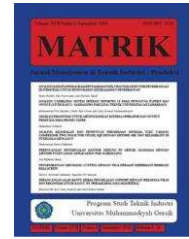




# MATRIK

## Jurnal Manajemen dan Teknik Industri- Produksi

Journal homepage: <http://www.journal.umg.ac.id/index.php/matriks>



## Analisis Integratif Postur Kerja, Beban Fisik, dan Kelelahan Pekerja Industri Padat Karya

Nur Fajriah<sup>1\*</sup>, M. Rachman Waluyo<sup>2</sup>, Fira Nurjayanti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta  
Jl. RS. Fatmawati Pondok Labu Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12450

Email: [nurfajriah@upnvj.ac.id](mailto:nurfajriah@upnvj.ac.id)

\*Corresponding Author

### INFO ARTIKEL

doi: 10.350587/Matrik  
v25i2.11213

#### Jejak Artikel :

Upload artikel

18 Januari 2026

Revisi oleh reviewer

25 Februari 2026

Publish

31 Maret 2026

#### Kata Kunci :

postur kerja, beban kerja fisik,  
kelelahan kerja, CMDQ, CVL,  
SSRT, ergonomi

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan antara postur kerja, beban kerja fisik, dan kelelahan kerja pada pekerja industri padat karya. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan desain observasional cross-sectional terhadap 30 pekerja di enam stasiun kerja PD Jangkar. Postur kerja dinilai menggunakan Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ), beban kerja fisik diukur melalui Cardiovascular Load (CVL), dan kelelahan kerja dievaluasi menggunakan Subjective Self Rating Test (SSRT). Hasil menunjukkan keluhan muskuloskeletal tertinggi terjadi pada bahu (80%), punggung bawah (73,3%), dan pinggang (66,7%). Sebanyak 43,3% pekerja memiliki nilai CVL di atas 30% yang menunjukkan beban kerja berat. Peneliti menggunakan dua tingkat signifikansi untuk menunjukkan tingkat kekuatan bukti statistik yang berbeda. Analisis korelasi menunjukkan hubungan kuat antara postur kerja dan kelelahan ( $r = 0,68$ ;  $p < 0,05$ ) serta hubungan sangat kuat antara beban kerja fisik dan kelelahan ( $r = 0,81$ ;  $p < 0,01$ ).

### ABSTRACT

This study aims to analyze the relationship between work posture, physical workload, and work fatigue among labor-intensive industry workers. The research employed a descriptive quantitative approach with a cross-sectional observational design involving 30 workers across six workstations at PD Jangkar. Work posture was assessed using the Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ), physical workload was measured using Cardiovascular Load (CVL), and work fatigue was evaluated using the Subjective Self Rating Test (SSRT). The results showed that the highest musculoskeletal complaints occurred in the shoulders (80%), lower back (73.3%), and waist (66.7%). A total of 43.3% of workers had CVL values above 30%, indicating heavy workload. The researchers used two levels of significance to demonstrate different levels of statistical evidence strength. Correlation analysis revealed a strong relationship between work posture and fatigue ( $r = 0.68$ ;  $p < 0.05$ ) and a very strong relationship between physical workload and fatigue ( $r = 0.81$ ;  $p < 0.01$ ).



## 1. Pendahuluan

Industri padat karya di Indonesia, khususnya sektor pengolahan pangan tradisional, masih didominasi oleh aktivitas kerja manual yang sangat bergantung pada tenaga manusia. Kondisi ini menempatkan pekerja sebagai komponen utama dalam menjaga keberlangsungan produktivitas, namun sekaligus meningkatkan kerentanan terhadap kelelahan kerja dan gangguan muskuloskeletal akibat postur kerja yang tidak ergonomis serta beban kerja fisik yang tinggi. Fenomena tersebut terlihat jelas pada industri pengolahan kerupuk PD Jangkar, di mana proses produksi melibatkan aktivitas berulang seperti pengadonan, penjemuran, dan pengemasan. Karakteristik pekerjaan yang repetitif, tuntutan fisik tinggi, dan posisi kerja yang tidak sesuai prinsip ergonomi berpotensi menimbulkan kelelahan kerja kronis serta menurunkan efisiensi dan kualitas kerja pekerja. Berbagai studi pada sektor pengolahan pangan menunjukkan tingginya prevalensi gangguan muskuloskeletal (MSDs), seperti temuan Kania Viatina et al. (2024) yang melaporkan 94,4% pekerja tahu tradisional mengalami nyeri punggung bawah [1], serta Jigisha Patel et al. (2023) yang mengidentifikasi 60% pekerja pengolahan ikan mengalami ketidaknyamanan terutama pada leher, pergelangan tangan, dan punggung bawah [2]. Faktor risiko utama meliputi berdiri dalam waktu lama, gerakan repetitif, penanganan beban berat, serta postur kerja tidak ergonomis. Jun Won Kim et al. (2025) juga menegaskan bahwa paparan suhu rendah, postur janggal, dan penanganan beban berat meningkatkan kerentanan terhadap nyeri muskuloskeletal [3].

Dalam kajian ergonomi industri, postur kerja merupakan faktor kunci yang memengaruhi kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas pekerja. Postur tubuh yang tidak netral, seperti membungkuk atau menunduk dalam durasi yang lama, terbukti meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal dibandingkan dengan postur kerja ergonomis. Postur kerja yang janggal dapat menyebabkan ketegangan

otot berlebih, gangguan sirkulasi darah, serta peningkatan stres biomekanik yang terakumulasi dan berkontribusi terhadap kelelahan kerja. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pekerja industri kecil dengan aktivitas manual berulang cenderung mengalami keluhan dominan pada area bahu dan punggung bawah. Berbagai studi lintas sektor industri menegaskan bahwa postur janggal merupakan faktor risiko kritis, sebagaimana dilaporkan oleh Harry Kamijantono et al. (2024) dan G. Mohan et al. (2019) yang menemukan 60,9% pekerja mengalami nyeri maksimum saat bekerja dengan postur tidak ergonomis [4], [5]. Lebih lanjut, S. Vosoughi et al. (2024) menemukan hubungan signifikan antara stres postural, gangguan muskuloskeletal, dan kelelahan kronis, dengan area tubuh yang paling terdampak meliputi bahu, punggung, leher, dan ekstremitas bawah [6]. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada identifikasi keluhan tanpa mengaitkannya secara simultan dengan beban kerja fisiologis dan kelelahan subjektif.

Selain faktor postural, beban kerja fisik merupakan determinan penting dalam terjadinya kelelahan kerja. Beban kerja fisik mencerminkan besarnya tuntutan energi yang harus dikeluarkan tubuh selama aktivitas kerja dan umumnya diukur melalui respons fisiologis seperti peningkatan denyut nadi. Persentase *Cardiovascular Load* (CVL) digunakan sebagai indikator untuk menilai tingkat beban kerja kardiovaskular, di mana nilai CVL di atas 30% dikategorikan sebagai beban kerja berat yang berpotensi menimbulkan kelelahan fisiologis. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pekerja dengan nilai CVL tinggi cenderung mengalami kelelahan subjektif yang lebih besar, penurunan kapasitas kerja, serta peningkatan risiko gangguan kesehatan kardiovaskular. Joko Susetyo et al. (2023) menemukan korelasi positif yang kuat ( $r = 0,672$ ) antara beban kerja fisik dan mental pada industri manufaktur ban [7], sementara Arby Yudha Maulana et al. (2023) melaporkan nilai

CVL berkisar antara 11,6% hingga 34,1% yang mengindikasikan tingkat kelelahan ringan hingga sedang [8]. Di sisi lain, Lars-Kristian Lunde et al. (2016) mencatat bahwa hampir 60% waktu kerja pekerja konstruksi berada di bawah 20% relative heart rate, namun sekitar 10% pekerja tetap mengalami beban kardiovaskular tinggi [9]. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun CVL merupakan indikator yang reliabel, kekuatan hubungannya dengan kelelahan masih bervariasi tergantung jenis industri dan karakteristik pekerja, sehingga diperlukan kajian kontekstual yang lebih spesifik.

Kelelahan kerja merupakan respons fisiologis dan psikologis yang muncul akibat paparan beban kerja berlebih secara terus-menerus tanpa pemulihan yang memadai. Kelelahan berfungsi sebagai mekanisme protektif tubuh untuk mencegah kerusakan akibat penggunaan berlebihan sistem otot dan saraf. Pengukuran kelelahan kerja dapat dilakukan melalui pendekatan subjektif menggunakan *Subjective Self Rating Test* (SSRT), yang mengevaluasi tingkat kelelahan berdasarkan aspek pelemahan aktivitas, penurunan motivasi, dan gejala fisik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa skor SSRT berkorelasi signifikan dengan durasi kerja dan intensitas beban fisik. Caesar Rifqi Ardana et al. (2025) membuktikan efektivitas SSRT dalam mengevaluasi kelelahan kerja di industri percetakan melalui indikator penurunan aktivitas dan kelelahan fisik [10], sementara Fajrin Septia Putrisani et al. (2023) menggunakan SSRT untuk membedakan tingkat kelelahan rendah dan tinggi pada operator mesin [11]. Namun demikian, penggunaan SSRT sering kali berdiri sendiri tanpa dikombinasikan dengan pengukuran objektif, sehingga belum sepenuhnya mencerminkan kondisi ergonomi kerja secara menyeluruh.

Studi ergonomi terkini menekankan pentingnya pendekatan integratif dalam evaluasi kondisi kerja, khususnya pada sektor usaha kecil dan menengah yang memiliki

keterbatasan sumber daya dan teknologi. Instrumen sederhana namun valid seperti *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire* (CMDQ) dan SSRT dinilai efektif dalam mengidentifikasi risiko ergonomi tanpa memerlukan peralatan kompleks. Di sisi lain, integrasi antara analisis postur kerja dan beban kerja fisik diperlukan untuk menghasilkan evaluasi ergonomi yang lebih komprehensif dan berbasis data. John Kang et al. (2021) menunjukkan bahwa evaluasi kelelahan yang efektif mengombinasikan kuesioner subjektif, kinerja tugas, dan pengukuran fisiologis [12], sedangkan Pei Pei Heng et al. (2024) menegaskan pentingnya integrasi antara instrumen subjektif dan objektif [13]. Meskipun demikian, penelitian yang mengintegrasikan CMDQ, CVL, dan SSRT secara simultan pada industri pangan tradisional masih sangat terbatas, terutama dalam konteks usaha kecil berbasis kerja manual.

Pada konteks industri kerupuk PD Jangkar, karakteristik pekerjaan menunjukkan adanya variasi tingkat beban kerja dan keluhan muskuloskeletal antarstasiun kerja. Data awal penelitian mengindikasikan bahwa pekerja pada stasiun pembuatan adonan dan penjemuran memiliki nilai CVL, skor CMDQ, dan tingkat kelelahan subjektif yang lebih tinggi dibandingkan stasiun lainnya. Kondisi ini mengindikasikan adanya keterkaitan antara postur kerja tidak ergonomis, beban fisiologis tinggi, dan peningkatan kelelahan kerja. Temuan ini sejalan dengan Pindi Dwi et al. (2024) yang menyatakan bahwa beban kerja fisik memiliki hubungan paling kuat terhadap kelelahan pekerja [14], serta Adi Nugroho et al. (2025) yang menemukan fase kerja tertentu dapat menghasilkan CVL di atas 30% [15]. Muhammad Faris Rasyid et al. (2022) juga mengonfirmasi bahwa beban kerja fisik, iklim kerja, dan kondisi lingkungan berkontribusi signifikan terhadap kelelahan [16]. Namun, hingga saat ini belum banyak penelitian yang secara spesifik menguji hubungan ketiga variabel tersebut secara bersamaan pada industri kerupuk tradisional.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara postur kerja dan beban kerja fisik terhadap tingkat kelelahan kerja pada pekerja PD Jangkar menggunakan pendekatan CMDQ, CVL, dan SSRT. Secara akademis, penelitian ini diharapkan dapat mengisi gap riset terkait minimnya studi ergonomi integratif pada industri pangan tradisional berbasis kerja manual. Secara praktis, hasil penelitian diharapkan menjadi dasar dalam merancang intervensi ergonomi aplikatif, seperti perancangan ulang stasiun kerja, rotasi tugas, dan program peregangan, guna menurunkan risiko kelelahan kerja dan meningkatkan produktivitas.

Adapun rumusan kerangka konseptual dalam penelitian adalah postur kerja (CMDQ) dan beban kerja fisik (CVL) merupakan variabel independen yang memengaruhi kelelahan kerja (SSRT) sebagai variabel dependen. Hubungan antara ketiga variabel ini diasumsikan bersifat positif dan signifikan. Dengan demikian, hipotesis penelitian yang dikembangkan adalah sebagai berikut:

H1: Terdapat hubungan signifikan antara postur kerja (CMDQ) dan kelelahan kerja (SSRT).

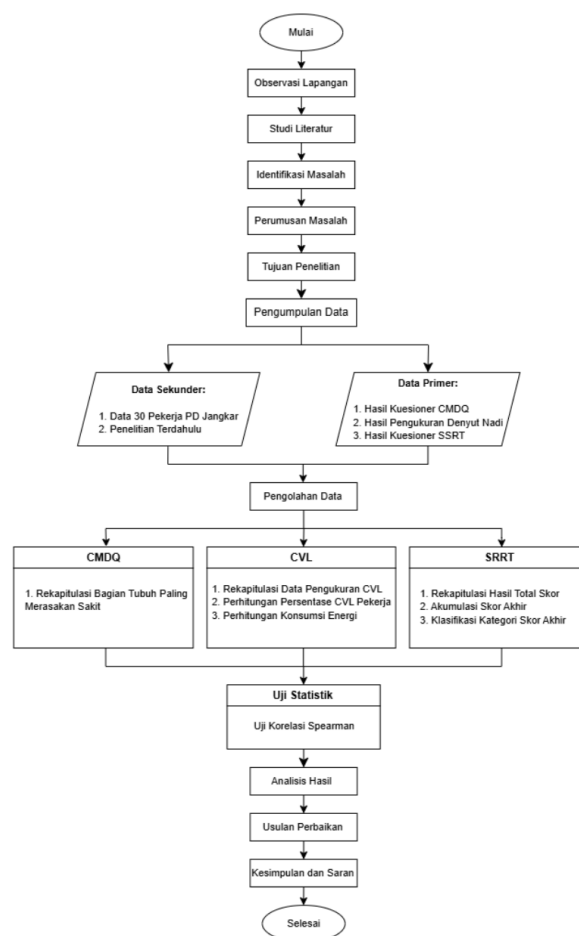
H2: Terdapat hubungan signifikan antara beban kerja fisik (CVL) dan kelelahan kerja (SSRT).

## 2. Metode Penelitian

### Desain Penelitian

Studi ini menerapkan metode kuantitatif deskriptif dengan desain observasional cross-sectional untuk mengevaluasi keterkaitan antara postur kerja, beban fisik, dan kelelahan pada karyawan industri kerupuk PD Jangkar. Pendekatan ini dipilih karena efektivitasnya dalam memetakan fenomena ergonomi pada satu titik waktu tertentu tanpa adanya intervensi variabel eksternal [1]. Penggunaan metode kuantitatif memastikan objektivitas data yang terukur, sementara aspek deskriptif berperan penting dalam mendokumentasikan kondisi aktual serta faktor risiko lingkungan kerja yang memengaruhi kesehatan pekerja secara menyeluruh [4], [17]. Selain itu, desain ini

relevan untuk mengidentifikasi paparan bahaya fisik yang berkontribusi pada munculnya keluhan nyeri otot dan tulang pada pekerja industri [3].



**Gambar 1.** Flowchart Penelitian

### Lokasi dan Populasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PD Jangkar, sebuah industri pengolahan kerupuk mentah berskala kecil di wilayah pesisir Jawa Timur. Kegiatan produksi di industri ini melibatkan enam stasiun kerja utama: (1) pembuatan adonan, (2) pemotongan, (3) penataan, (4) penjemuran, (5) pengemasan, dan (6) distribusi. Populasi penelitian mencakup seluruh pekerja tetap sebanyak 30 orang yang bekerja di enam stasiun tersebut. Karena jumlah populasi relatif kecil, digunakan metode sensus, sehingga seluruh pekerja dijadikan responden penelitian. Pendekatan cakupan penuh ini sangat direkomendasikan pada sektor Usaha Kecil Menengah (UKM) untuk mendapatkan data yang representatif serta meminimalisir bias

dalam penilaian risiko ergonomi pada populasi yang terbatas [18], [19].

### **Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ)**

Instrumen CMDQ digunakan untuk mengidentifikasi gangguan muskuloskeletal pada 20 segmen tubuh berdasarkan tiga dimensi utama: frekuensi, intensitas ketidaknyamanan, dan dampaknya terhadap performa kerja. Alat ukur ini memiliki keunggulan dalam mendeteksi prevalensi nyeri otot yang umum terjadi pada pekerja industri pengolahan yang menuntut aktivitas fisik tinggi [2], [5]. Validitas instrumen ini dalam konteks industri manufaktur sangat krusial untuk menentukan prioritas intervensi pada area tubuh yang paling terdampak oleh beban kerja manual [6], [20]. Skor akhir yang tinggi pada CMDQ menjadi indikator kuat perlunya perbaikan sistem kerja guna mencegah risiko cedera kronis pada karyawan.

### **Cardiovascular Load (CVL)**

CVL digunakan untuk menilai beban kerja fisiologis pekerja melalui pengukuran denyut nadi. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat pengukur denyut nadi digital, baik saat istirahat (DNI) maupun selama aktivitas kerja (DNK). Rumus perhitungan %CVL yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\%CVL = \frac{100 (DNK - DNI)}{DNM - DNI}$$

di mana DNM (Denyut Nadi Maksimum) = 220 - usia pekerja (tahun). Nilai %CVL  $\leq 30\%$  menunjukkan beban kerja ringan, Pengukuran ini memberikan gambaran objektif mengenai kapasitas fisik pekerja dalam menghadapi tuntutan tugas serta pengaruh faktor lingkungan seperti suhu kerja terhadap beban jantung [16].

### **Subjective Self Rating Test (SSRT)**

Instrumen SSRT digunakan untuk menilai tingkat kelelahan subjektif pekerja. Kuesioner terdiri dari 30 butir pernyataan yang terbagi dalam tiga kategori: pelemahan aktivitas, pelemahan motivasi, dan kelelahan fisik. Setiap butir memiliki skala *Likert* dengan skor 1–5, di mana skor total diklasifikasikan menjadi tiga kategori: rendah ( $\leq 50$ ), sedang (51–75), dan tinggi ( $> 75$ ) [5]. Penggunaan SSRT diakui

efektif dalam studi ergonomi karena kemampuannya menangkap keluhan subjektif yang berkorelasi langsung dengan risiko kecelakaan kerja dan penurunan produktivitas di industri berisiko tinggi [12].

### **Prosedur Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dalam tiga tahap utama:

1. Observasi awal, dilakukan untuk memetakan aktivitas kerja, mengidentifikasi risiko postural, dan menentukan waktu pengukuran denyut nadi.
2. Pengukuran denyut nadi, diukur dalam tiga kondisi: istirahat (DNI), awal kerja (DNK1), dan akhir kerja (DNK2). Nilai rata-rata digunakan untuk menghitung %CVL.
3. Penyebaran kuesioner CMDQ dan SSRT, dilakukan setelah jam kerja dengan asistensi peneliti guna memastikan pemahaman responden terhadap setiap item pertanyaan.

---

## **3. Hasil dan Pembahasan**

### **Karakteristik Responden**

Penelitian ini melibatkan 30 pekerja dari enam stasiun kerja di PD Jangkar, yang terdiri atas pembuatan adonan, pemotongan, penataan, penjemuran, pengemasan, dan distribusi. Proporsi pekerja laki-laki dan perempuan relatif seimbang, namun terdapat kecenderungan dominasi pekerja laki-laki di bagian pembuatan adonan dan penjemuran karena aktivitasnya memerlukan kekuatan fisik tinggi. Sebagian besar responden berusia antara 25–45 tahun dengan masa kerja lebih dari 3 tahun, menunjukkan tingkat pengalaman yang cukup tinggi. Berdasarkan durasi kerja, seluruh responden bekerja 8 jam per hari dengan istirahat 30 menit. Kondisi ini sejalan dengan studi pada industri kerupuk serupa yang menunjukkan bahwa karakteristik responden seperti usia dan masa kerja memiliki kaitan erat dengan persepsi beban kerja fisik serta mental di lingkungan produksi manual [7]. Selain itu, dominasi kelompok usia produktif dan pengalaman kerja yang cukup lama dalam penelitian ini merupakan faktor individu yang

signifikan dalam memengaruhi tingkat kelelahan kerja serta risiko gangguan muskuloskeletal [14]. Fenomena pembagian kerja berdasarkan tuntutan fisik ini juga teramati pada industri skala kecil lainnya, di mana faktor demografi pekerja menjadi penentu utama dalam distribusi beban kardiovaskular selama aktivitas produksi berlangsung [15], [16].

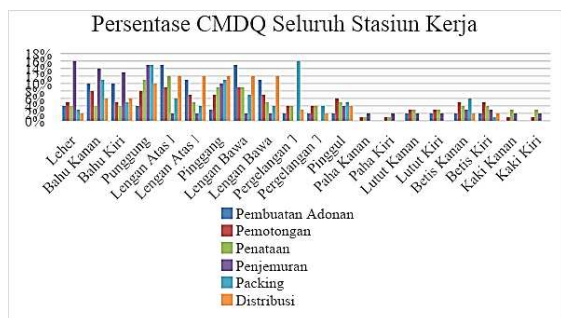
**Tabel 1.** Karakteristik Umum Responden

Variabel	Kategori	Jumlah	Persentase (%)
Jenis Kelamin	Laki-laki	17	56.7
	Perempuan	13	43.3
Usia	25-35 tahun	11	36.7
	36-45	14	46.6
	>45 tahun	5	16.7
Masa Kerja	<3 tahun	8	26.7
	3 – 5 tahun	12	40
	>5 tahun	10	33.3

### Analisis Postur Kerja (CMDQ)

Berdasarkan hasil pengisian *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire* (CMDQ), ditemukan bahwa bagian tubuh dengan tingkat ketidaknyamanan tertinggi adalah bahu, punggung bawah, dan pinggang.

**Tabel 2.** Persentase CMDQ seluruh Stasiun Kerja



Hasil analisis grafik CMDQ menunjukkan bahwa distribusi keluhan muskuloskeletal pekerja bervariasi sesuai karakteristik aktivitas pada setiap stasiun kerja. Secara umum, keluhan tertinggi terjadi pada bahu, punggung bawah, dan pinggang, yang menunjukkan dominasi gangguan pada ekstremitas atas dan area tulang belakang. Temuan ini konsisten dengan hasil analisis CMDQ sebelumnya yang menunjukkan bahwa aktivitas kerja repetitif, postur kerja tidak ergonomis, dan penanganan material manual

menjadi faktor utama munculnya keluhan muskuloskeletal.

**Tabel 3.** Rekapitulasi bagian Tubuh yang merasakan sakit pada setiap Stasiun Kerja

Stasiun Kerja	Bagian Tubuh yang Paling Merasakan Sakit
Pembuatan Adonan	Lengan atas kanan dan kiri, lengan bawah kanan dan kiri
Pemotongan	Lengan atas kanan, lengan bawah kanan, bahu kanan, punggung
Penataan	Lengan atas kanan, punggung, pinggang, lengan bawah kanan
Penjemuran	Leher, punggung, bahu kanan, dan bahu kiri
Packing	Pergelangan tangan kanan, punggung, bahu kanan, pinggang
Distribusi	Lengan atas kanan dan kiri, pinggang, lengan bawah kanan dan kiri

Pada stasiun pembuatan adonan dan pemotongan, keluhan dominan terjadi pada lengan atas dan lengan bawah, terutama pada sisi kanan, akibat aktivitas kerja yang bersifat repetitif dan dominan menggunakan satu sisi tubuh. Pada stasiun penataan dan penjemuran, keluhan tertinggi ditemukan pada punggung, pinggang, dan leher yang berkaitan dengan postur membungkuk dan aktivitas pengangkutan beban secara berulang. Sementara itu, pada stasiun packing, keluhan dominan terjadi pada pergelangan tangan dan punggung akibat aktivitas repetitif dalam posisi duduk membungkuk, sedangkan pada stasiun distribusi keluhan terpusat pada ekstremitas atas akibat aktivitas pengangkutan dan pemindahan beban.

Secara keseluruhan, hasil grafik CMDQ memperkuat analisis deskriptif bahwa karakteristik biomekanik pekerjaan berkontribusi terhadap pola keluhan muskuloskeletal pekerja, sehingga menunjukkan tingginya risiko musculoskeletal disorders pada lingkungan kerja industri padat karya.

### Analisis Beban Kerja Fisik (CVL)

Beban kerja fisik diukur menggunakan indikator *Cardiovascular Load* (CVL) berdasarkan perbandingan antara denyut nadi istirahat (DNI) dan denyut nadi kerja (DNK). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa 13 dari 30 pekerja (43.3%) memiliki nilai %CVL di atas 30%, yang dikategorikan sebagai beban kerja berat dan diperlukan perbaikan. Nilai rata-rata %CVL tertinggi ditemukan pada stasiun

pembuatan adonan (36.8%) dan penjemuran (34.5%), sedangkan nilai terendah terdapat pada bagian distribusi (21.5%). Peningkatan denyut nadi yang signifikan ini merupakan respon kardiovaskular tubuh terhadap tuntutan energi yang tinggi selama aktivitas fisik manual [9]. Selain intensitas tugas, faktor lingkungan seperti paparan suhu panas di area penjemuran juga berkontribusi pada peningkatan beban kerja fisik dan risiko kelelahan termal [21].

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} \%CVL &= \frac{DNK - DNI}{DN_{max} - DNI} \times 100\% \\ &= (110 - 80) / (190 - 80) \times 100 \\ &= 30 / 110 \times 100 = 27,3\% \end{aligned}$$

**Tabel 4.** Nilai %CVL berdasarkan Stasiun Kerja

Stasiun Kerja	%CVL Rata-rata	Kategori Beban Kerja
Pembuatan adonan	36.8	Diperlukan perbaikan
Penjemuran	34.5	Diperlukan perbaikan
Pemotongan	27.3	Tidak terjadi kelelahan
Penataan	26.8	Tidak terjadi kelelahan
Pengemasan	25.9	Tidak terjadi kelelahan
Distribusi	21.5	Tidak terjadi kelelahan

Temuan ini menunjukkan adanya korelasi antara aktivitas fisik intensif dan peningkatan beban kardiovaskular. Selaras dengan penelitian Pindi & Shintia (2024) pada sektor industri kecil menengah (IKM) lainnya yang menunjukkan bahwa karakteristik individu dan durasi kerja memiliki korelasi kuat dengan tingkat beban fisik yang dirasakan oleh operator produksi [14]. Upaya mitigasi melalui pengaturan waktu istirahat yang lebih terstruktur dan perbaikan mekanisasi pada proses produksi sangat disarankan untuk mengurangi beban kardiovaskular pekerja [6], [17].

### Analisis Kelelahan Kerja (SSRT)

Hasil pengukuran *Subjective Self Rating Test* (SSRT) menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja (73.3%) berada pada kategori kelelahan sedang, 16.7% mengalami kelelahan tinggi, dan 10% berada pada kategori kelelahan rendah. Kelelahan tinggi terutama dialami oleh pekerja di stasiun pembuatan adonan dan penjemuran, sejalan dengan tingginya nilai CMDQ dan CVL

pada dua stasiun tersebut. Skor rata-rata SSRT tertinggi tercatat pada pembuatan adonan (76.2) dan penjemuran (74.8). Tingginya tingkat kelelahan pada bagian ini berkaitan erat dengan beban kerja fisik dan mental yang harus ditanggung secara simultan dalam lingkungan kerja manual [21].

**Tabel 5.** Distribusi Kategori Kelelahan Berdasarkan Stasiun Kerja

Stasiun Kerja	Rata-rata SSRT	Kategori
Pembuatan adonan	76.2	Tinggi
Penjemuran	74.8	Tinggi
Pemotongan	67.3	Sedang
Penataan	66.1	Sedang
Pengemasan	65.8	Sedang
Distribusi	59.2	Rendah

Faktor individu seperti usia dan masa kerja juga terbukti memiliki korelasi signifikan terhadap bagaimana pekerja mempersepsikan rasa lelah selama shift kerja berlangsung [14]. Kondisi ini diperburuk oleh kualitas istirahat yang tidak optimal dan paparan suhu panas lingkungan, terutama pada area penjemuran, yang mempercepat terjadinya kelelahan psikofisik [16]. Penggunaan alat ukur subjektif seperti SSRT diakui sangat krusial dalam industri skala kecil untuk mendeteksi penurunan kapasitas kerja secara dini guna mencegah terjadinya kecelakaan kerja [13].

Temuan ini selaras dengan studi pada industri pengolahan makanan skala kecil lainnya yang menekankan bahwa manajemen kelelahan harus diintegrasikan dengan perbaikan aspek ergonomi stasiun kerja [18]. Intervensi berupa pengaturan durasi istirahat yang lebih fleksibel dan penyediaan fasilitas kerja yang nyaman terbukti dapat menurunkan tingkat kelelahan serta meningkatkan produktivitas secara keseluruhan [15], [17].

### Hubungan antara Postur, Beban Kerja Fisik, dan Kelelahan

Analisis inferensial menggunakan uji *Spearman Rank* ( $\rho$ ) menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara ketiga variabel utama penelitian. Hasil uji menunjukkan bahwa CMDQ dan SSRT memiliki nilai korelasi  $r = 0.68$  ( $p < 0.05$ ), sedangkan hubungan antara

CVL dan SSRT menunjukkan nilai  $r = 0.81$  ( $p < 0.01$ ). Berdasarkan klasifikasi [18] hubungan antara CMDQ dan SSRT termasuk kategori kuat, sedangkan CVL dan SSRT termasuk sangat kuat. Stasiun kerja dengan risiko postur tertinggi secara konsisten mencatatkan tingkat kelelahan yang juga tinggi. Paparan terhadap postur janggal secara terus-menerus terbukti menjadi pemicu utama munculnya keluhan muskuloskeletal yang secara signifikan menurunkan kapasitas kerja fisik pekerja manual [1], [2]. Kondisi ini terlihat jelas pada stasiun pembuatan adonan dan penjemuran, di mana beban statis pada otot punggung dan bahu berinteraksi dengan beban dinamis saat pengangkatan beban.

**Tabel 6.** Hasil Uji Korelasi Spearman antara CMDQ, CVL, dan SSRT

Hubungan Variabel	Koefisien Korelasi (r)	Signifikansi (p)	Kategori
CMDQ – SSRT	0.68	<0.05	Sangat Kuat
CVL - SSRT	0.81	<0.01	

Hasil ini mendukung hipotesis penelitian (H1 dan H2) bahwa postur kerja dan beban kerja fisik memiliki hubungan positif dan signifikan terhadap kelelahan kerja. Beban kerja fisik yang berat, yang diukur melalui parameter kardiovaskular (%CVL), memiliki hubungan linier dengan akumulasi rasa lelah yang dirasakan oleh pekerja manual di sektor industri kecil [9]. Semakin tinggi persentase beban kardiovaskular yang diterima jantung, semakin cepat sistem metabolisme tubuh mencapai titik lelah. Interaksi antara postur tubuh yang membungkuk dan tuntutan fisik yang tinggi secara simultan mempercepat timbulnya kelelahan kerja yang kronis dan menurunkan produktivitas [14], [21].

Selain itu, faktor lingkungan kerja juga tidak dapat diabaikan dalam hubungan triadik ini. Kondisi lingkungan seperti suhu panas dan durasi kerja yang panjang memperburuk dampak postur janggal terhadap kelelahan fisiologis pekerja [3], [16]. Hal ini menegaskan bahwa faktor-faktor tersebut tidak berdiri sendiri, melainkan saling memperkuat dalam menentukan status kesehatan dan risiko cedera

jangka panjang bagi tenaga kerja [4], [15]. Oleh karena itu, perbaikan postur melalui desain alat bantu kerja sangat diperlukan untuk menurunkan beban kerja fisik dan meminimalisir kelelahan subjektif.

### Interpretasi Hasil

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara postur kerja (CMDQ), beban kerja fisik (CVL), dan kelelahan kerja (SSRT) pada pekerja PD Jangkar. Korelasi positif signifikan antara CMDQ dan SSRT ( $r = 0,68$ ;  $p < 0,05$ ) menegaskan bahwa postur kerja yang tidak ergonomis berkontribusi langsung terhadap peningkatan kelelahan subjektif. Hasil ini konsisten dengan temuan Patel dan Ghosh (2023), yang menunjukkan bahwa keluhan muskuloskeletal pada area bahu dan punggung bawah merupakan indikator utama kelelahan kerja pada industri pengolahan skala kecil [2]. Postur janggal seperti membungkuk, menunduk dalam durasi lama, dan rotasi batang tubuh secara berulang memicu kontraksi otot statis yang menghambat sirkulasi darah serta suplai oksigen ke jaringan, sehingga mempercepat timbulnya rasa lelah [3], [4].

Sementara itu, hubungan yang lebih kuat antara CVL dan SSRT ( $r = 0,81$ ;  $p < 0,01$ ) menegaskan pentingnya faktor fisiologis dalam penentuan tingkat kelelahan kerja. Nilai CVL yang tinggi mencerminkan besarnya beban kardiovaskular yang ditanggung tubuh saat melakukan aktivitas fisik yang berat. Temuan ini sejalan dengan studi Prastyanto *et al.* (2022) dan yang menemukan bahwa peningkatan beban fisik secara linear berkorelasi dengan persepsi kelelahan subjektif yang lebih tinggi pada pekerja pabrik makanan [21]. Peningkatan nilai CVL di atas ambang batas 30% terbukti menurunkan kapasitas kerja secara signifikan dan meningkatkan risiko kelelahan termal serta fisik [9], [16]. Mekanisme biologis ini merupakan bentuk perlindungan alami tubuh untuk membatasi aktivitas guna mencegah terjadinya kelelahan kronis atau overwork [15].

### Implikasi Teoritis

Secara teoritis, hasil penelitian ini mendukung prinsip ergonomi sistemik di mana interaksi antara faktor manusia, peralatan, dan

lingkungan kerja menentukan performa kesehatan tenaga kerja [1], [4]. Penemuan bahwa CMDQ dan CVL secara simultan memengaruhi SSRT menunjukkan pentingnya pendekatan ergonomi holistik yang mempertimbangkan aspek postural dan fisiologis secara bersamaan [14]. Temuan ini juga memperkuat model kelelahan kerja multidimensional di mana kelelahan merupakan hasil interaksi kompleks antara tuntutan tugas fisik dan beban mental [21].

Lebih lanjut, hubungan yang signifikan antara postur kerja dan beban kerja kardiovaskular dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa kelelahan tidak dapat dipandang secara parsial. Intervensi ergonomi yang hanya berfokus pada perbaikan postur tanpa memperhatikan kapasitas fisiologis pekerja tidak akan efektif dalam menurunkan risiko kelelahan secara total [9]. Pendekatan integratif yang mengombinasikan penilaian biomekanik, fisiologis, dan subjektif terbukti lebih akurat dalam mendiagnosis risiko kelelahan pada industri manufaktur [16].

#### Implikasi Praktis

Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan dasar bagi penerapan intervensi ergonomi yang kontekstual di industri kecil-menengah seperti PD Jangkar. Berdasarkan hasil analisis CMDQ, disarankan adanya penyesuaian tinggi meja kerja dan penggunaan alat bantu mekanis untuk mengurangi kebutuhan membungkuk yang berlebihan [19]. Pada aspek fisiologis, penerapan sistem rotasi kerja direkomendasikan untuk menurunkan beban otot statis dan fluktuasi denyut nadi yang ekstrem [6].

Studi literatur menunjukkan bahwa penerapan intervensi ergonomi yang tepat dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal dan kelelahan subjektif secara signifikan dalam jangka panjang [15]. Hasil penelitian ini memperkuat bukti empiris bahwa kombinasi antara redesain stasiun kerja, rotasi tugas, dan program peregangan ringan merupakan strategi efektif yang dapat diterapkan tanpa investasi besar. Selain itu, kuesioner penilaian mandiri seperti SSRT dapat digunakan sebagai alat pemantauan rutin untuk mendorong perilaku

kerja yang lebih adaptif terhadap kapasitas fisik individu [2].

---

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini secara empiris menunjukkan bahwa kelelahan kerja pada pekerja industri kerupuk PD Jangkar merupakan hasil dari interaksi antara faktor postural (CMDQ) dan fisiologis (CVL), yang secara simultan memengaruhi tingkat kelelahan subjektif pekerja (SSRT). Hasil analisis menunjukkan adanya hubungan signifikan dan positif antara postur kerja dengan kelelahan ( $r = 0,68$ ;  $p < 0,05$ ), serta hubungan yang sangat kuat antara beban kerja fisik dengan kelelahan ( $r = 0,81$ ;  $p < 0,01$ ). Hal ini menegaskan bahwa kelelahan tidak hanya dipengaruhi oleh posisi tubuh saat bekerja, tetapi juga oleh tingkat beban kardiovaskular yang dialami pekerja selama aktivitas produksi.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya jumlah sampel yang terbatas pada satu industri serta sifat pengukuran yang bersifat potret waktu (cross-sectional). Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan menggunakan desain longitudinal dan pengukuran berbasis sensor digital untuk memantau kelelahan secara real-time. Selain itu, eksplorasi faktor lingkungan kerja seperti suhu, kebisingan, dan getaran dapat memperkaya pemahaman terhadap determinan kelelahan kerja.

Sebagai penutup, penelitian ini menegaskan pentingnya pendekatan ergonomi integratif untuk meningkatkan kesejahteraan dan produktivitas pekerja di industri padat karya. Penerapan hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung terciptanya sistem kerja yang lebih manusiawi, efisien, dan berkelanjutan dalam kerangka pembangunan industri nasional yang berorientasi pada keselamatan dan kesehatan kerja.

---

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] K. Viatina, M. Tejamaya, and B. Widanarko, "MUSCULOSKELETAL DISORDERS RISK ASSESSMENT AMONG SMALL TOFU FACTORY WORKERS IN TANGERANG CITY: AN INDONESIAN CASE STUDY,"

- Indones. J. Public Health*, vol. 19, no. 1, pp. 183–195, Mar. 2024, doi: 10.20473/ijph.v19i1.2024.183-195.
- [2] J. Patel and T. Ghosh, “An ergonomic evaluation of the prevalence of musculoskeletal disorders among fish processing workers of Suri,” *Biomedicine*, vol. 43, no. 1, pp. 21–25, Feb. 2023, doi: 10.51248/v43i1.2565.
- [3] J. W. Kim, D. K. Lee, and B. Y. Jeong, “Comparison of Exposure Time to Hazards Between Pain Complainants and Non-Complainants Among Food Manufacturing Production Workers, and Factors Influencing Musculoskeletal Pain,” *Appl. Sci.*, vol. 15, no. 8, p. 4366, Apr. 2025, doi: 10.3390/app15084366.
- [4] H. Kamijantono, M. M. Sebayang, and A. Lesmana, “Risk Factors and Ergonomic Influence on Musculoskeletal Disorders in the Work Environment,” *J. Medihealthico*, vol. 5, no. 3, pp. 660–670, Aug. 2024, doi: 10.37899/journallamedihealthico.v5i3.1413.
- [5] G. M. Mohan, P. Ashok, and G. N. Pandi, “Prevalence of Musculoskeletal Disorders (MSDs) among workers in Pump Manufacturing Industry,” *Int. J. RECENT TRENDS Eng. Res.*, vol. 5, no. Special Issue 1, pp. 212–220, 2019, doi: 10.23883/IJRTER.CONF.20190322.026.JOCWA.
- [6] S. Vosoughi, P. Niazi, J. Abolghasemi, and M. Sadeghi-Yarandi, “The relationship between the level of postural stress, Musculoskeletal Disorders, and chronic fatigue: A case study in the dairy industry,” *Work*, vol. 78, no. 3, pp. 771–781, Jul. 2024, doi: 10.3233/WOR-230309.
- [7] Joko Susetyo, R. Turnip, and P. Wisnubroto, “ANALISIS BEBAN KERJA FISIK DAN MENTAL PEKERJA PADA PROSES VULKANISIR BAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE CARDIOVASCULAR LOAD (CVL) DAN NASA-TLX,” *J. Rekavasi*, vol. 10, no. 2, pp. 37–46, Feb. 2023, doi: 10.34151/rekavasi.v10i2.4182.
- [8] Arby Yudha Maulana and Ferida Yuamita, “ANALISIS KELELAHAN KERJA OPERATOR PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE CARDIOVASCULAR LOAD (CVL) DAN INDUSTRIAL FATIGUE RESEARCH COMMITTEE (IFRC) (Studi kasus PT. Alis Jaya Cipta Tama),” *J. Cakrawala Ilm.*, vol. 2, no. 11, pp. 4141–4152, Jul. 2023, doi: 10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v2i11.6120.
- [9] L.-K. Lunde, M. Koch, K. Veiersted, G.-H. Moen, M. Wærsted, and S. Knardahl, “Heavy Physical Work: Cardiovascular Load in Male Construction Workers,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 13, no. 4, p. 356, Mar. 2016, doi: 10.3390/ijerph13040356.
- [10] C. R. Ardana and I. Iftadi, “Work System Improvement Based NASA-TLX and SSRT to Reduce Mental Workload and Work Fatigue,” *Teknoin*, vol. 30, no. 1, Aug. 2025, doi: 10.20885/teknoin.vol30.iss1.art4.
- [11] F. S. Putrisani, A. E. Nugraha, and D. Herwanto, “Analisis Kelelahan Kerja Subjektif dengan Menggunakan Kuesioner Subjective Self Rating Test,” *STRING Satuan Tulisan Ris. Dan Inov. Teknol.*, vol. 7, no. 3, p. 258, Apr. 2023, doi: 10.30998/string.v7i3.14485.
- [12] J. Kang, F. Sasangohar, and R. K. Mehta, “Current state of worker fatigue assessment and associated recommendations in oil and gas and petrochemical industries,” *Proc. Hum. Factors Ergon. Soc. Annu. Meet.*, vol. 65, no. 1, pp. 1593–1597, Sep. 2021, doi: 10.1177/1071181321651207.
- [13] P. P. Heng, H. Mohd Yusoff, and R. Hod, “Individual evaluation of fatigue at work to enhance the safety performance in the construction industry: A systematic review,” *PLOS ONE*, vol. 19, no. 2, p. e0287892, Feb. 2024, doi: 10.1371/journal.pone.0287892.
- [14] Pindi Dwi Irwansyah and Shintia Yunita Arini, “Correlation between individual characteristics, physical workload, and mental workload on operational workers in terminal Jamrud Surabaya,” *World J. Adv. Res. Rev.*, vol. 21, no. 2, pp. 1639–1643, Feb. 2024, doi: 10.30574/wjarr.2024.21.2.0581.
- [15] Adi Nugroho and Amalia, “STUDY OF PHYSICAL AND MENTAL

- WORKLOAD IN THE SMALL-SCALE TOFU INDUSTRY: AN ERGONOMIC PERSPECTIVE USING CARDIOVASCULAR LOAD AND NASA-TLX,” *MORFAI J.*, vol. 5, no. 1, pp. 519–528, Mar. 2025, doi: 10.54443/morfai.v5i1.2653.
- [16] M. F. Rasyid, “RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICAL WORKLOAD, SLEEP QUALITY, WORK CLIMATE, AND NOISE LEVEL WITH WORK FATIGUE IN ROLLING MILL WORKERS IN SIDOARJO STEEL INDUSTRY,” *Indones. J. Public Health*, vol. 17, no. 2, pp. 319–330, Jul. 2022, doi: 10.20473/ijph.v17i2.2022.319-330.
- [17] E. Melkani, K. Singh, and M. Mehta, “Reviewing interventions to enhance comfort and productivity of workers in Enterprises,” *ASIAN J. HOME Sci.*, vol. 15, no. 2, pp. 419–423, Dec. 2020, doi: 10.15740/HAS/AJHS/15.2/419-423.
- [18] O. Adiyanto *et al.*, “Application of Nordic Body Map and Rapid Upper Limb Assessment for Assessing Work-related Musculoskeletal Disorders: A case study in Small and Medium Enterprises,” *Int. J. Integr. Eng.*, vol. 14, no. 4, Jun. 2022, doi: 10.30880/ijie.2022.14.04.002.
- [19] Silviana, A. Hardianto, N. Fuhaid, and D. Hermawan, “Designing the Ergonomic Press and Molding Machine of Cassava Chips for Sustainable Development in SMEs,” *Pertanika J. Sci. Technol.*, vol. 29, no. 3, Jul. 2021, doi: 10.47836/pjst.29.3.24.
- [20] R. Esmacili, M. Shakerian, S. V. Esmacili, M. Jalali, A. B. Pouya, and A. Karimi, “A multicomponent quasi-experimental ergonomic interventional study: long-term parallel four-groups interventions,” *BMC Musculoskelet. Disord.*, vol. 24, no. 1, p. 107, Feb. 2023, doi: 10.1186/s12891-023-06220-4.
- [21] I. S. Hasanah and A. A. Nugroho, “Analysis of Mental and Physical Workload on Kerupuk Sehati Factory Employees,” vol. 20, no. 2, 2024.

( Halaman ini sengaja dikosongkan )

