

Analisis Deskriptif Tentang Faktor Risiko Heat Strain pada Pekerja Area Panas di Industri Fabrikasi Pipa Baja

Ikmal Muntadhor Hamid¹, Wiediartini^{2*} dan Galih Anindita³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

³Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

*E-mail: wiwid@ppns.ac.id

Abstrak

Aktivitas produksi pada area *tube mill* dan *galvanizing* di Perusahaan Fabrikasi Pipa Baja menempatkan pekerja dalam kondisi paparan tekanan panas, sehingga berpotensi menimbulkan keluhan *heat strain*. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan sebaran *heat strain* serta faktor-faktor yang berkontribusi terhadapnya. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan total sampling sebanyak 36 responden. Data dikumpulkan melalui pengukuran langsung dan kuesioner, mencakup variabel iklim kerja, beban kerja fisik, usia, indeks massa tubuh, dan konsumsi air minum. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja mengalami *heat strain* dengan kategori sedang hingga sangat tinggi. Responden dengan iklim kerja tidak memenuhi standar, beban kerja fisik berat, usia ≥ 40 tahun, IMT (indeks massa tubuh) tinggi, serta konsumsi air < delapan gelas per hari cenderung mengalami *heat strain* lebih tinggi. Temuan ini menegaskan pentingnya pengelolaan risiko kerja panas melalui pengendalian lingkungan, manajemen beban kerja, dan perilaku hidrasi yang tepat.

Kata Kunci: Beban Kerja Fisik, *Heat Strain*, Karakteristik Individu, Lingkungan Kerja Panas.

Abstract

Hot work environments are a key risk factor for heat strain among workers, particularly in high-temperature production areas such as the tube mill and galvanizing processes. This study aimed to describe the distribution of heat strain and its contributing risk factors. A descriptive quantitative method was used with total sampling of 36 respondents. Data were collected through direct measurements and questionnaires, covering work climate, physical workload, age, body mass index, and water intake. The results showed that most workers experienced moderate to very high levels of heat strain. Workers exposed to substandard work climates, heavy physical workloads, aged ≥ 40 years, with high BMI, and consuming less than eight glasses of water per day tended to have higher heat strain levels. These findings highlight the importance of managing thermal risk through environmental controls, workload management, and adequate hydration practices.

Keywords: Heat Strain, Hot Work Environment, Individual Characteristics, Physical Workload.

1. PENDAHULUAN

Menurut International Labour Organization (ILO) dalam Hasibuan *et al.* (2020), keselamatan dan kesehatan kerja atau *occupational safety and health* adalah meningkatkan dan memelihara derajat tertinggi semua pekerja baik secara fisik, mental, dan kesejahteraan sosial di semua jenis pekerjaan, mencegah terjadinya gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh pekerjaan, melindungi pekerja pada setiap pekerjaan dari risiko yang timbul dari faktor-faktor yang dapat mengganggu kesehatan, menempatkan dan memelihara pekerja di lingkungan kerja yang sesuai dengan kondisi fisiologis dan psikologis pekerja dan untuk menciptakan kesesuaian antara pekerjaan dengan pekerja dan setiap orang dengan tugasnya.

Pada suatu lingkungan kerja, pekerja akan menghadapi tekanan lingkungan yang berasal dari faktor fisik, kimia, biologi dan psikis. Tentunya lingkungan kerja yang aman dan nyaman menjadi suatu kebutuhan. Keadaan lingkungan yang kurang kondusif akan menuntut tenaga dan waktu lebih besar sehingga berdampak pada sistem kerja yang tidak efisien dan produktif (Lestari *et al.*, 2022). Ketika temperatur di lingkungan mengalami kondisi ekstrim baik itu panas maupun dingin yang berada di luar batas kemampuan manusia, temperatur ekstrim ini

berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan (Smith & Perfetti, 2019). Iklim kerja panas bermula dari munculnya energi panas yang berasal dari sumber panas yang dipancarkan langsung atau melalui perantara dan masuk ke lingkungan kerja, dan menjadi tekanan panas sebagai beban tambahan bagi tenaga kerja (Soeripto, 2008). Menurut Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018, Suhu ideal bagi pekerja berada dalam kisaran 23°C hingga 26°C, dengan tingkat kelembapan yang disarankan antara 40% hingga 60% (Kementerian Ketenagakerjaan dan Transmigrasi Republik Indonesia, 2018). Lingkungan kerja yang panas dapat menimbulkan gangguan heat strain, yang merupakan ancaman serius bagi kesehatan pekerja (Handayani *et al.*, 2021).

Heat strain menurut National Institute for Occupational Safety and Health (2016) adalah respon fisiologis terhadap beban panas (eksternal atau internal) yang dialami oleh seseorang, di mana tubuh berusaha meningkatkan pelepasan panas ke lingkungan untuk mempertahankan suhu tubuh yang stabil. Adapun menurut Occupational Safety & Health Service (1997), heat strain merupakan dampak akut atau kronis yang diakibatkan paparan tekanan panas yang dialami oleh seseorang dari aspek fisik maupun mental. Dehghan *et al.* (2013) menyatakan bahwa terdapat beberapa metode untuk mengevaluasi tekanan panas, di antaranya melalui *physiological strain index* (PSI) dan *heat strain score index* (HSSI).

Perusahaan fabrikasi pipa baja dalam kegiatan produksi memiliki dua sistem jam kerja dalam satu hari yaitu shift panjang (12 jam), dan shift pendek (delapan jam). Kegiatan produksi terbagi dalam beberapa proses, di antaranya yaitu proses potong plat, *slitter, tube mill*, potong pipa, *straightening, threading, end facing, galvanizing*, dan *marking packing*. Dari beberapa proses produksi tersebut, proses *tube mill* dan *galvanizing* terdapat aktivitas pekerjaan panas yang diperlukan guna mendukung proses produksi. Pada proses *tube mill* terdapat aktivitas pekerjaan gerinda, las SMAW, serta terdapat mesin *High-frequency welding*. Selanjutnya pada proses *galvanizing* terdapat aktivitas *hot dip galvanize* pada *zinc kettle galvanizing* yang dipanaskan dari *burner* dan uap yang berasal dari boiler. Pekerjaan panas yang dilakukan pada proses tersebut berkontribusi langsung terhadap peningkatan tekanan panas di area kerja (Holm *et al.*, 2016). Berdasarkan hasil observasi, dalam beberapa area produksi tersebut terdapat faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan keluhan *heat strain* pada pekerja. Faktor faktor tersebut adalah iklim kerja, beban kerja fisik, usia, indeks massa tubuh, dan konsumsi air minum.

2. METODE

Populasi dalam penelitian yaitu seluruh pekerja yang bekerja di area proses *tube mill* dan *galvanizing* yaitu sebanyak 36 orang. Teknik *sampling* dalam penelitian ini adalah *total sampling* karena seluruh populasi dijadikan sebagai sampel penelitian. Penggunaan *total sampling* berdasarkan pernyataan Sugiyono (2013) bahwa jumlah populasi yang kurang dari 100 seluruh populasi dijadikan sampel penelitian seluruhnya.

A. Heat Strain

Pengukuran *heat strain* dilakukan dengan mengukur data suhu badan ketika bekerja (T_{ret}), suhu badan sebelum bekerja (T_{re0}), denyut nadi ketika bekerja (HR_t), dan denyut nadi sebelum bekerja (HR_0). Metode penilain *heat strain* menggunakan *Physiological Strain Index* (PSI) yang diperkenalkan pertama kali oleh Moran *et al.* (1998). *Physiological Strain Index* (PSI) yang didasarkan pada pengukuran denyut jantung dan suhu tubuh yang kemudian dimasukkan dalam rumus berikut:

$$PSI = \frac{5(T_{ret} - T_{re0})}{(39,5^{\circ}C - T_{re0})} + \frac{5(HR_t - HR_0)}{(180 \text{ bpm} - HR_0)}$$

Hasil perhitungan *Physiological Strain Index* (PSI) dibedakan menjadi lima tingkatan *heat strain*, nilai index 0-2 dikategorikan sebagai “no”, 3-4 kategori “low”, 5-6 kategori “moderate”, 7-8 kategori “high” dan 9-10 termasuk kategori “very high”.

B. Iklim Kerja

Pengukuran iklim kerja menggunakan alat *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT), observasi pekerjaan, dan pengaturan waktu kerja. Data hasil pengukuran dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ISBB = 0,7 \text{ suhu basah} + 0,3 \text{ suhu bola (pengukuran tempat kerja tanpa pengaruh radiasi sinar matahari)}$$

Untuk mengetahui beban kerja pekerja, dapat melihat tabel beban kerja menurut kebutuhan energi pada SNI 7269:2009 Penilaian beban kerja berdasarkan Tingkat kebutuhan kalori menurut pengeluaran energi (Badan Standarisasi Nasional, 2004).

$$\text{Rerata BK} = \frac{(BK1 \times T1) + (BK2 \times T2) + \dots + (BK_n \times T_n)}{T1 + T2 + \dots + T_n} \times 60 \text{ kkal/jam}$$

MB (laki-laki) = Berat badan (kg) x 1 kkal/jam

Total BK = Rerata BK + Metabolisme Basal

Dengan,

- BK = Beban kerja per jam
 BK1, BK2, ..., BK_n = Beban kerja sesuai aktivitas kerja tenaga kerja
 T = Waktu (menit)
 T1, T2, ..., T_n = Waktu sesuai aktivitas kerja tenaga kerja
 MB = Metabolisme Basal

Menurut SNI 7269:2009 dan Permenakertrans Nomor 5 Tahun 2018 tentang faktor Fisika dan Faktor Kimia ditetapkan kategori beban kerja menurut kebutuhan kalori yaitu sebagai berikut:

1. Beban Kerja ringan mengeluarkan energi ≤200 kkal/jam
2. Beban Kerja sedang mengeluarkan energi 200-350 kkal/jam
3. Beban Kerja berat mengeluarkan energi 350-500 kkal/jam
4. Beban Kerja sangat berat mengeluarkan energi >500 kkal/jam

$$\% \text{ Waktu Kerja} = \frac{\text{Durasi Kerja}}{\text{Durasi Total (Kerja + Istirahat)}} \times 100\%$$

Nilai Ambang Batas (NAB) iklim kerja dapat dilihat pada Permenaker No. 5 Tahun 2018 NAB Iklim Kerja (Kementerian Ketenagakerjaan dan Transmigrasi Republik Indonesia, 2018) untuk mengetahui NAB iklim kerja pada area kerja dengan membandingkan hasil perhitungan ISBB *Indoor*, beban kerja, dan juga lama waktu kerja. Pengkategorian faktor iklim kerja dibagi menjadi 2 yaitu: memenuhi standar; dan tidak memenuhi standar.

C. Beban Kerja Fisik

Metode beban kerja fisik yang digunakan adalah Cardiovascular load (CVL), yaitu perbandingan peningkatan denyut nadi dengan denyut nadi maksimum. Yoopat *et al.* (1998) menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskular (*Cardiovascular load* = % CVL) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ CVL} = 100 \times \frac{(HR_w - HR_{rest})}{(HR_{max8H} - HR_{rest})}$$

Dimana,

$$HR_{max8H} = HR_{rest} + \frac{1}{3} HR_{max}, \text{ dan } HR_{max} = 220 - \text{umur.}$$

Dari hasil perhitungan % CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang telah dikategorikan oleh Yoopat *et al.* (1998) sebagai berikut:

Tabel 15. Kategori Beban Kerja Fisik

Deskripsi	%CVL
Tidak ada rasa lelah tertentu	0 < %CVL < 30
Tingkat perhatian, puncak beban kerja harus dikurangi	30 < %CVL < 50
Tindakan diperlukan dalam jangka pendek	50 < %CVL < 80
Tindakan langsung diperlukan	80 < %CVL < 100
Pekerjaan tidak diizinkan	%CVL < 100

D. Usia

Data usia didapatkan dari tanggal lahir pada *medical check-up* (MCU) perusahaan lalu dihitung usianya sampai pada tanggal pengambilan data. Kemudian dikategorikan menjadi usia < 40 tahun dan usia ≥ 40 tahun.

E. Indeks Massa Tubuh

Pengambilan data indeks massa tubuh didapatkan dari data berat dan tinggi badan pada hasil *medical check-up* (MCU), kemudian data yang telah didapatkan dimasukkan ke dalam Persamaan berikut:

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

Data hasil pengukuran indeks massa tubuh dikategorikan menjadi enam kategori menurut World Health Organization (1998), yaitu: kurus (< 18,5 kg/m²); normal (18,5 – 24,9 kg/m²); obesitas awal (25 – 29,9 kg/m²); obesitas kelas I (30 – 34,9 kg/m²); obesitas kelas II (35 – 39,9 kg/m²); dan obesitas kelas III (> 40 kg/m²).

F. Konsumsi Air Minum

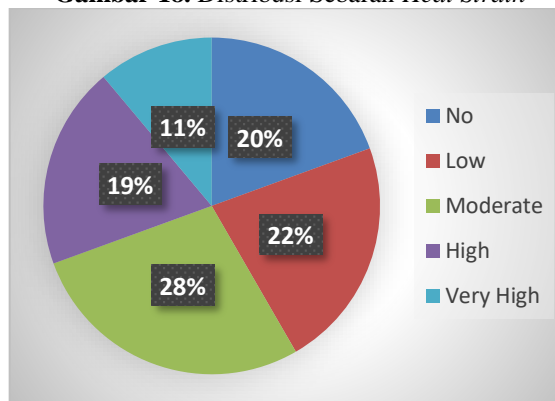
Data mengenai konsumsi air minum didapatkan melalui pengisian pada kuesioner yang disebarkan ke responden. Data hasil pengukuran konsumsi air minum dikategorikan menjadi dua kategori, yaitu: ≥ delapan gelas, dan < delapan gelas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Heat Strain

Menurut Moran *et al.* (1998), hasil perhitungan *physiological strain index* (PSI) dibedakan menjadi lima tingkatan *heat strain*, nilai index 0-2 dikategorikan sebagai “no”, 3-4 kategori “low”, 5-6 kategori “moderate”, 7-8 kategori “high” dan 9-10 termasuk kategori “very high”. Persentase perhitungan dari masing-masing kategori tersebut disajikan dalam Gambar 1 berikut.

Gambar 18. Distribusi Sebaran Heat Strain



Berdasarkan Gambar 1, didapatkan hasil bahwa dari total 36 responden, terdapat sebanyak tujuh pekerja atau 20% responden tidak mengalami *heat strain*, terdapat delapan pekerja atau 22% responden mengalami *heat strain* tingkat *low*, terdapat sepuluh pekerja atau 28% responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, terdapat tujuh pekerja atau 19% responden mengalami *heat strain* tingkat *high*, sedangkan empat pekerja lainnya atau 11% responden mengalami *heat strain* tingkat *very high*. Dapat disimpulkan bahwa dari 36 responden, kelompok responden dengan *heat strain* tingkat *moderate* adalah kelompok terbanyak dengan responden sebanyak sepuluh atau sebesar 28%.

B. Iklim Kerja

Berdasarkan perhitungan, didapatkan bahwa para pekerja memiliki sebaran hasil pengukuran iklim kerja yang mencakup kategori memenuhi standar dan tidak memenuhi standar. Distribusi sebaran iklim kerja terhadap *heat strain* disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 16. Distribusi Responden Berdasarkan Iklim Kerja Terhadap Heat Strain

Iklim kerja	Heat strain										Total	
	No		Low		Moderate		High		Very high		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Memenuhi standar	6	16,6%	4	11,1%	3	8,3%	1	2,8%	0	0%	14	38,9%
Tidak memenuhi standar	1	2,8%	4	11,1%	7	19,4%	6	16,6%	4	11,1%	22	61,1%
Total	7	19,4%	8	22,2%	10	27,7%	7	19,4%	4	11,1%	36	100%

Berdasarkan Tabel 2, didapatkan hasil bahwa dari 14 responden yang memiliki iklim kerja memenuhi standar terdapat 16,6% atau sebanyak enam responden tidak mengalami *heat strain*, 11,1% atau sebanyak empat

responden mengalami *heat strain* tingkat *low*, 8,3% atau sebanyak tiga responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 2,8% atau sebanyak satu responden mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *very high*. Sedangkan dari 22 responden yang memiliki iklim kerja tidak memenuhi standar terdapat 2,8% atau sebanyak satu responden tidak mengalami *heat strain*, 11,1% atau sebanyak empat responden mengalami *heat strain* tingkat *low*, 19,4% atau sebanyak tujuh responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 16,6% atau sebanyak enam responden mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 11,1% atau sebanyak empat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *very high*.

Penelitian ini menunjukkan bahwa kelompok responden dengan iklim kerja memenuhi standar memiliki tingkat *heat strain* yang lebih rendah daripada kelompok responden dengan iklim kerja yang tidak memenuhi standar. National Institute for Occupational Safety and Health (2016) menjelaskan bahwa paparan panas lingkungan (*ambient heat*) mengurangi efektivitas mekanisme termoregulasi tubuh seperti keringat dan vasodilatasi. Ketika suhu udara dan kelembapan tinggi, penguapan keringat mekanisme utama pendinginan tubuh menjadi tidak efektif, sehingga risiko *heat strain* meningkat. Parsons (2014) menyatakan bahwa kondisi iklim kerja ekstrem, seperti panas tinggi dan kelembapan tinggi, mempercepat akumulasi panas dalam tubuh dan memperlambat pelepasan panas, meningkatkan tekanan terhadap sistem termoregulasi. Hasil penelitian ini berbanding lurus dengan penelitian yang dilakukan Zulhanda *et al.* (2021) bahwa responden dengan iklim kerja tidak memenuhi standar memiliki nilai *heat strain* yang lebih tinggi dibandingkan dengan responden dengan iklim kerja memenuhi standar.

C. Beban Kerja Fisik

Berdasarkan perhitungan, didapatkan bahwa para pekerja memiliki sebaran hasil pengukuran beban kerja fisik yang mencakup kategori “tindakan diperlukan dalam jangka pendek”, “tidak ada rasa lelah tertentu”, “tingkat perhatian, puncak beban kerja harus dikurangi”, “tindakan diperlukan dalam jangka pendek”, “tindakan langsung diperlukan”, dan “pekerjaan tidak diizinkan”. Distribusi sebaran beban kerja fisik terhadap *heat strain* disajikan dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 17. Distribusi Responden Berdasarkan Beban Kerja Fisik Terhadap *Heat Strain*

Beban kerja fisik	<i>Heat strain</i>										Total	
	<i>No</i>		<i>Low</i>		<i>Moderate</i>		<i>High</i>		<i>Very high</i>		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Tidak ada rasa lelah tertentu	3	8,3%	1	2,8%	2	5,5%	0	0%	0	0%	6	16,7%
Tingkat perhatian, puncak beban kerja harus dikurangi	3	8,3%	5	13,9%	3	8,3%	0	0%	0	0%	11	30,5%
Tindakan diperlukan dalam jangka pendek	1	2,8%	2	5,5%	3	8,3%	5	13,9%	1	2,8%	12	33,3%
Tindakan langsung diperlukan	0	0%	0	0%	2	5,5%	2	5,5%	3	8,3%	7	19,4%
Pekerjaan tidak diizinkan	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total	7	19,4%	8	22,2%	10	27,8%	7	19,4%	4	11,1%	36	100%

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa dari enam responden yang memiliki beban kerja fisik dengan kategori “tidak ada rasa lelah tertentu” terdapat 8,3% atau sebanyak tiga responden tidak mengalami *heat strain*, 2,8% atau sebanyak satu responden mengalami *heat strain* tingkat *low*, 5,5% atau sebanyak dua responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 0% atau tidak terdapat responden mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *very high*. Kemudian dari sebelas responden yang memiliki beban kerja fisik dengan kategori “tingkat perhatian, puncak beban kerja harus dikurangi” terdapat 8,3% atau sebanyak tiga responden tidak mengalami *heat strain*, 13,9% atau sebanyak lima responden mengalami *heat strain* tingkat *low*, 8,3% atau sebanyak tiga responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *very high*. Kemudian dari 12 responden yang memiliki beban kerja fisik dengan kategori “tindakan diperlukan dalam jangka pendek” terdapat 2,8% atau sebanyak satu responden tidak mengalami *heat strain*, 5,5% atau sebanyak dua responden mengalami *heat strain* tingkat *low*, 8,3% atau sebanyak tiga responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 13,9% atau sebanyak lima responden mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 2,8% atau sebanyak satu responden mengalami *heat strain* tingkat *very high*. Kemudian dari tujuh responden yang memiliki beban kerja fisik dengan kategori “tindakan langsung diperlukan” terdapat 0% atau tidak terdapat responden yang tidak mengalami *heat strain*, 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *low*, 5,5% atau sebanyak dua responden mengalami *heat strain* tingkat

moderate, 5,5% atau sebanyak dua responden mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 8,3% atau sebanyak tiga responden mengalami *heat strain* tingkat *very high*. Sedangkan tidak terdapat responden yang memiliki beban kerja fisik dengan kategori “Pekerjaan tidak diizinkan”.

Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat beban kerja fisik, maka diikuti dengan tingkat *heat strain* yang lebih tinggi. *Heat strain* terjadi saat panas yang dihasilkan tubuh (terutama dari kerja otot) melebihi kapasitas tubuh untuk melepaskannya ke lingkungan. Beban kerja fisik berat mempercepat akumulasi panas internal dan memperberat tekanan terhadap sistem termoregulasi (National Institute for Occupational Safety and Health, 1986). Menurut Parsons (2014), peningkatan aktivitas fisik menaikkan laju metabolisme, yang berkontribusi terhadap peningkatan suhu tubuh. Jika ventilasi dan pendinginan tubuh tidak mencukupi (misalnya karena suhu lingkungan tinggi atau pakaian kerja yang tidak mendukung), maka risiko *heat strain* meningkat secara signifikan. Dari sudut pandang ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang baik terhadap kemampuan fisik, kemampuan kognitif maupun keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut (Kartika *et al.*, 2014). Hasil penelitian ini berbanding terbalik dengan penelitian yang dilakukan oleh Putri *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat beban kerja, maka semakin rendah tingkat *heat strain*. Sementara dalam penelitian ini, semakin tinggi tingkat beban kerja, maka tingkat *heat strain* semakin tinggi.

D. Usia

Berdasarkan pengambilan data, didapatkan bahwa para pekerja memiliki sebaran usia yang mencakup kategori usia < 40 tahun dan usia ≥ 40 tahun. Distribusi sebaran usia terhadap *heat strain* disajikan dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 18. Distribusi Responden Berdasarkan Usia Terhadap *Heat Strain*

Usia	<i>Heat strain</i>										Total	
	<i>No</i>		<i>Low</i>		<i>Moderate</i>		<i>High</i>		<i>Very high</i>		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Usia < 40 tahun	7	19,4%	7	19,4%	6	16,7%	1	2,8%	1	2,8%	22	61,1%
Usia ≥ 40 tahun	0	0%	1	2,8%	4	11,1%	6	16,7%	3	8,3%	14	38,9%
Total	7	19,4%	8	22,2%	10	27,7%	7	19,4%	4	11,1%	36	100%

Berdasarkan Tabel 4, dapat diketahui bahwa dari 22 responden yang berusia < 40 tahun terdapat 19,4% atau sebanyak tujuh responden tidak mengalami *heat strain*, 19,4% atau sebanyak tujuh responden mengalami *heat strain* tingkat *low*, 16,7% atau sebanyak enam responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 2,8% atau sebanyak satu responden mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 2,8% atau sebanyak satu responden mengalami *heat strain* tingkat *very high*. Sedangkan dari 14 responden yang berusia ≥ 40 tahun tidak terdapat responden yang tidak mengalami *heat strain*, 2,8% atau sebanyak satu responden mengalami *heat strain* tingkat *low*, 11,1% atau sebanyak empat responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 16,7% atau sebanyak enam responden mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 8,3% atau sebanyak tiga responden mengalami *heat strain* tingkat *very high*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa responden dengan usia di bawah 40 tahun mengalami tingkat *heat strain* yang lebih rendah daripada kelompok responden dengan usia di atas 40 tahun. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Yuniarti & Handayani (2019) yang menunjukkan bahwa semakin tinggi usia responden, maka semakin tinggi juga tingkat *heat strain* yang dialami responden. Menurut National Institute for Occupational Safety and Health (1986), proses penuaan berkontribusi terhadap peningkatan kelembapan pada kelenjar keringat, yang pada akhirnya mengurangi efektivitas tubuh dalam mengontrol suhu inti. Individu yang lebih tua membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mengembalikan suhu tubuh ke kondisi normal setelah terpapar panas, sehingga meningkatkan risiko terhadap gangguan akibat panas seperti kelelahan panas dan *heat strain*.

E. Indeks Massa Tubuh

Berdasarkan pengambilan data, didapatkan bahwa para pekerja memiliki sebaran indeks massa tubuh yang mencakup kategori kurus, normal, obesitas awal, obesitas kelas I, obesitas kelas II, dan obesitas kelas III. Distribusi sebaran indeks massa tubuh terhadap *heat strain* disajikan dalam Tabel 5 berikut.

Tabel 19. Distribusi Responden Berdasarkan Indeks Massa Tubuh Terhadap *Heat Strain*

Indeks massa tubuh	<i>Heat strain</i>										Total	
	<i>No</i>		<i>Low</i>		<i>Moderate</i>		<i>High</i>		<i>Very high</i>		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Kurus	2	5,5%	2	5,5%	2	5,5%	0	0%	0	0%	6	16,7%
Normal	5	13,9%	3	8,3%	4	11,1%	2	5,5%	0	0%	14	38,9%
Obesitas awal	0	0%	1	2,8%	3	8,3%	3	8,3%	0	0%	7	19,4%
Obesitas kelas I	0	0%	1	2,8%	0	0%	2	5,5%	1	2,8%	4	11,1%
Obesitas kelas II	0	0%	1	2,8%	0	0%	0	0%	0	0%	1	2,8%
Obesitas kelas III	0	0%	0	0%	1	2,8%	0	0%	3	8,3%	4	11,1%
Total	7	19,4%	8	22,2%	10	27,7%	7	19,4%	4	11,1%	36	100%

Berdasarkan Gambar 5, dapat diketahui bahwa dari enam responden yang memiliki indeks massa tubuh kurus terdapat 5,5% atau sebanyak dua responden tidak mengalami *heat strain*, 5,5% atau sebanyak dua responden mengalami *heat strain* tingkat *low*, 5,5% atau sebanyak dua responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 0% atau tidak terdapat responden mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *very high*. Kemudian dari sebelas responden yang memiliki beban kerja fisik dengan kategori “tingkat perhatian, puncak beban kerja harus dikurangi” terdapat 8,3% atau sebanyak tiga responden tidak mengalami *heat strain*, 13,9% atau sebanyak lima responden mengalami *heat strain* tingkat *low*, 8,3% atau sebanyak tiga responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *very high*. Kemudian dari 14 responden yang memiliki indeks massa tubuh normal terdapat 13,9% atau sebanyak lima responden tidak mengalami *heat strain*, 8,3% atau sebanyak tiga responden mengalami *heat strain* tingkat *low*, 11,1% atau sebanyak empat responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 5,5% atau sebanyak dua responden mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *very high*. Kemudian dari tujuh responden yang memiliki indeks massa tubuh obesitas awal terdapat 0% atau tidak terdapat responden yang tidak mengalami *heat strain*, 2,8% atau sebanyak satu responden yang mengalami *heat strain* tingkat *low*, 8,3% atau sebanyak tiga responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 8,3% atau sebanyak tiga responden mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *very high*. Kemudian dari empat responden yang memiliki indeks massa tubuh obesitas kelas I terdapat 0% atau tidak terdapat responden yang tidak mengalami *heat strain*, 2,8% atau sebanyak satu responden yang mengalami *heat strain* tingkat *low*, 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 5,5% atau sebanyak dua responden mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 2,8% atau sebanyak satu responden mengalami *heat strain* tingkat *very high*. Kemudian dari satu responden yang memiliki indeks massa tubuh obesitas kelas II terdapat 0% atau tidak terdapat responden yang tidak mengalami *heat strain*, 2,8% atau sebanyak satu responden mengalami *heat strain* tingkat *low*, 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *very high*. Sedangkan dari empat responden yang memiliki indeks massa tubuh obesitas kelas III terdapat 0% atau tidak terdapat responden yang tidak mengalami *heat strain*, 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *low*, 2,8% atau sebanyak satu responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 8,3% atau sebanyak tiga responden mengalami *heat strain* tingkat *very high*.

Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi indeks massa tubuh (IMT), semakin besar tingkat *heat strain* yang dialami oleh pekerja. Pekerja dengan IMT yang lebih tinggi cenderung mengalami *heat strain* lebih besar dibandingkan dengan mereka yang memiliki IMT lebih rendah. Hal ini berkaitan dengan perbedaan komposisi tubuh antar individu yang dapat memengaruhi kenaikan suhu tubuh. Individu dengan massa tubuh lebih besar cenderung mengalami peningkatan suhu tubuh lebih cepat. IMT merupakan salah satu faktor yang berkontribusi terhadap *heat strain*, karena peningkatan berat badan menuntut lebih banyak energi dan oksigen saat bekerja. Selain itu, lapisan lemak yang lebih tebal dapat menghambat proses perpindahan panas dari otot ke permukaan kulit (National Institute for Occupational Safety and Health, 1986). Akibatnya, pekerja dengan IMT tinggi yang bekerja di lingkungan panas berisiko lebih besar mengalami *heat strain* akibat terhambatnya pelepasan panas tubuh. Temuan ini bertolak belakang dengan hasil studi Yuniarti & Handayani (2019), yang tidak menemukan pola karakteristik yang konsisten dalam data penelitiannya.

F. Konsumsi Air Minum

Berdasarkan pengambilan data, didapatkan bahwa para pekerja memiliki sebaran konsumsi air minum yang mencakup kategori \geq delapan gelas dan $<$ delapan gelas. Distribusi sebaran konsumsi air minum terhadap *heat strain* disajikan dalam Tabel 6 berikut.

Tabel 20. Distribusi Responden Berdasarkan Konsumsi Air Minum Terhadap Heat Strain

Konsumsi air minum	Heat strain										Total	
	No		Low		Moderate		High		Very high		N	%
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
\geq delapan gelas	7	19,4%	6	16,7%	5	13,9%	1	2,8%	0	0%	19	52,8%
$<$ delapan gelas	0	0%	2	5,5%	5	13,9%	6	16,7%	4	11,1%	17	47,2%
Total	7	19,4%	8	22,2%	10	27,7%	7	19,4%	4	11,1%	36	100%

Berdasarkan Tabel 6, dapat diketahui bahwa dari 19 responden yang mengonsumsi air minum \geq delapan gelas terdapat 19,4% atau sebanyak tujuh responden tidak mengalami *heat strain*, 16,7% atau sebanyak enam responden mengalami *heat strain* tingkat *low*, 13,9% atau sebanyak lima responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 2,8% atau sebanyak satu responden mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 0% atau tidak terdapat responden yang mengalami *heat strain* tingkat *very high*. Sedangkan dari 17 responden yang mengonsumsi air minum $<$ delapan gelas tidak terdapat responden yang tidak mengalami *heat strain*, 5,5% atau sebanyak dua responden mengalami *heat strain* tingkat *low*, 13,9% atau sebanyak lima responden mengalami *heat strain* tingkat *moderate*, 16,7% atau sebanyak enam responden mengalami *heat strain* tingkat *high*, dan 11,1% atau sebanyak empat responden mengalami *heat strain* tingkat *very high*.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi air minum berkaitan dengan penurunan tingkat *heat strain* pada responden. Nofianti & Koesyanto (2019) merekomendasikan agar pekerja yang terpapar lingkungan panas mengonsumsi air sebanyak satu gelas (± 250 ml) setiap 30 menit. Kekurangan cairan dapat menyebabkan dehidrasi, yang ditandai oleh gejala seperti kelelahan, penurunan konsentrasi, dan kelemahan fisik. Pada kondisi suhu tinggi, tubuh mengandalkan mekanisme penguapan melalui keringat untuk mempertahankan suhu inti. Namun, apabila cairan yang hilang tidak segera digantikan, risiko dehidrasi meningkat secara signifikan. Oleh karena itu, kecukupan asupan cairan berperan penting dalam menjaga homeostasis tubuh, meminimalkan respons fisiologis akibat paparan panas, serta menurunkan risiko terjadinya *heat strain*. Hasil ini sejalan dengan studi oleh Zulhanda *et al.* (2021) yang mengemukakan bahwa peningkatan konsumsi air minum berbanding terbalik dengan tingkat *heat strain* pada pekerja.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja di area panas industri fabrikasi pipa baja mengalami tingkat *heat strain* dengan kategori sedang hingga sangat tinggi. Faktor-faktor seperti iklim kerja yang tidak memenuhi standar, beban kerja fisik yang berat, usia ≥ 40 tahun, indeks massa tubuh tinggi, serta konsumsi air minum kurang dari delapan gelas per hari memiliki kecenderungan berkontribusi terhadap peningkatan *heat strain* pada pekerja. Temuan ini mengindikasikan pentingnya upaya pengendalian lingkungan kerja panas, penyesuaian beban kerja, serta penerapan kebiasaan hidrasi yang baik guna meminimalkan risiko *heat strain* dan meningkatkan keselamatan serta kesehatan kerja di lingkungan industri berisiko tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *SNI 16-7061-2004 Pengukuran Iklim Kerja (Panas) dengan Parameter Indeks Suhu Basah dan Bola*.
- Dehghan, H., Habibi, E., Habibi, P., & Maracy, M. R. (2013). *Validation of a Questionnaire for Heat Strain Evaluation in Women Workers*. 4(6), 631–640.
- Handayani, S. W., Hernawati, S., & Ningtyias, F. W. (2021). *Path Analysis Of Perception Of Heat Pressure , Pulse Rate , Body Temperature Against Heat Strain Events In Workers In Brem Production Industry*. 05, 119–125. <https://doi.org/10.20473/jvhs.V5.I2.2021.119-125>
- Hasibuan, A., Purba, B., Marzuki, I., Mahyuddin, Sianturi, E., Armus, R., Gusty, S., Chaerul, M., Sitorus, E., Khariri, Bachtiar, E., Susilawaty, A., & Jamaludin. (2020). *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja*.
- Holm, C. A., Pahler, L., Thiese, M. S., & Handy, R. (2016). Author ' s Accepted Manuscript. *Journal of Thermal*

- Biology*. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.07.013>
- Kartika, M., Santiasih, I., & Wiediartini. (2014). Analisis Paparan Iklim Kerja Panas Terhadap Kelelahan, Beban Kerja Dan Upaya Pengendalian. *Ikesma*, 10, 115–129.
- Kementerian Ketenagakerjaan dan Transmigrasi Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerj*.
- Lestari, I. A. I. D., Hardiyanti, D. N., & Made, I. B. (2022). *Jurnal Kesmas Untika Luwuk : Public Health Journal*. 13.
- Moran, D. S., Shitzer, A., Pandolf, K. B., Daniel, S., Shitzer, A., & Kent, B. (1998). *A physiological strain index to evaluate heat stress*. 275(1), R129–R134. <https://doi.org/https://doi.org/10.1152/ajpregu.1998.275.1.R129>
- National Institute for Occupational Safety and Health. (1986). *Occupational Exposure to Hot Environments*. <https://doi.org/https://doi.org/10.26616/NIOSH PUB86113>
- National Institute for Occupational Safety and Health. (2016). *Occupational Exposure to Heat and Hot Environments*. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf?id=10.26616/NIOSH PUB2016106>
- Nofianti, D. W., & Koesyanto, H. (2019). *Masa Kerja, Beban Kerja, Konsumsi Air Minum dan Status Kesehatan dengan Regangan Panas pada Pekerja Area Kerja*. 3(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/higeia/v3i4/28158>
- Occupational Safety & Health Service. (1997). *Temperature in Places of Work*. Department of Labour OSHS.
- Parsons, K. (2014). Human Thermal Environments: The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort, and Performance, Third Edition. In *Human Thermal Environments: The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort, and Performance, Third Edition*. <https://doi.org/10.1201/b16750>
- Putri, Y. N., Setiawan, M. R., & Angraini, M. T. (2022). Hubungan Beban Kerja Fisik dan Durasi Kerja dengan Kejadian Heat Strain Pada Pekerja Industri Kerupuk. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 21(2), 65–71. <https://doi.org/10.33221/jikes.v21i2.1706>
- Smith, C. J., & Perfetti, T. A. (2019). *142 ACGIH Threshold Limit Values ® (TLV ® s) established from 2008-2018 lack consistency and transparency*. 3, 1–9. <https://doi.org/10.1177/2397847318822137>
- Soeripto. (2008). *Higiene Industri*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20463812&lokasi=lokal>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- World Health Organization. (1998). *Obesity : preventing and managing the global epidemic : report of a WHO Consultation on Obesity, Geneva, 3-5 June 1997*. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/63854>
- Yoopat, P., Vanwongerghem, K., & Intaranont, K. (1998). *An assessment of workload in the Thai steel industry*. 29(4), 267–271.
- Yuniarti, E., & Handayani, P. (2019). *Factors Associated with Heat Strains in Workers at the PT Multikarya Asia Factors Associated with Heat Strains in Workers at the PT Multikarya Asia Pasifik Raya Workshop in 2019*. <https://doi.org/10.5220/0009595203200327>
- Zulhanda, D., Lestari, M., Andarini, D., Windusari, Y., & Fujianti, P. (2021). *Gejala Heat Strain pada Pekerja Pembuat Tahu di Kawasan Kamboja Kota Palembang*. 20(2), 120–127.