
**BEBAN KERJA DAN KELUHAN SISTEM MUSCULOSKELETAL
PADA AKTIVITAS PENGELASAN DI UD SAMIASIH**

**Olivia Suci Fajriati^{1*}, Oktafia Nur Ramadhani², Faiq Nauval Aziz³,
Ahmad Saeful Aziz⁴, Siswiyanti⁵**

^{1,2,3,4,5}Teknik Industri Universitas Pancasakti Tegal

Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal Jl. Halmahera KM 1 Tegal

*Email korespondensi: oliviasucifa@gmail.com

ABSTRAK

Pekerjaan pengelasan yang dilakukan dalam posisi jongkok untuk waktu yang lama dapat memicu masalah *musculoskeletal*, kelelahan kerja, dan penurunan tingkat produktivitas pekerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak perbaikan sikap kerja dari posisi jongkok ke posisi duduk di atas dingklik terhadap pengurangan masalah *musculoskeletal*, kelelahan kerja, dan peningkatan produktivitas pada aktivitas pengelasan. Metode penelitian yang dipakai adalah eksperimen dengan desain subjek yang sama, di mana subjek yang berfungsi sebagai kontrol juga menjadi bagian dari subjek yang diujikan. Penelitian ini melibatkan 10 tukang las dengan menganalisis kondisi kerja sebelum dan setelah perbaikan sikap. Analisa pengukuran yang digunakan untuk pengukuran *musculoskeletal* menggunakan kuesioner *Nordic Body Map*, pengukuran kelelahan menggunakan *30 Item Self Rating Questionnaire Industrial Fatigue Research Committee* dari *Japan Association Of Industrial Health* dan untuk pengukuran produktivitas menggunakan rasio denyut yang dihasilkan dibagi dengan jumlah output selama pengukuran. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan sikap kerja dari jongkok menjadi duduk di dingklik dapat mengurangi keluhan muskuloskeletal dan kelelahan kerja, serta mendongkrak produktivitas. Rata-rata keluhan muskuloskeletal turun sebesar 35,88%, kelelahan kerja menurun hingga 37,99%, dan produktivitas meningkat sekitar 15,38%. Perbaikan cara kerja menggunakan dingklik terbukti lebih ergonomis, sehingga mampu meminimalkan keluhan *musculoskeletal*, menurunkan tingkat kelelahan kerja, dan meningkatkan produktivitas pekerja.

Kata kunci: beban kerja; *musculoskeletal*; tukang las

PENDAHULUAN

Pertumbuhan usaha dagang di Indonesia terus mengalami perkembangan, termasuk dalam bidang jasa pengelasan yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan di sektor konstruksi. Sebagian besar pekerjaan las masih dilakukan dengan tangan, sehingga memiliki tingkat risiko kerja yang tinggi. Proses pengelasan membutuhkan tingkat ketelitian yang tinggi, kekuatan fisik yang baik, serta sikap duduk atau berdiri dalam posisi yang tidak berubah selama waktu yang lama, sehingga meningkatkan beban kerja bagi para pekerja (Taslim et al., 2021). Beban kerja yang melebihi kemampuan pekerja bisa menyebabkan berbagai masalah fisik dan postur tubuh, salah satunya adalah keluhan pada sistem tulang dan otot. Keluhan tersebut mencakup rasa sakit, kram, serta rasa tidak nyaman di bagian otot, sendi, dan area tubuh lainnya. Pekerja yang melakukan pekerjaan las memiliki risiko tinggi mengalami masalah pada sistem *musculoskeletal* karena sering bekerja dalam posisi membungkuk, jongkok, dan posisi kerja yang tidak nyaman selama waktu yang lama (Duwi Prasetyo et al., 2023). Kondisi di tempat kerja, seperti suhu yang terlalu panas, cahaya yang tidak cukup, serta paparan radiasi dan getaran selama proses las, bisa membuat tubuh pekerja menjadi tidak sehat. Akibatnya, pekerja mungkin merasa lebih lelah, hasil kerja mereka bisa berkurang, dan kemungkinan terkena cedera kerja juga semakin tinggi (Okumus et al., 2023).

UD Samiasih Kota Tegal adalah usaha pengelasan yang masih mengandalkan pekerjaan secara manual dengan tingkat kegiatan kerja yang cukup tinggi. Hasil pengamatan awal menunjukkan bahwa pekerja masih duduk berjongkok dalam jangka waktu yang cukup lama dan belum menerapkan prinsip ergonomi dengan baik. Kondisi tersebut bisa menyebabkan masalah tulang belakang dan rasa lelah saat bekerja bagi para pekerja, penelitian sebelumnya biasanya hanya membahas keluhan mengenai masalah otot dan tulang atau rasa lelah karena bekerja las (Amalia et al., 2021). Penelitian sejenis dilakukan oleh Cipto Sugiono (2025) tentang perubahan postur duduk (statis) menjadi postur duduk-berdiri (dinamis) untuk meningkatkan produktivitas Batik Tulis dan penelitian tentang dampak perubahan postur kerja pada kegiatan pengelasan dengan menggunakan metode OWAS (*Ovako Working Posture Analysis System*) (Octavia & Iriani, 2025). Inovasi penelitian ini adalah dengan menganalisis perubahan sikap kerja tukang las dari posisi jongkok menjadi posisi duduk di atas dingklik untuk melihat dampaknya terhadap keluhan *musculoskeletal*, rasa lelah, dan tingkat produktivitas kerja mereka. Penelitian ini diperlukan untuk meningkatkan kenyamanan dan keselamatan kerja, serta memperbaiki kesehatan dan produktivitas para pekerja pengelasan di UD Samiasih Kota Tegal.

Berdasarkan kondisi tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui dampak perubahan dari posisi kerja jongkok menjadi duduk di atas dingklik terhadap keluhan pada sistem *musculoskeletal*, rasa lelah saat bekerja, serta tingkat produktivitas para pekerjaan pengelasan di UD Samiasih Kota Tegal, sehingga tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar penurunan keluhan *musculoskeletal*, kelelahan dan peningkatan produktivitas setelah dilakukan perbaikan/perubahan sikap kerja tukang las jongkok (kelompok kontrol) menjadi duduk di atas dingklik (kelompok eksperimen).

METODE PENELITIAN

Bahan untuk pengukuran keluhan *Musculoskeletal* menggunakan *Nordic Body Map Subjective Filling*, pengukuran tingkat kelelahan dengan *30 Item Self Rating Questionnaire* dari *Industrial Fatigue Research Committee Japan Association Of Industrial Health*, pengukuran detak jantung dengan *stopwatch*, dan pengukur logam untuk mengevaluasi peralatan kerja. Analisis data yang diperoleh dari kuesioner dilakukan dengan menggunakan program *Statistical Program for Social Science* (SPSS) Versi 16 untuk *windows*. Proses analisis dibagi menjadi

tiga langkah, yaitu analisis kuantitatif, uji normalitas, dan uji beda: (1) analisis kuantitatif menghitung rata-rata dan deviasi standar untuk setiap kriteria, yaitu usia, tinggi badan, dan berat badan, (2) uji normalitas: diterapkan menggunakan Uji *Kolmogorov-Smirnov* (dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$), dan (3) uji beda: menggunakan uji beda dua kelompok berpasangan dengan taraf signifikansi ($\alpha=0,05$). Apabila data memiliki distribusi normal, maka uji t berpasangan dipakai. Jika data tidak terdistribusi normal, maka digunakan uji *Wilcoxon*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Karakteristik Subjek

Subjek penelitian yang terdiri dari 10 orang laki-laki yang sedang melakukan pengelasan. Deskripsi subjek disajikan dalam tabel 1 yang menyebutkan bahwa umur subjek diperoleh rata-rata 51,5 tahun $\pm$ 2,84 tahun dengan rentang 46-56 tahun. Tinggi badan subjek diperoleh rata-rata 1,682 m $\pm$ 0,03 m dengan kisaran 1,63-1,72 meter. Rata-rata berat badan subjek diperoleh 57,8 $\pm$ 5,51 kg dengan rentangan 53-69 kilogram. Pengalaman kerja subjek didapat rerata 7,8 th $\pm$ 0,42 th dengan rentangan 7-8 tahun. Nilai Body Mass Index didapat rerata 20,63 $\pm$ 1,81 dan satu BMI pekerja normal.

Tabel 1. Deskripsi Subjek

Aspek	Rerata	Laki-laki	
		SB	Rentangan
Usia (tahun)	51,5	2,84	46-56
Tinggi badan (m)	1,68	0,03	1,63-1,72
Berat badan (kg)	57,8	5,51	53-69
Lamanya bekerja (tahun)	7,8	0,42	7-8
Body Mass Index	20,63	1,81	18,56-23

2. Sikap Kerja

Sikap kerja mengelas dengan posisi jongkok adalah sikap atau posisi tubuh pada saat mengelas dengan posisi jongkok, bahan yang dikerjakan diletakan di depan tubuh, atau diletakan di tanah selanjutnya sikap tubuh pengrajin membungkuk menyesuaikan dengan bahan/alat yang dikerjakan. Posisi lutut (kaki) tukang las ditekuk dan kadang lurus ke depan. Sikap tukang las dengan jongkok dan di atas dingklik dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Postur Tukang Las Jongkok

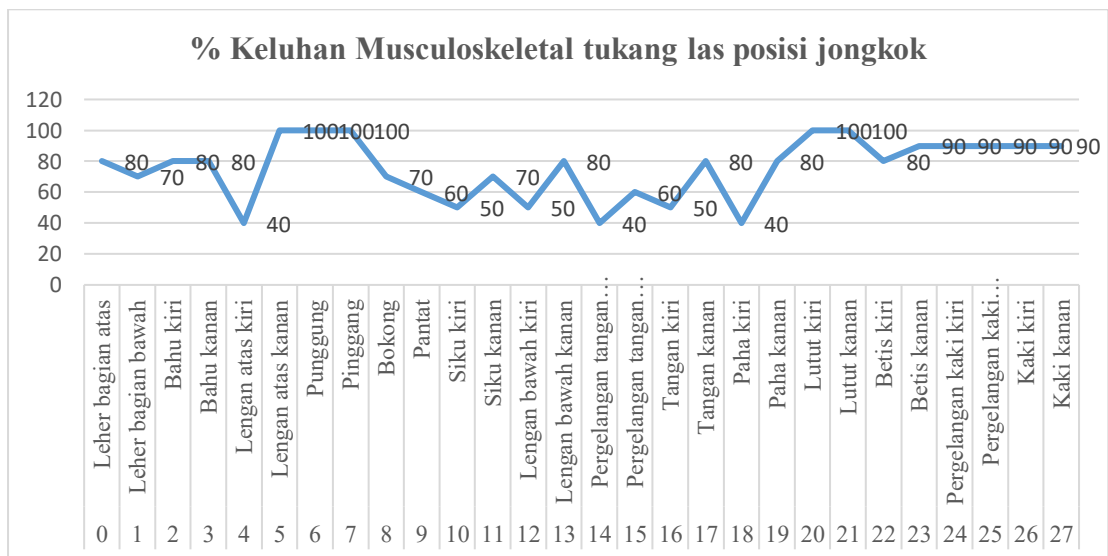


Gambar 2. Postur Tukang Las Duduk di atas Dingklik

- a. Sikap kerja duduk di atas dingklik adalah posisi tubuh saat melakukan pekerjaan dengan duduk di atas bangku kecil, di mana bahan kerja ditempatkan di depan tubuh. Dalam posisi ini, tubuh pekerja cenderung membungkuk mengikuti letak bahan atau alat yang digunakan. Posisi kaki biasanya ditekuk, namun terkadang juga diluruskan ke depan.

3. Keluhan Akibat Sistem *Musculoskeletal* Tukang Las Posisi Jongkok

Pengukuran menggunakan *Nordic Body Map* yang dilakukan sesudah bekerja ternyata dari 10 tukang las merasakan sakit pada tingkat keluhan : 100% merasakan sakit pada bagian lengan atas kanan, punggung, pingang, lutut kiri dan kanan ; 90% merasakan sakit pada tubuh bagian pergelangan kaki kanan dan kiri serta kaki kanan dan kaki kiri



Gambar 3. Grafik Keluhan *Musculoskeletal* Tukang Las pada Posisi Jongkok

4. Keluhan Tukang Las Akibat Kelelahan Pada Posisi Jongkok

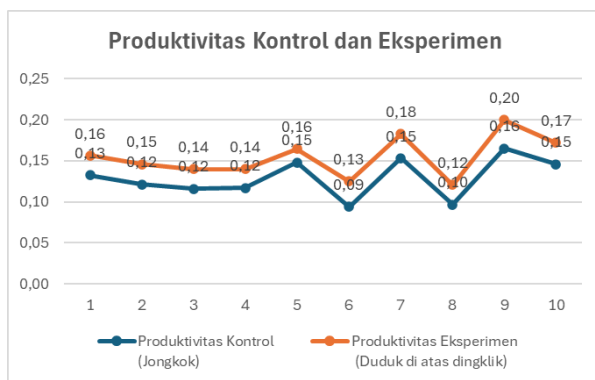
Pengukuran kelelahan dilakukan dengan menggunakan kuesioner berisi 30 pertanyaan yang mencakup aspek pelemahan kegiatan, motivasi, dan pelemahan fisik. Hasil pengukuran sebelum bekerja menunjukkan bahwa sebanyak 10 tukang las tidak mengalami keluhan kelelahan. Sementara itu, hasil pengukuran setelah bekerja menunjukkan bahwa dari 10 tukang las mengalami tingkat kelelahan yang meliputi pelemahan kegiatan sebesar 76%, pelemahan motivasi sebesar 33%, dan pelemahan fisik sebesar 73%

Tabel 2. Kelelahan pada posisi jongkok

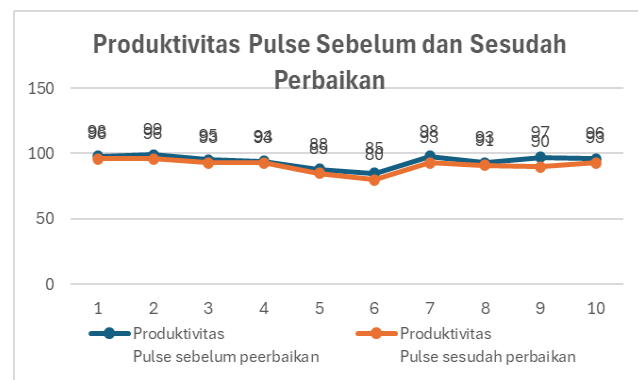
kelelahan	pelemahan kegiatan	pelemahan motivasi	pelemahan fisik
kontrol (%)	76	33	73

5. Produktivitas Posisi Tukang Las Jongkok dan Duduk Diatas Dingklik

Produktivitas tukang las jongkok merupakan perbandingan antara jumlah hasil kerja dengan jumlah denyut nadi (*pulse*). Berdasarkan pengukuran terhadap 10 tukang las yang bekerja dengan posisi jongkok, diperoleh nilai rata-rata produktivitas sebesar $0,13 \pm 0,02$. Rata-rata denyut nadi yang tercatat adalah 94,3 BPM sehingga dapat disimpulkan bahwa aktivitas tersebut termasuk dalam kategori beban kerja ringan. Produktivitas tukang las duduk diatas dingklik merupakan perbandingan antara jumlah hasil kerja dengan jumlah denyut nadi (*pulse*). Berdasarkan pengukuran terhadap 10 tukang las yang bekerja dengan posisi duduk di atas dingklik, diperoleh nilai rata-rata produktivitas sebesar $0,15 \pm 0,03$. Rata-rata denyut nadi yang tercatat adalah 91 BPM, sehingga dapat disimpulkan bahwa aktivitas tersebut termasuk dalam kategori beban kerja sangat ringan.



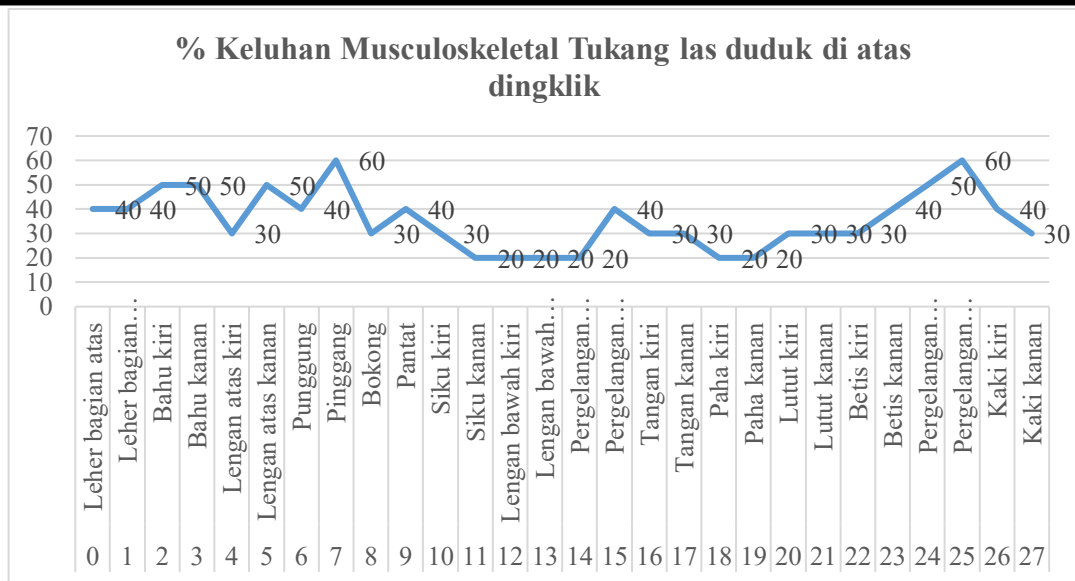
Gambar 4 Grafik Produktivitas Kontrol dan Eksperimen



Gambar 5 Grafik Produktivitas Pulse Sebelum dan Sesudah Perbaikan

6. Keluhan Sistem *Musculoskeletal* Tukang Las Posisi Duduk di Atas Dingklik

Pengukuran dilakukan dengan kuesioner *Nordic Body Map* sebelum bekerja, menunjukkan bahwa 10 tukang las tidak mengalami keluhan nyeri pada bagian tubuh. Sementara itu, hasil pengukuran setelah bekerja menunjukkan bahwa dari 10 tukang las mulai merasakan keluhan nyeri dengan tingkat sebagai berikut : 50% merasakan sakit lengan atas kanan, 40% punggung, 60% pinggang, 30% merasakan sakit pada bagian lutut kiri dan kanan ; 40% pada bagian betis kanan dan kaki kiri, 50% pergelangan kaki kiri, 60% pergelangan kaki kanan dan 30% kaki kanan.



Gambar 6. Grafik Keluhan *Musculoskeletal* Tukang Las pada posisi duduk diatas dingklik

7. Keluhan Akibat Kelelahan Posisi Tukang Las Duduk Di Atas Dingklik

Pengukuran kelelahan dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang terdiri dari 30 pertanyaan yang mencakup aspek pelemahan kegiatan, motivasi, dan pelemahan fisik. Hasil pengukuran sebelum bekerja menunjukkan bahwa 10 tukang las tidak mengalami keluhan kelelahan. Sementara itu, hasil pengukuran setelah bekerja menunjukkan bahwa dari 10 tukang las mengalami tingkat kelelahan yang meliputi pelemahan kegiatan 25%, pelemahan motivasi 11%, dan pelemahan fisik 26%.

Tabel 3. Kelelahan posisi tukang las duduk diatas dingklik

kelelahan	pelemahan kegiatan	pelemahan motivasi	pelemahan fisik
eksperimen (%)	25	11	26

8. Selisih Tingkat Keluhan *Musculoskeletal*, Kelelahan, dan Produktivitas

Pengukuran perbedaan dilakukan dengan membandingkan rata-rata nilai dari kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Nilai perbedaan didapatkan dengan mengurangi rata-rata kelompok kontrol dari rata-rata kelompok eksperimen, lalu dihitung persentase penurunan atau peningkatannya.

Hasil pengukuran menunjukkan keluhan pada sistem *musculoskeletal* mengalami penurunan sebesar 22,10 atau 35,88%. Kelelahan mengalami penurunan sebesar 23,10 atau 37,99%. Sementara itu, produktivitas kerja meningkat sebesar 0,02 atau 14,16% setelah pekerja diubah posisinya dari jongkok menjadi duduk di atas dingklik.

Tabel 4. Selisih Pengukuran *Musculoskeletal*, Kelelahan dan Produktivitas

sampel	Keluhan <i>Musculoskeletal</i>			Kelelahan			produktivitas		
	Kontrol	Eksperimen	Selisih	Kontrol	Eksperimen	Selisih	Kontrol	Eksperimen	Selisih
1	58,00	38,00	20,00	77,00	38,00	39,00	0,13	0,16	0,02
2	59,00	44,00	15,00	55,00	35,00	20,00	0,12	0,15	0,02
3	61,00	38,00	23,00	58,00	34,00	24,00	0,12	0,14	0,02
4	69,00	38,00	31,00	73,00	34,00	39,00	0,12	0,14	0,02
5	81,00	42,00	39,00	57,00	34,00	23,00	0,15	0,16	0,02
6	58,00	37,00	21,00	54,00	43,00	11,00	0,09	0,13	0,03

sampel	Keluhan <i>Musculoskeletal</i>			Kelelahan			produktivitas		
	Kontrol	Eksperimen	Selisih	Kontrol	Eksperimen	Selisih	Kontrol	Eksperimen	Selisih
7	56,00	38,00	18,00	59,00	30,00	29,00	0,15	0,18	0,03
8	54,00	35,00	19,00	70,00	48,00	22,00	0,10	0,12	0,02
9	60,00	43,00	17,00	54,00	42,00	12,00	0,16	0,20	0,04
10	60,00	42,00	18,00	51,00	39,00	12,00	0,15	0,17	0,03
Jumlah	616,00	395,00	221,00	608,00	377,00	231,00	1,29	1,55	0,26
average	61,60	39,50	22,10	60,80	37,70	23,10	0,13	0,15	0,03
stdev	7,88	2,99		9,09	5,40		0,02	0,03	

Berdasarkan tabel 4. di atas, diperoleh nilai rata-rata perbandingan setiap variabel antara kelompok kontrol (posisi kerja jongkok) dan kelompok eksperimen dengan perbaikan sikap kerja (duduk di atas dingklik). Produktivitas kerja diukur dengan menghitung Panjang pengelasan (cm) dibagi dengan dentak jantung (bpm), sehingga semakin tinggi nilai produktivitas berarti pekerja bisa menyelesaikan pekerjaan dengan lebih baik tanpa terlalu banyak usaha fisik. Hasil pengukuran menunjukkan rerata produktivitas saat posisi jongkok (kontrol) adalah 0,13, sedangkan saat duduk di atas bangku (eksperimen) meningkat menjadi 0,15. Ini menunjukkan bahwa memperbaiki posisi saat bekerja bisa membuat pekerja las lebih produktif.

Tabel 5. Nilai Rerata tiap Variabel

Aspek	Kelompok Kontrol	Kelompok eksperimen	Selisih	%	Keterangan
Keluhan <i>musculoskeletal</i>	61,60	39,50	-22,10	-35,88	Menurun
kelelahan	60,80	37,70	-23,10	-37,99	Menurun
produktivitas	0,13	0,15	0,02	14,16	Meningkat

B. Pembahasan

1. Uji Normalitas Terhadap Keluhan *Musculoskeletal*, Kelelahan, Dan Produktivitas

Uji normalitas dilakukan untuk menganalisis data kuisioner mengenai tingkat keluhan musculoskeletal pada kelompok kontrol sebelum beraktivitas, tingkat keluhan musculoskeletal pada kelompok eksperimen sebelum beraktivitas, tingkat musculoskeletal pada kelompok kontrol setelah aktivitas, tingkat musculoskeletal pada kelompok eksperimen setelah aktivitas, kelelahan pada kelompok kontrol sebelum beraktivitas, kelelahan pada kelompok eksperimen sebelum beraktivitas, kelelahan pada kelompok kontrol setelah aktivitas, kelelahan pada kelompok eksperimen setelah aktivitas, produktivitas pada kelompok kontrol sebelum beraktivitas, produktivitas pada kelompok eksperimen sebelum beraktivitas, produktivitas pada kelompok kontrol setelah aktivitas, dan produktivitas pada kelompok eksperimen setelah aktivitas. Uji normalitas ini bertujuan untuk menilai apakah sampel berasal dari populasi yang memiliki distribusi normal. Pengujian normalitas dengan Kolmogorov-Smirnov diperlihatkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Rerata, Simpang Baku Dan Uji Normalitas

Aspek	Rerata	Simpang Baku	<i>P</i>
Aspek keluhan <i>musculoskeletal</i> kelompok kontrol (jongkok)	61,60	7,88	0,191
Aspek kelelahan kelompok kontrol (jongkok)	60,80	9,90	0,057
Aspek produktivitas kelompok kontrol (jongkok)	0,13	0,02	0,930
Aspek keluhan <i>musculoskeletal</i> kelompok eksperimen (dingklik)	39,50	2,99	0,722
Aspek kelelahan kelompok eksperimen (dingklik)	37,70	5,40	0,608
Aspek produktivitas kelompok eksperimen (dingklik)	0,15	0,03	0,940

P = angka kemungkinan

Berdasarkan perhitungan, nilai *p* untuk semua aspek lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$), yang menunjukkan bahwa semua data terdistribusi normal.

2. Uji T Terhadap Keluhan *Musculoskeletal*, Kelelahan, Dan Produktivitas

Hasil uji normalitas data keseluruhan menunjukkan berdistribusi normal, maka analisis yang digunakan adalah uji *compare mean* yaitu dengan menggunakan uji *t* berpasangan (*Paired sample T-Test*). Hasil uji *t* untuk subjek ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Rerata, Beda Rerata, dan Uji T Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Aspek	Kelompok Kontrol	Kelompok eksperimen	Selisih	%	<i>t</i> hitung	<i>P</i>	Keterangan
Keluhan <i>musculoskeletal</i>	61,60	39,50	-22,10	-35,88	3,28	0,010	Menurun
kelelahan	60,80	37,70	-23,10	-37,99	7,129	0,001	Menurun
produktivitas	0,13	0,15	0,02	15,38	-19,000	0,001	Meningkat

Tabel 7 menunjukkan bahwa persepsi terhadap keluhan *musculoskeletal*, kelelahan, dan produktivitas pada sampel mendapatkan nilai probabilitas masing-masing sebesar kurang dari ($p < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelompok kontrol (metode kerja lama) dan kelompok eksperimen (metode kerja baru). Rerata perbedaan tingkat keluhan *musculoskeletal* antara kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen adalah 22,10, yang menunjukkan penurunan keluhan *musculoskeletal* sebesar 35,88%. Selisih rata-rata tingkat kelelahan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah 23,10, yang menunjukkan penurunan tingkat kelelahan sebesar 37,99%. Selisih rata-rata produktivitas antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah 0,02, yang menunjukkan peningkatan produktivitas sebesar 15,38%.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang didapatkan dan pengolahan data yang telah diperoleh, dapat disimpulkan bahwa:

- Banyaknya keluhan pada sistem *musculoskeletal* dan kelelahan yang dialami oleh tukang las saat bekerja dalam posisi jongkok adalah:
 - Persentase keluhan sistem *musculoskeletal* pada tukang las menunjukkan bahwa seluruh pekerja, yaitu 100%, mengalami rasa sakit di bagian lengan atas kanan, punggung,

- pinggang, serta lutut kiri dan kanan. Selain itu, 90% juga merasakan nyeri di betis kiri dan kanan, pergelangan kaki kiri dan kanan, serta pada kaki kiri dan kanan.
- b. Tingkat kelelahan tukang las saat berada dalam posisi jongkok mencakup penurunan kegiatan sebesar 76%, penurunan motivasi sebesar 33%, dan penurunan fisik sebesar 73%.
2. Banyaknya keluhan pada sistem *musculoskeletal* dan kelelahan yang dialami oleh tukang las saat duduk di atas dingklik adalah:
 - a. Persentase keluhan sistem *musculoskeletal* pada tukang las menunjukkan bahwa 50% pekerja merasakan nyeri di lengan atas kanan, 40% di punggung, 60% di pinggang, 30% di lutut kiri dan kanan, 40% di betis kanan dan kaki kiri, 50% di pergelangan kaki kiri, 60% di pergelangan kaki kanan, serta 30% di kaki kanan.
 - b. Tingkat kelelahan tukang las dalam posisi duduk di atas dingklik mencakup penurunan kegiatan sebesar 25%, penurunan motivasi sebesar 11%, dan penurunan fisik sebesar 26%.
 3. Perubahan posisi kerja tukang las dari jongkok menjadi duduk di atas dingklik dapat mengurangi keluhan pada sistem *musculoskeletal* dan kelelahan kerja serta meningkatkan produktivitas. Hal ini terlihat dari penurunan yang signifikan pada variabel keluhan *musculoskeletal* dan kelelahan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Selisih rata-rata keluhan *musculoskeletal* antara kelompok kontrol dan eksperimen adalah 22,10, yang menunjukkan penurunan keluhan *musculoskeletal* sebesar 35,88%. Selisih rata-rata kelelahan antara kelompok kontrol dan eksperimen adalah 23,10, yang menunjukkan pengurangan kelelahan sebesar 37,99%. Selisih rata-rata produktivitas antara kedua kelompok adalah 0,02, yang mencerminkan peningkatan produktivitas sebesar 15,38%.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, A., Tjahyono, R., Jazuli, J., & Syamwil, R. (2021). Work Posture Evaluation on Ergonomic "Colet" Workbench Design in Batik Coloring Process using Rapid Entire Body Assessment and Nordic Body Map. *OPSI*, 14(2), 136. <https://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/opsi/article/view/5302>
- Ardiyanti, N. P., Purnawati, S., Adiputra, N., Made, I., Dinata, K., Gusti, I., & Priambadi, N. (2022). Ergonomic Applications Reduce Fatigue, Musculoskeletal Complaints, Heat Radiation, And Increase Productivity Of Pig Rollers. *Devotion*. <https://devotion.greenvest.co.id/index.php/dev/article/view/210>.
- Hermawan, A., Adiputra, N., Putu, I., & Griadhi, A. (2022). Active Rest And Stretching Batik Dyeing Workers Reduce Musculoskeletal Complaints And Increase Productivity. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 8(1), 30–36. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jei/article/view/77247>
- Amalia, Z. (2023). *Hubungan beban kerja fisik dan lama kerja dengan keluhan muskuloskeletal pada pekerja bengkel las di wilayah Kusumodilagan Surakarta* [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta]. <https://eprints.ums.ac.id>
- Adil, A. S. (2023). *Pengaruh postur kerja dan beban kerja terhadap risiko nyeri punggung bawah pada juru las di PT. Industri Kapal Indonesia (Persero)* [Skripsi, Universitas Hasanuddin]. <https://repository.unhas.ac.id>

- Putro, W. G., Fadillah, H., Hasan, M., & Ilmi, A. F. (2021). *Hubungan umur, masa kerja dan posisi kerja terhadap keluhan muskuloskeletal disorders pada pekerja tukang las di Kecamatan Cipondoh tahun 2021* [Skripsi]. STIKes Widya Dharma Husada Tangerang. <https://stikeswdh.ac.id>
- Octavia, E. A., & Iriani. (2025). Analisis postur pekerja welder menggunakan metode Ovako Work Analysis System (OWAS) (Studi kasus: PT. Putra Jawamas Surabaya). *Jutin: Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(1), 227–234. <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jutin>
- Siswiyanti, & Sugiono, M. C. (2025). Perubahan postur duduk (statis) menjadi postur duduk-berdiri (dinamis) meningkatkan produktivitas batik tulis. *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI)*, 5(1), 265–271. <https://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id>
- Okumus, D., Fariya, S., Tamer, S., Gunbeyaz, S. A., Yildiz, G., Barlas, B., & Kurt, R. E. (2023). The impact of fatigue on shipyard welding workers' occupational health and safety and performance. *Ocean Engineering*, 285, 115296. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029801823011058>
- Montolalu, R. P. (2025). *Faktor yang berhubungan dengan kelelahan kerja pada pekerja PT Mars Symbioscience Indonesia* [Skripsi]. Universitas Hasanuddin. (Mencakup beban kerja fisik dan mental pada pekerja industri). <https://repository.unhas.ac.id>
- Apriliyanto, Y. T., Pradhana, C. A., Farhan, A., Irawan, C., & Ash, S. B. A. (2025). Optimalisasi kondisi kerja di bengkel las Desa Pawidean melalui analisis beban kerja mental dengan metode NASA-TLX. *Journal of Applied Mechanical Technology*, 4(1). <https://ejournal.undiksha.ac.id>
- Kandrina, A. A., & Asyfiradayati, R. (2023). *Gambaran tingkat kelelahan pada pekerja bengkel las di wilayah Kusumodilagan Surakarta* [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Surakarta. <https://eprints.ums.ac.id>
- Prasetyo, D., Sartika, & Bur, N. (2023). Determinan keluhan musculoskeletal disorders pada pekerja pengelasan di PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) Makassar. *Window of Public Health Journal*, 4(2). <https://jurnal.fkm.umi.ac.id/index.php/woph>
- Taslim, R., & Afifah, A. U. (2021). Beban Kerja Fisik dan Mental Welder Menggunakan Metode Nordic Body Map dan Metode NASA TLX. *Jurnal Teknik Industri (Jurnal Teknik Industri)*, UIN Suska Riau. <https://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin>
- Amy Shareena, A. M. (2021). *The influence of ergonomics factors on musculoskeletal disorders (MSDS) in manufacturing company* [Tesis]. Universiti Utara Malaysia. <https://etd.uum.edu.my/>
- Damayanti, D., Hasibuan, B., Ramli, S., & Sugiarto. (2024). Analisis kelelahan kerja dan pengetahuan pada welder terhadap produktivitas kerja dan kinerja karyawan di PT IHI Power Service Indonesia. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 9(6). <https://jurnal.syntaxliterate.co.id/index.php/syntax-literate>
- Dina, A. B., Yuliati, & Gafur, A. (2024). Faktor yang berhubungan dengan keluhan musculoskeletal disorders pada pekerja PT. Industri Kapal Indonesia. *Window of Public Health Journal*, 5(6). <https://jurnal.fkm.umi.ac.id/index.php/woph>
- Alfonso, I. E., Widodo, L., & Sukania, I. W. (2022). Analisa beban kerja fisik dan mental untuk menentukan jumlah pekerja optimal di PT X. *Jurnal Manajemen Teknologi dan Industri (JMTI)*. <https://journal.ubm.ac.id/index.php/jmti>
- Patandung, L. N., & Widowati, E. (2022). Indeks massa tubuh, kelelahan kerja, beban kerja fisik dengan keluhan gangguan muskuloskeletal. *HIGEIA: Journal of Public Health*

Research and Development, 6(1), 126–136. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/higeia>.

Sanger, A. Y., & Paat, P. (2023). Beban kerja dan keluhan musculoskeletal disorders (MSDs) pada petani kelapa. *Klabat Journal of Nursing*, 5(2), 83–89. <https://ejournal.unklab.ac.id/index.php/kjn>