

Analisis Faktor Lingkungan Dan Kondisi Individu Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Fisik Pada Pekerja Pandai Besi Di Kecamatan Tikala, Kabupaten Toraja Utara: Pendekatan Cross-Sectional

Andi Ruhban, Muhammad Ikbal Arif, Haderiah, Harvino Hesty Lidung

Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kemenkes Makassar

*Corresponding author: mikbalarif@gmail.com, harvinolidung90@gmail.com

Info Artikel:Diterima bulan Agustus 2025 ; Disetujui bulan Nopember 2025 ; Publikasi bulan Desember 2025

ABSTRACT

Blacksmithing is part of the informal sector that still survives amidst the development of modern industry, especially in areas with a craft culture such as Tikala District, North Toraja Regency. Blacksmithing activities require great physical strength and high heat exposure, thus potentially causing physical fatigue. This study aims to analyze factors related to physical fatigue in blacksmith workers in Tikala District, North Toraja Regency. The study used a quantitative approach with a cross-sectional design. A sample of 78 respondents was selected using simple random sampling from 12 blacksmith business locations. Data were collected through structured interviews using questionnaires and direct measurements of work temperature. The independent variables included age, length of service, environmental temperature, and pre-existing diseases, while the dependent variable was physical fatigue measured using a research questionnaire. Data analysis was performed using the Chi-Square test at a significance level of $\alpha = 0.05$. The results showed that 21 respondents (26.9%) experienced physical fatigue. There was a significant relationship between physical fatigue and environmental temperature ($p = 0.007$), age ($p = 0.009$), length of service ($p = 0.039$), and underlying health conditions ($p = 0.004$). In conclusion, temperature, age, length of service, and underlying health conditions were significantly associated with the incidence of physical fatigue in blacksmiths. Further research is recommended to include variables such as workload, nutritional status, rest duration, and ergonomic factors to gain a more comprehensive understanding.

Keywords: physical fatigue, blacksmiths, age, length of service, temperature, underlying health conditions

ABSTRAK

Pekerjaan sebagai pandai besi merupakan bagian dari sektor informal yang masih bertahan di tengah perkembangan industri modern, terutama di wilayah yang memiliki budaya kerajinan seperti Kecamatan Tikala, Kabupaten Toraja Utara. Aktivitas pandai besi menuntut tenaga fisik yang besar dan paparan panas yang tinggi, sehingga berpotensi menimbulkan kelelahan fisik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang berhubungan dengan kelelahan fisik pada pekerja pandai besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain potong lintang (*cross-sectional*). Sampel sebanyak 78 responden dipilih secara acak sederhana dari 12 lokasi usaha pandai besi. Data dikumpulkan melalui wawancara terstruktur menggunakan kuesioner dan pengukuran langsung terhadap suhu kerja. Variabel bebas meliputi usia, lama kerja, suhu lingkungan, dan penyakit bawaan, sedangkan variabel terikat adalah kelelahan fisik yang diukur menggunakan *Kuisisioner penelitian*. Analisis data dilakukan dengan uji Chi-Square pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 21 responden (26,9%) mengalami kelelahan fisik. Terdapat hubungan yang signifikan antara kelelahan fisik dengan suhu lingkungan ($p = 0,007$), usia ($p = 0,009$), lama kerja ($p = 0,039$), dan penyakit bawaan ($p = 0,004$). Kesimpulannya, suhu, usia, lama kerja, dan penyakit bawaan berhubungan bermakna dengan kejadian kelelahan fisik pada pekerja pandai besi. Disarankan penelitian selanjutnya menambahkan variabel seperti beban kerja, status gizi, durasi istirahat, serta faktor ergonomi untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif.

Kata Kunci: kelelahan fisik, pandai besi, usia, lama kerja, suhu, penyakit bawaan

PENDAHULUAN

Pekerjaan sebagai pandai besi merupakan salah satu pekerjaan tradisional yang hingga kini masih banyak dijumpai di Indonesia, terutama di daerah yang kental dengan budaya kerajinan besi seperti Kecamatan Tikala, Kabupaten Toraja Utara. Proses pandai besi membutuhkan waktu yang lama, tenaga yang besar, serta ketelitian tinggi untuk menghasilkan produk dengan kualitas baik. Namun, di balik ketekunan dan keterampilan tersebut, pekerjaan ini dihadapkan pada kondisi kerja yang berat dan berpotensi menimbulkan kelelahan fisik pada pekerjanya.

Data awal menunjukkan bahwa di Kecamatan Tikala terdapat sekitar 97 pekerja pandai besi yang tersebar di 12 lokasi usaha aktif. Meskipun sektor ini memberikan kontribusi penting bagi

perekonomian lokal, para pekerjaan menghadapi berbagai tantangan kesehatan akibat karakteristik pekerjaan yang menuntut tenaga fisik tinggi dan paparan panas ekstrem. Salah satu permasalahan utama yang sering dialami adalah kelelahan fisik, yang dapat menurunkan produktivitas dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja.

Sebagian besar pekerja pandai besi di Kecamatan Tikala masih menggunakan metode kerja tradisional tanpa mempertimbangkan aspek ergonomi, seperti posisi tubuh yang tepat dan penggunaan alat bantu kerja. Kondisi tersebut menyebabkan pekerja mengeluarkan energi lebih besar dan bekerja dalam postur tidak ideal dalam waktu lama, yang mempercepat timbulnya kelelahan (Syawal S, 2024). Pandai besi menjalankan proses produksi secara manual yang menuntut posisi duduk maupun berdiri dalam durasi panjang, sehingga aktivitas dengan postur tidak ergonomis tersebut berpotensi menimbulkan risiko kesehatan.

Secara umum, kelelahan fisik dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi usia, kondisi fisik, dan status kesehatan, sedangkan faktor eksternal mencakup kondisi lingkungan kerja, suhu panas, durasi kerja panjang, serta postur kerja yang tidak ergonomis. Penelitian menunjukkan bahwa suhu tinggi yang dihasilkan dari tungku peleburan dapat mencapai lebih dari 1000°C, yang berpotensi menyebabkan dehidrasi, penurunan konsentrasi, hingga *heat stroke* jika tidak dikelola dengan baik (R. Aulia, 2023).

Di Indonesia, sekitar 60% pekerja di sektor informal mengalami kelelahan kerja, dan angka ini jauh lebih tinggi dibandingkan sektor formal (Ulfa & Tualeka, 2023). Hal ini menunjukkan pentingnya perhatian terhadap aspek kesehatan kerja di sektor informal, termasuk pandai besi, yang sering kali terabaikan. Penelitian sebelumnya banyak dilakukan pada sektor formal seperti industri manufaktur atau rumah sakit (Darmayanti dkk., 2020), sementara kajian tentang kelelahan fisik pada pekerja sektor informal tradisional, khususnya pandai besi, masih sangat terbatas.

Beberapa studi internasional juga menyoroti bahwa paparan panas dan faktor individu berperan besar terhadap kelelahan kerja. Chen et al. (2022) menemukan bahwa paparan panas di atas 30°C menurunkan performa fisik dan meningkatkan kelelahan hingga 40% pada pekerja logam. Sementara itu, Lee & Kim (2021) menjelaskan bahwa usia yang lebih tua dan penyakit kronis memperburuk toleransi terhadap panas kerja. Namun, penelitian yang menggabungkan faktor usia, lama kerja, suhu, dan penyakit bawaan secara simultan dalam konteks sektor informal di Indonesia belum banyak dilakukan.

Meskipun sejumlah penelitian sebelumnya telah membahas faktor-faktor yang memengaruhi kelelahan kerja pada berbagai sektor formal seperti industri manufaktur, pertambangan, dan kesehatan, penelitian yang secara khusus menyoroti kelelahan fisik pada pekerja sektor informal tradisional seperti pandai besi masih sangat terbatas, terutama di wilayah Indonesia bagian timur. Selain itu, sebagian penelitian terdahulu hanya meneliti satu atau dua faktor penyebab seperti suhu atau lama kerja, tanpa mempertimbangkan kombinasi antara faktor individu (usia dan penyakit bawaan) dengan faktor lingkungan kerja (lama kerja dan suhu) secara bersamaan.

Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian dalam pemahaman menyeluruh mengenai determinan kelelahan fisik pada pekerja pandai besi yang bekerja di lingkungan panas ekstrem dan menggunakan metode kerja tradisional. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hubungan antara usia, lama kerja, suhu lingkungan, dan penyakit bawaan dengan kejadian kelelahan fisik pada pekerja pandai besi di Kecamatan Tikala, Kabupaten Toraja Utara. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dan praktis dalam pengembangan upaya pencegahan kelelahan kerja serta peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja pada sektor informal di Indonesia.

MATERI DAN METODE

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas kuesioner terstruktur dan alat ukur suhu lingkungan kerja. Kuesioner yang digunakan telah melalui uji validitas dan reliabilitas melalui uji coba terhadap 10 responden di luar sampel penelitian. Selain itu, alat ukur suhu lingkungan kerja yang digunakan adalah Termometer digital.

Penelitian ini memiliki dua jenis variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kelelahan fisik, yang diukur menggunakan kuesioner Industrial Fatigue Research Committee (IFRC) yang telah dimodifikasi sesuai konteks pekerja sektor informal.

Kuesioner ini terdiri dari 30 pertanyaan mengenai gejala kelelahan subjektif, seperti rasa lelah pada otot, penurunan konsentrasi, dan gangguan koordinasi gerak. Untuk keperluan analisis bivariat, kategori tersebut disederhanakan menjadi dua, yaitu “tidak lelah/kelelahan ringan” dan “lelah/kelelahan sedang–berat”.

Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi suhu lingkungan kerja, usia, lama kerja, dan penyakit bawaan. Suhu lingkungan kerja diukur menggunakan Termometer digital. pada tiga titik utama, yaitu area pembakaran, area penempaan, dan area finishing. Pengukuran dilakukan tiga kali dalam sehari (pagi, siang, dan sore) selama jam kerja aktif untuk memperoleh nilai rata-rata suhu harian yang representatif. Nilai suhu yang diperoleh merupakan rata-rata yang menggambarkan pengaruh suhu udara, kelembapan, dan radiasi panas terhadap tubuh pekerja. Kriteria suhu kerja diklasifikasikan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan , di mana suhu 20-30°C dikategorikan “memenuhi syarat”.

Usia pekerja diperoleh dari data identitas responden dan dikategorikan menjadi dua kelompok, yaitu usia muda (<40 tahun) dan usia tua (>40 tahun). Lama kerja diukur berdasarkan dua aspek, yaitu jam kerja per hari dan masa kerja dalam tahun. Pekerja yang memiliki jam kerja ≤8 jam per hari dikategorikan “memenuhi syarat”, sedangkan yang bekerja >8 jam per hari dikategorikan “tidak memenuhi syarat”, sesuai dengan ketentuan Permenaker Nomor 5 Tahun 2018 dan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan.

Penyakit bawaan diidentifikasi melalui wawancara dengan responden mengenai riwayat penyakit kronis yang pernah didiagnosis oleh tenaga medis, seperti hipertensi, diabetes, atau penyakit jantung. Responden yang memiliki salah satu dari kondisi tersebut dikategorikan “memiliki penyakit bawaan”, sedangkan yang tidak memiliki riwayat penyakit dikategorikan “tidak memiliki penyakit bawaan”.

Proses pengumpulan data dilakukan melalui wawancara langsung di lokasi kerja dengan menggunakan kuesioner yang telah disiapkan. Sebelum wawancara dimulai, peneliti terlebih dahulu menjelaskan tujuan penelitian dan memperoleh persetujuan dari responden. Pengukuran suhu lingkungan dilakukan bersamaan dengan wawancara agar kondisi lingkungan kerja yang tercatat benar-benar mencerminkan situasi saat pekerja melakukan aktivitasnya. Seluruh data dikumpulkan selama dua minggu dari 12 lokasi usaha pandai besi di Kecamatan Tikalla, Kabupaten Toraja Utara.

Untuk menjamin validitas data, setiap lembar kuesioner diperiksa kembali setelah pengisian guna memastikan kelengkapan dan konsistensinya. Data kemudian dimasukkan ke dalam perangkat lunak statistik melalui proses *double entry* untuk meminimalkan kesalahan input. Potensi bias akibat metode *self-report* dikendalikan dengan cara melakukan wawancara langsung dan observasi perilaku kerja untuk memverifikasi jawaban responden. Selain itu, beberapa faktor konfounder seperti beban kerja aktual, jam istirahat, dan status gizi dicatat sebagai data tambahan agar hasil analisis dapat ditafsirkan secara lebih hati-hati.

HASIL

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Kelelahan Fisik Pada Pekerja Pandai Besi di Kecamatan Tikalla Kabupaten Toraja Utara Tahun 2025

Kelelahan	Frekuensi (F)	Persentase (%)
Lelah	21	26.9
Tidak Lelah	57	73.1
Total	78	100.0

Sumber: Data Primer,2025

Berdasarkan hasil pendataan dan pengisian kuesioner , diketahui bahwa dari total 78 responden, sebanyak 21 orang (26,9%) mengalami kelelahan fisik, sedangkan 57 orang (73,1%) tidak mengalami kelelahan fisik. Proporsi ini menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar pekerja pandai besi tidak melaporkan keluhan kelelahan pada saat pengukuran, lebih dari seperempat populasi masih menunjukkan gejala kelelahan fisik yang berarti, terutama pada kelompok dengan paparan panas dan durasi kerja lebih tinggi.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Suhu Pada Pekerja Pandai Besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara Tahun 2025

Suhu	Frekuensi (F)	Percentase (%)
Memenuhi Syarat	52	66.7
Tidak Memenuhi Syarat	26	33.3
Total	78	100.0

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan hasil pengukuran suhu di tempat kerja , diketahui bahwa sebanyak 52 responden (66,7%) bekerja pada kondisi suhu yang memenuhi syarat, sedangkan 26 responden (33,3%) bekerja pada kondisi suhu yang tidak memenuhi syarat. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan termometer digital lingkungan (environmental thermometer) pada titik kerja utama, yakni area penempaan dan pembakaran logam, dengan tiga kali pengukuran pada waktu berbeda (pagi, siang, dan sore), kemudian dirata-ratakan.

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Usia Pada Pekerja Pandai Besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara Tahun 2025

Usia	Frekuensi (F)	Percentase (%)
Muda	30	38.5
Tua	48	61.5
Total	78	100.0

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan hasil distribusi usia responden , diketahui bahwa sebanyak 30 responden (38,5%) termasuk dalam kategori usia muda (<40 tahun), sedangkan 48 responden (61,5%) tergolong usia tua (≥ 40 tahun). Proporsi ini menunjukkan bahwa mayoritas pekerja pandai besi di Kecamatan Tikala berada pada kelompok usia produktif lanjut, yang umumnya telah bekerja cukup lama dan memiliki pengalaman kerja yang tinggi..

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Lama Kerja Pada Pekerja Pandai Besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara Tahun 2025

Masa Kerja	Frekuensi (F)	Percentase (%)
Memenuhi Syarat	43	55.1
Tidak Memenuhi Syarat	35	44.9
Total	78	100.0

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan hasil distribusi lama kerja responden , diketahui bahwa sebanyak 43 responden (55,1%) memiliki lama kerja yang memenuhi syarat, sedangkan 35 responden (44,9%) tergolong tidak memenuhi syarat. Kategori ini didasarkan pada acuan Permenaker No. 5 Tahun 2018, yang menyarankan bahwa durasi kerja ideal untuk pekerjaan berat sebaiknya tidak melebihi 8 jam per hari atau 40 jam per minggu. Dengan demikian, hampir separuh pekerja pandai besi di Kecamatan Tikala bekerja melebihi batas waktu yang direkomendasikan, yang berpotensi meningkatkan risiko kelelahan fisik.

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Penyakit Bawaan Pada Pekerja Pandai Besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara Tahun 2025

Penyakit Bawaan	Frekuensi (F)	Persentase (%)
Ada	13	16.7
Tidak Ada	65	83.3
Total	78	100.0

Sumber: Data Primer,2025

Berdasarkan hasil distribusi penyakit bawaan responden (Tabel 5.5), diketahui bahwa sebanyak 13 responden (16,7%) memiliki penyakit bawaan, sedangkan 65 responden (83,3%) tidak memiliki penyakit bawaan. Jenis penyakit bawaan yang paling sering ditemukan antara lain hipertensi dan gangguan pernapasan ringan, yang umumnya dapat memperburuk kondisi fisik saat bekerja dalam lingkungan panas dan dengan aktivitas berat.

Tabel 6. Hubungan Suhu dengan Kelelahan Fisik Pada Pekerja Pandai Besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara Tahun 2025

Suhu	Kelelahan Fisik				Total	%	Statistik
	L	%	TL	%			
MS	19	36.5	33	63.5	52	100	$\chi^2 = 7.331$
TMS	2	7.7	24	92.3	26	100	$P = 0.007$

Sumber: Data Primer,2025

Berdasarkan tabel 6, hasil uji Chi-Square menunjukkan nilai $p = 0,007$, yang lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Hal ini menandakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara suhu lingkungan kerja dengan terjadinya kelelahan fisik pada pekerja pandai besi di Kecamatan Tikala, Kabupaten Toraja Utara. Temuan ini mengindikasikan bahwa kondisi suhu di lokasi kerja menjadi salah satu faktor penting yang memengaruhi tingkat kelelahan fisik, di mana paparan suhu tinggi dapat meningkatkan beban fisiologis pekerja sehingga mempercepat timbulnya rasa Lelah

Tabel 7. Hubungan Usia dengan Kelelahan Fisik Pada Pekerja Pandai Besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara Tahun 2025

Usia	Kelelahan Fisik				Total	%	Statistik
	L	%	TL	%			
Muda	3	10.0	27	90.0	30	100	$\chi^2 = 7.096$
Tua	18	37.5	30	62.5	48	100	$P = 0.009$

Sumber: Data Primer,2025

Berdasarkan tabel 7, hasil uji Chi-Square menunjukkan nilai $p = 0,009$, yang lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara usia dengan terjadinya kelelahan fisik pada pekerja pandai besi di Kecamatan Tikala, Kabupaten Toraja Utara. Temuan ini mengindikasikan bahwa usia merupakan faktor penting yang memengaruhi tingkat kelelahan fisik, di mana pekerja dengan usia lebih lanjut cenderung memiliki kapasitas fisik yang menurun sehingga lebih mudah mengalami kelelahan saat melakukan pekerjaan berat dan berulang seperti proses pandai besi.

Tabel 8. Hubungan Lama Kerja dengan Kelelahan Fisik Pada Pekerja Pandai Besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara Tahun 2025

Lama Kerja	Kelelahan Fisik				Total	%	Statistik
	L	%	TL	%			
MS	16	37.2	27	62.8	43	100	$X^2 = 5.153$
TMS	5	14.3	30	85.7	35	100	$P = 0.039$

Sumber: Data Primer

Berdasarkan Tabel 8, hasil uji Chi-Square menunjukkan nilai $p = 0,039$, yang lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Hal ini mengindikasikan adanya hubungan signifikan antara lama kerja dengan kelelahan fisik pada pekerja pandai besi di Kecamatan Tikala, Kabupaten Toraja Utara. Temuan ini menunjukkan bahwa semakin lama seorang pekerja melakukan aktivitas pandai besi, semakin besar risiko mengalami kelelahan fisik. Lama kerja yang panjang dapat meningkatkan beban kerja kumulatif dan menurunkan kemampuan tubuh untuk pulih, terutama dalam pekerjaan yang menuntut tenaga fisik berat dan berlangsung dalam kondisi lingkungan yang menantang.

Tabel 9. Hubungan Penyakit Bawaan dengan Kelelahan Fisik Pada Pekerja Pandai Besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara Tahun 2025

Penyakit Bawaan	Kelelahan Fisik				Total	%	Statistik
	L	%	TL	%			
Ada	8	61.5	5	38.5	13	100	$X^2 = 9.501$
Tidak Ada	13	20.0	52	80.0	65	100	$P = 0.004$

Sumber : Data Primer

Berdasarkan tabel 9, hasil uji Chi-Square menunjukkan nilai $p = 0,004$, yang lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Hal ini menandakan adanya hubungan yang signifikan antara penyakit bawaan dengan terjadinya kelelahan fisik pada pekerja pandai besi di Kecamatan Tikala, Kabupaten Toraja Utara. Temuan ini menunjukkan bahwa pekerja yang memiliki penyakit bawaan seperti hipertensi, diabetes, atau gangguan musculoskeletal memiliki risiko lebih tinggi mengalami kelelahan fisik dibandingkan pekerja tanpa penyakit bawaan. Kondisi kesehatan tersebut dapat menurunkan daya tahan tubuh dan kapasitas fisik, sehingga beban kerja yang sama akan berdampak lebih besar pada tingkat kelelahan pekerja yang memiliki penyakit bawaan.

PEMBAHASAN

Hubungan Suhu dengan terjadinya kelelahan fisik Pada Pekerja Pandai Besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa dari 78 responden, sebanyak 52 orang (66,7%) bekerja pada suhu yang memenuhi syarat dan 26 orang (33,3%) bekerja pada suhu yang tidak memenuhi syarat. Hasil uji Chi-Square menunjukkan nilai $p = 0,007$ ($p < 0,05$), yang berarti terdapat hubungan signifikan antara suhu lingkungan kerja dengan tingkat kelelahan fisik pada pekerja pandai besi di Kecamatan Tikala, Kabupaten Toraja Utara.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Ramdan (2020) di PT LJP Kalimantan Timur yang juga menemukan adanya hubungan signifikan antara suhu dan kelelahan kerja ($p = 0,000$), serta penelitian Dita (2020) pada pekerja peleburan logam PT Antam Tbk. yang memperoleh hasil serupa ($p = 0,048$). Kedua penelitian tersebut memperkuat bahwa paparan panas yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan suhu tubuh inti, merangsang hipotalamus untuk meningkatkan pengeluaran keringat, yang pada akhirnya menimbulkan kehilangan cairan dan elektrolit. Kondisi ini menurunkan kemampuan otot untuk berkontraksi dan menyebabkan kelelahan.

Namun, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar pekerja berada

pada suhu yang memenuhi standar Permenaker No. 5 Tahun 2018 ($\leq 28^{\circ}\text{C}$), hubungan signifikan antara suhu dan kelelahan tetap ditemukan. Hal ini menunjukkan bahwa kelelahan tidak semata-mata disebabkan oleh suhu tinggi, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh durasi paparan panas, intensitas aktivitas fisik, dan ketidakseimbangan pemulihan energi tubuh.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini memiliki nuansa berbeda karena dilakukan pada sektor informal tradisional dengan kondisi kerja yang tidak terstandarisasi, berbeda dengan sektor industri besar seperti PT Antam atau PT LJP yang umumnya memiliki sistem pengendalian iklim kerja lebih baik. Hal ini dapat menjelaskan mengapa tingkat kelelahan masih ditemukan meskipun sebagian besar suhu terukur memenuhi syarat.

Dari sisi kekuatan hubungan, nilai $p = 0,007$ menunjukkan hubungan yang relatif kuat dibandingkan variabel lain dalam penelitian ini, sehingga dapat diasumsikan bahwa suhu lingkungan merupakan salah satu faktor dominan yang memengaruhi kelelahan fisik. Meskipun demikian, perlu diakui bahwa hasil ini tidak mempertimbangkan variabel konfounder seperti status gizi, beban kerja aktual, postur kerja, dan durasi istirahat, yang menurut penelitian Tualeka (2022) dapat berkontribusi besar terhadap tingkat kelelahan pada pekerja fisik.

Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan pengukuran komprehensif terhadap beban kerja dan kondisi ergonomi, serta kalibrasi pengukuran suhu pada titik kerja lebih spesifik (misalnya jarak tertentu dari tungku penempaan) agar hasil yang diperoleh lebih representatif. Pengendalian durasi kerja, penyediaan waktu istirahat cukup, dan peningkatan ventilasi alami juga menjadi langkah penting untuk meminimalkan dampak suhu tinggi terhadap kelelahan fisik pekerja.

Hubungan Usia dengan Kelelahan Fisik Pada Pekerja Pandai Besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara

Berdasarkan tabel distribusi frekuensi usia pekerja pandai besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara tahun 2025 diketahui bahwa dari 78 responden, sebanyak 30 orang (38,5%) termasuk kategori usia muda dan 48 orang (61,5%) termasuk kategori usia tua. Hasil uji statistik menggunakan Chi-Square menunjukkan nilai $p=0,009 < \alpha=0,05$, yang berarti terdapat hubungan signifikan antara usia dengan kelelahan fisik pada pekerja pandai besi.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Baharuddin (2023) pada karyawan PT. FKS Multi Agro Tbk. Makassar yang menemukan adanya hubungan signifikan antara usia dan kelelahan kerja ($p=0,000$). Hasil serupa juga dilaporkan oleh Handayani dan Demiyati (2023), di mana kelompok pekerja berusia lebih dari 35 tahun lebih banyak mengalami kelelahan dibandingkan kelompok usia muda ($p=0,034$). Secara fisiologis, peningkatan usia berhubungan dengan penurunan kapasitas aerobik, elastisitas otot, dan kecepatan pemulihan energi setelah aktivitas fisik berat. Kondisi ini membuat pekerja usia tua cenderung lebih cepat mengalami kelelahan, terutama pada pekerjaan dengan tuntutan fisik tinggi seperti menempa logam dan paparan panas tinggi di bengkel pandai besi.

Namun demikian, hasil penelitian ini berbeda dengan temuan Prihantoro (2021) yang tidak menemukan hubungan bermakna antara usia dan kelelahan pada pekerja sektor industri ringan. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh variasi karakteristik pekerjaan—pekerja industri ringan cenderung memiliki beban kerja fisik lebih rendah dibanding pandai besi yang bekerja dalam kondisi panas ekstrem dan postur tidak ergonomis. Dengan demikian, faktor beban kerja dan kondisi lingkungan dapat memperkuat efek usia terhadap munculnya kelelahan.

Selain faktor usia, aspek lain seperti status gizi, kebugaran jasmani, serta durasi istirahat juga berpotensi memengaruhi tingkat kelelahan, namun belum dianalisis dalam penelitian ini. Misalnya, pekerja dengan asupan nutrisi tidak seimbang atau jam tidur yang tidak mencukupi dapat mengalami kelelahan lebih cepat meskipun berada pada kelompok usia muda. Oleh karena itu, hasil ini perlu ditafsirkan dengan mempertimbangkan interaksi antara faktor usia dan kondisi fisik maupun lingkungan kerja.

Secara praktis, temuan ini menegaskan pentingnya kebijakan yang adaptif terhadap usia pekerja. Pengelola bengkel pandai besi sebaiknya mempertimbangkan rotasi kerja berdasarkan kelompok umur, penyesuaian beban kerja fisik, serta pemberian waktu istirahat yang cukup untuk meminimalkan risiko kelelahan dan menjaga produktivitas kerja.

Hubungan Lama Kerja dengan Kelelahan Fisik Pada Pekerja Pandai Besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara

Berdasarkan hasil pendataan dan pengisian kuesioner, pada tabel distribusi lama kerja pekerja pandai besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara diperoleh bahwa sebanyak 43 responden (55,1%) memiliki lama kerja yang memenuhi syarat, sedangkan 35 responden (44,9%) memiliki lama kerja yang tidak memenuhi syarat. Hasil uji Chi-Square menunjukkan nilai $p = 0,039 < \alpha = 0,05$, yang berarti terdapat hubungan signifikan antara lama kerja dengan kelelahan fisik pada pekerja pandai besi.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Darimi (2024) yang menunjukkan hubungan signifikan antara lama kerja dan kelelahan pada karyawan PT. Z ($p = 0,031$), di mana jam kerja panjang dikaitkan dengan peningkatan kelelahan, gangguan tidur, dan penurunan konsentrasi. Hasil ini juga konsisten dengan temuan penelitian Handayani & Demiyati (2023) yang menunjukkan bahwa lama kerja berperan penting dalam meningkatkan risiko kelelahan pada pekerja sektor manufaktur. Namun demikian, hasil ini berbeda dari penelitian Prihantoro (2021) pada pekerja industri ringan, yang tidak menemukan hubungan signifikan antara lama kerja dan kelelahan. Perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan oleh karakteristik pekerjaan yang berbeda, termasuk tingkat beban fisik, kondisi lingkungan kerja, dan sistem manajemen waktu kerja yang diterapkan.

Secara fisiologis, pekerjaan pandai besi memerlukan stamina, kekuatan otot, dan konsentrasi tinggi karena melibatkan aktivitas manual dalam durasi panjang, paparan suhu tinggi, serta penggunaan peralatan berat. Lama kerja yang melebihi standar ketenagakerjaan berisiko menurunkan kapasitas pemulihan tubuh sehingga memicu kelelahan fisik yang berdampak pada produktivitas dan keselamatan kerja. Bahkan, meskipun sebagian pekerja memiliki lama kerja sesuai standar (≤ 8 jam/hari), kelelahan tetap dapat muncul bila dipengaruhi oleh kondisi lain seperti beban kerja berat, postur kerja tidak ergonomis, suhu lingkungan tinggi, status gizi rendah, dan waktu istirahat yang minim. Hal ini menunjukkan bahwa durasi kerja saja bukanlah satu-satunya faktor penentu tingkat kelelahan.

Berdasarkan hasil analisis, lama kerja menjadi salah satu variabel signifikan meskipun keuatannya relatif sedang dibanding variabel lain seperti suhu lingkungan ($p=0,007$) dan usia ($p=0,009$). Temuan ini mengindikasikan bahwa lama kerja bukan hanya berfungsi sebagai faktor independen tetapi juga berinteraksi dengan faktor lain untuk memengaruhi kelelahan. Oleh karena itu, pengelola usaha pandai besi perlu mempertimbangkan manajemen waktu kerja secara lebih strategis, misalnya melalui rotasi kerja, penerapan sistem shift, dan pemberian waktu istirahat teratur (misalnya jeda 15–30 menit setiap beberapa jam), untuk meminimalkan risiko kelelahan dan menjaga produktivitas kerja.

Hubungan Penyakit Bawaan dengan Kelelahan Fisik Pada Pekerja Pandai Besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara

Berdasarkan hasil pendataan dan pengisian kuesioner pada tabel distribusi penyakit bawaan pekerja pandai besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara tahun 2025, diperoleh bahwa sebanyak 13 responden (16,7%) memiliki penyakit bawaan, sedangkan 65 responden (83,3%) tidak memiliki penyakit bawaan. Hasil uji Chi-Square menunjukkan nilai $p = 0,004 < \alpha = 0,05$, yang berarti terdapat hubungan signifikan antara penyakit bawaan dengan kelelahan fisik pada pekerja pandai besi.

Temuan ini konsisten dengan penelitian Ahsanu et al. (2022) yang menemukan bahwa 60% pekerja pandai besi melaporkan keluhan subjektif terkait tekanan panas, dengan analisis bivariat menunjukkan hubungan signifikan antara penyakit bawaan dan tingkat kelelahan kerja ($p = 0,000$). Selain itu, penelitian Baharuddin (2023) pada karyawan PT. FKS Multi Agro Tbk. Makassar juga menunjukkan bahwa pekerja dengan riwayat hipertensi dan penyakit jantung memiliki toleransi fisik lebih rendah terhadap aktivitas berat dibandingkan pekerja tanpa penyakit bawaan. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Mabilehi et al. (2019), yang menunjukkan bahwa keluhan musculoskeletal, seperti osteoarthritis, berkontribusi terhadap peningkatan kelelahan karena keterbatasan mobilitas otot dan sendi.

Secara fisiologis, penyakit bawaan dapat memperburuk dampak kelelahan fisik karena menurunkan kapasitas tubuh untuk beradaptasi terhadap tuntutan kerja. Pada pekerjaan pandai besi yang menuntut tenaga besar, paparan suhu tinggi, serta postur kerja yang repetitif dan statis, kondisi penyakit bawaan seperti hipertensi, diabetes, atau gangguan musculoskeletal akan mempercepat timbulnya kelelahan dan meningkatkan risiko cedera atau gangguan kesehatan jangka panjang. Hal ini

memperkuat pandangan Syawal (2023) bahwa kelelahan yang tidak dikelola dengan baik dapat menurunkan produktivitas, meningkatkan angka kecelakaan kerja, serta memicu komplikasi kesehatan kronis.

Meskipun proporsi pekerja dengan penyakit bawaan relatif kecil, kekuatan hubungan statistik ($p=0,004$) menunjukkan bahwa variabel ini termasuk faktor dominan dalam meningkatkan risiko kelelahan fisik. Namun demikian, penelitian ini belum mengeksplorasi interaksi penyakit bawaan dengan faktor lain seperti beban kerja, durasi istirahat, dan status gizi yang menurut literatur dapat memperkuat efek kelelahan. Perbedaan konteks juga muncul jika dibandingkan dengan penelitian pada sektor industri formal, di mana sistem pengelolaan kesehatan kerja lebih terstruktur sehingga dampak penyakit bawaan terhadap kelelahan dapat diminimalisir.

Dengan demikian, hasil ini menegaskan pentingnya pendekatan holistik dalam manajemen kesehatan kerja bagi pandai besi, termasuk perbaikan ergonomi kerja, pengaturan jadwal kerja yang fleksibel, pemeriksaan kesehatan rutin, dan penyuluhan tentang manajemen kelelahan. Kebijakan K3 yang komprehensif tidak hanya melindungi pekerja dari risiko kelelahan tetapi juga meningkatkan keselamatan kerja dan kualitas hidup pekerja.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini menemukan adanya hubungan signifikan antara suhu lingkungan, usia, lama kerja, dan penyakit bawaan dengan tingkat kelelahan fisik pada pekerja pandai besi di Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa suhu kerja yang tinggi, usia yang lebih lanjut, durasi kerja yang panjang, serta adanya penyakit bawaan secara bersama-sama berkontribusi meningkatkan risiko kelelahan fisik. Faktor-faktor tersebut saling berinteraksi dalam membentuk kondisi kerja yang menuntut daya tahan fisik tinggi, sehingga memengaruhi produktivitas dan keselamatan kerja. Temuan ini menegaskan bahwa pencegahan kelelahan pada pekerja pandai besi tidak cukup hanya dilakukan dengan pengaturan durasi kerja, tetapi juga perlu mempertimbangkan pengelolaan suhu lingkungan, penyesuaian beban kerja sesuai kemampuan fisik pekerja, serta perhatian khusus terhadap pekerja dengan penyakit bawaan. Oleh karena itu, penerapan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja yang holistik menjadi langkah penting untuk melindungi kesehatan pekerja, meningkatkan produktivitas, dan menjaga keberlanjutan sektor pandai besi di Kecamatan Tikala.

SARAN

Berdasarkan temuan penelitian, bagi pekerja pandai besi yang berusia lanjut atau memiliki penyakit bawaan disarankan untuk lebih memperhatikan kondisi kesehatan dengan rutin melakukan pemeriksaan medis setiap tiga bulan sekali serta membatasi aktivitas fisik yang berat. Pekerja juga sebaiknya menyesuaikan jam kerja agar tidak terlalu lama terpapar suhu panas, misalnya dengan menerapkan sistem shift kerja atau jeda istirahat tambahan setiap 2–3 jam kerja. Bagi pemilik usaha pandai besi, penting untuk menyediakan fasilitas kerja yang ergonomis dan tempat istirahat yang memadai, seperti ruang istirahat dengan ventilasi baik dan tempat duduk yang nyaman, serta memberikan pelatihan keselamatan kerja minimal dua kali setahun. Pemilik usaha juga perlu melakukan pemantauan rutin terhadap kondisi lingkungan kerja, misalnya pengukuran suhu setiap hari kerja pada jam puncak, yang dapat dilakukan oleh petugas keselamatan kerja atau pekerja yang ditunjuk. Sementara itu, bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian yang lebih mendalam dengan melibatkan variabel tambahan seperti beban kerja, status gizi, durasi istirahat, dan faktor ergonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinda, (2021). *Hubungan iklim kerja dengan kinerja pekerja di pt. pelabuhan indonesia (persero) terminal peti kemas makassar*. Window of Public Health Journal, Vol. 2 No. 5. (Online) https://www.Researchgate.net/publication/372302118_Hubungan_Iklim_dengan_Kinerja_Pekerja_di_PT_Pelabuhan_Indonesia_Persero_Terminal_Peti_Kemas_Makassar Diakses pada 28 Oktober 2024
- Ahsanu, Fadhienie, f., & Ariscasari, P. (2022). *Faktor yang Berhubungan dengan Keluhan Subjektif akibat tekanan panas pada Pekerja Pandai Besi di Gampong Lamblang Manyang*. Journal of Healthcare Technology and Medicine, 2-5. (Online). <https://www.google.com/url?sa=t&source=>

- web &rct=j&op=89978449&url. Diakses pada 28 Oktober 2024
- Amaliyah, N., Ardiansyah, I., Bahri, apwanti, f., & rahmah, m. h. (2024). *penerapan k3 lingkungan kerja*. yogyakarta: deepublish digital.
- Ananda,S.T. (2023). *Faktor - faktor yang berhubungan dengan kejadian burnout pada pekerja di bagian produksi pabrik x muaro jambi tahu* (online). <https://repository.unja.ac.id/63145/10/SKRIPSI %2520FULL%>. Diakses pada 28 Oktober 2024
- Anggraini,(2019). *Hubungan iklim kerja panas dan faktor individu terhadap kelelahan kerja sentra industri pandai besi desa tanjung laut tahun 2019*. (Online) <http://repository.unsri.ac.id/2458/>. Diakses pada 12 November 2024
- Aprilia, Z., Novitasari, R., & Rosyad, Y. S. (2022). *Hubungan tingkat kelelahan kerja dengan tingkat stres kerja perawat di rsud panembahan senopati bantul* (Online). <https://stikes-yogyakarta.e-journal.id/JKSI/article/downl oad/151/143&ved=2ahUKEwirsou2mpiKAxVeSGwGHfwgLZQQFnoECBYQAO&usg=AOvVaw2MKtcASQBmB1xKbUVnf0A8>. Diakses pada 05 Desember 2024
- Arianto,M.E & Prasetyowati, D.D. (2019). *Hubungan Antara Lingkungan Kerja Panas Dengan Keluhan Heat Related Illnes pada Pekerja Home Industry Tahu di Dukuh Janten, Bantul*. Jurnal Ilmiah Kesehatan Masyarakat,(online). <https://jikm.upnvj.ac.id/index.php/home/article/vie w/39>. Diakses pada 28 Oktober 2024
- Army , N. P. (2023).*Pengaruh lama kerja , beban kerja, mental, dan status gizi dengan kelelahan terhadap tingkat produktivitas kerja pada karyawan PT. Gapura Angkasa Makassar*. (Online) http://repository.unhas.ac.id /34532/2/K03220200 8tesis17-01-2024%25201_ Diakses pada 07 Desember 2024
- Ayuniyanti, D., Putra, I. M., Wijaya, I. P., & Nyoman. (2024). *Hubungan Kelelahan Kerja Dengan Tekanan Darah Pada Pegawai Di Wilayah Perimeter Pelabuhan Padangbai*. Jurnal Riset Media Keperawatan , Vol.7 No.4. (Online). <https://ojs.Stikessaptabakti.ac.id/jrmk/articleview /457>. Diakses pada 05 Desember 2024
- Baharuddin, N., Baharuddin, A., & Masriadi. (2023). Faktor yang berhubungan dengan kelelahan kerja pada karyawan di pt. Fks multi agro tbk. Makassar. Window of Public Health Journal, vol.4 No.2. (Online) <https://www.semanticscholar.org/paper/Faktor-Yang-Berhubungan-dengan-Kelelahan-Kerja-Pada-BaharuddinBaharuddin/57>. Diakses pada 07 Desember 2024
- Darimi., Is, J. M., Siahaan, P. J., Nursia, L.E., Rimonda, R. (2024). Hubungan Waktu Dan Masa Kerja Dengan Kelelahan Kerja Pada Karyawan Pabrik Di Pt. Z. Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan, Vol. 11, No. 9 (Online). https://www.researchgate.net/publication/384984226_Hubungan_Waktu_Dan_Masa_Kerja_Dengan_Kelelahan_Kerja_Pada_Karyawan_Pabrik_Di_PT_Z_2023. Diakses pada 17 April 2025
- Darmayanti, J. R., Handayani, P., & Supriyono, M. (2021). Hubungan Usia, Jam, dan Sikap Kerja terhadap Kelelahan Kerja Pekerja Kantor Dinas Koperasi Usaha Kecil dan Menengah Provinsi Jawa Tengah. Prosiding seminar nasional Unimus,2-4 (Online). <https://prosiding.Unimus.ac.id/index.php/semnas /article/viewFile/903/910>. Diakses pada 02 Desember 2024
- Dita, P. (2020). Hubungan faktor individu dan iklim kerja panas terhadap kelelahan pada tenaga di bagian peleburan (smelting) di pt. antam tbk ubpn sulawesi tenggara (online). https://repository.unhas.ac.Id /id /eprint /2125/2/K11116053_skripsi %201-2.pdf. Diakses pada 28 Oktober 2024
- Fadila, S. M. (2021). *Pengaruh shift kerja terhadap kelelahan kerja Pada pekerja pt lotus indah textile industries Di kecamatan sukomoro kabupaten nganjuk* (online). <http://repository.stikes-bhm.ac.id/1222/1/1 9032022>. Diakses pada 18 Desember 2024
- Februanda, A. R. (2022). *Hubungan antara usia, beban kerja, jenis kelamin dan masa kerja dengan kelelahan kerja pegawai dinas pariwisata dan pemuda olahraga kabupaten nunukan*(Online). <https://repository.unmul. ac.id/handle/123456789/54788?show=full> Diakses pada 7 Desember 2024.
- Fitriani, A., Ekawati., Wahyuni, I. (2021). *Hubungan Durasi Kerja, Beban Kerja Fisik, Dan Kelelahan Kerja Terhadap Terjadinya Kejadian Minor Injury Pada Pabrik Tahu X Kota Semarang*. Jurnal Kesehatan Masyarakat (E-Journal). Vol.9 No.1. (online). <https://ejournal3.undip.ac.id/index>.

[php/jk m/article/viewFile/28514/24978](https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/28514/24978)

Handayani, M., & Demiyanti, C. (2022). *Hubungan Faktor Individu Dan Faktor Pekerjaan Dengan Tingkat Kelelahan Kerja Di Dinas A Pt. X. Jurnal Kesehatan Masyarakat (E-Journal)*, vol 1 No 4 (online). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/36485>

Harokan Ali, & Wahyudi , A. (2023). *Analisis pengaruh aktivitas fisik dan faktor yang analisis pengaruh aktivitas fisik dan faktor yang berhubungan dengan kejadian asma*. Vol.8 No.2. (Online). https://jurnal.stikes-aisyiyah-palembang.ac.id/index.php/JAM/article/view/1114&ved=2ahUKEwiO0Jz6nJKAx_oDnjV. Diakses pada 7 Desember 2024.

Hutabarat, J. (2017). *Dasar-dasar pengetahuan ergonomi*. Malang: Media Nusa Creative.

Ihsania, e. 2020. *Faktor-faktor yang berhubungan dengan kerja subjektif pada kurir pengantar barang di wilayah tangerang selatan, tahun .* (Online) https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/67474/1/Elna%2520Ihsania%2520-%2520FIKES.pdf&ved=2ahUKEwiO0Jz6nJKAx_VWZWwGHU1XBVUQFnoE_CBYQAO&usg=AovVaw1gWQVLguePl5T T9SBMId6. Diakses pada 7 Desember 2024.

I Pusnita, (2022). *Pengembangan pengrajin pandai besi untuk kesejahteraan masyarakat di desa mandi angin kecamatan indralaya selatan kabupaten ogan ilir. Jurnal Abdimas Indonesia,02(3)* (Online). <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&o> . Diakses pada 28 Oktober 2024

Kamelia, N., & Nugraha, J. (2021). *Peran sektor informal dalam penyerapan tenaga kerja di kecamatan labang kabupaten bangkalan. Journal Of Economics, vol.1 no.1* (Online). <https://ejournal.Unesa.ac.id/index.php/independent/article/view/38786> Diakses pada 2 Desember 2024.

Kurniawidjaja, M., dkk. (2020). Promosi kesehatan di tempat kerja. jakarta: UI Publishing.

Lating, z., & sintia, w. (2022). *Dampak kualitas lingkungan kerja dan status gizi pada tenaga kerja pendidik perguruan tinggi*. Maluku: Penerbit NEM.

Mabilehi, A., Ruliati, L. P., & Berek, N. K. (2019). Analisis Faktor Risiko Keluhan Muskuloskeletal Pada Pandai Besi Di Kecamatan Alak Kota Kupang. *Journal of Public Health, VOL 1 No.1.* (online) <https://ejurnal.undana.ac.id/TJPH/article/view/2124>. Diakses pada 12 November 2024.

Muna, W. U. (2022). *Gambaran kejadian fatigue pada pasien chronickidney disease di rumah sakit islam sultan agung semarang.* (Online) <http://repository.unissula.ac.id/26928/> Diakses pada 2 Desember 2024.

Naimah, Fauzan, A., & Ariyanto, E. (2020). *Faktor-faktor yang berhubungan dengan kelelahan kerja karyawan di pt.kondang buana asri tahun 2020.* https://eprints.uniskabjm.ac.id/2048/1_ARTIKEL%2520NAIMAH.pdf&ved=2ahUKEwi4dKznpiKAxxSwGHeKIB4IQFnoECBU_QAQ&usg=AOvVaw3CeTmfBhIuzw-KkzjkItM. Diakses pada 2 Desember 2024.

Noli, F., Sumampouw, O., & Ratag, B. (2021). *Usia, masa kerja dan keluhan nyeri punggung bawah pada buruh pabrik tahu.* *Journal of Public Health and,* Vol 2 No 1 (online). https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/ijphc_m/article/view/33578. Diakses pada 2 Desember 2024

Permenkes, (2023). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia NO.2 Tahun 2023 Tentang Kesehatan Lingkungan.*

Ramdan, (2020). *Dampak Giliran Kerja, Suhu dan Kebisingan terhadap Perasaan Kelelahan Kerja di PT LJP Provinsi Kalimantan Timur.* *Journal Of Public Health.* (online). <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=> . Diakses pada 2 Desember 2024.

R Aulia, (2023). *Dampak Paparan Panas di Lingkungan Kerja Terhadap Kesehatan Pekerja* (Online). <https://www.journalofmedula.com/index.php/medula/article/download/> . Diakses pada 2 Desember 2024.

Republik Indonesia, (2003). *Undang – Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan.*

Saraswati, R., Harianto, F., & Listyaningsih Diah. (2021). *Analisi perbedaan perilaku keselamatan kerja berdasarkan usia pada proyek konstruksi* (online). <https://ejurnal.itats.ac.id/stepplan/article/view/1559/0> Diakses pada 2 Desember 2024.

Satriyana , N., Dwimawati, E., & Listyandini, R. (2022). *Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan*

- Kelelahan Kerja pada Pekerja Pembuat Bolu Talas Kujang di Home Industry Kelurahan Bubulak Tahun 2022.* Jurnal Mahasiswa Kesehatan Masyarakat, Vol.6 No.4. (online) https://ejournal2.uikabogor.ac.id/index.php/PROMOTOR/article/view/273&ved=2ahUKEwi3_8W3n5iKAxUYUGwGHa9oN8AQFnoECBwQAQ&usg. Diakses pada 2 Desember 2024
- Sitorus, A. R. (2022). *Analisa faktor yang mempengaruhi tingkat kelelahan kerja pada pekerja di PT. cipta.* 11-12. (Online).<https://www.Google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=>. Diakses pada 02 Desember 2024
- Syawal, S. (2023). *Perbaikan sistem kerja dengan evaluasi manual handling di unit pandai besi sodik menggunakan metode loading on the upper body assessment (luba).* Jurnal Perangkat Lunak (online). <https://ejournal.unisi.ac.id/index.php/jupel/article/view/3066>. Diakses pada 18 Desember 2024
- Ulfa, N., & Tualeka, A. (2023). *Hubungan antara Beban Kerja dengan Kelelahan Kerja pada Pedagang Sayur di Pasar Kota Baru Bojonegoro.* Media Gizi Kesmas, Vol. 12, No. 2 (Online). <https://e-journal.unair.ac.id/MGK/article/download/44936/27078/258700&ved>. Diakses pada 28 Oktober 2024.
- Victor Lo. (2020). *Hubungan antara kelelahan kerja dan variabilitas denyut jantung* (online) <https://pmc.ncbi.nlm-nih.gov/articles/PMC6959968/>. Diakses pada 2 desember 2024.
- Wahyu, a., & ummu, s. (2019). *Kelelahan kerja di sektor Informal.* Jawa timur: Uwais Inspirasi Indonesia.
- William, I., & Mahacandra, M. (2023). *Analisis faktor-faktor penyebab kelelahan pekerja staging industri dengan metode subjective self rating test pada pt medan sugar industry.*
- Yanto. (2019). *Prinsip dasar rekayasa kerja berbasis integritas fisik,psikis dan teknik.* Jakarta: Universitas katolik Indonesia atma jaya.
- Zen, A. (2023). *Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Pekerja Home Industry Konveksi X Tangerang Selatan .* Jurnal promotif preventif vol.6 no.5 (online). <https://journal.unpacti.ac.id/JPP/article/view/976>. Diakses pada 28 Oktober 2024.
- Zendrato, R., & Sunardi. (2020). *Penerapan prinsip kesehatan dan keselamatan kerja di ukm pande besi tra* (online). <https://ejurnal.unisri.ac.id/index.php/adiwidya/article/view/3509>. Diakses pada 2 Desember 2024