



Tersedia secara online di <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmatis/index>

JURMATIS

Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri



Analisis Ergonomi Postur Kerja Pekerja Pandai Besi Berdasarkan SNI 9011:2021 di Dusun Talwa Kabupaten Sumbawa

Desi Rohmandani Putri¹, Nurul Hudaningsih^{*2}, Ismi Mashabai³, Ulfaturrahmi⁴

dessyputry76@gmail.com¹, nurul.hudaningsih@uts.ac.id^{*2}, ismi.mashabai@uts.ac.id³, ulfa.turrahmi@uts.ac.id⁴
^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Sistem, Universitas Teknologi Sumbawa

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 15 – Agustus - 2025

Revised : 16 – Agustus - 2025

Accepted : 20 – Agustus - 2025

Keywords :

Blacksmith, Ergonomi, GOTRAK, SNI 9011:2021, Work Posture

Abstract

The work of traditional blacksmiths in Talwa, Sumbawa Regency, is still done manually with awkward work postures, excessive use of energy, heat exposure, and vibration, thus risking musculoskeletal disorders (MSDs). This condition shows that there is a gap in research related to the application of ergonomis in the traditional small industri sector. This study aims to analyze the level of ergonomi risk in blacksmith workers using the Skeletal Muscle Disorder (GOTRAK) assessment and the SNI 9011:2021 ergonomi potential hazard checklist, and develop recommendations for improvement. The method used was descriptive quantitative on five workers, with data collection through the GOTRAK questionnaire and SNI 9011:2021 checklist. The results show high risk (score >8) in the shoulders, upper and lower back, arms, and hands, and moderate risk (score 6-7) in the neck, elbows, hips, thighs, knees, calves, and feet. Ergonomi potential hazard scores ranged from 9 to 21, with the main exposures from bending postures, wrist bending, power grip >5 kg, vibration without dampening, high temperature, and static standing. Implementation of SNI 9011:2021 in traditional small industries and ergonomi recommendations to improve safety, comfort, and productivity.

Abstrak

Pekerjaan pandai besi tradisional di Dusun Talwa, Kabupaten Sumbawa, masih dilakukan secara manual dengan postur kerja janggal, penggunaan tenaga berlebih, paparan panas, dan getaran, sehingga berisiko menimbulkan gangguan *musculoskeletal* (MSDs). Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian terkait penerapan ergonomi pada sektor industri kecil tradisional. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat risiko ergonomi pada pekerja pandai besi menggunakan penilaian Gangguan Otot Rangka (GOTRAK) dan daftar periksa potensi bahaya ergonomi SNI 9011:2021, serta menyusun rekomendasi perbaikan. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif pada lima pekerja, dengan pengumpulan data melalui kuesioner GOTRAK dan daftar periksa SNI 9011:2021. Hasil menunjukkan risiko tinggi (skor>8) pada bahu, punggung atas dan bawah, lengan, dan tangan, serta risiko sedang (skor 6-7) pada leher, siku, pinggul, paha, lutut, betis, dan kaki. Skor potensi bahaya ergonomi berkisar 9 sampai 21 dengan paparan utama dari postur membungkuk, pergelangan

Untuk melakukan sitasi pada penelitian ini dengan format:

D. R. Putri, N. Hudaningsih, I. Mashabai, and Ulfaturrahmi, "Analisis Ergonomi Postur Kerja Pekerja Pandai Besi Berdasarkan SNI 9011:2021 di Dusun Talwa-Kabupaten Sumbawa," *JURMATIS (Jurnal Manaj. Teknol. dan Tek. Ind., vol. 7, no. 2, pp. 139–152, 2025.*

tangan menekuk, power grip >5 kg, getaran tanpa peredam, suhu tinggi, dan berdiri statis. Penerapan SNI 9011:2021 pada industri kecil tradisional dan rekomendasi ergonomi untuk meningkatkan keselamatan, kenyamanan, dan produktivitas.

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki beragam usaha kecil dan menengah (UKM), salah satunya adalah usaha pandai besi yang penting dalam memenuhi kebutuhan peralatan pertanian, rumah tangga, dan industri kecil. Di Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat, tradisi ini masih dilestarikan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) 2023, terdapat 17 sentra pandai besi dengan 472 unit usaha dan melibatkan 875 tenaga kerja di sektor Industri Logam, Mesin, dan Perekrayasaan.

Pekerjaan pandai besi dikenal dengan aktivitas fisik yang sangat berat, suhu tinggi, dan penggunaan alat yang sederhana, yang mengharuskan pekerja untuk membakar, menempa, memotong, dan membentuk besi secara manual dalam waktu yang panjang dan berulang. Aktivitas ini menuntut kondisi tubuh yang prima serta postur kerja yang optimal guna mencegah gangguan kesehatan. Namun, di lapangan, banyak pekerja pandai besi yang bekerja dengan postur tubuh yang tidak ergonomis, seperti berdiri lama tanpa penyangga, membungkuk, atau duduk tanpa sandaran yang mendukung. Postur yang salah ini dapat menyebabkan karena human error sehingga terjadi gangguan *musculoskeletal* (MSDs) [1], seperti nyeri leher bagian atas 82,9% sehingga perlu segera ditangani [2], [3].



Gambar 1. Proses Pembentukan Besi (Parang)
(Sumber: Observasi, 2025)

Observasi awal di Dusun Talwa, Kabupaten Sumbawa, waktu rata-rata aktivitas kerja repetitif dan non-repetitif, dengan durasi bervariasi antara 52 detik hingga 243 detik per siklus kerja. Aktivitas repetitif, seperti memotong tanah dan membawa batu bata, berisiko menyebabkan gangguan *musculoskeletal* (MSDs), yang sesuai dengan keluhan nyeri pada pekerja di Dusun Talwa yaitu keluhan terkait nyeri pada bahu, punggung, tangan, dan lutut,

yang menunjukkan adanya risiko ergonomi yang signifikan, dan karenanya memerlukan analisis lebih mendalam untuk menilai potensi bahaya serta dampaknya terhadap kesehatan pekerja [4](Gambar 1).

Penelitian serupa telah menunjukkan bahwa pekerja pandai besi berkaitan erat dengan keluhan gangguan otot rangka. Di Desa Sawan, Bali, berdasarkan kuesioner *Nordic Body Map*, mayoritas keluhan terdapat pada pergelangan tangan dan telapak tangan [5]. Di Kabupaten Kuantan Singingi, Riau, keluhan terdapat pada leher, bahu, dan punggung atas dengan persentase 42,31%, punggung bawah 52,38%, siku, lengan bawah, dan tangan sebesar 63,64%, serta kaki dengan persentase 75% [6]. Hingga kini, belum ada kajian ergonomi spesifik tentang postur kerja pandai besi di Dusun Talwa menggunakan SNI 9011:2021, yang penting untuk keselamatan dan kenyamanan pekerja [7]. Kondisi serupa juga ditemukan pada divisi pengemasan di PT. XYZ, di mana kombinasi antara tingginya beban kerja mental (NASA-TLX) dan postur kerja berisiko tinggi (RULA dan REBA) memperlihatkan adanya potensi cedera akibat aktivitas mengangkat beban berat[8]. Selain itu, pada stasiun kerja inspeksi syringe, faktor ergonomi seperti postur statis, pencahayaan, kebisingan, dan gerakan berulang turut menurunkan kualitas inspeksi produk, dengan beban kerja mental operator yang juga terukur tinggi melalui NASA-TLX[9]. Sementara itu, penelitian meta-analisis terhadap 556 studi menegaskan bahwa NASA-TLX merupakan instrumen utama untuk mengukur beban kerja mental, dengan variabilitas skor yang dipengaruhi oleh domain pekerjaan, teknologi, budaya, serta konteks penelitian (laboratorium atau nyata)[10]. Pentingnya analisis terpisah dimensi TLX dalam situasi mengemudi, guna mengidentifikasi risiko *muskuloskeletal* dan beban kerja mental untuk meningkatkan keselamatan dan produktivitas [11].

Penelitian ini bertujuan menganalisis postur kerja pekerja pandai besi di Dusun Talwa, Kabupaten Sumbawa, menggunakan metode SNI 9011:2021 untuk mengidentifikasi risiko gangguan *muskuloskeletal* akibat postur yang tidak ergonomis, serta memberikan rekomendasi perbaikan postur dan teknik kerja untuk meningkatkan kenyamanan, keselamatan, dan produktivitas pekerja.

2. Metode Penelitian

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian deskriptif kuantitatif. Pendekatan ini dipilih untuk menggambarkan secara objektif kondisi postur kerja, keluhan *musculoskeletal*,

dan potensi bahaya ergonomi pada pekerja pandai besi di Dusun Talwa tanpa memberikan intervensi langsung. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, kuesioner Gangguan Otot Rangka (GOTRAK) [2], serta daftar periksa potensi bahaya ergonomi sesuai SNI 9011:2021. Metode evaluasi menggunakan SNI 9011:2021 mengikuti prosedur serupa yang digunakan oleh [12], yakni berdasarkan kategori keparahan dan frekuensi keluhan GOTRAK serta penilaian potensi bahaya ergonomi seperti postur janggal dan usaha tangan repetitif [12], [13].

2.2 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah pekerja pandai besi di Dusun Talwa, Kabupaten Sumbawa. Dari populasi tersebut, lima pekerja dipilih sebagai sampel penelitian, terdiri atas 2 orang pekerja dengan peran tukang dan 3 orang pekerja dengan peran penempa. Seluruh responden berjenis kelamin laki-laki dan telah bekerja lebih dari 10 tahun [14], [15].

2.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kuesioner Gangguan Otot Rangka (GOTRAK) untuk mengukur keluhan pada otot rangka berdasarkan frekuensi dan tingkat sakit yang dirasakan pada berbagai segmen tubuh, Daftar Periksa Potensi Bahaya Ergonomi untuk mengevaluasi risiko postur kerja, gerakan, beban, getaran, suhu, dan faktor lingkungan lainnya, serta observasi dan dokumentasi foto yang digunakan untuk mendukung penilaian postur kerja secara visual [16].

2.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa langkah tersistematis antara lain yaitu, melakukan wawancara langsung kepada pihak terkait yaitu pekerja pandai besi, dan melakukan observasi langsung kegiatan pembuatan parang untuk mengetahui potensi risiko ergonomi yang berpotensi dialami oleh pekerja saat melakukan aktivitas. Setelah aktivitas selesai, pekerja diminta untuk mengisi kuesioner GOTRAK untuk mengukur tingkat keluhan *musculoskeletal* secara detail [17], [18]. Kuesioner ini berisi tentang informasi karakteristik pekerja, indikasi kelelahan fisik atau mental pekerja, tingkat keluhan nyeri pada 12 titik tubuh pekerja beserta frekuensi rasa nyeri yang dirasakan. Data hasil GOTRAK dianalisis untuk mengidentifikasi tingkat keparahan keluhan, mulai dari tidak ada keluhan hingga keluhan berat. Untuk melihat kesesuaian antara postur kerja yang diamati dan keluhan yang dirasakan, peneliti menyusun rekomendasi perbaikan postur kerja, penyesuaian kondisi lingkungan kerja untuk mengurangi risiko cedera. Rekomendasi tersebut disesuaikan agar dapat diterapkan secara praktis oleh pekerja pandai besi di Dusun Talwa.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Keluhan GOTRAK dan Tingkat Risiko

Pekerja pandai besi di Dusun Talwa mengalami keluhan fisik yang signifikan, terutama pada bagian tubuh seperti leher, bahu, punggung, lengan, dan tangan. Berdasarkan hasil kuesioner GOTRAK, tingkat risiko kerja menunjukkan angka yang tinggi, dengan keluhan nyeri pada hampir seluruh anggota tubuh pekerja. Sebagian besar pekerja melaporkan keluhan pada bagian tubuh seperti bahu (9), punggung (9), dan tangan (12), yang menunjukkan adanya potensi gangguan *muskuloskeletal* (MSDs) akibat postur kerja yang tidak ergonomis, seperti berdiri lama, membungkuk, dan mengangkat beban berat.

Tabel 1. Keluhan GOTRAK dan Tingkat Risiko Kerja

Anggota Tubuh	Scoring														
	Tukang									Penempa					
	P1			P2			P1			P2			P3		
	F	S	T	F	S	T	F	S	T	F	S	T	F	S	T
Leher	2	3	6	3	2	6	2	3	6	3	2	6	2	3	6
Bahu Kanan	3	3	9	3	3	9	2	3	6	3	3	9	3	3	9
Bahu Kiri	3	3	9	3	3	9	2	3	6	3	3	9	3	3	9
Siku Kanan	3	2	6	2	3	6	2	3	6	3	3	9	3	3	9
Siku Kiri	3	2	6	2	3	6	2	3	6	3	3	9	3	3	9
Punggung Atas	2	3	6	3	3	9	3	3	9	3	3	9	3	3	9
Punggung Bawah	3	3	9	3	3	9	3	3	9	2	3	6	3	2	6
Lengan Kanan	3	3	9	3	3	9	3	3	9	3	3	9	3	3	9
Lengan Kiri	3	3	9	3	3	9	3	3	9	3	3	9	3	3	9
Tangan Kanan	3	3	9	3	3	9	4	3	12	3	3	9	3	3	9
Tangan Kiri	3	3	9	3	3	9	4	3	12	3	3	9	3	3	9
Pinggul Kanan	2	3	6	2	3	6	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Pinggul Kiri	2	3	6	2	3	6	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Paha Kanan	2	2	4	3	2	6	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Paha Kiri	2	2	4	3	2	6	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Lutut Kanan	2	2	4	2	2	4	3	2	6	3	3	9	3	2	6
Lutut Kiri	2	2	4	2	2	4	3	2	6	3	3	9	3	2	6
Betis Kanan	2	2	4	2	2	4	3	2	6	2	2	4	3	2	6
Betis Kiri	2	2	4	2	2	4	3	2	6	2	2	4	3	2	6
Kaki Kanan	2	2	4	2	2	4	3	2	6	3	2	6	3	2	6
Kaki Kiri	2	2	4	2	2	4	3	2	6	3	2	6	3	2	6

Keterangan: *F = Frekuensi, S = Tingkat Sakit, T = Hasil Penilaian

(Sumber: Olah Data, 2025)

Keluhan paling tinggi terjadi pada bagian tangan kanan dan kiri, dengan skor 12 pada penilaian GOTRAK, yang menandakan tingkat risiko kerja yang sangat tinggi pada area tersebut. Angka ini mencerminkan frekuensi tinggi (F = 4) dan tingkat sakit yang parah (S = 9 atau 12), yang menunjukkan bahwa pekerja sering merasakan nyeri hebat pada tangan akibat aktivitas repetitif seperti mengangkat dan memindahkan batu bata atau besi secara manual. Keluhan ini diikuti oleh punggung atas dan bawah dengan skor 9, yang juga menunjukkan adanya risiko gangguan *muskuloskeletal*. Adapun risiko sedang paling banyak ditemukan pada bagian leher, pinggul, paha, lutut, dan kaki, yang berkaitan dengan postur

statis dan berdiri dalam jangka waktu lama. Temuan ini sejalan dengan [19] yang menemukan 56% pekerja shift produksi memiliki skor risiko tinggi GOTRAK saat dievaluasi dengan SNI 9011:2021, dengan keluhan dominan pada bahu, punggung, dan lengan akibat postur kerja janggal dan beban fisik berulang. Hasil ini juga diperkuat oleh [20] yang menemukan bahwa 44% pekerja pemeliharaan di PLN UPLTD Labuhan-Sumbawa mengalami risiko sedang, terutama pada punggung atas dan bawah serta bahu kanan, saat dievaluasi dengan SNI 9011:2021.

3.2 Potensi Bahaya Ergonomi Berbasis Daftar Periksa

Potensi bahaya ergonomi yang dihadapi pekerja pandai besi, dengan durasi paparan yang bervariasi pada berbagai bagian tubuh. Pekerja 1 pembentuk pisau mengalami paparan pada bagian tangan, pergelangan, dan punggung, dengan durasi paling tinggi pada temperatur ekstrem (81,3% dari waktu kerja) dan pergulangan tangan (75%), dengan skor risiko tertinggi sebesar 16. Pekerja 2 pada pembentukan parang menunjukkan paparan bahaya yang signifikan pada bagian tangan dan leher, serta gerakan berulang, dengan total skor 15. Pekerja 1 dan 2 penempatan besi memiliki potensi bahaya yang serupa pada bagian tangan dan punggung, serta gerakan yang mengarah pada risiko tinggi untuk cedera *muskuloskeletal*, dengan skor masing-masing 21 dan 9 (Tabel 2).

Tabel 2. Bahaya Ergonomi Berbasis Daftar Periksa

Kategori Potensi Bahaya Pekerja 1 Pembentuk Pisau	Paparan	Persentase Waktu Paparan (Dari Total Jam Kerja)	Durasi (Jam)	Skor
Potensi Bahaya Pada Tubuh Bagian Atas				
Pergelangan tangan: menekuk ke depan atau ke samping	Ya	75,0%	6	3
Gerakan lengan sedang:				
Gerakan stabil dengan jeda teratur	Ya	75,0%	6	2
Gerakan lengan intensif:				
Gerakan cepat yang stabil tanpa jeda yang teratur	Ya	25,0%	2	1
Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya >5 kg	Ya	37,5%	3	1
Getaran local (tanpa peredam)	Ya	75,5%	6	2
Temperatur terlalu tinggi atau rendah	Ya	81,3%	6,5	1
Potensi Bahaya Pada Punggung & Tubuh Bagian Bawah				
Tubuh membungkuk kedepan atau menekuk kesamping: dengan sudut antara 20°-45°	Ya	75,0%	6	2
Gerakan paha menjauhi tubuh ke samping (abduction) secara berulang-ulang atau berkepanjangan.	Ya	62,5%	5	2
Aktivitas pergelangan kaki (contoh: menginjak pedal), atau perlu bekerja berdiri dengan pijakan yang tidak memadai, atau kaki berusaha menyeimbangkan tubuh/posisi	Ya	75,0%	6	2
Total				16
Kategori Potensi Bahaya Tukang 2 Pembentukan Parang	Paparan	Persentase Waktu Paparan (Dari Total Jam Kerja)	Durasi (Jam)	Skor
Potensi Bahaya Pada Tubuh Bagian Atas				
Leher: memuntir atau menekuk				
Leher memuntir >20°, dan/atau	Ya	62,5%	5	2
Leher yang menekuk ke depan > 20° atau ke belakang <50 °				
Pergelangan tangan: menekuk ke depan atau ke samping	Ya	62,5%	5	3
Gerakan lengan sedang:				
Gerakan stabil dengan jeda teratur	Ya	75,0%	6	2
Gerakan lengan intensif:				
Gerakan cepat yang stabil tanpa jeda yang teratur	Ya	12,5%	1	1
Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya >5 kg	Ya	31,3%	2,5	1
Getaran local (tanpa peredam)	Ya	75,5%	6	2
Temperatur terlalu tinggi atau rendah	Ya	75,5%	6	1
Potensi Bahaya Pada Punggung & Tubuh Bagian Bawah				
Tubuh membungkuk kedepan atau menekuk kesamping: dengan sudut antara 20°-45°	Ya	75,5%	6	2
Gerakan paha menjauhi tubuh ke samping (abduction) secara berulang-ulang atau berkepanjangan.	Ya	50%	4	1

Aktivitas pergelangan kaki (contoh; menginjak pedal), atau perlu bekerja berdiri dengan pijakan yang tidak memadai, atau kaki berusaha menyeimbangkan tubuh/posisi	Ya	25,0%	2	0
Total				15
Kategori Potensi Bahaya Pekerja 1 Penempaan Besi	Paparan	Persentase Waktu Paparan (Dari Total Jam Kerja)	Durasi (Jam)	Skor
Potensi Bahaya Pada Tubuh Bagian Atas				
Leher; memuntir atau menekuk Leher memuntir >20°, dan/atau Leher yang menekuk ke depan > 20° atau ke belakang <50°	Ya	50%	2	1
Pergelangan tangan: menekuk ke depan atau ke samping	Ya	75,0%	3	3
Gerakan lengan sedang: Gerakan stabil dengan jeda teratur	Ya	62,5%	2,5	2
Gerakan lengan intensif: Gerakan cepat yang stabil tanpa jeda yang teratur	Ya	12,5%	0,5	1
Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya >5 kg	Ya	62,5%	2,5	3
Getaran local (tanpa peredam)	Ya	62,5%	2,5	2
Temperatur terlalu tinggi atau rendah	Ya	62,5%	2,5	1
Potensi Bahaya Pada Punggung & Tubuh Bagian Bawah				
Tubuh membungkuk kedepan atau menekuk kesamping: dengan sudut antara 20°-45°	Ya	62,5%	2,5	2
Gerakan paha menjauhi tubuh ke samping (abduction) secara berulang-ulang atau berkepanjangan.	Ya	62,5%	2,5	2
Pergelangan kaki menekuk keatas atau kebawah secara berulang- ulang.	Ya	62,5%	2,5	2
Aktivitas pergelangan kaki (contoh; menginjak pedal), atau perlu bekerja berdiri dengan pijakan yang tidak memadai, atau kaki berusaha menyeimbangkan kan tubuh/posisi	Ya	62,5%	2,5	2
Total				21
Kategori Potensi Bahaya Pekerja 2 Penempaan Besi	Paparan	Persentase Waktu Paparan (Dari Total Jam Kerja)	Durasi (Jam)	Skor
Potensi Bahaya Pada Tubuh Bagian Atas				
Pergelangan tangan: menekuk ke depan atau ke samping	Ya	50%	4	2
Gerakan lengan sedang: Gerakan stabil dengan jeda teratur	Ya	50%	4	1
Gerakan lengan intensif: Gerakan cepat yang stabil tanpa jeda yang teratur	Ya	6,3%	0,5	1
Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya >5 kg	Ya	50%	4	1
Getaran local (tanpa peredam)	Ya	50%	4	1
Temperatur terlalu tinggi atau rendah	Ya	50%	4	0
Potensi Bahaya Pada Punggung & Tubuh Bagian Bawah				
Gerakan paha menjauhi tubuh ke samping (abduction) secara berulang-ulang atau berkepanjangan.	Ya	50%	4	1
Pergelangan kaki menekuk keatas atau kebawah secara berulang- ulang.	Ya	50%	4	1
Aktivitas pergelangan kaki (contoh; menginjak pedal), atau perlu bekerja berdiri dengan pijakan yang tidak memadai, atau kaki berusaha menyeimbangkan kan tubuh/posisi	Ya	50%	4	1
Total				9
Kategori Potensi Bahaya Pekerja 3 Penempaan Besi	Paparan	Persentase Waktu Paparan (Dari Total Jam Kerja)	Durasi (Jam)	Skor
Potensi Bahaya Pada Tubuh Bagian Atas				
Pergelangan tangan: menekuk ke depan atau ke samping	Ya	50%	4	2
Gerakan lengan sedang: Gerakan stabil dengan jeda teratur	Ya	50%	4	1
Gerakan lengan intensif: Gerakan cepat yang stabil tanpa jeda yang teratur	Ya	2,5%	0,2	1
Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya >5 kg	Ya	50%	4	1
Getaran local (tanpa peredam)	Ya	50%	4	1
Temperatur terlalu tinggi atau rendah	Ya	50%	4	0
Potensi Bahaya Pada Punggung & Tubuh Bagian Bawah				
Gerakan paha menjauhi tubuh ke samping (abduction) secara berulang-ulang atau berkepanjangan.	Ya	50%	4	1
Pergelangan kaki menekuk keatas atau kebawah secara berulang- ulang.	Ya	50%	4	1
Aktivitas pergelangan kaki (contoh; menginjak pedal), atau perlu bekerja berdiri dengan pijakan yang tidak memadai, atau kaki berusaha menyeimbangkan kan tubuh/posisi	Ya	50%	4	1
Total				9

(Sumber: Olah Data, 2025)

Persentase dan durasi potensi bahaya ergonomi menunjukkan berbagai tingkat paparan yang dialami oleh pekerja tukang pisau dan penempa besi pada berbagai bagian tubuh. Pekerja tukang pisau mengalami paparan paling tinggi pada bagian tangan, dengan durasi paparan 75% dari waktu kerja (6 jam) pada pergelangan tangan, lengan, dan getaran lokal, yang menunjukkan risiko tinggi terhadap gangguan *muskuloskeletal*. Pada pekerja penempa besi, paparan bahaya lebih bervariasi dengan durasi paparan pergelangan tangan

dan tubuh membungkuk ke samping sebesar 62.5%-75%. Selain itu, paparan pada gerakan lengan intensif dan aktivitas pergelangan kaki memiliki durasi yang lebih rendah, menunjukkan adanya variasi intensitas kerja di antara pekerja. Total skor potensi bahaya yang lebih tinggi pada pekerja penempa besi (P1: 21) dibandingkan tukang pisau (P1: 16), menunjukkan adanya risiko ergonomi yang lebih besar pada penempa besi (Tabel 3, Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5).

Tabel 3. Persentase dan Durasi Potensi Bahaya

Kategori Potensi Bahaya	Tukang Pisau		Penempa Besi		
	P1	P2	P1	P2	P3
Potensi Bahaya Pada Tubuh Bagian Atas					
Pergelangan Tangan: menekuk ke depan atau ke samping	75% (6 Jam)	62.5% (5 Jam)	75% (3 Jam)	50% (4 Jam)	50% (4 Jam)
Gerakan Lengan Sedang: Gerakan stabil dengan jeda teratur	75% (6 Jam)	75% (6 Jam)	62.5% (2.5 Jam)	50% (4 Jam)	50% (4 Jam)
Gerakan Lengan Intensif: Gerakan cepat tanpa jeda	25% (2 Jam)	12.5% (1 Jam)	12.5% (0.5 Jam)	6.3% (0.5 Jam)	2.5% (0.2 Jam)
Menggenggam Kuat dengan "Power Grip" (>5 kg)	37.5% (3 Jam)	31.3% (2.5 Jam)	62.5% (2.5 Jam)	50% (4 Jam)	50% (4 Jam)
Getaran Lokal (Tanpa Peredam)	75.5% (6 Jam)	75.5% (6 Jam)	62.5% (2.5 Jam)	50% (4 Jam)	50% (4 Jam)
Temperatur Terlalu Tinggi/Rendah	81.3% (6.5 Jam)	75.5% (6 Jam)	62.5% (2.5 Jam)	50% (4 Jam)	50% (4 Jam)
Potensi Bahaya Pada Punggung dan Tubuh Bagian Bawah					
Tubuh Membungkuk atau Menekuk ke Samping (20°-45°)	75% (6 Jam)	75.5% (6 Jam)	62.5% (2.5 Jam)	62.5% (4 Jam)	62.5% (4 Jam)
Gerakan Paha Menjauhi Tubuh ke Samping (Abduction)	62.5% (5 Jam)	50% (4 Jam)	62.5% (2.5 Jam)	50% (4 Jam)	50% (4 Jam)
Aktivitas Pergelangan Kaki (misal: menginjak pedal, berdiri lama)	75% (6 Jam)	25% (2 Jam)	62.5% (2.5 Jam)	50% (4 Jam)	50% (4 Jam)
Total Skor Potensi Bahaya	16	15	21	9	9

(Sumber: Olah Data, 2025)

Dampak dominan dari potensi bahaya pada pekerja tukang pisau dan penempa besi terletak pada pergelangan tangan dan gerakan lengan, dengan paparan tinggi terhadap gerakan menekuk atau mengangkat tangan, serta getaran lokal yang berlangsung hingga 75% dari durasi kerja. Paparan ini menyebabkan ketegangan dan potensi cedera pada sendi serta otot-otot lengan. Sementara itu, potensi bahaya non-dominan termasuk suhu ekstrem dan aktivitas pergelangan kaki, yang meski signifikan, memiliki durasi paparan lebih rendah (50-62%), menunjukkan risiko lebih kecil terhadap keselamatan pekerja. Kasus lapangan di beberapa industri pandai besi menunjukkan seringnya keluhan cedera pada sendi lengan dan punggung akibat posisi kerja yang terpaksa dan paparan berulang Tabel 3, Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5).



Gambar 2. Posisi
Pekerja Tukang 1
Pembentukan Pisau



Gambar 3. Posisi
Pekerja Tukang 2
Pembentukan Parang



Gambar 4.
Posisi Pekerja 1
Penempaan Besi



Gambar 5. Posisi
Pekerja 2
Penempaan Besi



Gambar 6. Posisi
Pekerja 3
Penempaan Besi

3.3. Rekomendasi Perbaikan Berbasis SNI 9011:2021

Perbaikan ini mengacu pada SNI 9011:2021 serta pendekatan Tree Diagram. Berikut merupakan rekomendasi perbaikan terhadap potensi bahaya seperti penggunaan tenaga, postur kerja, dan lingkungan kerja di Dusun Talwa. Usulan perbaikan untuk potensi bahaya meliputi teknik produktif dalam penggunaan tenaga, seperti menjaga posisi netral pergelangan tangan dan menghindari cengkaman kuat pada peralatan bergetar. Postur kerja dapat ditingkatkan dengan menyesuaikan ketinggian meja dan rutin melakukan peregangan. Selain itu, lingkungan kerja yang aman diperkuat dengan pakaian nyaman, masker respirator, cerobong asap, serta jaring penghalang untuk melindungi pekerja dari paparan abu dan asap (Tabel 4).

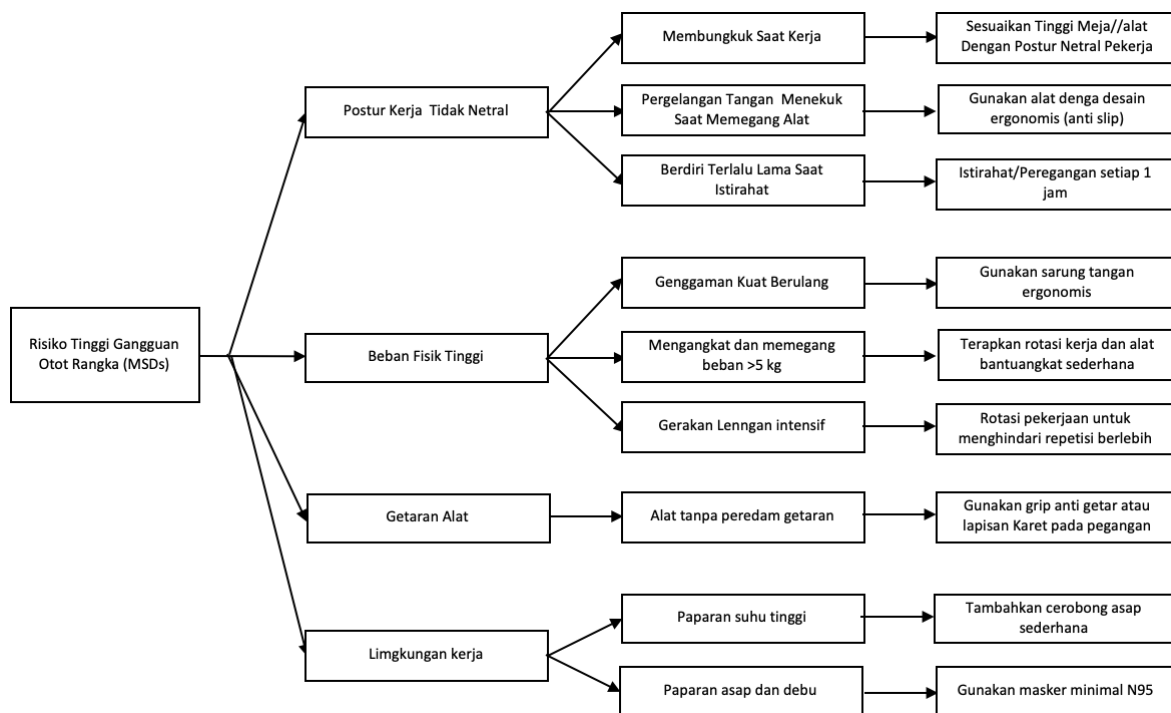
Tabel 4. Evaluasi Bahaya Faktor Ergonomi

Potensi Bahaya	Usulan Perbaikan
Penggunaan Tenaga: Cengkaman	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan teknik produktif (pekerja sengaja menjaga pergelangan tangannya dalam posisi yang netral). Terapkan kebiasaan kerja yang aman (upaya yang disengaja untuk menghindari pegangan yang kuat pada peralatan yang bergetar). Kenakan sarung tangan yang sesuai. Rotaai tugas untuk menghindari kelelahan otot.
Postur Kerja	<ul style="list-style-type: none"> Menyesuaikan ketinggian meja kerja agar posisi kerja netral. Istirahat aktif setiap 1 jam dengan peregangan punggung, leher bahu, dan tangan. Melatih pekerja mempertahankan postur netral.
Lingkungan Kerja	<ul style="list-style-type: none"> Mengenakan pakaian yang nyaman dan tetap <i>safety</i>. Menggunakan masker respirator minimal standard N95. Memasang cerobong asap sederhana untuk asap tidak menyebar mendatar. Menambahkan jaring atau penghalang untuk menahan abu menyebar ke pekerja.

(Sumber: Olah Data, 2025)

Identifikasi dan pengelolaan risiko tinggi gangguan otot rangka (MSDs) yang berkaitan dengan postur kerja, beban fisik, getaran alat, dan lingkungan kerja. Setiap kategori risiko dihubungkan dengan beberapa masalah yang dapat terjadi, seperti postur tubuh yang tidak netral, beban fisik tinggi, penggunaan alat tanpa peredam getaran, dan paparan suhu atau debu yang tinggi. Perlunya postur tubuh yang tidak netral, disarankan untuk memperbaiki postur kerja, menyarankan penggunaan peralatan ergonomis, serta melakukan istirahat dan peregangan setiap jam. Untuk beban fisik tinggi, disarankan untuk

menghindari mengangkat atau memegang beban yang berat, serta menggunakan alat bantu yang tepat. Risiko getaran alat bisa dikurangi dengan menggunakan alat dengan peredam getaran dan penggantian sarung tangan ergonomis. Lingkungan kerja yang terpapar suhu tinggi atau debu dapat ditangani dengan penggunaan masker N95 dan pemasangan cerobong asap. Semua langkah ini bertujuan mengurangi potensi gangguan otot rangka yang dapat terjadi karena faktor-faktor tersebut (Gambar 7).



Gambar 7. Tree Diagram Usulan Perbaikan

(Sumber: Olah Data, 2025)

Studi ini sejalan dengan dampak NASA-TLX konsisten menjadi instrumen utama dalam mengukur beban kerja mental pada berbagai bidang. Pada tenaga kesehatan, tinjauan 26 artikel menemukan bahwa beban kerja mental tinggi terutama pada prosedur kompleks seperti operasi laparoskopi dan perawatan ICU, sedangkan skor relatif lebih rendah muncul pada tugas rutin seperti penggunaan rekam medis elektronik, dengan perbedaan skor NASA-TLX terbukti signifikan ($p < 0,05$)[21]. Studi pada operator *maintenance* memperlihatkan rata-rata skor tinggi (62,08 pada shift I dan 69,02 pada shift II), namun analisis statistik menghasilkan $F_{\text{Count}}(3,7) < F_{\text{Table}}(4,414)$ dan $F_{\text{Count}}(3,698) < F_{\text{Table}}(4,414)$, sehingga perbedaan antar shift tidak signifikan ($p > 0,05$)[22]. Penelitian pada mahasiswa pengguna *Learning Management System* (LMS) juga menunjukkan beban kerja mental tinggi akibat kesulitan kognitif dan kompleksitas instruksi, dengan hasil signifikan ($p < 0,05$), menegaskan bahwa interaksi dengan sistem pembelajaran digital dapat meningkatkan tuntutan mental[23].

Penelitian di PT. XYZ mengungkapkan beban kerja mental operator awalnya berada pada skor 72,64 dengan kontribusi terbesar dari dimensi tuntutan waktu (24,1%), usaha (23,1%), dan tuntutan mental (22,3%). Setelah intervensi, terjadi penurunan skor tinggi dari 82 menjadi 74 yang signifikan ($p = 0,004 < 0,05$), sedangkan pada operator dengan skor rendah peningkatan dari 53 menjadi 66 tidak signifikan ($p = 0,129 > 0,05$). Sementara itu, studi lain menyoroti keterbatasan metode pembobotan asli NASA-TLX, yang tidak mampu mengekspresikan kepentingan dimensi secara setara dan cenderung bias[24]. Dengan mengusulkan *Swing weighting* dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP), penelitian ini menunjukkan hasil penilaian lebih fleksibel dan adil, dengan perbedaan bobot dimensi terbukti signifikan ($p < 0,05$). Secara keseluruhan, kelima penelitian tersebut menegaskan sensitivitas NASA-TLX dalam mengukur beban kerja mental lintas konteks serta perlunya penyempurnaan metode agar hasilnya lebih representatif dan akurat[25]. Potensi risiko gangguan otot rangka (MSDs) yang dapat timbul dari postur kerja tidak netral, beban fisik tinggi, getaran alat, dan paparan lingkungan kerja yang ekstrem. Untuk mengurangi risiko tersebut, disarankan perbaikan seperti penggunaan peralatan ergonomis, rotasi pekerjaan, penghindaran beban berat, serta perlindungan diri seperti sarung tangan ergonomis dan masker N95, sehingga mencegah cedera fisik dan meningkatkan kenyamanan serta kesehatan pekerja.

4. Kesimpulan

Studi ini menegaskan responden yaitu 5 orang memiliki lama kerja >10 tahun dan terindikasi mengalami risiko sedang hingga tinggi pada segmen tubuh tertentu. Berdasarkan penilaian GOTRAK, skor risiko tinggi >8 banyak ditemukan pada bahu, punggung atas dan bawah, lengan dan tangan, sedangkan skor risiko sedang 6-7 terdapat pada leher, siku, pinggul, paha, lutut, betis, dan kaki. Penilaian potensi bahaya ergonomi menunjukkan total skor antara 9 hingga 21, dengan paparan utama berasal dari postur membungkuk, pergelangan tangan menekuk, penggunaan *power grip* dengan beban >5 kg, paparan getaran lokal tanpa peredam, suhu kerja tinggi, serta posisi berdiri statis. Usulan perbaikan yang diajukan meliputi penyesuaian ketinggian meja kerja untuk mempertahankan postur netral, rotasi tugas untuk mengurangi kelelahan otot, penggunaan sarung tangan ergonomis, penerapan istirahat aktif setiap 1 jam untuk peregangan, pelatihan postur kerja yang benar, serta perbaikan lingkungan kerja untuk mengurangi suhu panas berlebih.

Penelitian ini hanya mencakup satu lokasi kerja yaitu Dusun Talwa dengan jumlah responden yang sedikit, dan analisis yang difokuskan pada postur kerja selama proses

penempatan sehingga belum mencakup aktivitas pendukung. Penelitian lanjutan dapat memperluas jumlah responden, lokasi, dan variabel seperti beban kerja mental, durasi istirahat, serta penggunaan peralatan bantu modern. Tujuan penelitian ini telah tercapai dan hasilnya menjawab rumusan masalah yang diajukan, berkontribusi pada penerapan teori ergonomi SNI 9011:2021 di industri kecil, serta memberikan rekomendasi praktis untuk peningkatan keselamatan dan produktivitas kerja.

Daftar Pustaka

- [1] P. Ade Irawan, "Optimasi Human Error pada Proses Produksi Air Minum dalam Kemasan di PT. Telaga Tanjung Pomosda Nganjuk," *J. Manaj. Teknol. dan Tek. Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 111–127, 2024, [Online]. Available: <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmatis/index>
- [2] J. Hutabarat and K. Sulistyadi, "Impact of a Stretching Program on *Musculoskeletal* Discomfort in Online Motorcycle Taxi Drivers: A Pre-Post Intervention Study," *Int. J. Integr. Eng.*, vol. 16, no. 9, pp. 218–229, 2024, doi: 10.30880/ijie.2024.16.09.017.
- [3] L. A. Priyono, J. Hutabarat, and R. Septiari, "Desain Meja Kerja dan Pengaturan Komponen Pendukung Live Streaming Online Shop yang Ergonomis untuk Mengurangi Resiko *Musculoskeletal* Disorders (Studi Kasus PT. XYZ)," *JUTIN J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 7, no. 3, 2024.
- [4] B. Das, "Prevalence of work-related occupational injuries and its risk factors among brickfield workers in West Bengal, India," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 80, no. December 2018, p. 103052, 2020, doi: 10.1016/j.ergon.2020.103052.
- [5] G. Bagus, R. Nugraha, N. Luh, P. Ariastuti, K. Ayu, and K. Sari, "Received : January , 22 , 2025 Available online : May , 29 , 2025 at : <https://e-jurnal.iphorr.com/index.php/minh> Prevalence of *musculoskeletal* disorders among blacksmith workers in Sawan Village Sawan District Buleleng Regency Bali," vol. 8, no. 3, pp. 365–373, 2025.
- [6] F. G. Hidayat, N. Nofirza, A. Anwardi, F. S. Lubis, and M. Yola, "Evaluasi Keluhan *Muskuloskeletal* Dan Perbaikan Sistem Kerja Dengan Menggunakan Metode Plibel Checklist Dan Work Improvement for Save Home (Wish) (Studi Kasus: Pandai Besi Kebun Nenas)," *J. Perangkat Lunak*, vol. 6, no. 1, pp. 128–136, 2024, doi: 10.32520/jupel.v6i1.3064.
- [7] M. A. Wahyudi, W. A. P. Dania, and R. L. R. Silalahi, "Work Posture Analysis of Manual Material Handling Using OWAS Method," *Agric. Agric. Sci. Procedia*, vol. 3, pp. 195–199, 2015, doi: 10.1016/j.aaspro.2015.01.038.
- [8] P. Y. Dhiya and D. M. Rahmah, "Mental Workload and Ergonomi Analysis on Production Departement At PT. XYZ," *J. Ind. Inf. Technol. Agric.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2019, doi: 10.24198/jiita.v2i1.17720.
- [9] U. N. N. ABDULLAH, Norashiken OTHMAN, and A. AWANG, "ERGONOMI RISK ANALYSIS AND MENTAL WORKLOAD STUDY AMONG OPERATORS IN SYRINGE ASSEMBLY LINES," vol. 2, no. 3, pp. 7–11, 2017.

- [10] M. Hertzum, "Reference values and subscale patterns for the task load index (TLX): a meta-analytic review," *Ergonomis*, vol. 64, no. 7, pp. 869–878, 2021, doi: 10.1080/00140139.2021.1876927.
- [11] E. Galy, J. Paxion, and C. Berthelon, "Measuring mental workload with the NASA-TLX needs to examine each dimension rather than relying on the global score: an example with driving," *Ergonomis*, vol. 61, no. 4, pp. 517–527, 2018, doi: 10.1080/00140139.2017.1369583.
- [12] D. R. Ningtyas, Z. Febrilian, and F. Isharyadi, "Implementasi Sni 9011:2021 Untuk Evaluasi Ergonomi Pada Operator Produksi Departemen Plastic Injection: Studi Kasus Di Industri Manufaktur," *J. Stand.*, vol. 25, no. 2, p. 103, 2023, doi: 10.31153/js.v25i2.979.
- [13] H. Fauziyah, H. Fauziyah, B. Setianto, M. Agus, A. Rosyid, and O. Setia, "Analisis Faktor Ergonomi pada UMKM Batik Tradisional Kediri," *SEHATRAKYAT (Jurnal Kesehat. Masyarakat)*, vol. 2, no. 2, pp. 243–249, 2023, doi: 10.54259/sehatrakyat.v2i2.1651.
- [14] M. Y. Ramadhan, D. Herwanto, and W. Wahyudin, "Analisis Postur Kerja Operator Produksi Tahu Dengan Menggunakan Metode Rappid Upper Limb Assessment (RULA) Di UKM Suci Rizki Bekasi," *JURMATIS (Jurnal Manaj. Teknol. dan Tek. Ind.)*, vol. 3, no. 2, p. 117, 2021, doi: 10.30737/jurmatis.v3i2.1713.
- [15] A. S. Kurniawan, S. Rahayuningsih, and I. Safi'i, "Pendekatan Ergonomi Makro pada Pengaruh Lingkungan Kerja," *JURMATIS (Jurnal Manaj. Teknol. dan Tek. Ind.)*, vol. 3, no. 1, p. 63, 2021, doi: 10.30737/jurmatis.v3i1.1408.
- [16] Aziza and Dadan Erwandi, "Analisis Penilaian dan Rekomendasi Desain Ergonomi pada Pekerja Laboratorium Menggunakan SNI 9011-2021," *Media Publ. Promosi Kesehat. Indones.*, vol. 7, no. 2, pp. 433–441, 2024, doi: 10.56338/mppki.v7i2.4639.
- [17] M. A. Ibrahim and J. Hutabarat, "Analisa Ergonomi Dengan Pendekatan Rapid Upper Limb Assessment Pada Postur Kerja Statis Karyawan Produksi Kerajinan Kayu Di Ud . Tohu Srijaya , Kota Batu , Jawa Timur," *Valtech (Jurnal Mhs. Tek. Ind.)*, vol. 4, no. 2, pp. 82–89, 2021.
- [18] J. Bao, M. Lin, and F. Yan, "Minimizing the ergonomi risks in the process of periodontal scaling and root planning: A narrative review," *Transl. Dent. Res.*, vol. 1, no. 2, p. 100018, 2025, doi: 10.1016/j.tdr.2025.100018.
- [19] Rosmala Asty Novita Putri, Usi Lanita, David Kusmawan, Willia Novita Eka Rini, and Budi Aswin, "Identification Of Potential Ergonomi Hazards In The Upper Body Using SNI 9011: 2021 At PT. X," *Int. Sci. Heal. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 24–33, 2024, doi: 10.59680/ishel.v2i1.1041.
- [20] N. Hudaningsih, D. R. Putri, and R. P. Dekantari, "Analisis Ergonomi Pada Bahaya Postur Pekerja PLN ULPLTD Labuhan-Sumbawa Berdasarkan SNI 9011:2021," *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 8, no. 3, pp. 3378–3386, 2025, doi: 10.31004/jutin.v8i3.47667.
- [21] S. Miyake, "Nasa-Tlxによる医療従事者のメンタルワークロード評価," *J. UOEH*, vol. 42, no. 1, pp. 63–75, 2020.
- [22] A. P. Wirani, O. Julyanto, D. A. Kartini, and M. Mukhlisin, "The Effect of Work

- Shift on Mental Workload of Maintenance Operator Using Nasa Task Load Index (TLX),” *J. Ind. Eng. Manag. Res.*, vol. 3, no. 3, pp. 271–276, 2022.
- [23] A. Y. Pratama, A. Z. Yamani, S. M. Marier, N. Nurchasanah, and M. A. Safa’at, “Experimental Ergonomi Approach in Analysis of Student Mental Workload in Using Learning Management System,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 21, no. 2, pp. 125–134, 2022, doi: 10.23917/jiti.v21i2.19742.
- [24] W. Sulistiyo and P. Vitasari, “Analisa Beban Kerja Mental Operator Dengan Metode NASA TLX Di PT XYZ,” *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 13, no. 2, pp. 45–52, 2024, doi: 10.26593/jrsi.v13i2.7087.45-52.
- [25] K. Virtanen, H. Mansikka, H. Kontio, and D. Harris, “Weight watchers: NASA-TLX weights revisited,” *Theor. Issues Ergon. Sci.*, vol. 23, no. 6, pp. 725–748, 2022, doi: 10.1080/1463922X.2021.2000667.