



Evaluation of Industrial Hygiene and Ergonomics and Their Effects on Worker Fatigue in Printing Services Using the 10-Beat Method

Deswita Amelia Putri¹, Fitri Unzila², Amelia Nur³, Sahara Munthe⁴

deswitapanee@gmail.com fitriunzilaislami@gmail.com siagianamel47@gmail.com
larryaragalingging@gmail.com

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

ABSTRACT

The evaluation of industrial hygiene and ergonomic conditions is essential to understand their effects on worker fatigue, particularly in printing services characterized by repetitive tasks and prolonged sitting postures. This study aimed to evaluate industrial hygiene and work ergonomics and analyze their effects on worker fatigue in printing services using the 10-beat method. A descriptive observational approach was applied through direct workplace observation, environmental measurements, and heart rate assessment before and after work as an indicator of physiological workload. The results showed that industrial hygiene conditions were suboptimal, indicated by a workplace temperature of approximately 30°C, limited ventilation, and insufficient lighting. Ergonomic evaluation revealed non-ergonomic workstations that encouraged forward-bending sitting postures. Heart rate measurements increased from 13 beats per 10 seconds before work to 19 beats per 10 seconds after work, reflecting a light to moderate level of worker fatigue. In conclusion, inadequate industrial hygiene and ergonomic conditions were found to have measurable effects on worker fatigue. Improvements in ergonomic workstation design and environmental control are necessary to reduce fatigue and support occupational health in printing services.

Keywords: industrial hygiene; ergonomics; worker fatigue; 10-beat method

PENDAHULUAN

Higiene industri dan ergonomi merupakan komponen penting dalam upaya menjaga kesehatan, keselamatan, dan produktivitas tenaga kerja. Secara empiris, masih banyak tempat kerja sektor informal, termasuk usaha percetakan dan fotokopi, yang belum menerapkan prinsip higiene industri dan ergonomi secara optimal. Kondisi lingkungan kerja seperti suhu ruangan yang tinggi, ventilasi terbatas, pencahayaan yang kurang memadai, serta penggunaan peralatan kerja yang tidak ergonomis sering dijumpai dalam aktivitas kerja sehari-hari. Keadaan tersebut berpotensi meningkatkan beban kerja fisiologis dan menyebabkan kelelahan kerja pada pekerja (Suma'mur, 2013; Tarwaka, 2014).

Secara teoretis, ergonomi bertujuan menyesuaikan pekerjaan, peralatan, dan lingkungan kerja dengan kemampuan serta keterbatasan manusia agar tercipta sistem kerja yang aman, nyaman, dan efisien (Wignjosoebroto, 2008). Higiene industri berfokus pada pengendalian faktor lingkungan kerja seperti panas, kebisingan, dan kualitas udara yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan apabila tidak dikelola dengan baik (Suma'mur, 2013). Ketidakesesuaian antara tuntutan kerja dan kemampuan tubuh pekerja akan memicu respons fisiologis berupa peningkatan denyut jantung dan kelelahan kerja (Tarwaka, 2014).

Berbagai penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara kondisi lingkungan kerja, ergonomi, dan kelelahan kerja. Yassierli et al. (2016) menyatakan bahwa pengukuran denyut nadi merupakan indikator fisiologis yang efektif untuk menilai beban kerja dan kelelahan akibat aktivitas kerja fisik maupun postur kerja yang tidak ergonomis. Denyut nadi yang meningkat mencerminkan respons tubuh terhadap peningkatan kebutuhan energi selama bekerja.

Saparina et al. (2021) melalui studi literatur menjelaskan bahwa pengukuran denyut nadi banyak digunakan dalam penelitian ergonomi karena bersifat praktis, ekonomis, dan mudah diterapkan di lapangan. Penelitian lain oleh Santoso (2023) menunjukkan bahwa penerapan prinsip ergonomi industri yang baik dapat menurunkan tingkat kelelahan kerja dan meningkatkan kesehatan serta produktivitas tenaga kerja.

Selain itu, Izzadini et al. (2022) menemukan bahwa faktor lingkungan kerja seperti suhu tinggi, pencahayaan yang kurang, serta postur kerja statis berkontribusi terhadap peningkatan denyut nadi pekerja. Kurnia et al. (2025) juga melaporkan bahwa pekerjaan dengan posisi duduk statis dalam waktu lama dan penggunaan peralatan kerja yang tidak ergonomis meningkatkan risiko kelelahan dan gangguan muskuloskeletal, khususnya pada sektor jasa.

Meskipun penelitian mengenai higiene industri, ergonomi, dan kelelahan kerja telah banyak dilakukan, sebagian besar studi tersebut berfokus pada sektor industri formal atau manufaktur berskala besar. Penelitian yang secara khusus mengkaji kondisi kerja pada sektor informal seperti usaha percetakan dan fotokopi masih relatif terbatas, padahal sektor ini memiliki karakteristik lingkungan kerja dan keterbatasan fasilitas yang berbeda.

Selain itu, masih sedikit penelitian yang mengintegrasikan analisis kondisi lingkungan kerja, evaluasi ergonomi, dan pengukuran kelelahan fisiologis secara bersamaan dalam satu kajian lapangan. Penggunaan metode 10 denyut sebagai alat ukur sederhana untuk menilai kelelahan kerja pada usaha percetakan skala kecil juga belum banyak dilaporkan dalam penelitian sebelumnya.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, pertanyaan penelitian ini adalah: *bagaimana kondisi higiene industri dan ergonomi kerja serta bagaimana pengaruhnya terhadap kelelahan pekerja percetakan berdasarkan metode 10 denyut?* Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi higiene industri dan ergonomi kerja serta menganalisis tingkat kelelahan pekerja percetakan menggunakan metode 10 denyut. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengintegrasian evaluasi higiene industri dan ergonomi kerja dengan pengukuran kelelahan fisiologis menggunakan metode 10 denyut pada sektor informal percetakan, sehingga diharapkan dapat memberikan gambaran empiris yang kontekstual dan rekomendasi perbaikan kondisi kerja yang aplikatif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif observasional. Pendekatan kuantitatif digunakan karena data penelitian berupa angka hasil pengukuran kondisi lingkungan kerja dan respons fisiologis pekerja. Desain deskriptif observasional dipilih untuk menggambarkan kondisi higiene industri, ergonomi kerja, dan tingkat kelelahan pekerja tanpa memberikan perlakuan atau intervensi tertentu.

Penelitian dilaksanakan pada 14 November 2025 di salah satu usaha percetakan, fotokopi, dan print yang berlokasi di Jl. Lapangan Golf, Kecamatan Pancur Batu, Kota Medan, Sumatera Utara. Lokasi penelitian dipilih karena aktivitas kerja di tempat tersebut melibatkan pekerjaan berulang, penggunaan mesin, serta postur kerja statis yang berpotensi menimbulkan kelelahan kerja.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja yang beraktivitas di lokasi

percetakan tersebut. Sampel penelitian ditentukan menggunakan teknik purposive sampling, dengan kriteria pekerja yang terlibat langsung dalam aktivitas utama seperti pengoperasian komputer, mesin fotokopi, dan mesin jilid. Berdasarkan kriteria tersebut, jumlah sampel dalam penelitian ini adalah satu orang pekerja laki-laki.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, pengukuran kuantitatif, dan dokumentasi. Observasi langsung digunakan untuk menilai kondisi lingkungan kerja, postur tubuh, serta tata letak peralatan kerja. Pengukuran kuantitatif dilakukan untuk memperoleh data suhu, kelembapan, kebisingan, dimensi meja kerja, dan denyut nadi pekerja. Denyut nadi diukur menggunakan metode 10 denyut, yaitu menghitung denyut nadi selama 10 detik kemudian dikalikan enam untuk memperoleh denyut per menit. Pengukuran denyut nadi dilakukan sebelum bekerja dan sesudah bekerja sebagai indikator kelelahan fisik.

Perhitungan denyut nadi dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DN = \text{Jumlah denyut selama 10 detik} \times 6$$

Berdasarkan hasil pengukuran, denyut nadi sebelum bekerja tercatat sebesar 13 denyut per 10 detik, sehingga denyut nadi per menit adalah 78 denyut/menit. Denyut nadi sesudah bekerja tercatat sebesar 19 denyut per 10 detik, sehingga denyut nadi per menit adalah 114 denyut/menit. Selisih denyut nadi dihitung menggunakan rumus:

$$\Delta DN = DN \text{ sesudah} - DN \text{ sebelum}$$

Hasil perhitungan menunjukkan selisih denyut nadi sebesar 36 denyut/menit, yang mengindikasikan adanya peningkatan beban kerja fisik. Klasifikasi beban kerja ditentukan berdasarkan denyut nadi kerja, di mana denyut nadi sebesar 114 denyut/menit termasuk dalam kategori beban kerja sedang.

Data suhu dan kebisingan lingkungan kerja dianalisis dengan membandingkan hasil pengukuran dengan standar kesehatan kerja. Standar suhu ruang kerja mengacu pada SNI 6390:2011, yaitu 18–26°C, sedangkan nilai ambang batas kebisingan mengacu pada ketentuan Kementerian Ketenagakerjaan dan WHO, yaitu kurang dari 85 dBA. Analisis ergonomi dilakukan dengan membandingkan dimensi meja kerja dan postur tubuh pekerja dengan prinsip ergonomi kerja yang berlaku.

Analisis data dilakukan secara kuantitatif deskriptif, yaitu dengan menyajikan data hasil pengukuran dalam bentuk angka dan menginterpretasikannya berdasarkan standar dan teori ergonomi serta fisiologi kerja untuk menilai kondisi higiene industri, ergonomi kerja, dan tingkat kelelahan pekerja.

Populasi penelitian adalah seluruh pekerja di lokasi percetakan tersebut. Sampel ditentukan menggunakan teknik purposive sampling, yaitu pekerja yang terlibat langsung dalam aktivitas utama pengoperasian komputer dan mesin fotokopi. Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 1 orang pekerja laki-laki.

Variabel Penelitian

Higiene industri: suhu, kelembapan, kebisingan, pencahayaan, ventilasi.

Ergonomi kerja: postur kerja, dimensi meja dan kursi kerja.

Kelelahan kerja: denyut nadi sebelum dan sesudah bekerja.

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Variabel	Instrumen	Satuan
Suhu dan kelembapan	Termometer digital	°C, %
Kebisingan	Sound level meter (aplikasi)	dBA
Denyut nadi	Stopwatch (metode 10 denyut)	denyut/menit
Dimensi meja	Meteran	Cm
Postur kerja	Observasi visual	Deskriptif

Metode 10 denyut digunakan untuk menilai beban kerja fisiologis melalui perubahan denyut jantung.

1. Pengukuran Denyut Nadi (Metode 10 Denyut)

$DN = \text{Jumlah denyut selama 10 detik} \times 6$

Contoh Perhitungan

Denyut sebelum kerja = 13 denyut / 10 detik

$13 \times 6 = 78 \text{ denyut/menit}$

Denyut sesudah kerja = 19 denyut / 10 detik

$19 \times 6 = 114 \text{ denyut/menit}$

Selisih denyut nadi:

$\Delta DN = DN \text{ sesudah} - DN \text{ sebelum}$

$\Delta DN = 114 - 78 = 36 \text{ denyut/menit}$

Peningkatan denyut nadi menunjukkan adanya peningkatan beban kerja fisik.

Klasifikasi Beban Kerja Berdasarkan Denyut Nadi

Denyut Nadi(denyut/menit)	Kategori
<90	Sangat ringan
90-100	Ringan
100-125	Sedang
>125	Berat

Hasil pengukuran sebesar 114 denyut/menit termasuk kategori beban kerja sedang.

3. Analisis Suhu Lingkungan Kerja

Standar suhu kerja (SNI 6390:2011): $18 - 26^\circ\text{C}$

Hasil pengukuran: 30°C

Suhu yang melebihi standar dapat mempercepat terjadinya kelelahan fisik pekerja.

4. Analisis Kebisingan

Nilai ambang batas kebisingan kerja: $<85\text{dBA}$

Hasil pengukuran: $72,4\text{dBA}$

Nilai kebisingan masih berada dalam batas aman, namun paparan jangka panjang tetap dapat memengaruhi kenyamanan kerja.

5. Analisis Ergonomi Dimensi Meja

Tinggi meja kerja ergonomis: $\text{Tinggi meja} \approx \text{tinggi siku pekerja} (\pm 90 \text{ cm})$

Hasil pengukuran: 75 cm

Tinggi meja yang lebih rendah dari standar menyebabkan beberapa resiko penyakit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengevaluasi kondisi higiene industri, ergonomi kerja, dan tingkat kelelahan pekerja pada usaha percetakan. Hasil pengukuran dan observasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Higiene Industri, Ergonomi Kerja, dan Kelelahan Pekerja

Variabel	Parameter	Hasil Pengukuran	Standar	Interpretasi
Higiane Industri	Suhu Lingkunagn	30°C	18–26°C (SNI 6390:2011)	Tidak Memenuhi Standar
	Kebisingan			Memenuhi Standar
	Ventilasi	Terbatas	Adekuat	Tidak Optimal
Ergonomi Kerja	Tinggi meja kerja	75 cm		Tidak Ergonomis
	Postur Kerja	Duduk Membungkuk	Postur Netral	Tidak Ergonomis
Kelelahan Kerja	Denyut Nadi Sebelum Bekerja	78 denyut/menit	-	Normal
	Denyut Nadi Setelah Bekerja	114 denyut/menit	100-125	Beban Kerja Sedang
	Selisih Denyut Nadi	36 denyut/menit	-	Meningkat

Berdasarkan Tabel 1, suhu lingkungan kerja pada usaha percetakan tercatat sebesar 30°C, melebihi standar suhu ruang kerja yang direkomendasikan. Suhu kerja yang tinggi dapat meningkatkan beban kerja fisiologis karena tubuh pekerja harus mengeluarkan energi lebih besar untuk mempertahankan keseimbangan suhu tubuh. Kondisi ini berpotensi mempercepat terjadinya kelelahan kerja.

Hasil pengukuran kebisingan menunjukkan nilai 72,4 dBA yang masih berada di bawah nilai ambang batas kebisingan kerja. Namun demikian, paparan kebisingan mesin dalam durasi kerja yang lama tetap dapat menurunkan kenyamanan dan konsentrasi pekerja. Selain itu, ventilasi ruangan yang terbatas menyebabkan sirkulasi udara kurang optimal sehingga memperburuk kondisi termal di lingkungan kerja.

Evaluasi ergonomi menunjukkan bahwa tinggi meja kerja tidak sesuai dengan prinsip ergonomi, karena lebih rendah dibandingkan tinggi siku pekerja. Kondisi ini menyebabkan pekerja melakukan aktivitas kerja dengan postur duduk membungkuk dalam waktu lama. Postur kerja yang tidak ergonomis dapat meningkatkan beban otot dan risiko gangguan muskuloskeletal serta berkontribusi terhadap kelelahan kerja.

Pengukuran kelelahan kerja menggunakan metode 10 denyut menunjukkan adanya peningkatan denyut nadi dari 78 denyut/menit sebelum bekerja menjadi 114 denyut/menit setelah bekerja. Berdasarkan klasifikasi denyut nadi kerja, nilai tersebut termasuk dalam kategori beban kerja sedang. Peningkatan denyut nadi ini menunjukkan bahwa kondisi higiene industri dan ergonomi kerja yang kurang optimal memberikan pengaruh terhadap tingkat kelelahan pekerja.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor lingkungan kerja dan ergonomi memiliki keterkaitan dengan kelelahan kerja pada pekerja percetakan. Temuan ini

memperkuat pentingnya penerapan prinsip higiene industri dan ergonomi kerja, khususnya pada sektor informal yang masih memiliki keterbatasan dalam pengendalian lingkungan kerja.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kondisi higiene industri dan ergonomi kerja pada usaha percetakan yang diteliti belum sepenuhnya memenuhi standar kesehatan kerja. Suhu lingkungan kerja yang melebihi standar, ventilasi yang terbatas, serta pencahayaan yang kurang optimal berpotensi meningkatkan beban kerja fisiologis pekerja. Dari aspek ergonomi, ketidaksesuaian dimensi meja kerja menyebabkan postur duduk membungkuk yang tidak ergonomis dan berisiko meningkatkan kelelahan otot.

Pengukuran kelelahan kerja menggunakan metode 10 denyut menunjukkan adanya peningkatan denyut nadi setelah bekerja yang termasuk dalam kategori beban kerja sedang. Temuan ini mengindikasikan bahwa kondisi higiene industri dan ergonomi kerja memiliki keterkaitan dengan peningkatan kelelahan kerja pada pekerja percetakan.

Saran

Disarankan kepada pemilik usaha percetakan untuk melakukan perbaikan kondisi lingkungan kerja, khususnya melalui peningkatan ventilasi dan pengendalian suhu ruangan. Penyesuaian desain meja dan kursi kerja sesuai prinsip ergonomi juga perlu dilakukan untuk memperbaiki postur kerja dan mengurangi risiko kelelahan serta gangguan muskuloskeletal.

Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melibatkan jumlah responden yang lebih besar dan menambahkan variabel penelitian lain, seperti durasi kerja dan keluhan muskuloskeletal, agar diperoleh hasil yang lebih komprehensif dan dapat digeneralisasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- zzadini, M. F., Prasetyo, E., & Ramadhan, R. A. (2022). Analisis hubungan lingkungan kerja dan postur kerja terhadap kelelahan kerja pada pekerja sektor jasa. *Jurnal Kesehatan Kerja Indonesia*, 11(2), 85–93 <https://doi.org/10.20473/jkki.v11i2.2022.85-93>
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*. Kemenaker RI.
- Kurnia, D., Putra, A. R., & Sari, N. (2025). Risiko ergonomi dan kelelahan kerja pada pekerja dengan posisi duduk statis. *Jurnal Ergonomi dan Kesehatan Kerja*, 9(1), 45–54.
- Santoso, B. (2023). Penerapan ergonomi industri dalam menurunkan kelelahan kerja. *Jurnal Manajemen Kesehatan*, 8(2), 112–120. <https://doi.org/10.30597/jmk.v8i2.2023>
- Saparina, D., Widyanti, A., & Yassierli. (2021). Pengukuran denyut nadi sebagai indikator beban kerja fisik: Studi literatur. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 7(1), 1–9.
- Suma'mur, P. K. (2013). *Higiene perusahaan dan kesehatan kerja (HIPERKES)* (Edisi revisi). Sagung Seto.
- Tarwaka. (2014). *Ergonomi industri: Dasar-dasar pengetahuan ergonomi dan aplikasi di tempat kerja* (Edisi 2). Harapan Press.
- Wignarsoebroto, S. (2008). *Ergonomi: Studi gerak dan waktu*. Guna Widya.

- World Health Organization. (2018). *Occupational health: Stress at the workplace*. World Health Organization. <https://www.who.int>
- Yassierli, Iftikar, Z., & Widyanti, A. (2016). Heart rate as an indicator of physical workload in ergonomic assessment. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 22(2), 150–157. <https://doi.org/10.1080/10803548.2015.1116811>