



ANALISIS RISIKO ERGONOMI DAN KELUHAN MSDs PADA AKTIVITAS LIFTING TO POSITIONING INSTALASI OUTDOOR AC

Achmad Ardy Raihan Imannudin Wicaksono¹, Pipit Sari Puspitorini², Ismi Yayuk Rakhmawati³

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Majapahit, Jl.
Raya Jabon, Kec. Mojoanyar, Kab. Mojokerto, Jawa Timur.

¹aariwicaksono2022@unim.ac.id, ²puspitorini_ie@unim.ac.id, ³ismi@unim.ac.id

ABSTRAK

Pemasangan *outdoor air conditioner* (AC) merupakan aktivitas *manual handling* dengan risiko ergonomi tinggi, terutama pada tahap *lifting to positioning* yang melibatkan postur kerja tidak netral. Pada praktiknya, teknisi sering bekerja di ruang terbatas atau pada lokasi pemasangan di ketinggian sehingga berisiko mengalami *musculoskeletal disorders* (MSDs), kelelahan kerja, dan cedera. Studi ini bertujuan menganalisis risiko ergonomi postur kerja, keluhan MSDs, serta hubungan antara keduanya pada teknisi AC *home service*. Penelitian menggunakan metode observasional analitik dengan pendekatan kuantitatif terhadap 10 teknisi. Risiko ergonomi postur kerja dinilai menggunakan *Workplace Ergonomic Risk Assessment* (WERA) berdasarkan observasi video, sedangkan keluhan MSDs diukur menggunakan *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire* (CMDQ). Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan uji korelasi Spearman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar postur kerja berada pada kategori risiko sedang hingga tinggi, dengan keluhan MSDs yang dominan pada punggung bawah, bahu, dan leher. Uji Spearman menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara risiko ergonomi postur kerja dan keluhan MSDs. Temuan ini menunjukkan perlunya perbaikan metode kerja dan penerapan prinsip ergonomi untuk mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal pada teknisi instalasi AC.

Kata kunci : CMDQ, *Ergonomics Risk*, *Lifting to Positioning*, MSDs, WERA

ABSTRACT

Installing outdoor air conditioners (AC) is a manual handling activity with high ergonomic risks, particularly during the lifting to positioning stage, which involves non-neutral working postures. In practice, technicians often work in confined spaces or at heights, putting them at risk of musculoskeletal disorders (MSDs), work fatigue, and injury. This study aims to analyze the ergonomic risks of work postures, MSD complaints, and the relationship between the two in home AC service technicians. The study used an observational analytical method with a quantitative approach involving 10 technicians. Ergonomic risks of work postures were assessed using the Workplace Ergonomic Risk Assessment (WERA) based on video observation, while MSD complaints were measured using the Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ).

Data were analyzed using descriptive statistics and the Spearman correlation test. The results showed that most work postures were categorized as moderate to high risk, with MSD complaints predominantly affecting the lower back, shoulders, and neck. The Spearman correlation test showed a significant positive relationship between ergonomic risks of work postures and MSD complaints. These findings indicate the need for improved work methods and the application of ergonomic principles to reduce the risk of musculoskeletal disorders in AC installation technicians.

Keyword : CMDQ, Ergonomics Risk, Lifting to Positioning, MSDs, WERA

1. PENDAHULUAN

Pekerjaan *instalasi outdoor air conditioner* (AC) merupakan salah satu bentuk pekerjaan *manual handling* yang memiliki tingkat risiko ergonomi yang cukup tinggi [1]. Aktivitas ini melibatkan proses pengangkatan, pemindahan, dan penempatan unit *outdoor* AC yang umumnya memiliki bobot cukup besar dan dilakukan secara manual oleh teknisi. Berbeda dengan pekerjaan industri yang umumnya memiliki standar lingkungan kerja yang relatif terkendali, pekerjaan *instalasi outdoor* AC pada sektor *home service* sering kali dilakukan pada kondisi lingkungan yang bervariasi, seperti ruang sempit, perbedaan elevasi pemasangan, serta keterbatasan alat bantu kerja. Kondisi tersebut menuntut pekerja untuk beradaptasi secara cepat, sering kali dengan mengorbankan postur kerja yang ergonomis [2]. Studi dari [3] *manual handling* menyumbang sekitar 17 % dari semua cedera di tempat kerja, termasuk cedera muskuloskeletal akibat aktivitas seperti mengangkat, membawa, dan memindahkan beban secara manual. Salah satu tahapan paling kritis dalam pekerjaan *instalasi outdoor* AC adalah aktivitas transisi kerja *lifting to positioning*, yaitu fase perpindahan dari mengangkat unit outdoor menuju proses penyesuaian dan penempatan unit pada bracket. Pada fase ini, pekerja tidak hanya harus menahan beban, tetapi juga mengontrol keseimbangan tubuh, mengatur posisi tangan dan kaki, serta menyesuaikan orientasi tubuh terhadap lokasi pemasangan. Aktivitas transisi ini bersifat dinamis, singkat, namun berisiko tinggi, karena perubahan postur yang cepat sering kali menyebabkan pekerja berada pada posisi tubuh yang tidak netral, seperti fleksi dan rotasi batang tubuh, elevasi bahu yang berlebihan, serta pemberian beban yang tidak seimbang [4].

Risiko ergonomi yang timbul dari postur kerja yang tidak sesuai telah lama dikaitkan dengan meningkatnya kejadian *musculoskeletal disorders* (MSDs). [5] menegaskan bahwa postur kerja yang tidak ergonomis memiliki korelasi yang signifikan terhadap keluhan MSDs pada pekerja lapangan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa risiko MSDs tidak hanya dipengaruhi oleh besarnya beban kerja, tetapi juga oleh cara pekerja melakukan aktivitas kerja tersebut. Hal ini relevan dengan pekerjaan *instalasi outdoor* AC, di mana pekerja sering kali mengutamakan kecepatan dan efisiensi penyelesaian pekerjaan dibandingkan penerapan prinsip ergonomi yang benar. Selain faktor postur, aktivitas *manual handling* juga menjadi salah satu penyebab utama terjadinya gangguan *muskuloskeletal*. [6] menyatakan bahwa kombinasi antara pengangkatan beban dan postur tidak netral dapat meningkatkan tekanan gerakan pada sistem *muskuloskeletal*, khususnya pada punggung bawah dan bahu. Tekanan gerakan yang berlebihan dan terjadi secara berulang dapat memicu kelelahan otot, penurunan stabilitas sendi, serta meningkatkan risiko cedera jangka panjang. [7] menambahkan bahwa aktivitas *manual handling* yang dilakukan tanpa pengendalian ergonomi yang memadai memiliki hubungan yang kuat dengan peningkatan MSDs, terutama pada pekerjaan yang menuntut aktivitas fisik terus-menerus.

Permasalahan MSDs merupakan isu kesehatan kerja yang bersifat global [8] melaporkan

tingginya MSDs akibat postur kerja statis dan aktivitas berulang. [9] menemukan bahwa risiko MSDs yang signifikan akibat tuntutan fisik yang tinggi. Selain itu, [10] mengungkapkan keluhan MSDs yang cukup tinggi pada aktivitas kerja berat, sementara [11] melaporkan permasalahan serupa pada aktivitas dalam jangka panjang. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa risiko ergonomi tidak terbatas pada pekerjaan industri berat, melainkan juga terjadi pada berbagai jenis pekerjaan dengan karakteristik aktivitas yang berbeda. Seiring berkembangnya kajian ergonomi, berbagai metode dan pendekatan penilaian risiko telah dikembangkan untuk mengidentifikasi dan mengendalikan risiko MSDs [12]. Pendekatan berbasis komputer vision untuk menganalisis postur kerja secara otomatis melalui data visual [13]. Meskipun berbagai penelitian terdahulu telah membahas risiko ergonomi postur kerja dan keluhan MSDs pada aktivitas *manual handling* dengan menggunakan metode observasional maupun kuesioner MSDs, sebagian besar kajian tersebut masih berfokus pada aktivitas kerja secara umum, postur statis, atau pengangkatan beban tanpa meninjau secara spesifik fase transisi postur kerja. Hingga saat ini, kajian yang secara khusus menganalisis risiko ergonomi pada aktivitas transisi *lifting to positioning*, terutama pada sektor *home service* seperti *instalasi outdoor AC*, masih sangat terbatas. Selain itu, penelitian sebelumnya umumnya menilai risiko postur dan keluhan MSDs secara terpisah, sehingga hubungan antara tingkat risiko ergonomi postur kerja dengan keluhan MSDs belum tergambarkan secara komprehensif.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu pendekatan penelitian yang lebih menyeluruh dengan menggabungkan penilaian risiko ergonomi berbasis postur kerja dan pengukuran keluhan MSDs pekerja. Dalam studi ini, metode *Workplace Ergonomic Risk Assessment* (WERA) digunakan untuk menilai risiko ergonomi berdasarkan postur tubuh, gerakan, serta faktor kerja lainnya pada aktivitas transisi *lifting to positioning*, yang dimana metode ini digunakan untuk menganalisis risiko postur lalu dikategorikan berdasarkan tingkat risikonya menurut metode WERA. WERA dipilih karena mampu mengevaluasi risiko postur secara menyeluruh pada bagian tubuh utama, seperti bahu, punggung, leher, dan ekstremitas atas [14], [15]. Sementara itu, metode *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire* (CMDQ) digunakan untuk mengidentifikasi tingkat dan distribusi keluhan MSDs yang dirasakan oleh pekerja [16]. Berdasarkan uraian tersebut, Studi ini bertujuan untuk menganalisis risiko ergonomi postur kerja pada aktivitas *lifting to positioning* instalasi *outdoor AC* menggunakan metode WERA, mengidentifikasi tingkat keluhan MSDs menggunakan CMDQ, serta menganalisis hubungan antara risiko ergonomi postur kerja dan keluhan MSDs pada teknisi AC *home service*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi perbaikan metode kerja yang lebih aman, efektif, dan ergonomis serta memberikan kontribusi bagi pengembangan kajian ergonomi pada pekerjaan *home service*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan observasional analitik dengan metode kuantitatif untuk menganalisis hubungan antara risiko ergonomi postur kerja dan keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs). Pendekatan observasional dipilih karena penelitian dilakukan melalui pengamatan langsung tanpa intervensi sehingga mencerminkan kondisi kerja aktual di lapangan, sedangkan metode kuantitatif digunakan karena data yang diperoleh berbentuk numerik dan dianalisis secara statistik untuk menguji hubungan antar variabel [17]. Subjek penelitian adalah 10 teknisi AC sektor *home service* yang melakukan aktivitas instalasi *outdoor air conditioner* (AC) pada fase *lifting to positioning*. Teknik pengambilan sampel menggunakan total sampling karena

seluruh populasi yang memenuhi kriteria dijadikan sebagai responden penelitian [17].

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan kuesioner. Observasi digunakan untuk memperoleh data postur kerja teknisi selama aktivitas *lifting to positioning*, sedangkan kuesioner digunakan untuk mengidentifikasi keluhan MSDs yang dialami responden. Analisis data dilakukan secara deskriptif untuk menggambarkan tingkat risiko ergonomi dan keluhan MSDs, serta secara inferensial menggunakan uji korelasi Spearman untuk menganalisis hubungan antara risiko ergonomi postur kerja dan keluhan MSDs [18].

2.1 Workplace Ergonomic Risk Assessment (WERA)

WERA dalam studi ini digunakan sebagai alat untuk menilai tingkat risiko ergonomi berdasarkan postur kerja teknisi AC. Penilaian dilakukan secara observasional melalui dokumentasi video kerja, sehingga kondisi yang dianalisis mencerminkan aktivitas nyata di lapangan. WERA mengevaluasi sembilan indikator utama yang meliputi postur dan repetisi pada bahu, pergelangan tangan, punggung, leher, dan kaki, serta faktor tambahan seperti berat beban yang diangkat, getaran, tekanan kontak, dan durasi kerja. Setiap indikator dinilai berdasarkan tingkat penyimpangan dari postur netral, frekuensi gerakan, serta lamanya paparan, kemudian diberikan skor dalam tiga kategori risiko, yaitu rendah (1–2), sedang (3–4), dan tinggi (5–6). Seluruh skor dari masing-masing indikator dijumlahkan untuk memperoleh skor total yang menggambarkan tingkat risiko ergonomi secara keseluruhan. Skor akhir tersebut kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori risiko rendah, sedang, atau tinggi yang menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan perbaikan ergonomi. Dalam penelitian ini, WERA berperan penting untuk mengidentifikasi bagian tubuh yang paling berisiko serta mengukur tingkat paparan risiko postur kerja, yang selanjutnya digunakan untuk dianalisis hubungannya dengan keluhan MSDs menggunakan metode CMDQ. Berikut interpretasi skor WERA di sajikan pada tabel 1.

Tabel 1 Interpretasi Skor WERA

Final Score	Tingkat Risiko	Makna
≤ 27	Rendah	Kondisi kerja masih dapat diterima
28 – 44	Sedang	Perlu perbaikan ergonomi
≥ 45	Tinggi	Tindakan perbaikan segera diperlukan

Sumber: Rahman et al., [14], [15]

2.2 Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ)

CMDQ dalam studi ini digunakan sebagai instrumen untuk mengidentifikasi dan mengukur tingkat keluhan MSDs yang dirasakan oleh teknisi AC akibat aktivitas kerja. Merupakan kuesioner yang bersifat subjektif karena didasarkan pada persepsi responden terhadap rasa tidak nyaman pada berbagai bagian tubuh, seperti leher, bahu kanan dan kiri, punggung atas, punggung bawah, lengan atas dan bawah, pergelangan tangan, pinggul, paha, lutut, hingga kaki. Penilaian dilakukan berdasarkan tiga aspek utama, yaitu frekuensi munculnya keluhan, tingkat keparahan atau intensitas ketidaknyamanan, serta dampaknya terhadap aktivitas kerja. Pengisian kuesioner dilakukan setelah responden menyelesaikan aktivitas kerja sehingga keluhan yang dilaporkan mencerminkan kondisi aktual yang dialami. Hasil penilaian kemudian dikonversi ke dalam skor numerik dengan skala ordinal sesuai ketentuan CMDQ, yang selanjutnya dianalisis baik secara per bagian tubuh maupun secara keseluruhan untuk memperoleh gambaran distribusi dan tingkat keluhan MSDs. Dalam studi

ini, CMDQ berfungsi sebagai alat untuk menggambarkan kondisi keluhan muskuloskeletal pekerja, yang kemudian digunakan untuk dianalisis hubungannya dengan tingkat risiko ergonomi postur kerja yang diperoleh dari metode WERA. Berikut indikator keluhan CMDQ yang di sajikan pada tabel 2.

Tabel 2 Indikator Keluhan CMDQ

No	Indikator Keluhan	Kriteria Keluhan	Skor
1.	Frekuensi Keluhan (F)	Tidak pernah	0
		1-2 kali/minggu	1
		3-4 kali/minggu	2
		1 hari/hari	3
		Beberapa kali/hari	4
2.	Tingkat Ketidaknyamanan (G)	Ringan	1
		Sedang	2
		Berat	3
3.	Gangguan Terhadap Pekerjaan (D)	Tidak Mengganggu	1
		Mengganggu Sedikit	2
		Sangat Mengganggu	3

Sumber : A. Hedge at al., [16], [19]

Indikator Keluhan CMDQ menjelaskan kriteria penilaian keluhan MSDs yang meliputi tiga aspek utama, yaitu frekuensi keluhan, tingkat ketidaknyamanan, dan gangguan terhadap pekerjaan. Setiap aspek memiliki skala skor tertentu yang digunakan untuk mengukur tingkat keparahan keluhan, sehingga hasilnya dapat dihitung menjadi nilai total untuk menentukan tingkat risiko pada setiap bagian tubuh. Perhitungan skor pada CMDQ dilakukan untuk mengkuantifikasi tingkat keluhan MSDs yang dirasakan oleh pekerja secara sistematis. Pengolahan data ini bertujuan untuk memperoleh nilai yang merepresentasikan tingkat keparahan keluhan berdasarkan beberapa aspek penilaian yang telah ditetapkan dalam instrumen CMDQ. Oleh karena itu, diperlukan suatu rumus perhitungan yang mampu menggabungkan komponen frekuensi keluhan, tingkat ketidaknyamanan, serta dampaknya terhadap pekerjaan, sehingga menghasilkan skor yang dapat digunakan dalam analisis lebih lanjut [20].

$$S_i = F_i \times G_i \times D_i \quad (1)$$

$$S_{total} = \sum_{i=1}^n (F_i \times G_i \times D_i) \quad (2)$$

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^n (F_i \times G_i \times D_i)}{n} \quad (3)$$

Keterangan:

S_i = skor bagian tubuh ke-i

F_i = frekuensi keluhan

G_i = tingkat ketidaknyamanan

D_i = dampak terhadap pekerjaan

n = jumlah indikator tubuh (misal: 20)

S_{total} = total skor CMDQ
 $\bar{S}$ = rata-rata skor CMDQ

Perhitungan skor CMDQ dilakukan dengan menggabungkan tiga komponen utama pada setiap bagian tubuh, yaitu frekuensi keluhan, tingkat ketidaknyamanan, dan dampak terhadap pekerjaan. Ketiga komponen tersebut dinilai dan dikalikan untuk menghasilkan skor pada masing-masing bagian tubuh, yang kemudian dijumlahkan untuk memperoleh skor total sebagai gambaran tingkat keseluruhan keluhan MSDs pada responden. Dalam beberapa kondisi, skor total tersebut dapat diolah lebih lanjut menjadi nilai rata-rata dengan membaginya terhadap jumlah indikator tubuh [20]. Berikut menyajikan tabel 3 interpretasi skor CMDQ yang digunakan untuk mengelompokkan tingkat keluhan MSDs berdasarkan nilai yang diperoleh.

Tabel 3 Interpretasi Skor CMDQ

Rata-rata Skor CMDQ	Tingkat Keluhan
0 – 12	Rendah
13 – 24	Sedang
25 – 36	Tinggi

Sumber : A. Hedge at al., [16], [19]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian disusun berdasarkan analisis risiko ergonomi postur kerja dan keluhan MSDs pada aktivitas pemasangan *outdoor air conditioner* AC, yang meliputi tahapan *lifting*, *raising*, dan *positioning*. Hasil penilaian pada setiap tahapan aktivitas digunakan untuk menggambarkan tingkat risiko ergonomi dan tingkat keluhan MSDs yang dialami responden. Selanjutnya, hubungan antara kedua variabel dianalisis untuk memberikan gambaran mengenai pengaruh risiko ergonomi postur kerja terhadap keluhan MSDs sebagai dasar penyusunan rekomendasi perbaikan kerja yang lebih ergonomis.

3.1 Hasil Skoring

Berikut hasil perhitungan skor risiko ergonomi menggunakan metode WERA serta skor keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs) menggunakan CMDQ pada setiap responden. Hasil skoring ini digunakan sebagai dasar untuk menggambarkan tingkat risiko postur kerja dan tingkat keluhan yang dialami, serta sebagai tahap awal dalam analisis hubungan antar variabel.

Tabel 4 Skor Total *Workplace Ergonomic Risk Assessment* (WERA) Dan *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires* (CMDQ)

Responden	No	WERA Skor Risiko Ergonomi			CMDQ Skor
		Postur			Keluhan MSDs
		<i>Lifting</i>	<i>Raising</i>	<i>Positioning</i>	
R1	1	30	37	41	20
R2	2	33	39	43	28
R3	3	28	35	38	22
R4	4	37	45	47	27
R5	5	30	37	40	25

R6	6	37	45	47	23
R7	7	27	32	36	20
R8	8	30	38	43	25
R9	9	38	45	47	26
R10	10	28	35	38	21

Berdasarkan Tabel 4, skor WERA menunjukkan bahwa risiko ergonomi cenderung meningkat pada setiap tahapan pekerjaan, yaitu *lifting*, *raising*, hingga *positioning*. Tahap *positioning* memiliki skor tertinggi pada seluruh responden, dengan rentang skor 36–47, yang menunjukkan bahwa aktivitas tersebut memberikan paparan risiko ergonomi paling besar. Kondisi ini terjadi karena teknisi harus mempertahankan beban unit *outdoor* AC sambil menyesuaikan posisinya pada *bracket*, sehingga pekerja cenderung melakukan postur membungkuk, rotasi batang tubuh, dan elevasi lengan di atas bahu dalam waktu tertentu. Postur kerja yang tidak netral tersebut meningkatkan beban biomekanik pada sistem muskuloskeletal dan berpotensi menimbulkan keluhan MSDs. Hasil CMDQ menunjukkan bahwa seluruh responden mengalami keluhan *muskuloskeletal* dengan skor antara 20–28. Temuan ini sejalan dengan penelitian [20] yang menunjukkan bahwa postur kerja yang tidak ergonomis meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal sehingga diperlukan tindakan perbaikan untuk mengurangi risiko cedera pada pekerja.

3.2 Uji Korelasi Antar Variabel

Berikut hasil uji korelasi antar variabel yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara risiko ergonomi postur kerja dengan keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs). Analisis dilakukan menggunakan uji korelasi Spearman untuk melihat arah, kekuatan, serta signifikansi hubungan berdasarkan data yang telah diperoleh.

Tabel 5 Hasil Uji Korelasi Spearman SPSS

Variabel X	Variabel Y	Koefisien Korelasi (ρ)	Sig. (p-value)	N	Keterangan
X 1 Lifting	Keluhan MSDs	0,721	0,019	10	Kuat, signifikan
X 2 Raising	Keluhan MSDs	0,739	0,015	10	Kuat, signifikan
X 3 Positioning	Keluhan MSDs	0,686	0,028	10	Kuat, signifikan

Tabel 5 di atas menunjukkan hasil uji korelasi Spearman antara risiko ergonomi postur kerja WERA pada setiap aktivitas, yaitu *lifting*, *raising*, dan *positioning*, dengan keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs). Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh variabel memiliki nilai koefisien korelasi positif, yaitu 0,721 pada aktivitas *lifting*, 0,739 pada *raising*, dan 0,686 pada *positioning*, yang berarti hubungan bersifat searah, di mana semakin tinggi risiko ergonomi maka semakin tinggi pula keluhan MSDs yang dirasakan. Nilai signifikansi (p-value) masing-masing sebesar 0,019, 0,015, dan 0,028, yang seluruhnya lebih kecil dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa hubungan tersebut signifikan secara statistik. Berdasarkan tingkat kekuatan korelasi, ketiga variabel termasuk dalam kategori hubungan kuat.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi risiko ergonomi yang dialami teknisi selama aktivitas pemasangan *outdoor* AC, semakin besar pula kecenderungan munculnya keluhan muskuloskeletal. Kondisi tersebut terjadi karena aktivitas *lifting*, *raising*, dan terutama *positioning* mengharuskan pekerja mempertahankan postur tidak netral sambil mengangkat dan menahan beban

secara manual. Paparan postur yang berlangsung secara berulang dapat meningkatkan beban biomekanik pada otot dan sendi sehingga memicu kelelahan otot dan munculnya keluhan MSDs. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa postur kerja merupakan salah satu faktor yang berkontribusi terhadap munculnya keluhan muskuloskeletal pada teknisi AC.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari studi ini menunjukkan bahwa aktivitas *instalasi outdoor air conditioner* (AC), khususnya pada fase *lifting*, *raising*, dan *positioning*, memiliki tingkat risiko ergonomi yang berada pada kategori sedang hingga tinggi berdasarkan metode WERA. Kondisi ini menunjukkan bahwa postur kerja yang dilakukan teknisi cenderung tidak ergonomis dan berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan kerja. Hasil pengukuran menggunakan CMDQ juga menunjukkan adanya keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs) yang dominan dirasakan pada bagian punggung bawah, bahu, dan leher.

Selain itu, hasil uji korelasi Spearman menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara risiko ergonomi dan keluhan MSDs dengan tingkat kekuatan hubungan yang tergolong kuat. Hal ini berarti semakin tinggi tingkat risiko postur kerja, maka semakin tinggi pula tingkat keluhan yang dialami pekerja. Dengan demikian, tujuan studi telah tercapai, yaitu mengidentifikasi tingkat risiko ergonomi, mengetahui tingkat keluhan MSDs, serta membuktikan adanya hubungan antara keduanya pada aktivitas kerja teknisi AC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Trembearth, *Work-related Musculoskeletal Disorders*, no. February 2019. 2021.
- [2] B. Moradi and S. Barakat, "The Association of Manual Load Lifting Tasks with the Ergonomic Risk Factors of Musculoskeletal Disorders," vol. 6, no. 2016, pp. 183–187, 2020, doi: 10.29252/jhehp.6.4.6.
- [3] HSE, "7 Manual Handling Statistics You Should Know," *Mastermover*, 2024. [https://www.mastermover.com/manual-handling/7-manual-handling-statistics-you-should-know#:~:text=Musculoskeletal disorders \(MSDs\) typically impact,result in overexertion and fatigue](https://www.mastermover.com/manual-handling/7-manual-handling-statistics-you-should-know#:~:text=Musculoskeletal disorders (MSDs) typically impact,result in overexertion and fatigue)
- [4] A. Nugraha and N. Widajati, "Ergonomic risks in manual material handling activities and musculoskeletal disorders complaints in the animal feed industry production area in East Java , Indonesia," 2024,. Available: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.22.1.1147>
- [5] L. Z. Yek and M. N. A. Rahman, "A Case Study of An Ergonomic Risk Assessment for Working Posture among Maintenance Workers," *Res. Prog. Mech. Manuf. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 105–114, 2023,. Available: <https://doi.org/10.30880/rpmme.2023.04.01.011>
- [6] M. Ciccarelli, A. Pizzuti, M. Germani, and A. Papetti, "An ergonomic zone polyhedral representation-based mathematical program to prevent work-Related musculoskeletal risks," vol. 302, no. November 2025, 2026.
- [7] M. Boocock, Y. Naudé, N. Saywell, and G. Mawston, "Obesity as a risk factor for musculoskeletal injury during manual handling tasks: A systematic review and meta-analysis," *Saf. Sci.*, vol. 176, no. April, 2024, doi: 10.1016/j.ssci.2024.106548.
- [8] M. S. Jeffree *et al.*, "Predictors of musculoskeletal disorders among special education teachers in Sabah, Malaysia," *Heliyon*, vol. 10, no. 10, p. e30873, 2024, doi:

- 10.1016/j.heliyon.2024.e30873.
- [9] S. Olivotto *et al.*, “Prognostic factors for poor recovery in active-duty military personnel with musculoskeletal disorders: A systematic review with meta-analysis,” *Musculoskelet. Sci. Pract.*, vol. 79, no. June, p. 103383, 2025, doi: 10.1016/j.msksp.2025.103383.
 - [10] L. Aljouhar and M. A. Alzayed, “Musculoskeletal disorders amongst undergraduate engineering students at Kuwait University,” *J. Eng. Res.*, 2025, doi: 10.1016/j.jer.2024.12.004.
 - [11] J. Jacquier-Bret and P. Gorce, “Worldwide work-related musculoskeletal disorder prevalence among nurses: systematic review and meta-analysis,” *Saf. Sci.*, vol. 191, no. January, 2025, doi: 10.1016/j.ssci.2025.106970.
 - [12] G. Salvendy and W. Karwowski, “Handbook of Human Factors and Ergonomics,” pp. 644–667, 2021, [Online]. Available: https://www.safetyhumanfactors.org/wp-content/uploads/2022/09/389WogalterMayhornLaughery-HandbookHFEWarningsCOPYUlt.pdf?utm_source=chatgpt.com
 - [13] K. Papoutsakis, N. Bakalos, A. Zacharia, K. Frangkoulis, G. Kapetadimitri, and M. Pateraki, “A vision-based framework and dataset for human behavior understanding in industrial assembly lines,” *Comput. Vis. Image Underst.*, vol. 263, no. December 2025, p. 104592, 2026, doi: 10.1016/j.cviu.2025.104592.
 - [14] M. N. A. Rahman, M. R. Rani, and J. M. Rohani, “WERA Tool for Assessing Exposure Risk Factors of Work Related Musculoskeletal Disorders - A Reliability and Validity Study,” *Proc. 2012 Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.*, pp. 6–8, 2012.
 - [15] P. R. Maja and K. B. Jovanka, “Risk Assessment Of Musculoskeletal Disorders In Nurses Using The WERA Questionnaire,” vol. 4, no. 2, pp. 85–94, 2024.
 - [16] A. Hedge, S. Morimoto, and D. McCrobie, “© Cornell University, 2003,” *Cornell Musculoskelet. Discomfort Quest. (CMDQ). Cornell Univ. Ergon.*, 1999, doi: <https://ergo.human.cornell.edu/ahmsquest.html>.
 - [17] Sugiono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif*, 5th ed. Bandung: ALFABETA, 2023.
 - [18] K. S. Nisa, A. Topandi, I. Wulansari, Fauziah Aulia, and Bismo Zulfikar Mustofa, “Comparison of Ergonomic Assessment Results in the Automotive Polymer Industry: Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ) and Rapid Upper Limb Assessment (RULA) Methods,” *J. Inotera*, vol. 9, no. 1, pp. 111–118, 2024, doi: 10.31572/inotera.vol9.iss1.2024.id309.
 - [19] S. W. Bahiyyah and B. I. Putra, “Analisa Postur Kerja Dengan Metode Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires (CMDQ), Rapid Upper Limb Assessment (RULA) dan Rapid Entire Body Assessment (REBA),” pp. 1–9, 2021.
 - [20] U. Desain, P. Sorting, M. Pendekatan, E. Guna, and R. M. Disorders, “Usulan Desain Peanut Sorting Machine Menggunakan Pendekatan Ergonomi Guna Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorders (Studi Kasus : Surya Enjang Kacang Abadi Group),” vol. 3, no. 2, pp. 2–12, 2024, doi: Jitin.v3iII.1489.