Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
5 (2) 2025, Page: 38094-38103

# Analisis Penerapan Prinsip Ergonomi dan Beban Kerja Fisik pada Pekerja Industri Kecil Pembuatan Opak

Rahmi Wardani, SKM., MKM, Tri Radia Wiranti, Alchia puteri rizky Sitindaon, Mawar Davira, Nabila Ramadhani

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara,Fakultas Kesehatan Masyarakat, Ilmu Kesehatan Masyarakat 2024 – 2025, Medan, Sumatera Utara

rahmiwardani@uinsu.ac.id triradiawrnti@gmail.com, alichiaps06@gmail.com,dafiramawar5@gmail.com bilaarmdh@gmail.com

Published: December , 2025

## ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi penerapan prinsip-prinsip ergonomi serta beban kerja fisik pada 11 buruh di industri kecil yang memproduksi opak di Jalan Lapangan Golf Tuntungan, Medan. Dengan penggunaan metode deskriptif observasional yang meliputi 10 kali pengukuran denyut nadi, dengan observasi langsung, dan wawancara, hasilnya menunjukkan bahwa beban kerja tergolong ringan hingga sedang (rata-rata waktu denyut sebelum bekerja adalah 8,12 detik yang menurun menjadi 6,98 detik setelah bekerja), yang dipengaruhi oleh faktor usia serta jenis pekerjaan seperti pengangkutan bagi laki-laki dibandingkan dengan penjemuran bagi perempuan. Analisis memperlihatkan penerapan ergonomi yang rendah, yang berkaitan dengan postur membungkuk yang dilakukan secara berulang, tingkat kebisingan yang berada pada 64-89 dB (melebihi nilai ambang batas yang ditentukan 85 dB), serta pengaturan alat yang tidak optimal. Meskipun pencahayaan alami cukup baik, kondisi ini berpotensi mengurangi produktivitas (8 ton ubi per hari) dan meningkatkan risiko terjadinya gangguan muskuloskeletal kronis. Rekomendasi yang diberikan meliputi penyesuaian tata letak kerja, rotasi pekerjaan, dan penggunaan alat pelindung diri terhadap kebisingan guna meningkatkan keselamatan serta efisiensi dalam industri kecil yang bergerak di bidang makanan tradisional.

Kata kunci: ergonomi, beban kerja fisik, industri kecil, pembuatan opak, gangguan muskuloskeletal

## ABSTRACT

This study evaluated the application of ergonomic principles and physical workload on 11 workers in a small industry producing opaque products on Jalan Lapangan Golf Tuntungan, Medan. Using a descriptive observational method that included 10 heart rate measurements, direct observation, and interviews, the results show that the workload is classified as light to moderate (the average pulse time before work is 8.12 seconds, which decreases to 6.98 seconds after work), which is influenced by age and type of work, such as transportation for men compared to drying for women. The analysis showed low ergonomics implementation, which was related to repeated bending postures, noise levels of 64-89 dB (exceeding the specified threshold value of 85 dB), and suboptimal tool settings. Although natural lighting was adequate, these conditions had the potential to reduce productivity (8 tons of cassava per day) and increase the risk of chronic musculoskeletal disorders. Recommendations included adjusting the work layout, job rotation, and the use of personal protective equipment against noise to improve safety and efficiency in small industries engaged in traditional food production.

*Keywords:* ergonomics, physical workload, small-scale industry, traditional food production, musculoskeletal disorders

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

## PENDAHULUAN

Ergonomi adalah bidang yang mengeksplorasi keselarasan antara individu, pekerjaan, alat, dan lingkungan kerja untuk menciptakan situasi kerja yang aman, nyaman, dan produktif (Tarwaka, 2015: 15). Penerapan dasar-dasar ergonomi sangat krusial karena berkaitan langsung dengan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) serta efisiensi tenaga kerja, khususnya di sektor industri kecil dan menengah (IKM) yang masih didominasi oleh kegiatan manual yang intensif, seperti pemecahan, pencetakan, dan pengeringan bahan.

Di sektor industri kecil dan rumah tangga, elemen ergonomi sering kali belum diterapkan secara maksimal karena keterbatasan sumber daya dan pemahaman. Buruh biasanya melakukan kegiatan dengan postur yang tidak alami, seperti membungkuk secara berulang, berdiri dalam waktu lama, serta melakukan gerakan yang berulang tanpa adanya jeda istirahat yang cukup yang dapat menyebabkan kelelahan dini dan keluhan terkait sistem otot dan rangka (Bridger, 2018: 45). Situasi ini tidak hanya menurunkan tingkat produktivitas, tetapi juga meningkatkan kemungkinan timbulnya gangguan muskuloskeletal (MSDs) seperti rasa sakit pada punggung bawah dan sendi, yang menjadi beban kesehatan jangka panjang bagi pekerja manual (ILO, 2010: 22).

Beban kerja fisik adalah reaksi fisiologis tubuh terhadap tuntutan pekerjaan, yang dapat dikenali melalui peningkatan detak jantung, kelelahan otot, serta berkurangnya kemampuan fokus (Tarwaka et al., 2014). Beban kerja yang melampaui kekuatan pekerja bisa mengakibatkan kelelahan mendalam, rasa sakit otot yang berkepanjangan, serta MSDs, terutama jika dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti suara keras atau suhu yang terlalu tinggi. Di IKM makanan tradisional, masalah ini menjadi lebih rumit karena proses produksi sangat bergantung pada tenaga manusia tanpa bantuan teknologi modern.

Industri kecil yang memproduksi opak dipilih sebagai tempat penelitian dikarenakan proses produksinya, mulai dari perebusan hingga penjemuran, masih dilakukan secara manual. Jam kerja yang panjang dan fasilitas yang tidak ergonomis membuatnya menjadi perwakilan yang tepat untuk mengkaji masalah ergonomi dalam konteks lokal. Ciri-ciri ini mencerminkan keadaan banyak IKM di Indonesia yang berperan dalam perekonomian daerah tetapi juga rentan terhadap bahaya K3.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis penerapan prinsip-prinsip ergonomi dan beban kerja fisik yang dialami pekerja di industri kecil pembuatan opak. Diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan rekomendasi yang praktis dan mudah diterima oleh pelaku usaha sejenis.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif observasional dengan metode pengumpulan data primer melalui observasi langsung, wawancara mendalam, dan pengukuran fisiologis di lapangan. Pendekatan ini dipilih karena memberi kesempatan kepada peneliti untuk mengamati secara langsung penerapan prinsip-prinsip ergonomi serta beban kerja fisik dalam proses produksi opak, sambil mendapatkan sudut pandang subjektif dari para pekerja dan pemilik usaha.

Lokasi penelitian berada di sebuah industri kecil yang memproduksi opak di Jalan Lapangan Golf, Tuntungan, Medan. Tempat ini dipilih sebab mewakili industri kecil menengah makanan tradisional yang sebagian besar menggunakan proses manual, meliputi pengupasan ubi, perebusan, pencetakan, penjemuran, dan pengemasan. Penelitian diadakan pada Sabtu, 8 November 2025, antara pukul 07.00-10.00 WIB, dengan melibatkan 11 pekerja (8 perempuan, 3 laki-laki, berusia antara 17-62 tahun) yang berasal dari berbagai tahap produksi, serta wawancara dilakukan dengan pemilik usaha Bapak Rahmat Danu yang telah menjalankan bisnis ini selama 25 tahun.

Proses penelitian terstruktur dengan langkah-langkah sebagai berikut :

(1) melaksanakan observasi langsung terhadap kegiatan kerja selama 3 jam untuk mengidentifikasi postur, tata letak alat, serta faktor lingkungan seperti pencahayaan, kebisingan, dan sirkulasi udara; (2) melakukan wawancara semi-terstruktur dengan pekerja dan pemilik mengenai pandangan mereka tentang kenyamanan kerja, keluhan fisik, serta tantangan produksi sehari-hari

(3) pengukuran beban kerja fisik menggunakan metode 10 denyut nadi sebelum serta sesudah kegiatan untuk menentukan frekuensi detak jantung sebagai indikator kelelahan

(4) mengevaluasi kondisi lingkungan menggunakan aplikasi pengukur suara serta lembar observasi standar.

Alat dan bahan yang digunakan termasuk jam pengukur waktu untuk metode sepuluh denyut, aplikasi untuk mengukur kebisingan, lembar observasi tentang ergonomi (postur REBA/RULA yang sederhana), peralatan tulis, serta kamera guna dokumentasi visual yang tidak invasif. Data dianalisis dengan pendekatan deskriptif kualitatif melalui triangulasi berbagai sumber (pengamatan, wawancara, pengukuran) untuk mengevaluasi tingkat penerapan ergonomi (rendah-sedang-tinggi) dan pengelompokan beban kerja (ringan-sedang-berat) berdasarkan perubahan denyut jantung dan pengamatan risiko gangguan muskuloskeletal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan 11 individu yang bekerja di sektor industri kecil pembuatan opak yang terletak di Jalan Lapangan Golf Tuntungan (3 pria berusia 17-62 tahun dan 8 wanita berusia 39-60 tahun), mewakili semua tahap proses produksi mulai dari pengupasan ubi hingga tahap pengemasan. Usaha milik Bapak Rahmat Danu yang telah berjalan selama 25 tahun mampu mengolah delapan ton ubi setiap harinya menjadi tiga ton opak siap untuk dijual, dengan penghasilan mencapai Rp50 juta setiap bulan. Hasil wawancara dengan para pekerja serta pemilik bisnis menunjukkan adanya kenyamanan subjektif, Bapak Rahmat Danu mengungkapkan berbagai kendala seperti hujan yang mengganggu proses pengeringan.

Pengukuran mengenai beban kerja fisik dengan menggunakan metode 10 denyut nadi menunjukkan adanya peningkatan frekuensi pada semua responden, dengan rata-rata waktu sebelum pekerjaan mencapai 8,12 detik dan setelah pekerjaan 6,98 detik (waktu denyut menjadi lebih cepat setelah bekerja, yang menunjukkan adanya peningkatan denyut nadi). Pekerja pria yang terlibat dalam pengangkutan opak (beban sedang) mengalami perubahan yang paling signifikan (dari 7,20-8,10 detik menjadi 6,10-6,55 detik), sedangkan pekerja wanita dalam kegiatan penjemuran (beban ringan) menunjukkan waktu antara 7,15-11,20 detik menjadi 5,69-9,11 detik. Perbedaan ini mencerminkan pengaruh umur serta jenis tugas, pekerja yang lebih muda dapat pulih lebih cepat berkat metabolisme yang lebih baik, sementara mereka yang lebih tua menunjukkan respon yang lebih lambat akibat penurunan fungsi kardiovaskular. Klasifikasi beban ringan dan sedang mengikuti kriteria yang diusulkan oleh Tarwaka (2015), di mana penurunan waktu denyut di bawah 20 detik menunjukkan bahwa aktivitas tersebut tidak ekstrem, tetapi pola kerja yang berulang-ulang dapat menimbulkan akumulasi kelelahan dalam jangka panjang.
Detail karakteristik responden dan hasil pengukuran disajikan pada Tabel 1 berikut :

*Tabel 1. Karakteristik Responden dan Hasil Pengukuran Denyut Nadi (Metode 10 Denyut)*

| NO | Jenis Kelamin | Umur | Beban Kerja | Waktu 10 denyut sebelum bekerja | Waktu 10 denyut setelah bekerja |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Laki-laki | 17 | Pengangkutan opak untuk dijemur | 7.20 detik | 6.13 detik |
| 2. | Laki-laki | 28 | Pengangkutan opak untuk dijemur | 7.61 detik | 6.10 detik |
| 3. | Lali-laki | 62 | Pengangkutan opak | 8.10 detik | 6.55 detik |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | untuk dijemur | | |
| 4. | Perempuan | 39 | Mesin Press | 7,15 detik | 5,81 detik |
| 5. | Perempuan | 41 | Penjemuran | 8.32 detik | 7.55 detik |
| 6. | Perempuan | 45 | Penjemuran | 7,30 detik | 5,69 detik |
| 7. | Perempuan | 49 | Penjemuran | 8,65 detik | 7,50 detik |
| 8. | Perempuan | 51 | Penjemuran | 8.5 detik | 6.7 detik |
| 9. | Perempuan | 54 | Penjemuran | 8,72 detik | 7,86 detik |
| 10. | Perempuan | 55 | Penjemuran | 9,73 detik | 7,24 detik |
| 11. | Perempuan | 60 | Penjemuran | 11,20 detik | 9,11 detik |
| Rata- rata | | | | 8,12 detik | 6,98 detik |

Tabel 1 menunjukkan bahwa tenaga kerja pria yang terlibat dalam proses pengangkutan opak secara terus-menerus memiliki waktu denyut pasca-kerja yang lebih cepat dibandingkan saat pra-kerja, dari 7,20 menjadi 6,13 detik dan 7,61 menjadi 6,10 detik, yang mencerminkan tingkat beban fisik yang tinggi akibat pengangkutan sedang dan gerakan yang dinamis. Di sisi lain, pekerja wanita yang melakukan penjemuran menunjukkan variasi yang lebih signifikan, pekerja yang lebih muda mengalami pemulihan yang lebih baik, dari 7,30 menjadi 5,69 detik, sedangkan pekerja yang lebih tua tetap mengalami keterlambatan dari 11,20 menjadi 9,11 detik, yang menunjukkan dampak usia terhadap daya tahan fisik. Rata-rata keseluruhan dari 8,12 ke 6,98 detik menegaskan bahwa beban kerja yang ada berada pada kategori ringan hingga sedang selama keseluruhan proses produksi opak.

Analisis ergonomi menemukan bahwa terdapat postur kerja yang dominan dan tidak ergonomis seperti membungkuk saat proses perebusan atau pencetakan, serta posisi berdiri tanpa bergerak dalam durasi panjang saat penjemuran yang berisiko mengakibatkan MSD di ekstremitas bawah, dan pengaturan alat yang memaksa jangkauan ekstrem tanpa dukungan yang memadai. Dalam hal faktor lingkungan, diperhatikan bahwa pencahayaan alami dalam keadaan baik, tingkat kebisingan berkisar antara 64-89 dB (melebihi NAB 85 dB pada level puncak), dan ventilasi yang buruk di area yang memiliki suhu panas. Hasil ringkasan analisis ergonomis dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Analisis Penerapan Prinsip Ergonomi Berdasarkan Observasi Lapangan

| Aspek Observasi | Kondisi Utama | Klasifikasi | Dampak Potensial |
|---|---|---|---|
| Postur Kerja | Membungkuk berulang dan berdiri lama | Rendah | MSD punggung/sendi,kelelahan |
| Pencahayaan | Alami terang merata | Tinggi | Minim risiko mata |
| Kebisingan | 64-89 dB, puncak > 85 dB | Rendah | Stres akut, gangguan pendengaran |
| Tata Letak Alat | Jangkauan ekstrem, tanpa adjustable | Rendah | Inefisiensi, risiko kecelakaan |
| Keseluruhan | Dominan non – ergonomis | Rendah | Penurunan produktivitas |

Kaitan antara aktivitas fisik dan ergonomi menunjukkan hubungan negative, meskipun detak jantung dalam rentang ringan hingga sedang seperti ditunjukkan di Tabel 1, posisi tubuh yang tidak baik serta tingkat kebisingan yang tinggi dapat mempercepat kelelahan yang terakumulasi, menurunkan fokus, dan berpotensi menyebabkan kerugian dalam produksi (penurunan kualitas opak disebabkan oleh pengeringan yang tidak merata) dan ketidakhadiran pekerja tua yang berisiko terhadap MSD kronis. Target tekanan 8 ton per hari tanpa rotasi tugas mengancam kinerja jangka panjang, menyoroti kesenjangan dalam ergonomi di IKM opak yang berfungsi sebagai contoh sektor makanan tradisional yang bergantung pada tenaga manusia tanpa dirancang dengan pendekatan yang berfokus pada kebutuhan manusia, sehingga diperlukan intervensi sederhana untuk menjamin keberlanjutan usaha.

## INSTRUMEN PENDUKUNG

Dalam rangka memperkuat hasil observasi, penelitian ini dilengkapi dengan dokumentasi foto yang menggambarkan keadaan ergonomi nyata di lokasi. Gambar-gambar berikut diabadikan saat observasi pada 8 November 2025, menonjolkan elemen-elemen penting dari postur kerja, proses pembuatan, serta kondisi lingkungan yang berpengaruh terhadap beban fisik para pekerja.



Gambar 1. Proses Penjemuran Opak

Gambar ini menunjukkan seorang pekerja perempuan (umur 41-60 tahun) yang sedang menjemur opak secara manual dengan posisi membungkuk dan berdiri dalam waktu  atau tidak  ada penyangga untuk punggung. Keadaan ini berkontribusi terhadap kelelahan pada bagian bawah tubuh dan meningkatkan risiko MSD kronis, yang terlihat jelas dari data dalam Tabel 1 dimana waktu detak jantung setelah kerja lebih cepat pada responden yang terlibat.



Gambar 2. Proses Perebusan Ubi

Foto ini menangkap tahap perebusan ubi, di mana pekerja sering membungkuk untuk mengaduk dan mengangkat bahan panas , dengan posisi yang rendah yang memaksa fleksi ekstrem pada punggung. Paparan uap panas serta posisi non-netral ini memperburuk beban fisik, sejalan dengan hasil observasi rendah pada elemen-postur kerja di Tabel 2.



Gambar 3. Kondisi Pencahayaan Area Produksi

Gambar ini menampilkan area produksi yang terbuka dengan pencahayaan alami dari sinar matahari pagi yang merata dan terang, memastikan visibilitas yang baik tanpa menyebabkab ketegangan pada mata. Faktor ini menjadi satu-satunya elemen ergonomis yang cukup baik (Tabel 2), memperkuat produktivitas visual sekalipun tidak mampu mengimbangi kekurangan pada postur dan kebisingan yang ada.

Gambar 4. Sumber Kebisingan dari Mesin Press dan Penggilingan



Gambar ini menggambarkan proses kerja mesin press dan penggilingan ubi sebagai salah satu penyebab kebisingan utama (64-89 dB), dimana para pekerja berada di dekatnya tanpa alat pelindung telinga. Tingkat suara yang sangat tinggi melampaui batas ambang NAB 85 dB dapat berisiko menyebabkan stres berat serta gangguan pendengaran yang bersifat permanen, yang semakin memperburuk kelelahan yang diakibatkan oleh beban fisik ringan hingga sedang.

Gambar-gambar ini secara menyeluruh menguatkan hasil penelitian, di mana implementasi prinsip ergonomi yang rendah disebabkan oleh posisi kerja yang tidak tepat dan kondisi lingkungan yang kurang ideal, meskipun terdapat pencahayaan alami yang cukup. Penyampaian visual ini menegaskan saran intervensi praktis untuk meningkatkan keselamatan serta produktivitas dalam industri kecil menengah pembuatan opak.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

Berdasarkan evaluasi hasil pengukuran denyut nadi (Tabel 1) dan studi ergonomis (Tabel 2) di usaha kecil produksi opak di Jalan Lapangan Golf Tuntungan, penerapan prinsip ergonomi masih berada

pada level yang cukup rendah. Hal ini terlihat dari postur kerja yang tidak ergonomis, seperti membungkuk secara berulang saat melakukan perebusan atau penjemuran dan berdiri dalam posisi statis untuk waktu yang lama saat mencetak.

Selain itu, posisi alat yang ada menuntut jangkauan yang ekstrem. Tingkat beban fisik yang dialami pekerja (11 partisipan, berusia antara 17 hingga 62 tahun) tergolong ringan hingga sedang, yang ditunjukkan dengan penurunan waktu 10 denyut nadi dari rata-rata 8,12 detik sebelum bekerja menjadi 6,98 detik setelah bekerja, dengan variasi yang cukup signifikan berdasarkan usia dan jenis aktivitas, seperti pengangkutan opak (laki-laki) dibandingkan dengan proses penjemuran (perempuan). Faktor lingkungan mendukung adanya pencahayaan alami yang baik, tetapi masalah kebisingan 64-89 dB serta ventilasi yang tidak memadai di area yang panas memperburuk kondisi kelelahan kumulatif, yang dapat dilihat di Gambar 1-4. Secara keseluruhan, situasi ini menciptakan interaksi negatif antara beban fisik yang ringan hingga sedang dan kekurangan dalam aspek ergonomis, yang berisiko mengurangi produktivitas (target 8 ton ubi per hari), kualitas produk, serta meningkatkan kemungkinan masalah kesehatan musculoskeletal kronis dan absensi, terutama di kalangan pekerja yang lebih tua.

## SARAN

Untuk mengatasi permasalahan ergonomi yang telah diidentifikasi, berikut adalah langkah-langkah intervensi praktis dan terjangkau yang dapat diterapkan :

1. Penyesuaian Postur Kerja
2. Pengendalian Kebisingan

   Tempatkan peredam sederhana (seperti karet atau busa) pada mesin press atau penggilingan dan distribusikan alat pelindung diri berupa earplug untuk pekerja yang berada di area dengan kebisingan melebihi 85 dB, sesuai dengan ketentuan NAB K3 RI (Gambar 4).
3. Optimalisasi Tata Letak dan Ventilasi

   Atur peralatan dalam jarak yang dapat dijangkau dengan lengan (kurang dari 70 cm) serta tambahkan kipas angin di ruang perebusan untuk mengurangi dampak panas dan uap, yang dapat mencegah risiko terpeleset dan kelelahan akibat panas.
4. Manajemen Beban Kerja

   Implementasikan rotasi tugas setiap 1-2 jam dan berikan waktu istirahat singkat selama 5 menit untuk mencegah penumpukan kelelahan, terutama bagi pekerja berusia di atas 50 tahun seperti tampak pada Tabel 1 (No. 3 & 11).
5. Edukasi dan Monitoring

Laksanakan pelatihan singkat tentang K3 ergonomi bagi karyawan dan pemilik usaha, serta lakukan pengukuran denyut nadi secara bulanan untuk memantau efektivitas dari intervensi ini.

Penerapan rekomendasi ini diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan dalam bekerja, menurunkan risiko terjadinya MSDS, serta memastikan produktivitas tetap tinggi secara berkelanjutan, sejalan dengan tujuan dari penelitian ini. Penelitian lebih lanjut dianjurkan untuk dilakukan dengan pendekatan intervensi jangka panjang guna mengonfirmasi dampak ekonomi dan kesehatan.

## DAFTAR PUSTAKA


Bridger, R. S. (2018). Introduction to Ergonomics. CRC Press.

ILO. (2010; 2019). Ergonomic Principles in the Design of Work Systems. International Labour Organization.

Manuaba, A. (2007; 2010). Konsep Ergonomi dan Penerapannya di Tempat Kerja. Universitas Udayana.

NIOSH. (2018). Industrial Hygiene Overview. National Institute for Occupational Safety and Health.

Sumamur, P. K. (2014). Hygiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES). Sagung Seto.

Tarwaka. (2015). Ergonomi Industri: Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja. Harapan Press.

Tarwaka et al. (2014). Ergonomi Industri. Harapan Press.