(Ho): Diketahui adanya hubungan antara *heat stress* dengan *fatigue* pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019.

(Ha): Diketahui tidak adanya hubungan antara *heat stress* dengan *fatigue* pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019.

### 3.3. Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode penelitian analitik observasional serta desain pendekatan *cross sectional*. Analitik observasional yaitu suatu metode penelitian yang dilakukan untuk mencari hubungan antar variabel kemudian dilakukan analisis terhadap data yang sudah terkumpul.

Menurut (Notoatmodjo, 2010) pendekatan *cross sectional*, yaitu suatu penelitian untuk mempelajari dinamika korelasi antara faktor-faktor risiko dengan efek, dengan cara pendekatan, observasi atau pengumpulan data sekaligus pada suatu saat (*point time-approach*).<sup>(37)</sup> Dalam penelitian ini untuk memperoleh serta mengumpulkan data dilakukan pada waktu yang bersamaan.

### 3.4. Populasi dan Sampel Penelitian

#### 3.4.1. Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi dengan total jumlah pekerja pengelasan sebanyak 40 orang.

#### 3.4.2. Sampel Penelitian

Pengambilan sampel penelitian ini menggunakan *total sampling* pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi .

### 3.5. Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
<b>VARIABEL DEPENDEN</b>					
1.	<i>Fatigue</i> (Kelelahan)	Lelah diartikan sebagai keadaan fisik dan mental yang berakibat pada menurunnya daya kerja, dan berkurangnya ketahanan tubuh seseorang saat bekerja (Suma'mur, 2009)	Kuesioner IFRC ( <i>Industrial Fatigue Research Committe</i> ).	1. Lelah Tinggi 2. Lelah Sedang  Berdasarkan hasil <i>scoring</i> apabila :  -Skor 22-44 Kelelahan Sedang  -Skor 45-67 Kelelahan Tinggi  (Tarwaka, 2010)	Ordinal
<b>VARIABEL INDEPENDEN</b>					
2.	<i>Heat Stress</i> (Tekanan Panas)	Pengukuran temperatur panas di tempat kerja menggunakan alat ukur suhu dan kelembaban.	<i>Smart Sensor Humidity &amp; Temperature AR847</i> .	ISBB °Celcius ≤ 28 > 28	Ordinal
3.	Usia	Usia responden dalam bentuk tahun yang dihitung mulai dari tahun lahir hingga saat penelitian berlangsung.	Kuesioner	< 35 tahun ≥ 35 tahun  (Tarwaka, 2004)	Rasio

4.	Status Gizi	Penilaian status gizi pada pekerja pengelasan menggunakan perhitungan Indeks Massa Tubuh (IMT) berdasarkan berat badan dan tinggi badan (kg/m <sup>2</sup> )	Kuesioner	<p>IMT 18,5-24,9 (Gizi Baik)</p> <p>IMT &gt;25 (Gizi Lebih)</p> <p>(Depkes RI, 2009)</p>	Ordinal
5.	Konsumsi Air Minum selama 8 Jam Kerja	Jumlah asupan konsumsi air minum dalam sehari pada pekerja untuk disesuaikan berdasarkan standar NIOSH.	Kuesioner	<p>&lt; 4000ml atau 4 liter</p> <p>≥ 4000ml atau 4 liter</p>	Ordinal



### 3.6. Sumber Data Penelitian

#### 3.6.1. Data Primer

Data primer adalah data yang didapat secara langsung dari subjek dalam penelitian, yaitu responden (pekerja pengelasan). Data tersebut merupakan jawaban dari lembar kuesioner yang diisi oleh pekerja pengelasan PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi. Selain itu, data lainnya yang diperoleh berupa hasil wawancara secara langsung kepada responden terkait perasaan lelah.

#### 3.6.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat secara tidak langsung. Data tersebut merupakan data penunjang untuk melengkapi data primer yang diperoleh dari data perusahaan, referensi berupa jurnal ilmiah, buku, dan perundang-undangan maupun standar internasional yang berkaitan dengan tema skripsi penelitian ini.

### 3.7. Instrumen Penelitian

#### a) Kuesioner

Pengisian kuesioner IFRC (*Industrial Fatigue Research Committee*) untuk memperoleh data terkait kelelahan kerja yang dibagikan oleh peneliti kepada pekerja pengelasan PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019.

Kuesioner IFRC berisi 30 daftar pertanyaan yang meliputi 10 pertanyaan pelemahan kegiatan, 10 pertanyaan pelemahan motivasi dan 10 pertanyaan gambaran kelelahan fisik. Setiap pertanyaan dilakukan *scoring* dengan menggunakan skala *Likert*:

1. Skor 1= Tidak pernah merasakan
2. Skor 2= Kadang- kadang merasakan
3. Skor 3= Sering merasakan
4. Skor 4= Sangat sering merasakan

b) Pengukuran Suhu Panas

Pengukuran suhu panas di lingkungan kerja pengelasan menggunakan alat ukur *Smart Sensor Humidity & Temperature AR847*.



Gambar 3.1. *Smart Sensor Humidity & Temperature AR847*

Sumber: <http://en.smartsensor.cn/>

Cara pengukuran menggunakan alat *Smart Sensor Humidity & Temperature AR847* :

1. Kalibrasi alat ukur *Smart Sensor Humidity & Temperature AR847* dengan menggunakan alat kalibrasi;
2. Menentukan titik dan lokasi pengukuran sampel;
3. Lakukan pengukuran pada pekerja yang sedang beraktifitas di dekat sumber panas;
4. Tekan tombol *ON* untuk menyalakan alat ukur dan pilih satuan suhu sesuai kebutuhan (*Celcius/ Fahrenheit*);
5. Lakukan pembacaan data setiap 5 detik selama 10kali;
6. Catat hasil pengukuran dan rata-ratakan;
7. Bandingkan dengan NAB iklim kerja ISBB yang diperkenankan dalam PERMENAKER No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja.

### 3.8. Pengumpulan Data

#### a) Dokumen Penunjang Penelitian

Membuat surat pengajuan tertulis dari institusi untuk melaksanakan penelitian dan pengambilan data di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019.

#### b) Observasi

Melakukan pengamatan dan dokumentasi baik berupa foto maupun pencatatan di lingkungan kerja terkait *heat stress* dan *fatigue* pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019.

#### c) Wawancara

Pengambilan data melalui wawancara secara langsung dengan mengajukan pertanyaan terkait *heat stress* dan *fatigue* pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019.

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

Pengambilan data dengan memberikan lembar kuesioner IFRC (*Industrial Fatigue Research Committee*) yang berisi 30 pertanyaan mengenai pelemahan kegiatan, penurunan motivasi dan kelelahan fisik. Kuesioner diberikan kepada 40 pekerja pengelasan PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019 untuk diisi sehingga didapatkan data terkait *heat stress* dan *fatigue*

### 3.9. Pengolahan dan Analisis Data

#### 3.9.1. Pengolahan Data

Data yang sudah terkumpul dari hasil pengisian kuesioner IFRC oleh pekerja pengelasan PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019 merupakan data mentah yang harus diolah terlebih dahulu menggunakan program komputer untuk secara statistik yaitu *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Berikut adalah tahap - tahap melakukan pengolahan data:



## 1. *Editing*

Pada tahap ini dilakukan pengecekan kembali data atau lembar kuesioner pengukuran kelelahan IFRC yang telah terkumpul terkait kelengkapan pengisian seluruh pertanyaan serta relevansi setiap jawaban. .

## 2. *Coding*

Perubahan data dari setiap variabel dalam kuesioner yang telah diinput untuk dirubah dari berbentuk huruf menjadi kode berupa angka untuk mempermudah *processing* data sebelum diinput kedalam SPSS.

### a) Variabel Dependen

Variabel dependen dalam penelitian ini adalah *Fatigue* (kelelahan) dimana dalam proses *coding* data skor kelelahan yang diinput kemudian dirubah dari bentuk huruf menjadi kode berupa angka:

Kode (1) dikatakan lelah tinggi apabila skor hasil kuesioner IFRC 45-67

Kode (2) dikatakan lelah sedang apabila skor hasil kuesioner IFRC 22-47

### b) Variabel Independen

Variabel independen dalam penelitian ini adalah *Heat Stress* (Tekanan Panas), Usia, Status Gizi, dan Konsumsi Air Minum Selama 8 Jam Kerja dimana dalam proses *coding* data yang diinput kemudian dirubah dari bentuk huruf menjadi kode berupa angka:

#### 1) Variabel *Heat Stress* (Tekanan Panas)

Kode (1) dikatakan lebih dari NAB apabila suhu melebihi 28°C : (>28°C)

Kode (2) dikatakan kurang dari atau sama dengan NAB apabila suhu kurang dari atau sama dengan 28°C: ( $\leq$  28°C)



2) Variabel Usia

Kode (1) dikatakan lebih dari atau sama dengan 35 tahun apabila usia lebih dari atau sama dengan 35 tahun : ( $\geq 35$  tahun)

Kode (2) dikatakan kurang dari 35 tahun apabila usia berada dibawah 35 tahun: ( $< 35$  tahun)

3) Variabel Status Gizi

Kode (1) dikatakan gizi lebih apabila IMT melebihi 25: (IMT  $> 25$ )

Kode (2) dikatakan gizi baik apabila IMT berada pada *range* 18,5 – 24,9: (IMT 18,5-24,9)

4) Variabel Konsumsi Air Minum Selama 8 Jam Kerja

Kode (1) dikatakan kurang dari 4000ml atau 4 liter apabila konsumsi air minum selama 8 jam kerja kurang dari 4000ml atau 4 liter: ( $< 4000$ ml atau 4 liter)

Kode (2) dikatakan lebih dari atau sama dengan 4000ml atau 4 liter apabila konsumsi air minum selama 8 jam kerja lebih dari atau sama dengan 4000ml atau 4 liter: ( $\geq 4000$ ml atau 4 liter)

3. *Entry Data*

Memasukkan data yang telah *dicoding* berupa variabel dependen, yaitu *Fatigue* (kelelahan) dan variabel independen, yaitu *Heat Stress* (Tekanan Panas), Usia, Status Gizi, dan Konsumsi Air Minum Selama 8 Jam Kerja kedalam aplikasi SPSS yang terdapat di komputer.

4. Tabulasi Data

Penyajian data berupa variabel dependen, yaitu *Fatigue* (kelelahan) dan variabel independen, yaitu *Heat Stress* (Tekanan Panas), Usia, Status Gizi, dan Konsumsi Air Minum Selama 8 Jam Kerja yang telah dianalisis menggunakan SPSS untuk dimasukkan

kedalam bentuk tabel yang tersusun secara sistematis sehingga mempermudah peneliti dalam menganalisis data.

### 3.9.2. Analisis Data

Menganalisa seluruh data yang telah terkumpul untuk data kuantitatif menggunakan univariat dan bivariat

#### a) Univariat

Dilakukan untuk memperoleh gambaran umum dengan menjelaskan karakteristik variabel independen yang diteliti, yaitu terdiri dari *Heat Stress* (Tekanan Panas), Usia, Status Gizi, dan Konsumsi Air Minum Selama 8 Jam Kerja.

#### a) Bivariat

Dilakukan untuk melihat hubungan antara variabel independen, yaitu *Heat Stress* (Tekanan Panas) dengan variabel dependen, yaitu *Fatigue* (Kelelahan) secara signifikan dengan uji statistik. Uji statistik yang digunakan adalah uji *chi square* untuk mengetahui hubungan antara variabel kategorik dengan variabel kategorik. Hubungan signifikan atau bermakna didapat dengan nilai  $p < 0,05$ , sedangkan untuk nilai  $p > 0,05$  dianggap hubungan tidak signifikan atau tidak bermakna.



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Gambaran Perusahaan

##### 4.1.1. Profil Perusahaan PT. Adhi Persada Gedung (APG)

PT. Adhi Persada Gedung (APG) merupakan anak perusahaan PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. yang bisnisnya fokus pada penyediaan jasa konstruksi spesialis gedung bertingkat tinggi dan menengah, baik untuk pelanggan swasta maupun pemerintah.

PT. APG memposisikan perannya sebagai mitra (*partner*) pilihan utama bagi pengembang atau pemilik proyek khususnya bangunan bertingkat tinggi atau pencakar langit (*high-rise building*) serta pengembangan pola kerja sama dengan beberapa pemilik proyek pembangunan kawasan untuk gedung perkantoran maupun kawasan hunian. Selain itu, PT. APG juga mengerjakan proyek-proyek *internal* ADHI Group untuk proyek properti, TOD, stasiun LRT Jabodebek dan Hotel di seluruh Indonesia.

Didirikan pada tanggal 10 Desember 2013, Adhi Persada Gedung bergerak di bidang jasa konstruksi khususnya konstruksi bangunan bertingkat (*high-rise building*). PT. APG berkomitmen untuk bekerja dengan senantiasa mengemban kepercayaan dalam memenuhi kepuasan pelanggan dan pemangku kepentingan lainnya. Hal ini dilakukan melalui peningkatan mutu kinerja dan produksi, pelaksanaan kegiatan operasional sesuai ketentuan perundang-undangan yang berlaku serta norma-norma perlindungan kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan (K3L) dan tidak kalah penting adalah penciptaan lingkungan kerja yang aman, sehat dan bebas dari kecelakaan dan pencemaran lingkungan.

## 4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan

### 4.1.2.1. Visi PT. Adhi Persada Gedung

Menjadi perusahaan penyedia jasa konstruksi spesialis gedung yang profesional dan berbudaya unggul untuk pertumbuhan yang berkelanjutan.

### 4.1.2.2. Misi PT. Adhi Persada Gedung

- 1) Fokus pada pelaksanaan gedung bertingkat dengan mengutamakan kualitas dan kepuasan pelanggan serta memperhatikan keselamatan, kesehatan, dan lingkungan sekitarnya, untuk menjadi pilihan utama pelanggan.
- 2) Menciptakan daya saing kompetitif dan inovatif untuk memberi nilai tambah yang optimal kepada stakeholder.
- 3) Mengembangkan sumberdaya manusia, finansial, teknologi, dan operasi yang sesuai dengan teknologi informasi terkini untuk mendukung pertumbuhan perusahaan.
- 4) Menerapkan nilai-nilai perusahaan yang membumi dan prinsip-prinsip tata kelola perusahaan dan manajemen risiko yang baik.

## 4.1.3 Proses *Flow* Produksi

### 1) Proses *Planning* (Desain Gambar)

Gambar bangunan dari *Tender* sudah tersedia dengan dibantu oleh Konsultan Perencana, setelah itu gambar diperiksa oleh MK menjadi gambar *For Construction (For Cont.)* yang diberikan oleh *Owner* kepada kontraktor PT. APG untuk dijadikan *Soft Drawing* agar menjadi skala yang besar sehingga bisa dikerjakan di lapangan. Lama waktu *Soft Drawing* direalisasikan menjadi sebuah bangunan fisik adalah 3 minggu, yaitu setelah *Soft Drawing* disetujui dan dikaji ulang.

## 2) Proses *Procurement* (Pengadaan *Material*)

*Volume* dan spesifikasi bahan terkait dengan pengadaan *material* dilakukan saat perjanjian awal *Tender*. Selain itu, terdapat jadwal perencanaan kegiatan yang disesuaikan dengan kegiatan produksi di lapangan. Jadwal perencanaan kegiatan tersebut meliputi *material* yang dibutuhkan dan yang akan didatangkan setiap bulannya. Lalu Tim *Procurement* mengajukan jadwal permintaan dan pengajuan *material* ke kantor pusat PT. APG.

Dilanjutkan dengan proses pengkajian ulang mengenai *volume* maupun spesifikasi *material* yang sudah diajukan saat awal *tender* untuk melihat apakah hal tersebut dapat menunjang suatu pekerjaan konstruksi. Terdapat syarat yang wajib dipenuhi dalam pengadaan *material*, yakni diharuskannya minimum 3 kandidat *supplier* dalam satu proyek sebagai perbandingan antara *supplier* satu dengan yang lainnya. Apabila jadwal permintaan dan pengajuan telah disetujui oleh kantor pusat PT. APG, maka akan keluar hasil berupa proses kontrak atau *Processing Order* (PO).

## 3) Implementasi Lapangan (Konstruksi)

Bagian manajemen produksi mendapat gambar kerja yang dibuat oleh pihak *Engineering &* sudah disetujui oleh MK dan APP (Adhi Persada Properti) sebagai bentuk legalitas dokumen *soft drawing* untuk dipelajari lebih lanjut serta dihitung *volume material* untuk diaplikasikan di lapangan. Di lapangan terdapat kegiatan survei lokasi atau *marking*. *Marking* adalah pemetaan atau penandaan lokasi yang akan dijadikan suatu bangunan atau gedung. Kegiatan ini dilakukan oleh pihak survei yang berada dibawah manajemen produksi PT. Adhi Persada Gedung.

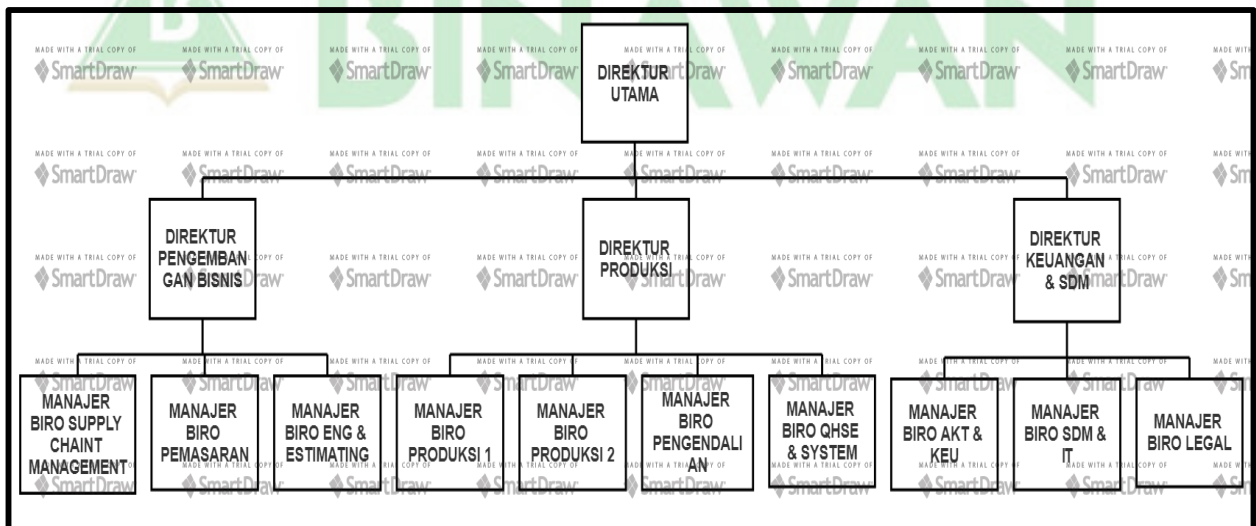
#### 4.1.4 Komitmen Perusahaan dalam Bidang K3

- 1) Mulailah kesehatan dan keselamatan kerja dari lingkungan terdekat.
- 2) Pikirkanlah kesehatan dan keselamatan sebelum anda bekerja.
- 3) Kecerobohan dan kelalaian sebab utama kecelakaan kerja.
- 4) Hindarilah kecelakaan kerja Keluarga anda menunggu di rumah.
- 5) Pastikan pekerjaan anda benar.
- 6) Periksa alat-alat sebelum dipergunakan.

#### 4.1.5. Struktur Organisasi PT. Adhi Persada Gedung (APG)

PT. Adhi Persada Gedung (APG) dipimpin secara langsung oleh Direktur Utama. Dalam mencapai tujuan sesuai dengan visi dan misi PT. APG diperlukan adanya integrasi setiap fungsi dalam perusahaan. Interaksi, tugas, dan tanggung jawab masing-masing unit dalam perusahaan dirancang sedemikian rupa membangun sinergi yang efektif dan efisien, sebagai salah satu strategi dalam mencapai tujuan perusahaan.

Gambar 4.1. Struktur Organisasi PT. Adhi Persada Gedung (APG)



## 4.2. Hasil Analisis *Univariate*

### 4.2.1. Usia

Tabel 4.1. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Usia

Usia	Frekuensi	Persentase (%)
≥ 35 tahun	29	72,5 %
< 35 tahun	11	27,5 %
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100 %</b>

Berdasarkan data yang diperoleh pada tabel 4.1. dapat disimpulkan bahwa dari total 40 responden, usia  $\geq 35$  tahun memiliki frekuensi tertinggi sebanyak 29 responden dengan persentase 72,5% dan usia  $< 35$  tahun memiliki frekuensi terendah yaitu sebanyak 11 responden dengan persentase 27,5%.

### 4.2.2. Status Gizi

Tabel 4.2. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Status Gizi

Status Gizi	Frekuensi	Persentase (%)
<b>Gizi Baik</b> IMT (18,5-24,9)	21	52,5 %
<b>Gizi Lebih</b> IMT (>25)	19	47,5 %
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100 %</b>

Berdasarkan tabel status gizi diatas diketahui bahwa responden yang mengalami gizi baik adalah sebanyak 21 responden dengan *range* IMT (18,5-24,9) serta persentase sebesar 52,5% dan terdapat sebanyak 19 responden lainnya yang memiliki gizi lebih dengan *range* IMT (>25) dan persentase sebesar 47,5%.



#### 4.2.3. Konsumsi Air Minum Selama 8 Jam Kerja

Tabel 4.3. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Tingkat Konsumsi Air Minum Selama 8 Jam Kerja

Konsumsi Air Minum	Frekuensi	Persentase (%)
< 4000 ml atau 4 Liter	23	57,5 %
≥ 4000 ml atau 4 Liter	17	42,5 %
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100 %</b>

Berdasarkan tabel 4.3. diketahui bahwa hanya terdapat 17 responden dengan persentase sebesar 42,5% yang mengonsumsi ≥ 4000ml atau 4 liter air minum selama 8 jam kerja. Sisanya, terdapat sebanyak 23 responden dengan presentase sebesar 57,5% yang mengonsumsi < 4000ml atau 4 liter air minum selama 8 jam kerja.

#### 4.2.4. Kelelahan Kerja

Tabel 4.4. Distribusi Frekuensi Responden yang Mengalami Kelelahan Kerja

Kelelahan Kerja	Frekuensi	Persentase (%)
Lelah Tinggi	24	60 %
Lelah Sedang	16	40 %
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100 %</b>

Data yang terdapat dalam tabel 4.4. menunjukkan bahwa tingkat kelelahan yang paling banyak dialami oleh responden adalah kelelahan tinggi, yaitu 24 responden dengan persentase sebesar 60%. Sedangkan tingkat kelelahan yang paling sedikit dialami oleh 16 responden dengan persentase sebesar 40% adalah kelelahan sedang.

#### 4.2.5. Intensitas Suhu Panas dan Kelembaban Tempat Kerja

Tabel 4.5. Distribusi Frekuensi Intensitas Suhu Panas dan Kelembaban Tempat Kerja

No.	Lokasi Pengukuran	Intensitas Suhu Panas °C	Intensitas Kelembaban %RH
1.	<i>Riser Shaft</i>	30,04 °C	88,17 %RH
2.	<i>Pabrikasi Support</i>	27 °C	70,03 %RH

Data hasil pengukuran suhu panas dan kelembaban pada tabel 4.5. diperoleh dari hasil perhitungan rata-rata angka yang muncul setiap 5 detik selama 10x pengambilan sampel di masing-masing *unit* dalam kurun waktu pagi, siang, dan sore. *Unit Riser Shaft* memiliki intensitas suhu panas dan kelembaban tertinggi yaitu, 30,04 °C dan 88,17 %RH. Sedangkan *unit Pabrikasi Support* memiliki intensitas suhu panas dan kelembaban yang rendah yaitu, 27 °C dan 70,03 %RH.

### 4.3. Hasil Analisis *Bivariate*

#### 4.3.1. Hubungan *Heat Stress* dengan *Fatigue* pada Pekerja Pengelasan

Tabel 4.6. Hubungan *Heat Stress* dengan *Fatigue* pada Pekerja Pengelasan

		<i>Fatigue</i> (Tingkat Kelelahan)			<i>PValue</i>	<i>PR</i>	<i>CI</i>
		Lelah Tinggi	Lelah Sedang	Total			
<b><i>Heat Stress</i></b>	> NAB	16	4	20	0,010	2,000	1,120-3,571
	≤ NAB	8	12	20			

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4.6 diatas mengenai hubungan *heat stress* dengan *fatigue* pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019 menunjukkan bahwa diantara 20 pekerja pengelasan yang bekerja dengan *heat stress* > NAB terdapat 16 responden yang mengalami lelah tinggi dan 4 responden yang mengalami

lelah sedang. Sedangkan dari 20 pekerja pengelasan yang bekerja dengan  $heat\ stress \leq NAB$  terdapat 8 responden yang mengalami lelah tinggi dan 12 responden yang mengalami lelah sedang.

Pada hasil uji statistik menggunakan uji *Chi Square*, diperoleh nilai *P Value* sebesar 0,010 ( $< 0,05$ ) yang artinya terdapat hubungan *heat stress* dengan *fatigue* pada pekerja pengelasan PT. Adhi Persada Gedung Bekasi Tahun 2019.

Pengaruh suhu panas lingkungan terhadap tubuh sangatlah besar. Sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Maulana dan Lutfi di bagian produksi pada pekerja PT. Perkebunan Nusantara II Pabrik Gula Kwala Madu menyatakan bahwa ada hubungan antara tekanan panas dengan terjadinya kelelahan pada pekerja di stasiun evaporator dengan nilai  $p = 0,040$  dimana  $p > 0,05$ .<sup>(38)</sup>

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ramayanti di *Catering Hikmah Food* Surabaya menyebutkan bahwa menurut perhitungan statistik antara iklim kerja dengan kelelahan kerja memiliki hubungan yang bermakna dengan nilai  $p = 0,004 < \alpha = 0,05$ . Koefisien korelasi antara dua variabel tersebut menurut perhitungan secara statistik adalah sebesar 0,430 yang berarti memiliki hubungan yang sedang.<sup>(39)</sup>

Pengukuran suhu panas dilakukan dengan menggunakan alat *Smart Sensor Humidity & Temperature AR847* dengan parameter ISBB (Indeks Suhu Bola Basah). Pengukuran dilakukan di 2 *unit* yang berbeda dalam satu area proyek, yakni: *Riser Shaft & Pabrikasi Support*.

Pengukuran suhu panas disesuaikan dengan beban kerja pekerja pengelasan pada setiap *unit*. Diperoleh hasil perhitungan beban kerja pada 2 *unit* kerja, yakni sebesar 220,63 kkal/jam. Beban kerja tersebut lalu dibandingkan dengan SNI 7269:2009 dan masuk kedalam kategori beban kerja sedang.

Waktu kerja pekerja pengelasan PT. Adhi Persada Gedung Bekasi adalah 8 jam kerja termasuk dengan waktu istirahat selama 1 jam. Sehingga, apabila disesuaikan dengan ketentuan waktu kerja berdasarkan PERMENAKER No. 5 Tahun 2018 masuk dalam kategori waktu kerja 75%-100%. Dengan demikian, apabila dilihat dari pengaturan waktu kerja 75%-100% dan beban kerja sedang berdasarkan ketentuan PERMENAKER No. 5 Tahun 2018, maka NAB yang disarankan adalah 28 °C.

Hasil pengukuran suhu panas di 2 *unit* menunjukkan perbedaan. Unit *Riser Shaft* memiliki hasil pengukuran suhu panas tertinggi, yaitu sebesar 30,04 °C (> NAB). Sedangkan *unit* Pabrikasi *Support* memiliki hasil pengukuran suhu panas terendah, yaitu sebesar 27 °C ( $\leq$  NAB). Hal tersebut terjadi dikarenakan pada unit *Riser Shaft*, keadaan area kerja pengelasan berada di dalam ruangan yang cukup sempit dan dipenuhi oleh instalasi pipa sehingga celah untuk masuknya aliran udara hanya sedikit. Meski telah dibantu oleh ventilasi berupa *Exhaust Fan*, namun pekerja las masih merasakan hawa panas dikarenakan *Exhaust Fan* tidak bekerja secara optimal. Sedangkan pada *unit* Pabrikasi *Support*, hasil pengukuran suhu panas tidak setinggi milik *unit Riser Shaft*. Hal ini dikarenakan *unit* Pabrikasi *Support* berada di area yang terbuka sehingga memudahkan aliran udara untuk masuk walaupun dalam kondisi suhu panas tinggi. Panas yang dihasilkan dari lingkungan kerja dan peralatan las yang sedang beroperasi dapat memberikan pengaruh bagi tubuh pekerja sehingga beban kerja yang dihasilkan dapat meningkat seiring dengan kecepatan tubuh dalam melepaskan panas.

Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Suma'mur (1989), bahwa suhu tinggi biasanya bertalian dengan berbagai penyakit seperti pukulan panas, kejang panas, kegagalan tubuh dalam penyesuaian terhadap panas, dehidrasi, kelelahan tropis dan miliaria.<sup>(40)</sup> Menurut (Soeripto, 2008) lingkungan kerja yang panas dan lembab akan

menurunkan produktivitas kerja yang juga akan membawa dampak negatif terhadap keselamatan dan kesehatan kerja. <sup>(39)</sup>

Keadaan suhu lingkungan kerja yang panas dan melebihi NAB menjadi sebab hilangnya cairan dalam tubuh karena banyaknya penguapan keringat pada pekerja pengelasan selama aktifitas las sedang berlangsung. Hal ini dapat menyebabkan melemahnya fungsi organ vital dalam tubuh dan menurunnya kemampuan fungsi otot dalam melakukan aktifitas sehingga dapat berakibat terjadinya kelelahan.

Dalam teori yang dikemukakan oleh (Setyowati, 2011) menjelaskan bahwa pada saat tubuh berada dalam posisi statis maka akan terjadi penyumbatan aliran darah dan mengakibatkan pada bagian tersebut kekurangan oksigen dan glukosa dari dari darah apabila terjadi terus menerus akan menimbulkan kelelahan. <sup>(23)</sup>



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan terhadap penelitian yang telah dilakukan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi tahun 2019 mengenai hubungan *heat stress* dengan *fatigue* pada pekerja pengelasan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Diketahui adanya hubungan *heat stress* dengan *fatigue* pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung Tahun 2019 dengan nilai *P Value* sebesar 0,010 ( $< 0,05$ ).
- 2) Diketahui intensitas suhu panas dan kelembaban tempat kerja pengelasan paling tinggi di PT. Adhi Persada Gedung Bekasi berada di *unit Riser Shaft* yaitu sebesar 30,04 °C dan 88,17 %RH. Sedangkan *Unit Pabrikasi Support* memiliki intensitas suhu panas dan kelembaban paling rendah yaitu sebesar 27 °C dan 70,03 %RH.
- 3) Diketahui besaran tingkat kelelahan yang paling banyak dialami oleh responden adalah kelelahan tinggi, yaitu sebanyak 24 responden dengan persentase sebesar 60%. Sedangkan kelelahan sedang memiliki besaran tingkat kelelahan yang paling sedikit dialami, yaitu sebanyak 16 responden dengan persentase sebesar 40%.
- 4) Diketahui dari total 40 responden, usia  $\geq 35$  tahun memiliki frekuensi tertinggi, yaitu 29 responden dengan persentase sebesar 72,5% dan usia  $< 35$  tahun memiliki frekuensi terendah yaitu 11 responden dengan persentase sebesar 27,5%.
- 5) Diketahui dari total 40 responden, sebanyak 21 responden dengan *range* IMT (18,5-24,9) serta persentase sebesar 52,5% mengalami status gizi baik. Sedangkan sebanyak 19 responden lainnya dengan *range* IMT ( $>25$ ) serta persentase sebesar 47,5% mengalami status gizi lebih.

- 6) Diketahui selama 8 jam kerja hanya terdapat 17 responden dengan persentase sebesar 42,5% yang mengonsumsi air minum  $\geq$  4000ml atau 4 liter. Selebihnya, terdapat 23 responden dengan presentase sebesar 57,5% yang mengonsumsi  $<$  4000ml atau 4 liter air minum.

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan diatas, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut:

### a) Bagi Perusahaan PT. Adhi Persada Gedung Bekasi

- 1) Melakukan *Risk Assessment* (Penilaian Risiko) yang dilakukan oleh manajemen K3 secara berkala terkait paparan suhu panas dan hubungannya dengan kelelahan kerja pada setiap *unit* kerja yang berisiko terpapar suhu panas, yaitu area pengelasan.
- 2) Melakukan kegiatan pengukuran lingkungan kerja khususnya berkenaan dengan suhu panas dan kelembaban sehingga dapat diketahui tindakan lebih lanjut yang harus dilakukan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- 3) Menyediakan kelengkapan alat pelindung diri berupa pakaian pelindung yang tepat bagi pekerja pengelasan yang dapat melindungi seluruh tubuh dari paparan panas yang tinggi maupun percikan api. Seperti *Apron* yang terbuat dari kulit.
- 4) Melengkapi area kerja pengelasan apabila berada di area minim udara dengan *exhaust fan* dan memastikan bahwa alat tersebut dapat bekerja dengan baik melalui upaya *maintenance* yang diadakan secara rutin.
- 5) Menyediakan air mineral yang ditempatkan pada lokasi yang mudah dijangkau dan jumlahnya mencukupi sesuai dengan kebutuhan pekerja pengelasan.

- b) Bagi Pekerja Pengelasan di *unit Riser Shaft* dan *Pabrikasi Support*
- 1) Pekerja pengelasan wajib untuk memahami dan mentaati setiap peraturan yang diberikan oleh perusahaan terkait dengan pekerjaan pengelasan.
  - 2) Memberikan usulan positif kepada pihak manajemen perusahaan untuk menyediakan alat pelindung diri berupa pakaian pelindung maupun *Apron* untuk melindungi tubuh dari paparan suhu panas yang tinggi dan percikan api.
  - 3) Memanfaatkan waktu istirahat sebaik mungkin dengan mengonsumsi makanan kaya akan zat gizi untuk menanggulangi rasa lelah.
  - 4) Mengonsumsi air minum secukupnya untuk menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh agar terhindar dari rasa lelah dan dehidrasi.





## DAFTAR PUSTAKA

1. Sugito B, Anggono AD, Prasetyana D. Pengaruh kedalaman pin (depth plunge) terhadap kekuatan sambungan las pada pengelasan gesek al.5083. 3rd Universty Research Coloquium. 2016; 94.
2. Desy R, Sulistyorini L. Analisis pajanan fumes las dengan gangguan faal paru pekerja pengelasan pt. Pal indonesia (persero). Jurnal Kesehatan Lingkungan. 2017 Jul; 9(2); 161.
3. Farida, U. dkk. Hubungan antara Beban Kerja dan Tekanan Panas dengan Tingkat Kelelahan pada Pekerja Pembuatan Tahu di Kelurahan Jomblang Kecamatan Candi Sari Kota Semarang [Skripsi]. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang; 2007.
4. Juariah L, Mauliku NE, Saepudin W. Faktor-faktor yang mempengaruhi status tekanan darah pada pekerja di *job* pertamina Talisman Jambi Merang tahun 2017. PINLITAMAS 1. 2018 Okt; 1(1);312.
5. Shintyar AR, Lubis HS, Salmah U. Hubungan tekanan panas dengan tekanan darah pada pekerja perparkiran kendaraan bermotor di *basement plaza center point* Medan tahun 2015. 2p.
6. Husaini, Awalia R, Marlinae L. Analisis pengaruh faktor lingkungan dan motivasi terhadap kepuasan kerja di pelayanan kesehatan rsud Banjarbaru. 2016 Ags 19;169.
7. Paramita RM, Mukono J. Hubungan kelembapan udara dan curah hujan dengan kejadian demam berdarah dengue di puskesmas Gunung Anyar 2010-2016. *Journal Indonesian Public Health*. 2017 Des; 12(2); 208.
8. Supu I, Usman B, Basri S, Sunarmi. Pengaruh suhu terhadap perpindahan panas pada material yang berbeda. Jurnal Dinamika. 2016 Apr; 7(1); 64.
9. Kuswana WS. Ergonomi dan K3 Kesehatan Keselamatan Kerja. Bandung: PT Remaja Rosda Karya, 2014;165-238.

10. Amelia C. Kajian sistem bukaan kamar tidur asrama beiyuan gxnu terhadap kenyamanan termal dan pencahayaan alami ruang. *Jurnal serat rupa design*. 2016 Sep;1(2); 278.
11. Ali S, Mahyunis, Jufrizal, Susilo J. Uji kinerja bentuk plat aluminium pada alat pengering pakaian menggunakan energi panas matahari dengan sistem sirkulasi alam kapasitas ruangan 150 m<sup>3</sup>. 2016 Apr; 2(2);22.
12. WHO Scientific Group. *World Health Technical Report Series: Health factors involved in working under conditions of heat stress*. Geneva: 1969. P.11.
13. Tansey EA, Johnson CD. *Recent advances in thermoregulation*. 2015 Jun 17;139-40.
14. Faradilla A, Yul FA, Putrianto NK. Pengaruh jenis bahan pakaian terhadap respon fisiologi dan psikologi manusia pada saat berolahraga di lingkungan panas. *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*. 2018 Apr-Jun; 7(26); 192.
15. Ariyanti SM, Setyaningsih Y, Prasetyo DB. Tekanan panas, konsumsi cairan, dan penggunaan pakaian kerja dengan tingkat dehidrasi. *Journal higeia public health research and development*. 2018 Okt 30; 2(4); 635-8.
16. Hidayat RA. Hubungan konsumsi air minum dengan keluhan subjektif akibat tekanan panas pada pekerja pandai besi di desa bantaran probolinggo. *Jurnal keperawatan muhammadiyah*. 2016; 1(1); p.2.
17. SNI- 16-7061-2004 tentang Pengukuran Iklim Kerja dengan Alat Ukur ISBB.
18. PERMENAKER NO 5 TAHUN 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja.
19. ASHRAE: *Thermal environmental conditions for human occupancy*. ANSI/ASHRAE standard 55-210. Atlanta: ASHRAE, 2010. P. 5.
20. NIOSH: *Occupational exposure to hot environments*. Revised criteria. US department of health and human services. NIOSH publications 86-113. Washington dc: US government printing office, 1986 Apr. P. 52-75.

21. Sayed CA, Vinches L, Hallé S. Towards optimizing a personal cooling garment for hot and humid deep mining conditions. *Journal optimization*. 2016 Mar 11; 36-7.
22. Permatasari A, Rezal F, Munandar S. Faktor yang berhubungan dengan kelelahan kerja pada karyawan di matahari department store cabang lippo plaza kendari tahun 2016. *Jurnal ilmiah KESMAS*. 2017 Jan; 2(5); 6.
23. Nugroho GK, Ulfah N, Harwanti S. Hubungan sikap kerja dengan kelelahan kerja pada pekerja laundry di kecamatan purwokerto utara kabupaten banyumas. *Kesmasindo*. 2015 Jul; 7(3); 209-14.
24. Prastuti TN, Martiana T. Analisis karakteristik individu dengan keluhan kelelahan kerja pada pengemudi taksi di rungkut surabaya. 2016 Des; 2(1); 66-9.
25. Marmo S, Indriastingsih E, Devi AO. Mengelola kelelahan/ fatigue management case kecelakaan transportasi dampak dari kelelahan pengemudi kendaraan. 2016 Okt; 9(3); 142-5.
26. Tarwaka, Bakri SH, Sudiajeng L. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA PRESS, 2004. P. 9-120.
27. Maharja R. Analisis tingkat kelelahan kerja berdasarkan beban kerja fisik perawat di instalasi rawat inap rsu haji surabaya. 2015 Jan-Jun; 4(1); 94.
28. Undang-undang No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan.
29. Frely AN, Kawatu P, Maddusa SS. Hubungan antara umur masa kerja dan lama kerja dengan kelelahan kerja pada pengemudi truk tangki di terminal bahan bakar minyak (bbm) pt pertamina bitung. 2017 Mar-Jul; 6.
30. Kroemer KH, Grandjean E. *Fitting the task to the human*. Fifth edition. A text book of occupational ergonomics. Philadelphia: Taylor & Francis e-library, 2009. P. 193.
31. Nugraha BA, Fatimah S, Kurniawan T. Pengaruh pijat punggung terhadap skor kelelahan pasien gagal jantung. 2017 Apr; 5(1); 6.

32. Santoso, Gempur. Ergonomi manusia, peralatan, dan lingkungan. Jakarta: Prestasi pustaka, 2004.
33. Rahmanita A, Uyun Q, Sulistyarini I. Efektivitas pelatihan kebersyukuran untuk meningkatkan kesejahteraan subjektif pada penderita hipertensi. *Jurnal Intervensi Psikologi*. 2016 Des; 8(2); 166.
34. Santoso BR, Manatean Y, Asbullah. Hubungan lama hemodialisis dengan penurunan nafsu makan pada pasien gagal ginjal kronik di unit hemodialisa rsud ulin banjarmasin. *Dinamika Kesehatan*. 2016 Jul; 7(1); 141.
35. SNI 7269 2009.
36. Yassierli, Aisha AN, Nugraha AG. Pengembangan alat pengukuran kelelahan mental berbasis uji flicker. *Jurnal teknik industri*. 2016 Jun; 18(1); 11.
37. Notoadmojo S. Metodologi penelitian kesehatan. Jakarta: Rineka Cipta, 2010.
38. Maulana, Lutfi. Hubungan tekanan panas dengan kelelahan kerja di bagian produksi pada pekerja pt.perkebunan nusantara ii pabrik gula kwala madu tahun 2017 [skripsi]. Medan; 2018.
39. Ramayanti R. Analisis hubungan status gizi dan iklim kerja dengan kelelahan kerja di catering hikmah food surabaya. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*. 2015 Jul-Des; 4(2);180.
40. P.K. Suma'mur. Ergonomi untuk produktivitas kerja. Jakarta: Haji Masagung, 1989;120.



U N I V E R S I T A S  
**LAMPIRAN**  
D I N A W A N

**Lembar Kuesioner Penelitian**

**KUESIONER PENGUKURAN KELELAHAN KERJA  
INDUSTRIAL FATIGUE RATING COMMITTE (IFRC)**

**A. Karakteristik Responden**

Karakteristik	JAWABAN
1 Nama / Inisial	.....
2. Unit Kerja (Beri tanda centang (v) di salah satu kotak untuk pilihan yang sesuai)	<input type="checkbox"/> Riser Shaft <input type="checkbox"/> Pabrikasi Support
3. Usia	..... Tahun
3. Tinggi Badan	.....Cm
4. Berat Badan	..... Kg

**B. Informasi Umum**

**KONSUMSI AIR MINUM SELAMA 8 JAM KERJA:**

(Beri tanda centang (v) di salah satu kotak untuk pilihan yang sesuai)

- Kurang dari 4000 ml atau 4 liter  
( < 4000ml atau 4 liter)
- Lebih dari sama dengan 4000 ml atau 4 liter  
( ≥ 4000ml atau 4 liter)

**C. Kuesioner Kelelahan Kerja**

(Beri tanda centang (v) di salah satu kotak untuk pilihan yang sesuai)

Keterangan :

- SKOR 4 Sangat Sering : jika hampir tiap hari terasa
- SKOR 3 Sering : jika 3-4 hari terasa dalam 1 minggu
- SKOR 2 Kadang-kadang : jika 1-2 hari terasa dalam 1 minggu
- SKOR 1 Tidak pernah : tidak pernah terasa

<b>Gejala Yang Menunjukkan Melemahnya kegiatan</b>		<b>Tidak Pernah</b>	<b>Kadang-kadang</b>	<b>Sering</b>	<b>Sangat Sering</b>
1.	Berat di bagian kepala				
2.	Lelah pada seluruh badan				
3.	Kaki terasa berat				
4.	Sering menguap				
5.	Pikiran yang kacau				
6.	Menjadi mengantuk				
7.	Merasakan beban pada mata				
8.	Kaku dan canggung dalam bergerak				
9.	Berdiri yang tidak stabil				
10.	Merasa ingin berbaring				
<b>Gejala Yang Menunjukkan Melemahnya Motivasi</b>		<b>Tidak Pernah</b>	<b>Kadang-kadang</b>	<b>Sering</b>	<b>Sangat Sering</b>
1.	Susah untuk berfikir				
2.	Lelah untuk berbicara				
3.	Merasa gugup				
4.	Sulit untuk berkonsentrasi				
5.	Tidak bisa memusatkan perhatian terhadap sesuatu				
6.	Kecenderungan untuk lupa				
7.	Kurang kepercayaan				
8.	Cemas terhadap sesuatu				
9.	Tidak dapat mengontrol sikap				
10.	Tidak dapat tekun dalam pekerjaan				
<b>Gejala Yang Menunjukkan Kelelahan Fisik</b>		<b>Tidak Pernah</b>	<b>Kadang-kadang</b>	<b>Sering</b>	<b>Sangat Sering</b>
1.	Sakit kepala				
2.	Bahu terasa kaku				
3.	Nyeri dibagian punggung				
4.	Nafas tertekan				
5.	Merasa haus				
6.	Suara serak				
7.	Merasa pening				
8.	Kelopak mata terasa berat				
9.	Anggota badan bergetar (tremor)				
10.	Merasa kurang sehat				





Lampiran 2 : Data Pekerja Pengelasan PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi

NO.	INISIAL RESPONDEN	UNIT KERJA RESPONDEN	USIA RESPONDEN (Tahun)	TINGGI BADAN (Cm)	BERAT BADAN (Kg)	IMT	STATUS GIZI
1	AJK	Riser Shaft	51	165	52	19,11	Gizi Baik
2	TGH	Riser Shaft	38	170	82	28,37	Gizi Lebih
3	NNO	Riser Shaft	61	174	78	25,82	Gizi Lebih
4	YSF	Riser Shaft	58	164	59	22,01	Gizi Baik
5	AMR	Riser Shaft	38	155	67	27,91	Gizi Lebih
6	WRW	Riser Shaft	47	169	57	20	Gizi Baik
7	ADL	Riser Shaft	33	148	52	23,74	Gizi Baik
8	KSH	Riser Shaft	39	167	68	24,46	Gizi Baik
9	SNT	Riser Shaft	48	158	64	25,7	Gizi Lebih
10	KML	Riser Shaft	51	164	76	28,35	Gizi Lebih
11	JMT	Riser Shaft	41	171	85	29,1	Gizi Lebih
12	APR	Riser Shaft	30	172	70	23,66	Gizi Baik
13	IRW	Riser Shaft	37	162	73	27,86	Gizi Lebih
14	MMN	Riser Shaft	36	170	69	23,87	Gizi Baik
15	STN	Riser Shaft	45	152	63	27,27	Gizi Lebih
16	WYD	Riser Shaft	34	166	67	24,36	Gizi Baik
17	NTO	Riser Shaft	31	162	50	19,08	Gizi Baik
18	SKR	Riser Shaft	41	154	67	28,27	Gizi Lebih
19	NRM	Riser Shaft	56	157	52	21,13	Gizi Baik
20	KSD	Riser Shaft	43	169	72	25,26	Gizi Lebih

21	HRY	Pabrikasi Support	52	162	55	20,99	Gizi Baik
22	NUR	Pabrikasi Support	40	155	63	26,25	Gizi Lebih
23	OMR	Pabrikasi Support	36	173	88	29,43	Gizi Lebih
24	IYS	Pabrikasi Support	29	172	67	22,64	Gizi Baik
25	RSD	Pabrikasi Support	27	168	74	26,24	Gizi Lebih
26	HRS	Pabrikasi Support	46	178	75	23,73	Gizi Baik
27	MTN	Pabrikasi Support	43	172	84	28,47	Gizi Lebih
28	JKO	Pabrikasi Support	53	157	62	25,2	Gizi Lebih
29	NMN	Pabrikasi Support	42	168	72	25,53	Gizi Lebih
30	OLT	Pabrikasi Support	50	161	54	20,84	Gizi Baik
31	AGT	Pabrikasi Support	22	147	52	24,07	Gizi Baik
32	SMT	Pabrikasi Support	28	163	75	28,3	Gizi Lebih
33	THR	Pabrikasi Support	26	167	62	22,3	Gizi Baik
34	GDR	Pabrikasi Support	25	171	68	23,2	Gizi Baik
35	RTW	Pabrikasi Support	25	157	56	22,7	Gizi Baik
36	AMD	Pabrikasi Support	46	165	55	20,22	Gizi Baik
37	DNY	Pabrikasi Support	42	163	72	27,16	Gizi Lebih
38	AGS	Pabrikasi Support	35	165	53	19,46	Gizi Baik
39	AJS	Pabrikasi Support	38	173	65	21,73	Gizi Baik
40	WRN	Pabrikasi Support	39	168	76	26,95	Gizi Lebih

<b>NO.</b>	<b>INISIAL RESPONDEN</b>	<b>UNIT KERJA RESPONDEN</b>	<b>KONSUMSI AIR MINUM SELAMA 8 JAM</b>	<b>SKOR KELELAHAN</b>	<b>KATEGORI KELELAHAN</b>	<b>HASIL PENGUKURAN HEATSTRESS</b>	<b>KATEGORI NAB HEATSTRESS</b>
1	AJK	Riser Shaft	<4000ml atau 4 liter	62	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
2	TGH	Riser Shaft	<4000ml atau 4 liter	60	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
3	NNO	Riser Shaft	≥4000ml atau 4 liter	48	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
4	YSF	Riser Shaft	<4000ml atau 4 liter	64	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
5	AMR	Riser Shaft	≥4000ml atau 4 liter	63	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
6	WRW	Riser Shaft	<4000ml atau 4 liter	63	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
7	ADL	Riser Shaft	<4000ml atau 4 liter	42	Lelah Sedang	30,04	>NAB
8	KSH	Riser Shaft	<4000ml atau 4 liter	60	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
9	SNT	Riser Shaft	≥4000ml atau 4 liter	57	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
10	KML	Riser Shaft	≥4000ml atau 4 liter	66	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
11	JMT	Riser Shaft	≥4000ml atau 4 liter	62	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
12	APR	Riser Shaft	<4000ml atau 4 liter	40	Lelah Sedang	30,04	>NAB
13	IRW	Riser Shaft	≥4000ml atau 4 liter	46	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
14	MMN	Riser Shaft	<4000ml atau 4 liter	64	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
15	STN	Riser Shaft	≥4000ml atau 4 liter	67	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
16	WYD	Riser Shaft	<4000ml atau 4 liter	44	Lelah Sedang	30,04	>NAB
17	NTO	Riser Shaft	<4000ml atau 4 liter	41	Lelah Sedang	30,04	>NAB
18	SKR	Riser Shaft	≥4000ml atau 4 liter	61	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
19	NRM	Riser Shaft	<4000ml atau 4 liter	65	Lelah Tinggi	30,04	>NAB
20	KSD	Riser Shaft	<4000ml atau 4 liter	67	Lelah Tinggi	30,04	>NAB

21	HRY	Pabrikasi Support	<4000ml atau 4 liter	41	Lelah Sedang	27	≤NAB
22	NUR	Pabrikasi Support	≥4000ml atau 4 liter	59	Lelah Tinggi	27	≤NAB
23	OMR	Pabrikasi Support	≥4000ml atau 4 liter	64	Lelah Tinggi	27	≤NAB
24	IYS	Pabrikasi Support	<4000ml atau 4 liter	44	Lelah Sedang	27	≤NAB
25	RSD	Pabrikasi Support	≥4000ml atau 4 liter	42	Lelah Sedang	27	≤NAB
26	HRS	Pabrikasi Support	<4000ml atau 4 liter	37	Lelah Sedang	27	≤NAB
27	MTN	Pabrikasi Support	≥4000ml atau 4 liter	62	Lelah Tinggi	27	≤NAB
28	JKO	Pabrikasi Support	≥4000ml atau 4 liter	65	Lelah Tinggi	27	≤NAB
29	NMN	Pabrikasi Support	≥4000ml atau 4 liter	67	Lelah Tinggi	27	≤NAB
30	OLT	Pabrikasi Support	≥4000ml atau 4 liter	67	Lelah Tinggi	27	≤NAB
31	AGT	Pabrikasi Support	<4000ml atau 4 liter	42	Lelah Sedang	27	≤NAB
32	SMT	Pabrikasi Support	≥4000ml atau 4 liter	44	Lelah Sedang	27	≤NAB
33	THR	Pabrikasi Support	<4000ml atau 4 liter	42	Lelah Sedang	27	≤NAB
34	GDR	Pabrikasi Support	<4000ml atau 4 liter	38	Lelah Sedang	27	≤NAB
35	RTW	Pabrikasi Support	<4000ml atau 4 liter	42	Lelah Sedang	27	≤NAB
36	AMD	Pabrikasi Support	<4000ml atau 4 liter	44	Lelah Sedang	27	≤NAB
37	DNY	Pabrikasi Support	≥4000ml atau 4 liter	65	Lelah Tinggi	27	≤NAB
38	AGS	Pabrikasi Support	<4000ml atau 4 liter	38	Lelah Sedang	27	≤NAB
39	AJS	Pabrikasi Support	<4000ml atau 4 liter	41	Lelah Sedang	27	≤NAB
40	WRN	Pabrikasi Support	<4000ml atau 4 liter	65	Lelah Tinggi	27	≤NAB



Lampiran 3 : Hasil Perhitungan Suhu dan Kelembaban *Unit Riser Shaft*

No.	Lokasi: <i>Riser Shaft</i>					
	Waktu Pengukuran					
	09.00 WIB		13.30 WIB		15.00 WIB	
	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH
1.	29.2	94.1	30.2	86.3	28.7	82.5
2.	29.7	94.7	30.8	86.1	29.2	82.7
3.	29.6	95.5	31.2	86.4	28.9	83.2
4.	30.2	96.1	30.6	85	29.1	83.5
5.	29.0	95.7	32.1	86.1	30.4	82.9
6.	28.5	95.4	31.3	87.5	30.8	83.1
7.	29.1	97.2	31	87.2	31	83.4
8.	29.4	95	30.3	86	30.6	82
9.	29.3	96	31.4	85.3	30.2	82.4
10.	30.5	96.4	29.5	84.5	29.5	83
<b>Rata-Rata</b>	29.45	95.61	30.84	86.04	29.84	82.87

\*Rata-rata suhu panas di *Riser Shaft*:  
 $29.45+30.84+29.84 / 3= 30.04$  °C  
 \*Rata-rata kelembaban di *Riser Shaft*:  
 $95.61+86.04+82.87 / 3= 88.17$  %RH

Lampiran 4 : Hasil Perhitungan Suhu dan Kelembaban *Unit* Pabrikasi *Support*

No.	Lokasi: Pabrikasi <i>Support</i>					
	Waktu Pengukuran					
	09.00 WIB		13.30 WIB		15.00 WIB	
	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH
1.	25.4	87.5	27.9	66.8	26.8	59.5
2.	25.6	87.2	27.6	67.1	26.7	59.9
3.	26.1	86.9	27.2	67.6	26.2	60.5
4.	26.2	87.2	27.4	66.4	26.6	60.3
5.	26.5	87.3	28.2	64.6	27.3	60.7
6.	26.6	87.9	28.4	58.5	27	61.2
7.	26.8	88.1	27.9	58.3	27.4	61.1
8.	27	88.3	27.7	58.6	27.6	58.6
9.	26.4	88.6	27.8	58.9	27.2	58.1
10.	25.7	88.4	27.5	58.7	27.5	58.2
<b>Rata-Rata</b>	26.23	87.74	27.76	62.55	27.03	59.81

\*Rata-rata suhu panas di Pabrikasi *Support*:  
 $26.23+27.76+27.03 / 3= 27.00$  °C  
 \*Rata-rata kelembaban di Pabrikasi *Support*:  
 $87.74+62.55+59.81/ 3= 70.03$  %RH

Lampiran 5 : Hasil Perhitungan Beban Kerja

No.	Unit Pengelasan	Aktifitas pekerjaan	Perhitungan BK	Kategori Beban Kerja
1.	<i>Riser Shaft &amp; Pabrikasi Support</i>	1. Membersihkan material yang tidak digunakan di area pengelasan	- Pekerjaan dengan dua lengan - Kategori I - Posisi berdiri (1,85) - Waktu 10 menit  (1,85 x 10) = 18,5	<u>Rerata BK:</u> (18,5 + 37 + 31 + 90,5 + 14 + 38,75 + 42,75) / (10+20+20+10+10+25+15) = 272,5 / 110 = 2,47 x 60 Kkal = 148,63 Kkal
		2. Menyiapkan material yang akan di las	- Pekerjaan dengan dua lengan - Kategori I - Posisi berdiri (1,85) - Waktu 20 menit  (1,85 x 20) = 37	<u>Metabolisme Basal untuk laki-laki:</u> 72Kg x 1 Kkal/jam = 72 Kkal/jam  <u>Total BK:</u> Rerata BK + MB = 148,63 + 72 = 220,63 Kkal/jam
		3. Pengecekan peralatan las & cooling	- Pekerjaan dengan dua lengan - Kategori I - Posisi duduk (1,55) - Waktu 20 menit  (1,55 x 20) = 31	<b>Beban Kerja Sedang</b>



4. Menjepit elektrode dengan *handle welding*
- Pekerjaan dengan dua tangan
  - Kategori II
  - Posisi duduk (9,05)
  - Waktu 10 menit

$$(9,05 \times 10) = 90,5$$

5. Menyalakan listrik & *Setting ampere*
- Pekerjaan dengan tangan
  - Kategori III
  - Posisi duduk (1,4)
  - Waktu 10 menit

$$(1,4 \times 10) = 14$$

6. Menempelkan elektrode pada *material* yang akan di las
- Pekerjaan dengan dua tangan
  - Kategori I
  - Posisi duduk (1,55)
  - Waktu 25 menit

$$(1,55 \times 25) = 38,75$$

7. Menghaluskan *material* dengan alat gerinda
- Pekerjaan dengan dua tangan
  - Kategori II
  - Posisi berdiri (2,85)
  - Waktu 15 menit

$$(2,85 \times 15) = 42,75$$



U N I V E R S I T A S  
B I N A W A N

**1. Hasil Analisis *Univariate***

**Usia Responden**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid >=35 tahun	29	72.5	72.5	72.5
<35 tahun	11	27.5	27.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

**Status Gizi**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Gizi Baik (18,5-24,9)	21	52.5	52.5	52.5
Gizi Lebih (>25)	19	47.5	47.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

**Konsumsi Air Minum Responden Selama 8 Jam Kerja**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid <4000 ml atau 4 liter	23	57.5	57.5	57.5
>=4000 ml atau 4 liter	17	42.5	42.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

**Kelelahan Kerja**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Lelah Tinggi	24	60.0	60.0	60.0
Lelah Sedang	16	40.0	40.0	100.0
Total	40	100.0	100.0	

**2. Analisis Bivariate**

**Case Processing Summary**

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Heat Stress * Kelelahan Kerja	40	100.0%	0	.0%	40	100.0%

**Heat Stress \* Kelelahan Kerja Crosstabulation**

			Kelelahan Kerja		Total
			Lelah Tinggi	Lelah Sedang	
Heat Stress	>NAB	Count	16	4	20
		Expected Count	12.0	8.0	20.0
		% within Heat Stress	80.0%	20.0%	100.0%
		% within Kelelahan Kerja	66.7%	25.0%	50.0%
		% of Total	40.0%	10.0%	50.0%
	<=NAB	Count	8	12	20
		Expected Count	12.0	8.0	20.0
		% within Heat Stress	40.0%	60.0%	100.0%
		% within Kelelahan Kerja	33.3%	75.0%	50.0%
		% of Total	20.0%	30.0%	50.0%
Total	Count	24	16	40	
	Expected Count	24.0	16.0	40.0	
	% within Heat Stress	60.0%	40.0%	100.0%	
	% within Kelelahan Kerja	100.0%	100.0%	100.0%	
	% of Total	60.0%	40.0%	100.0%	

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	6.667 <sup>a</sup>	1	.010		
Continuity Correction <sup>b</sup>	5.104	1	.024		
Likelihood Ratio	6.904	1	.009		
Fisher's Exact Test				.022	.011
Linear-by-Linear Association	6.500	1	.011		
N of Valid Cases	40				

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8,00.

b. Computed only for a 2x2 table

**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Heat Stress (>NAB / <=NAB)	6.000	1.458	24.686
For cohort Kelelahan Kerja = Lelah Tinggi	2.000	1.120	3.571
For cohort Kelelahan Kerja = Lelah Sedang	.333	.129	.859
N of Valid Cases	40		

T A S  
AN



**Pengukuran suhu panas dan kelembaban unit  
*Riser Shaft***



***Riser Shaft***

*Riser Shaft*



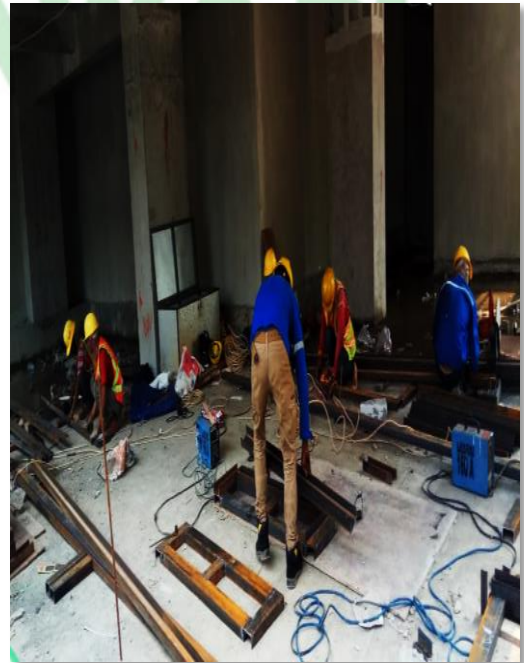
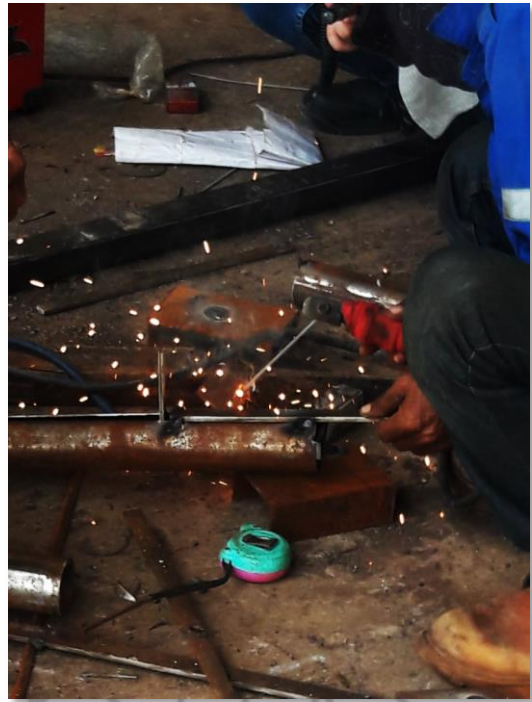


**Pengukuran suhu panas dan kelembaban *unit*  
Pabrikasi *Support***

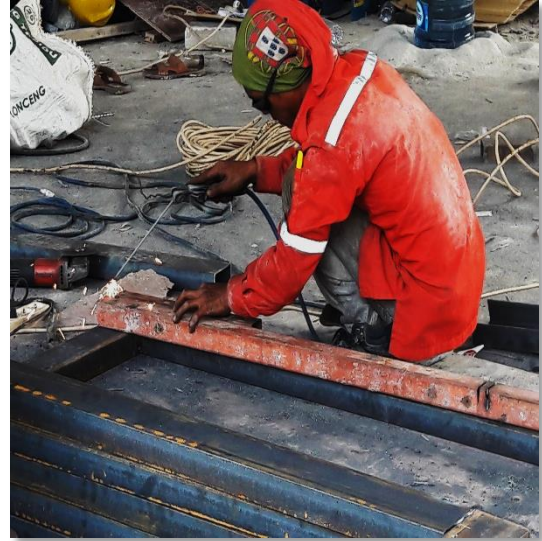




*unit Pabrikasi Support*



*unit Pabrikasi Support*



## Pengisian Kuesioner Kelelahan Kerja (IFRC)



U T A S  
BINAWAN



**Alat Ukur Suhu dan Kelembaban**  
***Humidity & Temperature Meter AR847***



Bekasi, 09 April 2019.

Nomor : 008/APG-ARL/ARS-LL/BINAWAN/IV/2019  
Lampiran : -

Kepada Yth,  
Ka. Prodi K3  
Universitas Binawan  
Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
Di - Tempat

Up. Bp. Husen, SSTK3, M.Si ( K3 )

Perihal : Tanggapan Surat Perihal Permohonan Penelitian Mahasiswa

Dengan hormat,

Sehubungan dengan surat dari Universitas Binawan No. 104/KM/UBINAWAN.FKM/IV/19 tanggal 08 April 2019 perihal Permohonan Penelitian Mahasiswa, bersama ini kami sampaikan bahwa kami dapat menerima Mahasiswa tersebut untuk melaksanakan penelitian dalam rangka pemenuhan Skripsi di PT Adhi Persada Gedung Proyek Grand Dhika City Jatiwarna - Tower Arlington sesuai dengan jadwal. Adapun nama Mahasiswa sebagai berikut :

Nama Mahasiswa	NPM	Judul
Sarah Arasy Sahna	031511063	Hubungan Heat Stress Dengan Fatigue Pada Pekerja Pengelasan di PT Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi Tahun 2019

Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Hormat saya,  
PT ADHI PERSADA GEDUNG  
Kawasan Grand Dhika City Jatiwarna *Life Style*  
Tower Arlington

**adhi** persada gedung

Agus Sri Mudjiono, ST  
Project Manager

Tembusan :  
1. Arsip



No. : 770/APG-KTB/IV/2019  
Lampiran : 1 (satu) lembar

Bekasi, 10 April 2019

Kepada Yth,  
**Ka. Prodi K3**  
**PSK3 – Universitas Binawan**  
**Up. Bp. Husen, SSTK3, M.Si (K3)**  
Ditempat

Perihal : **Balasan Surat Permohonan Penelitian Mahasiswa**

Dengan hormat,

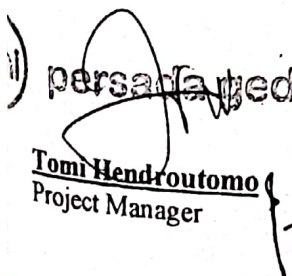
Sehubungan dengan Surat Permohonan Penelitian Mahasiswa No. 103/KM/UBINAWAN. FKMM/IV/19 tanggal 08 April 2019 yang diajukan kepada kami oleh Mahasiswi Bapak atas nama :

No	Nama Mahasiswa	NIM
1	Sarah Arasy Sahna	031511063

Dengan ini kami memberikan ijin kepada Mahasiswi tersebut diatas untuk melakukan Penelitian Hubungan Heat Stress Dengan Fatigue Pada Pekerja Pengelasan selama 1 hari (11 April 2019) dan wajib mengikuti peraturan – peraturan yang berlaku di PT. Adhi Persada Gedung – Proyek Mix Used Kawasan Transpark Bekasi.

Demikian surat balasan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Hormat kami,  
**PT. Adhi Persada Gedung**  
Proyek Mix Used Kawasan Transpark Bekasi

  
**persada gedung**  
**Tomi Hendroutomo**  
Project Manager

Tembusan :  
1. Arsip



**PT. ERA BARU AKURASINDO**  
**Laboratorium Kalibrasi**

Telp : 021 - 88881912, 88973171, 29253123 Fax : 021 - 88970467  
E-mail : marketing\_eba@yahoo.co.id, kalibrasi\_eba@yahoo.co.id  
Website : www.erabaruakurasindo.com



**SERTIFIKAT KALIBRASI**  
No. S-19-03095

Nama : SARAH ARASY SAHNA  
Alamat : Pondok Surya Mandala  
Jl. Surya Indah 3 Blok C/20 RT. 14 RW. 13  
Jaka Mulya Bekasi Selatan  
Nama Alat : Humidity & Temperature Meter  
Merk : Smart Sensor  
Model : AR 847  
No. Seri : 00404024

Nomor Order : OK-19-0671  
Tgl. Kalibrasi : 02 April 2019  
Tempat : Lab. PT. EBA  
Rentang Ukur : 15 °C ~ 39 °C ;  
40 %RH ~ 60 %RH  
Resolusi : 0.1 °C ; 0.1 %RH  
Kapasitas : -  
Suhu : ( 25.2 ± 1.8 ) °C  
Kelembaban : ( 61.7 ± 14.5 ) %RH

**HASIL KALIBRASI**

**SUHU**

Pembacaan Alat (°C)	Koreksi (°C)
14.5	0.0
19.6	0.0
29.8	-0.1
38.5	-0.1

Ketidakpastian ± 0.7 °C dihitung pada tingkat kepercayaan 95 % dan faktor cakupan k = 2

**KELEMBABAN**

Pembacaan Alat (%RH)	Koreksi (%RH)
46.9	-11.4
57.3	-9.6
68.7	-11.1

Ketidakpastian ± 2.7 %RH pada tingkat kepercayaan 95 % dengan faktor cakupan k = 2

**Keterangan :**

- Nilai suhu sebenarnya adalah nilai pembacaan alat ditambah koreksi
- Nilai kelembaban sebenarnya adalah nilai pembacaan alat ditambah koreksi
- Hasil kalibrasi yang dilaporkan tertelusur ke satuan pengukuran SI melalui Puslit Metrologi-LIPI
- Metoda kalibrasi yang digunakan adalah MK-TH
- Acuan metoda kalibrasi yang digunakan adalah JIS Z 8710 (1993) dan JIS Z 8806 (2001)
- Acuan evaluasi ketidakpastian pengukuran yang digunakan adalah JCGM-100 : 2008
- Alat standar yang digunakan adalah Precision Humidity Meter (No. Seri : Q860856)

Diterbitkan tanggal 05 April 2019

Disetujui oleh *M*

*Jeffles M. Nst.*  
Jeffles M. Nst., S.Si.

003095

Hal. 1 dari 1