

USULAN ALAT BANTU ERGONOMIS UNTUK MENGURANGI KELUHAN MUSKULOSKELETAL PEKERJA UMKM JAMU MENGGUNAKAN METODE QEC

Rahmad Wisnu Wardana ¹⁾, Retno Fitri Ayu ²⁾, Roswina Dianawati ³⁾

^{1,2)} Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang

³⁾ Prodi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: rahmadwisnu78@umm.ac.id

Abstrak, Pekerjaan manual berulang pada UMKM pangan tradisional berpotensi tinggi memicu keluhan muskuloskeletal, namun penerapan Quick Exposure Check pada UMKM jamu masih jarang sehingga profil paparan ergonominya belum banyak terdokumentasi secara ilmiah. Studi ini penting untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan memetakan paparan ergonomi pada setiap tahapan produksi jamu dan merumuskan usulan alat bantu kerja berbasis antropometri yang dapat direplikasi pada UMKM sejenis. Penelitian observasional cross sectional dilakukan pada 7 pekerja produksi dengan total sampling di sembilan tahapan kerja menggunakan penilaian QEC dan pengukuran antropometri sebagai dasar rancangan fasilitas kerja. Hasil menunjukkan tahapan pemotongan bahan sebagai paparan tertinggi dengan exposure level 53,1% sampai 54,3% dan rerata pra intervensi 53,7% sehingga melampaui ambang 50% dan memerlukan perubahan ergonomi. Paparan tertinggi terutama terkait punggung dan leher karena postur membungkuk lebih dari 30 derajat dan fleksi leher berkepanjangan selama aktivitas pemotongan. Tahap filling memiliki exposure level 40,7% sampai 41,97% dengan rerata 41,34% sedangkan tujuh tahapan lainnya berada pada kategori aman di bawah 40%. Rerata exposure level seluruh tahapan sebelum intervensi adalah 30,43% berdasarkan rekap penilaian QEC. Berdasarkan temuan tersebut diusulkan meja dan kursi ergonomis berbasis antropometri untuk menurunkan paparan pada punggung dan leher sekaligus meningkatkan kenyamanan kerja.

Kata Kunci : Ergonomi kerja, *Quick Exposure Check* (QEC), *Musculoskeletal Disorders* (MSDs), Antropometri, UMKM Jamu

PENDAHULUAN

Data resmi terbaru menunjukkan jumlah UMKM di Indonesia sekitar 64,2–65 juta unit yang menyumbang lebih dari 60% PDB dan menyerap sekitar 97% tenaga kerja, dengan data 2019 mencatat bahwa UMKM mencapai 99,9% dari lebih dari 65 juta unit usaha terdaftar dan memberikan kontribusi PDB terbesar melalui sektor usaha mikro (Santosa & Budi, 2020). Dalam konteks sektoral, Indonesia memiliki banyak UMKM pangan tradisional, termasuk industri jamu yang umumnya masih bergantung pada tenaga manusia. Proses produksi jamu di UMKM umumnya dilakukan secara manual dengan alat sederhana, posisi kerja statis seperti duduk di lantai, serta gerakan berulang. Kondisi kerja semacam ini meningkatkan risiko gangguan sistem muskuloskeletal (*Musculoskeletal Disorders*, MSDs). Studi global menunjukkan bahwa pekerja manual memiliki prevalensi tinggi keluhan MSD pada punggung, bahu, leher, dan lutut akibat postur janggal dan repetisi Gerakan (Eyvazlou et al., 2021; Okafor et al., 2020).

Kasus serupa dialami pekerja jamu, khususnya pada proses pemotongan bahan baku. Posisi kerja duduk di lantai tanpa meja menyebabkan punggung membungkuk dan leher menekuk ke bawah. Kondisi ini memperbesar keluhan nyeri punggung bawah dan leher, yang juga banyak dilaporkan di sektor kerajinan dan pangan tradisional (Rahma & Faiz, 2019; Salleh et al., 2017; Younesi et al., 2020).

Upaya ergonomis di UMKM jamu hingga kini belum mendapat perhatian memadai, meskipun penelitian telah menunjukkan bahwa perbaikan fasilitas kerja dapat mengurangi risiko MSDs dan meningkatkan produktivitas (Nurkertamanda et al., 2025). Salah satu metode praktis untuk mengukur risiko ergonomi adalah *Quick Exposure Check* (QEC), yang menilai postur tubuh, frekuensi gerakan, durasi kerja, serta beban angkat berdasarkan observasi dan laporan pekerja (Ispăsoiu et al., 2021).

QEC telah diaplikasikan di berbagai sektor: industri otomotif (Ispăsoiu et al., 2021), garmen (Ajayeoba, 2019), kesehatan (Riaz & Khan, 2021), dan logistik percetakan (Atuna & Safirin,

2023). Studi intervensi menunjukkan bahwa penerapan QEC disertai perbaikan fasilitas dapat menurunkan skor paparan risiko MSDs secara signifikan (Jin et al., 2025; Karimi et al., 2020; Khanmohammadi et al., 2017).

Pemanfaatan berbagai metode observasional seperti RULA, REBA, NBM, dan terutama Quick Exposure Check (QEC) pada konteks UKM/SME umumnya masih berfokus pada beberapa stasiun kerja atau jenis aktivitas tertentu tanpa memetakan seluruh rantai proses produksi secara rinci (Adiyanto et al., 2022). Namun, penerapan QEC pada konteks UMKM jamu tradisional, khususnya untuk pemetaan paparan risiko secara sistematis lintas sembilan tahapan proses produksi masih terbatas. Sebagian besar penelitian lebih banyak menyoroti sektor manufaktur formal atau pertanian modern (Prahasti et al., 2024; Rani & Chahal, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengaplikasikan QEC di lingkungan UMKM jamu tradisional.

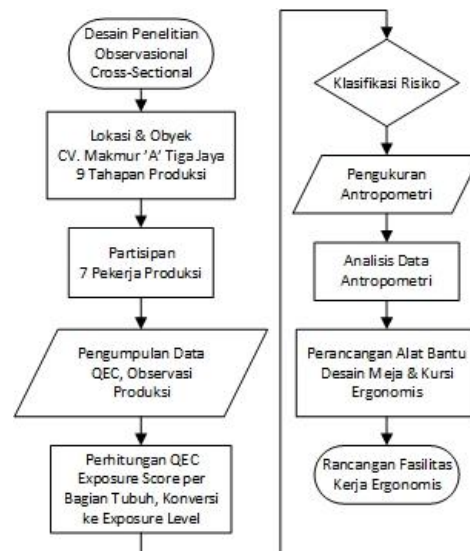
Tujuan penelitian ini adalah menilai tingkat risiko ergonomi pada setiap tahapan produksi jamu menggunakan QEC untuk mengidentifikasi aktivitas dengan paparan tertinggi, serta menyusun usulan alat bantu kerja ergonomis berbasis temuan tersebut guna menurunkan risiko keluhan muskuloskeletal pada UMKM jamu.

METODE

Desain & Lokasi:

Penelitian ini menggunakan desain observational cross-sectional. Studi kasus dilakukan di CV. Makmur “A” Tiga Jaya, sebuah UMKM jamu tradisional yang berlokasi di Berau, Kalimantan Timur. Pengumpulan data ergonomi dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses produksi jamu di CV. Makmur “A” Tiga Jaya selama 3 hari, pada jam kerja reguler perusahaan dengan lama kerja efektif sekitar 6 jam per hari. Observasi mencakup seluruh sembilan tahapan produksi, yaitu penyortiran, pencucian, penimbangan, pemotongan, penggilingan, perebusan, pendinginan, penyaringan, dan filling, namun penilaian QEC hanya dilakukan pada pekerja yang menjalankan tahapan tersebut saat observasi. Penelitian melibatkan 7 pekerja produksi dengan teknik total sampling, dengan rincian pengamatan: penyortiran pada Responden 1 dan 2; pencucian pada Responden

3; penimbangan pada Responden 4; pemotongan pada Responden 5, 6, dan 7; penggilingan pada Responden 1 dan 2; perebusan pada Responden 3 dan 4; pendinginan pada Responden 5; penyaringan pada Responden 6 dan 7; serta filling pada Responden 1, 2, 3, dan 4. Data dikumpulkan menggunakan kuesioner QEC observer dan QEC operator, disertai wawancara langsung, catatan lapangan, dan foto aktivitas kerja pada setiap tahapan proses. Pendekatan observasional banyak digunakan dalam kajian ergonomi, khususnya untuk pekerjaan manual yang berulang (Ispăsoiu et al., 2021; Widjajati et al., 2021). Seluruh 7 orang pekerja produksi (umur 24–34 tahun, masa kerja 2–4 tahun) dilibatkan sebagai responden (total sampling).



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Pengumpulan Data:

Pengamatan dilakukan terhadap postur dan aktivitas kerja setiap responden pada kesembilan tahapan proses produksi jamu. Data diperoleh melalui:

- Kuesioner QEC Pengamat, diisi peneliti dengan mengamati postur kerja (posisi punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, leher) serta karakteristik pekerjaan (frekuensi gerakan, durasi, beban angkat).
- Kuesioner QEC Operator, diisi oleh pekerja untuk menilai beban kerja, durasi, kekuatan, serta persepsi kesulitan dan stres pekerjaan.

Metode QEC menekankan kombinasi antara observasi peneliti dan laporan pekerja sehingga hasil penilaian risiko lebih komprehensif (Ipaki et al., 2023). Penggunaan instrumen ganda ini terbukti efektif untuk

mendeteksi risiko *musculoskeletal disorders* (MSDs) di berbagai industri, mulai dari otomotif hingga pertanian (Kumala et al., 2024).

Setiap kuesioner QEC terdiri dari 8 bagian (A–G untuk pengamat, H–O untuk operator) yang mencakup faktor ergonomis terkait risiko MSDs, seperti postur tubuh, frekuensi dan durasi gerakan, serta persepsi operator terhadap beban kerja. Studi menunjukkan bahwa QEC memiliki sensitivitas tinggi dalam memprediksi keluhan MSDs bila dibandingkan dengan metode lain (Eyvazlou et al., 2021).

QEC juga telah digunakan untuk menilai risiko ergonomi di berbagai pekerjaan berulang, misalnya operator crane, pekerja percetakan, hingga petugas kesehatan, dengan hasil konsisten menunjukkan bahwa kombinasi observer–operator mampu mengidentifikasi risiko yang tidak terlihat dari observasi semata (Farooq, 2022; Riaz & Khan, 2021).

Dengan demikian, pemilihan QEC pada penelitian ini relevan karena telah terbukti valid dan reliabel dalam mengukur risiko MSDs di berbagai konteks pekerjaan manual dan tradisional (Mahboobi et al., 2020; Okafor et al., 2020).

Perhitungan QEC:

Jawaban kuesioner QEC observer dan operator digabungkan sesuai tabel skor QEC untuk menghasilkan Exposure Score per bagian tubuh (punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, leher) dan skor total. Total Exposure Score kemudian dikonversi menjadi Exposure Level (%) menggunakan rumus:

$$E(\%) = \frac{X}{X_{\max}} \times 100\% \quad (1)$$

di mana X adalah total skor paparan dan $X_{\max}$ adalah skor maksimum potensial (162 untuk pekerjaan statis, atau 176 untuk pekerjaan manual handling). Hasil E (%) tiap responden untuk tiap jenis pekerjaan dicatat.

Kategori risiko ditentukan berdasarkan nilai E (%) sesuai Action Level QEC:

- a. Aman: $E < 40\%$ (risiko rendah, tidak perlu tindakan khusus).
- b. Perlu Penelitian Lanjut: $E 40\text{--}49\%$ (risiko rendah–sedang; evaluasi lebih mendalam dianjurkan).
- c. Perlu Penelitian Lanjut & Perubahan: $E 50\text{--}69\%$ (risiko sedang; perlunya investigasi lanjutan dan intervensi ergonomi).
- d. Perlu Perubahan Secepatnya: $E \geq 70\%$ (risiko tinggi; membutuhkan tindakan perbaikan segera).

Klasifikasi ini telah digunakan luas dalam penelitian ergonomi lintas sektor. Misalnya, penelitian di industri otomotif dan logam menemukan bahwa sebagian besar pekerja memiliki skor QEC $>50\%$, menandakan perlunya perubahan ergonomis segera (Ispăsoiu et al., 2021; Rahmani et al., 2020). Studi lain menegaskan bahwa skor di atas 70% merupakan indikator kuat perlunya intervensi segera, seperti ditemukan pada operator crane, pekerja karet, dan kasir ritel (Ibrahim et al., 2020; Kumala et al., 2024).

Reliabilitas QEC juga telah diuji, dengan hasil menunjukkan tingkat kesepakatan yang baik antar penilai pada sebagian besar indikator, sehingga metode ini valid untuk berbagai jenis pekerjaan manual (Oliv et al., 2019). QEC juga terbukti lebih sensitif dibandingkan metode lain dalam mendeteksi gejala MSD, terutama pada leher dan punggung (Eyvazlou et al., 2021; Pinyowiwat et al., 2019).

Dalam penelitian ini, pekerjaan dengan $E \geq 50\%$ pada satu atau lebih responden diprioritaskan untuk intervensi ergonomis, sejalan dengan pendekatan penelitian terdahulu yang menunjukkan efektivitas perbaikan fasilitas dan edukasi ergonomi dalam menurunkan skor paparan MSDs (Jin et al., 2025; Khoshakhlagh et al., 2022).

Data Antropometri:

Untuk merancang usulan alat bantu kerja (meja dan kursi ergonomis), dilakukan pengukuran antropometri statis terhadap 7 pekerja. Dimensi tubuh yang diukur meliputi tinggi popliteal (TPO), tinggi bahu duduk (TBD), panjang paha (PP), buttock–popliteal length), dan lebar pinggul (LP). Setiap dimensi diukur dalam satuan cm menggunakan alat ukur standar (meteran antropometri, caliper) dengan posisi pengukuran yang tepat (pekerja duduk tegak untuk TPO, TBD; posisi berdiri untuk tinggi badan jika diperlukan). Penggunaan dimensi ini sejalan dengan praktik desain workstation dan kursi di berbagai industri, di mana dimensi antropometri dasar terbukti memengaruhi kenyamanan, postur, dan produktivitas (Ansari et al., 2018; Bizuneh & Mamecha, 2025; Sohrabi & Anbarian, 2020).

Sebelum digunakan data antropometri diuji kualitasnya.

- a. Uji Kecukupan Data: dilakukan untuk memastikan jumlah sampel mewakili populasi. Prinsip ini penting karena jumlah

data yang terlalu sedikit dapat menghasilkan kesalahan desain ergonomi. Studi terbaru menunjukkan bahwa meskipun sampel kecil dapat digunakan, pengujian kecukupan tetap diperlukan untuk validitas desain (Kurnia & Aristriyana, 2023; Silviana et al., 2022). Uji kecukupan dilakukan dengan rumus.

$$N' = \left\lceil \frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right\rceil^2 \quad (2)$$

Hasil uji kecukupan menunjukkan $N' < 7$ untuk semua dimensi, artinya jumlah data sudah cukup.

- Uji Keseragaman Data: digunakan untuk mendeteksi adanya penyimpangan ekstrem dari rata-rata. Penggunaan kontrol batas atas dan bawah dengan 2σ sesuai dengan standar perancangan ergonomis modern (Ackermann & Wischniewski, 2022). Perhitungan rata-rata, standar deviasi (σ), dan batas kontrol atas ($BKA = \bar{X} + 2\sigma$) serta bawah ($BKB = \bar{X} - 2\sigma$). Data dianggap seragam jika seluruh nilai berada di antara BKA dan BKB. Hasilnya pada Tabel 3 menunjukkan semua dimensi memiliki keterangan “Seragam” (tidak ada outlier).
- Uji Normalitas: dilakukan dengan uji Shapiro–Wilk (karena $N < 50$). Uji normalitas penting untuk memastikan distribusi data antropometri mengikuti pola normal sehingga persentil dapat dihitung dengan tepat (González Farias et al., 2024; Trisolvena, 2023). Hasil perhitungan menunjukkan semua dimensi antropometri memiliki $p\text{-value} > 0,05$, sehingga distribusi data normal. Dengan demikian, parameter rata-rata dan standar deviasi dapat digunakan.

Perancangan Alat Bantu:

Data antropometri diolah untuk menentukan persentil yang digunakan dalam desain meja dan kursi. Persentil 5 (P5), 50 (P50), dan 95 (P95) dihitung dengan asumsi distribusi normal: $P5 = \bar{X} - 1,645\sigma$; $P95 = \bar{X} + 1,645\sigma$ (hasil ditunjukkan pada Tabel 3). Prinsip perancangan yang diikuti adalah:

- Dimensi kritis minimum (misalnya tinggi kursi) menggunakan P5 agar sesuai dengan pekerja terkecil.

- Dimensi kritis maksimum (misalnya lebar kursi) menggunakan P95 agar dapat digunakan pekerja terbesar.
- Dimensi rata-rata atau yang dapat disesuaikan menggunakan P50 untuk kenyamanan umum.

Pendekatan persentil ini banyak digunakan dalam desain ergonomis karena terbukti mampu menurunkan risiko gangguan muskuloskeletal (MSDs) dan meningkatkan kenyamanan pekerja. Misalnya, penelitian pada industri sepatu menggunakan P5, P50, dan P95 untuk merancang meja dan kursi, menghasilkan desain yang mengurangi keluhan otot secara signifikan (Widodo et al., 2021). Prinsip serupa digunakan dalam perancangan kursi kerja UKM pangan di Tulungagung, dengan hasil bahwa penggunaan persentil mampu mengurangi kelelahan pekerja (Silviana et al., 2022).

Output tahap perancangan berupa spesifikasi numerik alat bantu kerja ergonomis yang meliputi dimensi meja pemotongan, dimensi kursi, tinggi alat potong, ukuran wadah potong, dan komponen penampung hasil. Rancangan yang dihasilkan bersifat tetap (fixed design), bukan adjustable, karena didasarkan pada data antropometri pekerja yang relatif homogen. Dimensi akhir ditentukan menggunakan persentil antropometri yang relevan, yaitu P50 untuk dimensi rata-rata yang mewakili kenyamanan umum, P5 untuk mengakomodasi pekerja berukuran lebih kecil, dan P95 untuk dimensi lebar agar dapat digunakan pekerja terbesar. Prinsip ini memastikan bahwa fasilitas kerja ergonomis sesuai dengan variasi tubuh pekerja UMKM jamu, sekaligus mendukung pencegahan keluhan MSDs sebagaimana dibuktikan dalam penelitian-penelitian sebelumnya (Bonin et al., 2023; Emmatty & Panicker, 2022). Detail rancangan disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5, serta divisualisasikan pada Gambar 2–3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden:

Tujuh pekerja produksi jamu dilibatkan sebagai responden (disebut Responden 1 s.d. 7). Rata-rata usia pekerja $\pm$ SD adalah $28,3 \pm 3,9$ tahun (median 27 tahun; termuda 24, tertua 34 tahun). Seluruh pekerja bekerja penuh-waktu dengan jam kerja sekitar 6 jam per hari (08.30–16.00, istirahat ± 1 jam) dan masa kerja berkisar 2–4 tahun. Sebagian besar pekerja terlibat dalam lebih dari satu tahapan proses produksi (multi-

tasking). Tabel 1 menyajikan profil singkat pekerja.

Tabel 1. Karakteristik Pekerja Produksi Jamu (Responden)

No.	Kode Responden	Usia (Tahun)	Masa Kerja	Jam Kerja per Hari
1.	Responden 1	34	4 tahun	6 jam
2.	Responden 2	32	3 tahun	6 jam
3.	Responden 3	27	2,5 tahun	6 jam
4.	Responden 4	27	3 tahun	6 jam
5.	Responden 5	29	3,5 tahun	6 jam
6.	Responden 6	25	4 tahun	6 jam
7.	Responden 7	24	2 tahun	6 jam

Semua responden bekerja pada area produksi yang sama dengan pembagian tugas berdasarkan kebutuhan. Responden 1–2 umumnya menangani penyortiran awal, penggilingan, dan membantu filling; Responden 3–4 menangani pencucian, perebusan, dan juga filling; Responden 5–7 fokus pada penimbangan, pemotongan bahan, pendinginan, dan penyaringan. Tidak terdapat pembagian kerja berdasarkan jenis kelamin; di lokasi studi

terdapat pekerja laki-laki dan perempuan yang melakukan tugas serupa.

Paparan Resiko Ergonomi (QEC)

Hasil penilaian QEC untuk masing-masing aktivitas kerja ditunjukkan pada Tabel 2. Paparan disajikan dalam bentuk Exposure Level (%) beserta kategori tingkat risiko sesuai definisi QEC. Untuk aktivitas yang dikerjakan oleh lebih dari satu responden, ditampilkan rentang nilai E (%) minimum–maksimum.

Tabel 2. Exposure Level QEC per Jenis Pekerjaan dan Kategorinya

Jenis Pekerjaan	Exposure Level (%)	Kategori Risiko QEC
Penyortiran bahan	27,5	Aman (rendah)
Pencucian bahan	23,5	Aman (rendah)
Penimbangan bahan	22,2	Aman (rendah)
Pemotongan bahan	53,1 – 54,3	Perlu penelitian lanjut & perubahan (sedang)
Penggilingan	19,8	Aman (rendah)
Perebusan	29,6 – 30,9	Aman (rendah)
Pendinginan	21,0	Aman (rendah)
Penyaringan	32,1 – 37,0	Aman (rendah)
Filling (Pengemasan)	40,7 – 41,97	Perlu penelitian lebih lanjut (rendah-sedang)

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa proses pemotongan bahan memiliki nilai Exposure Level tertinggi dibanding lainnya, yakni sekitar 53-54%. Angka ini melebihi ambang 50%, sehingga termasuk kategori Action Level 3 (perlu penelitian lebih lanjut dan perlu dilakukan perubahan ergonomis). Tiga responden (R5, R6, R7) yang melakukan tugas pemotongan sama-sama menunjukkan nilai > 50%, yang menandakan konsistensi risiko tinggi pada stasiun kerja tersebut. Sebagai perbandingan, tugas filling (menuang jamu ke botol) memiliki Exposure Level 41% (pada R1–R4), masuk kategori Action Level 2 (perlu penelitian lanjut, namun belum perlu perubahan besar). Nilai 41% ini mendekati batas 40%, menunjukkan risiko

rendah–sedang yang mungkin dapat ditoleransi tetapi tetap perlu diawasi. Sementara itu, tujuh aktivitas lainnya semuanya berada di bawah 40% (kisaran 19,8% hingga 37,0%), yang berarti risiko rendah dan dikategorikan aman menurut QEC. Hasil penelitian ini konsisten dengan literatur yang menunjukkan bahwa aktivitas dengan skor paparan di atas 50% (Action Level 3) harus diprioritaskan untuk perbaikan, sedangkan aktivitas < 40% dapat dikategorikan aman namun tetap perlu pemantauan berkala (Ispăsoiu et al., 2021; Kumala et al., 2024).

Secara deskriptif, rata-rata exposure level per responden menunjukkan bahwa Responden 6 memiliki paparan ergonomi tertinggi sebesar 45,67%, diikuti Responden 7 sebesar 42,59%,

Responden 5 sebesar 37,03%, Responden 3 dan 4 masing-masing sebesar 31,68%, serta Responden 1 dan 2 masing-masing sebesar 29,33%. Jika dibandingkan antar pekerjaan, proses pemotongan bahan merupakan aktivitas dengan paparan tertinggi, dengan rerata exposure level 53,49%, diikuti filling sebesar 41,36% dan penyaringan sebesar 34,56%, sedangkan penggilingan merupakan pekerjaan dengan paparan terendah yaitu 19,75%. Temuan ini menunjukkan bahwa pekerjaan dengan postur membungkuk, gerakan berulang, dan durasi kerja relatif lebih lama cenderung menghasilkan paparan risiko ergonomi yang lebih tinggi dibandingkan pekerjaan dengan postur lebih netral dan durasi lebih singkat. Analisis skor QEC per bagian tubuh juga menunjukkan bahwa secara keseluruhan pergelangan tangan merupakan bagian tubuh yang paling dominan terdampak dengan rerata skor 17,56, diikuti bahu/lengan sebesar 16,78,

punggung sebesar 13,00, dan leher sebesar 7,78. Pada aktivitas pemotongan sebagai pekerjaan dengan risiko tertinggi, pola ini tampak lebih kuat, dimana rerata skor pergelangan tangan mencapai 28,00, bahu/lengan 25,33, punggung 20,00, dan leher 13,33, sehingga dapat diinterpretasikan bahwa risiko ergonomi pada proses pemotongan tidak hanya dipengaruhi oleh postur membungkuk dan menunduk, tetapi juga oleh aktivitas tangan yang berulang selama proses kerja berlangsung.

Data Antropometri Pekerja untuk Desain:

Hasil pengukuran antropometri ketujuh pekerja dan perhitungan persentil disajikan pada Tabel 3. Nilai rata-rata (mean) $\pm$ SD diberikan untuk gambaran umum, berikut hasil perhitungan P5, P50 (median $\approx$ mean), dan P95, yang lazim digunakan dalam desain ergonomis untuk memastikan akomodasi pekerja terkecil hingga terbesar (Depreli et al., 2024).

Tabel 3. Rekap Data Antropometri Pekerja dan Hasil Uji Statistik

No.	Dimensi	Rata-rata (SD)	P5	P50	P95	N' (cukup?)	BKA – BKB (seragam?)	Normalitas (p)
1	Tinggi Popliteal (cm)	45,57 (1,91)	42,42	45,57	48,71	2,83 (Ya)	49,40 – 41,73 (Ya)	0,686 (Normal)
2	Tinggi Bahu Duduk (cm)	61,57 (2,66)	58,28	61,57	64,86	2,99 (Ya)	66,90 – 56,24 (Ya)	0,854 (Normal)
3	Panjang Paha (cm)	50,57 (2,44)	46,55	50,57	54,58	3,72 (Ya)	55,45 – 45,68 (Ya)	0,744 (Normal)
4	Lebar Pinggul (cm)	35,42 (1,59)	32,81	35,42	38,01	3,22 (Ya)	38,61 – 32,24 (Ya)	0,958 (Normal)

Keterangan Tabel 3: SD = standar deviasi; P5/P50/P95 = persentil ke-5/50/95. N' = ukuran sampel yang disarankan; “Ya” artinya data mencukupi ($N' < 7$). BKA = Batas Kendali Atas; BKB = Batas Kendali Bawah; “Ya” pada kolom seragam berarti semua data berada di antara BKA–BKB. Uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan semua $p > 0,05$, sehingga data berdistribusi normal (ditunjukkan dengan label “Normal”).

Dari data di atas dapat dicatat beberapa hal penting untuk perancangan alat bantu:

- Tinggi popliteal rata-rata 45,6 cm – cukup tinggi, mengindikasikan tinggi kursi minimal yang nyaman sekitar itu agar kaki pekerja menapak lantai. Persentil 5 dimensi ini adalah 42,4 cm; menggunakan P5 akan mengakomodasi pekerja terpendek.

- Tinggi bahu duduk rata-rata 61,6 cm – ini berpengaruh pada ketinggian sandaran kursi serta ketinggian meja jika pekerja duduk. P95 mencapai 64,9 cm (pekerja paling tinggi duduk).
- Panjang paha rata-rata 50,6 cm menunjukkan kedalaman alas kursi yang dibutuhkan. Agar semua dapat duduk nyaman, bisa dipilih mendekati P50 (50 cm) untuk menghindari alas terlalu panjang bagi yang kaki pendek.
- Lebar pinggul rata-rata 35,4 cm menentukan lebar kursi minimal. P95 38,0 cm, berarti kursi harus minimal selebar 38 cm supaya muat pekerja terlebar.

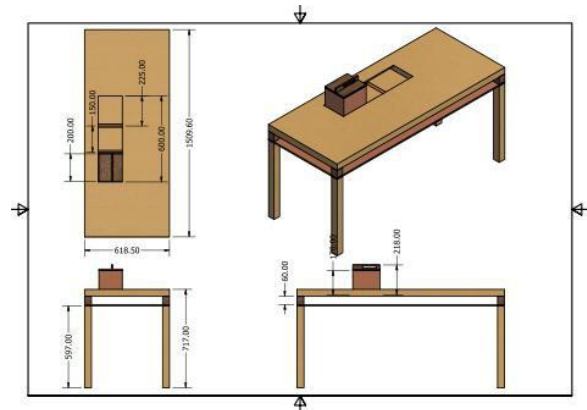
Uji kecukupan data menunjukkan nilai N' terendah 2,83 (tinggi popliteal) dan tertinggi 3,72 (panjang paha), semuanya jauh di bawah

N=7, sehingga jumlah subjek dianggap memadai untuk representasi populasi pekerja di sini. Data juga homogen/seragam (peta kendali tidak menunjukkan nilai outlier). Dengan demikian, hasil persentil di atas dapat digunakan dengan percaya diri sebagai dasar desain, sebagaimana juga dianjurkan oleh penelitian ergonomi di berbagai sektor industri kecil dan Pendidikan (Bizuneh & Mamecha, 2025; Fitra et al., 2021).

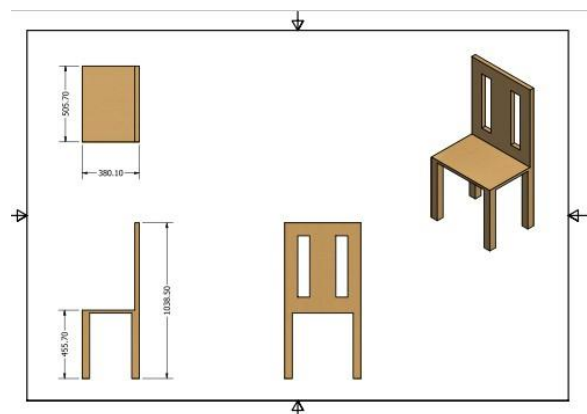
Usulan Perbaikan Ergonomi (Rancangan Alat Bantu Kerja):

Berdasarkan hasil QEC, stasiun kerja pemotongan bahan diprioritaskan untuk intervensi ergonomis. Gambar 2 dan Gambar 3 memperlihatkan rancangan usulan alat bantu kerja yang dikembangkan. Rancangan terdiri dari meja kerja pemotongan yang terintegrasi dengan alat potong ganda, serta kursi ergonomis. Meja dan kursi ini dirancang agar pekerja dapat melakukan pemotongan bahan dalam posisi duduk ergonomis, menggantikan cara lama duduk di lantai.

Tabel 4 dan 5 berikut merangkum dimensi utama dari meja dan kursi usulan. Dimensi tersebut ditentukan menggunakan data antropometri pada Tabel 3.



Gambar 2. Rancangan Meja Kerja dengan Alat Potong Terintegrasi.



Gambar 3. Rancangan Kursi Ergonomis dan Simulasi Penggunaan Alat Bantu.

Tabel 4. Dimensi Rancangan Meja Pemotongan Ergonomis

No.	Dimensi Meja	Ukuran Rancangan (cm)	Dasar Antropometri (persentil)
1	Tinggi Meja	71,71 cm ≈ 72 cm	Tinggi siku duduk + tinggi popliteal (P50)
2	Panjang Meja	150,96 cm	Rentang tangan (arm span) P5 (pekerja terkecil)
3	Lebar Meja	61,85 cm	Jarak jangkauan tangan ke depan P50 (lebar gerak)
4	Tinggi alat potong di meja	26,14 cm	Tinggi siku duduk P50 (pisau setinggi siku operator)
5	Panjang mata pisau potong	60 cm	– (d disesuaikan panjang bahan, cukup untuk 2 mata pisau)
6	Lebar/diameter wadah potong	20 cm	– (cukup untuk bahan berdiameter 15 cm)
7	Tinggi laci penampung hasil	15 cm	– (menampung potongan bahan jamu ±5 kg)

Tabel 5. Dimensi Rancangan Kursi Ergonomis

No.	Dimensi Kursi	Ukuran (cm)	Dasar Antropometri (persentil)
1	Tinggi Kaki Kursi (alas)	45,57 cm	Tinggi popliteal P50 (rata-rata)
2	Tinggi Sandaran Kursi	58,28 cm	Tinggi bahu duduk P5 (menopang punggung pekerja pendek)
3	Lebar Sandaran Kursi	38,01 cm	Lebar pinggul P95 (muat pekerja terlebar)
4	Panjang Alas Duduk	50,57 cm	Panjang paha P50 (rata-rata)
5	Lebar Alas Duduk	38,01 cm	Lebar pinggul P95 (muat pekerja terlebar)
6	Tinggi sandaran tangan	(tanpa lengan)	Kursi didesain tanpa armrest (lebih fleksibel)

Rancangan alat bantu yang diusulkan berupa meja pemotongan terintegrasi dan kursi ergonomis dengan ukuran tetap (non-adjustable). Meja dirancang dengan tinggi 71,71 cm (≈ 72 cm), panjang 150,96 cm, lebar 61,85 cm, tinggi alat potong 26,14 cm, panjang mata pisau 60 cm, diameter wadah potong 20 cm, dan tinggi laci penampung hasil 15 cm. Kursi dirancang dengan tinggi 45,57 cm, tinggi sandaran 58,28 cm, lebar sandaran 38,01 cm, panjang alas duduk 50,57 cm, dan lebar alas duduk 38,01 cm. Sandaran kursi dibuat dengan kemiringan 100° dari dudukan dan dilengkapi kelengkungan lumbar, sedangkan kursi tidak menggunakan sandaran lengan agar pergerakan operator tetap leluasa. Material yang disarankan adalah kayu jati untuk rangka meja dan stainless steel untuk mata pisau karena kuat, tahan lama, anti-karat, dan higienis.

Dengan menggunakan meja dan kursi ergonomis, pekerja dapat melakukan pemotongan dalam posisi duduk tegak dengan sudut lutut sekitar 90° , punggung dan leher netral, serta bahu berada pada posisi natural $0-20^\circ$ fleksi sehingga beban statis pada punggung, leher, dan bahu berkurang, sementara pergelangan tangan tetap netral saat menekan pisau. Postur seperti ini terbukti menurunkan risiko *musculoskeletal disorders* (MSDs) dan skor QEC secara signifikan dibanding posisi membungkuk di lantai, sebagaimana dibuktikan dalam studi redesign workstation di sektor pangan, manufaktur, dan jasa (Ipaki et al., 2023; Laal et al., 2022). Penerapan desain berbasis antropometri terbukti mampu menurunkan paparan risiko dari kategori tinggi ke rendah, konsisten dengan penelitian di industri mebel dan pendidikan yang menunjukkan perbaikan postur signifikan setelah intervensi ergonomis (Soares et al., 2023). Selain menurunkan risiko MSDs, rancangan meja yang dilengkapi dua

mata pisau serta laci penampung hasil potongan juga meningkatkan efisiensi kerja karena memungkinkan pemotongan lebih banyak dalam satu tekanan dan mengurangi waktu untuk mengambil hasil potongan, sesuai dengan temuan bahwa workstation ergonomis meningkatkan kenyamanan sekaligus produktivitas pekerja (Santoso, 2024).

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari sembilan tahapan kerja di UMKM jamu, pemotongan bahan baku merupakan tahapan paling berisiko menyebabkan work-related MSDs. Temuan ini konsisten dengan analisis ergonomi di sektor UMKM dan manufaktur yang melaporkan bahwa tugas dengan postur membungkuk $>30^\circ$ disertai leher menunduk dalam waktu lama meningkatkan beban statis pada otot punggung dan leher, serta mempercepat timbulnya nyeri punggung bawah (Hawari et al., 2022). Gerakan repetitif tinggi (>20 kali/menit) semakin memperparah risiko MSDs, sebagaimana dilaporkan dalam penelitian industri makanan dan furnitur dengan QEC, yang menunjukkan peningkatan skor risiko pada punggung dan leher (Rahmani et al., 2020).

Sebaliknya, tahapan lain seperti penyortiran, penggilingan, dan perebusan memiliki risiko lebih rendah karena postur lebih tegak atau durasi kerja lebih singkat. Fenomena ini sesuai dengan studi ergonomi yang menekankan bahwa variasi postur, penggunaan mesin bantu, dan durasi singkat dapat menurunkan skor QEC hingga kategori aman ($<40\%$) (Ipaki et al., 2023). Aktivitas filling (pengisian botol) memperoleh Exposure Level 41%, mendekati Action Level 2. Studi di sektor pengemasan menunjukkan bahwa meskipun postur tegak, frekuensi gerakan tangan repetitif

tetap meningkatkan keluhan bahu dan pergelangan tangan sehingga perlu perhatian ergonomis (Nurkertamanda et al., 2025).

Hasil antropometri pekerja menunjukkan postur tubuh relatif homogen (tinggi duduk 61 cm; popliteal 45 cm), sehingga rancangan kursi ± 45 cm dan meja potong ± 72 cm dapat mengakomodasi mayoritas pekerja. Prinsip ini sejalan dengan literatur antropometri yang menegaskan pentingnya penggunaan P5–P95 dalam desain furnitur kerja agar postur duduk tegak tercapai dan beban bahu berkurang (Laal et al., 2022; Silviana et al., 2022). Rancangan alat bantu yang diusulkan diharapkan memperbaiki postur kerja punggung dan leher pada aktivitas pemotongan bahan, sehingga secara teoritis berpotensi menurunkan paparan risiko ergonomi. Namun, penelitian ini belum melakukan perhitungan ulang QEC pada postur hasil rancangan.

Meskipun rancangan alat bantu yang diusulkan memiliki potensi praktis untuk memperbaiki postur kerja pada UMKM jamu, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah responden relatif kecil karena hanya melibatkan 7 pekerja produksi. Kedua, penelitian dilakukan hanya pada satu UMKM, yaitu CV. Makmur “A” Tiga Jaya, sehingga generalisasi temuan ke UMKM lain perlu dilakukan secara hati-hati. Ketiga, penelitian ini menggunakan desain observasional cross-sectional dan usulan alat bantu masih berupa desain yang belum diterapkan secara langsung di perusahaan, sehingga belum tersedia data tindak lanjut jangka panjang mengenai efektivitas intervensi terhadap penurunan risiko MSDs maupun peningkatan produktivitas kerja. Keempat, identifikasi keluhan pekerja dalam penelitian ini didasarkan pada hasil wawancara langsung dan penilaian QEC, sehingga belum dilengkapi dengan pengukuran keluhan muskuloskeletal menggunakan instrumen standar seperti Nordic Musculoskeletal Questionnaire. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu melibatkan sampel yang lebih luas, lebih dari satu UMKM, implementasi nyata alat bantu, serta evaluasi pascaintervensi menggunakan instrumen subjektif dan objektif yang lebih komprehensif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas pemotongan bahan merupakan tahapan kerja dengan risiko ergonomi tertinggi pada proses

produksi jamu di CV. Makmur “A” Tiga Jaya, dengan exposure level QEC berada pada kategori perlu penelitian lebih lanjut dan dilakukan perubahan, sedangkan beberapa tahapan lain seperti penyortiran, perebusan, dan penggilingan memiliki risiko relatif lebih rendah. Nilai tambah penelitian ini dibanding studi ergonomi sebelumnya terletak pada penerapan metode QEC pada konteks UMKM jamu tradisional yang masih jarang dikaji, dengan cakupan analisis pada sembilan tahapan kerja produksi serta perumusan rancangan alat bantu kerja spesifik berbasis data antropometri pekerja untuk aktivitas yang paling berisiko. Hasil antropometri menunjukkan ukuran tubuh pekerja relatif homogen, sehingga rancangan meja pemotongan dan kursi ergonomis dapat disusun dengan ukuran standar yang sesuai untuk mayoritas pekerja. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, yaitu jumlah responden yang relatif kecil karena hanya melibatkan 7 pekerja, studi yang dilakukan hanya pada satu UMKM, belum adanya evaluasi jangka panjang karena alat bantu yang diusulkan belum diterapkan secara langsung, serta belum digunakannya instrumen keluhan muskuloskeletal standar seperti Nordic Musculoskeletal Questionnaire. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan sampel yang lebih besar dan lebih beragam, mencakup lebih dari satu UMKM, mengimplementasikan alat bantu secara nyata di lapangan, serta melakukan evaluasi pascaintervensi dengan pengukuran objektif dan subjektif agar efektivitas perbaikan ergonomi dapat dibuktikan secara lebih kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackermann, A., & Wischniewski, S. (2022). Comparing Univariate and Multivariate Analysis of Anthropometric Measurements from 3D Body Scans for Ergonomic Work System Designs. *Proceedings of 3DBODY.TECH 2022 - 13th International Conference and Exhibition on 3D Body Scanning and Processing Technologies, Lugano, Switzerland, 25-26 October 2022*. <https://doi.org/10.15221/22.13>
- Adiyanto, O., Mohamad, E., Jaafar, R., Ma'ruf, F., Faishal, M., & Anggraeni, A. (2022). Application of Nordic body map and rapid upper limb assessment for assessing work-related musculoskeletal disorders: A case study in small and medium enterprises.

- International Journal of Integrated Engineering*, 14(4), 10–19.
- Ajayeoba, A. O. (2019). Risk, postural and physical strain assessment of sawmill workers in Nigeria. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 45, 74–88.
- Ansari, S., Nikpay, A., & Varmazyar, S. (2018). Design and development of an ergonomic chair for students in educational settings. *Health Scope*, 7(4), e60531.
- Atuna, V., & Safirin, M. (2023). Analysis of Employee Work Posture with the Quick Exposure Check (QEC) and Rapid Entire Body Assessment (REBA) Method (Case Study: CV. Wijaya Mandiri Label). *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*. <https://doi.org/10.22441/ijiem.v4i3.21369>
- Bizuneh, B., & Mamecha, R. (2025). Evaluation of an Industrial Sewing Workstation Design and Its Impact on Perceived Productivity. *Journal of Engineering*, 2025(1), 7388434.
- Bonin, D., Ackermann, A., Radke, D., Peters, M., & Wischniewski, S. (2023). Anthropometric dataset for the German working-age population using 3D body scans from a regional epidemiological health study and a weighting algorithm. *Ergonomics*, 66(8), 1057–1071.
- Depreli, Ö., Topcu, Z. G., & Tomaç, H. (2024). Mismatch between fixed classroom furniture and anthropometric measurements among university students: Relationships to ergonomic risk. *Work*, 79(2), 831–840.
- Emmatty, F. J., & Panicker, V. V. (2022). Workplace-based assessment and intervention design for waste sorting tasks in a developing country. *Sādhanā*, 47(1), 40.
- Eyvazlou, M., Asghari, A., Mokarami, H., Bagheri Hosseinabadi, M., Derakhshan Jazari, M., & Gharibi, V. (2021). Musculoskeletal disorders and selecting an appropriate tool for ergonomic risk assessment in the dental profession. *Work*, 68(4), 1239–1248.
- Farooq, H. (2022). *Prevalence of musculoskeletal disorders and ergonomic risk factors among firefighters*.
- Fitra, F., Azmi, A., Marbun, N. J., & Fathurrozi, N. A. (2021). Study Of Anthropometry And Ergonomics Of Desk And Chair Design For Elementary School (Case Study: Public Elementary School 008 Purnama). *Journal Of Industrial Engineering Management*, 170–175.
- González Farias, I., Núñez, W., Espejo, L., & Pastor, F. (2024). Proposal for a new statistical procedure for the ergonomic design of furniture: implications of a protocol developed from measurements of a young population. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 30(4), 1038–1046.
- Hawari, N. M., Sulaiman, R., Kamarudin, K. M., & Me, R. C. (2022). Musculoskeletal discomfort evaluation using Rapid Entire Body Assessment (REBA) and Quick Exposure Check (QEC) among woodworking workers in Selangor, Malaysia. *Asian Journal of Applied Sciences*, 10(5), 407–416.
- Ibrahim, N. A., Rahman, S., Ismail, S. H., & Abdullah, H. (2020). Musculoskeletal discomfort evaluation using Quick Exposure Check (QEC) among tower crane operators. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 834(1), 012056.
- Ipaki, B., Molenbroek, J. F. M., Merrikhpour, Z., & Faregh, S. A. (2023). Applying the quick exposure check in the workstation design process, physical and virtual prototype assessment. *Work*, 76(2), 569–586.
- Ispăsoiu, A., Milosan, I., Senchetru, D., Machedon-Pisu, T., Ispăsoiu, A. M. F., & Meiță, C. (2021). Study on the application of the QEC (Quick Exposure Check) on the ergonomic risks assessment in the industrial field. *MATEC Web of Conferences*, 343, 10023.
- Jin, X., Dong, Y., Yang, L., Huang, W., Cao, L., Zhang, Z., & He, L. (2025). Ergonomic interventions to improve musculoskeletal disorders among vehicle assembly workers: a one-year longitudinal study. *BMC Public Health*, 25(1), 824.
- Karimi, A., Dianat, I., Barkhordari, A., Yusefzade, I., & Rohani-Rasaf, M. (2020). A multicomponent ergonomic intervention involving individual and organisational changes for improving musculoskeletal outcomes and exposure risks among dairy workers. *Applied Ergonomics*, 88.

- <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103159>
- Khanmohammadi, E., Tabatabai Ghomsheh, F., & Osqueizadeh, R. (2017). Review the effectiveness of ergonomic interventions in reducing the incidence of musculoskeletal problems of workers in fatal truck assembly Hall. *Iranian Journal of Ergonomics*, 5(2), 1–8.
- Khoshakhlagh, A. H., Majdabadi, M. A., & Yazdanirad, S. (2022). The impact of ergonomic-educational interventions on reduction of musculoskeletal symptoms among employees of oil and gas installations in Iran. *Work*, 71(3). <https://doi.org/10.3233/WOR-205231>
- Kumala, A., Adelino, M. I., & Fitri, M. (2024). Evaluating Musculoskeletal Disorder Risk Factors through Quick Exposure Check: A Case Study in a Crumb Rubber Factory. *Journal of Industrial View*, 6(1), 1–10.
- Kurnia, Y., & Aristriyana, E. (2023). Perancangan Kursi kerja Pada Stasiun Pengupasan Pisang Menggunakan Metode Antropometri di IKM Keripik Pisang Cipaku-Ciamis. *J-Ensitem (Journal of Engineering and Sustainable Technology)*, 10(01), 961–966.
- Laal, F., Mohammadian, F., Khoshakhlagh, A., Madvari, R. F., Dehghan, S. F., & Pordanjani, S. R. (2022). Effect of anthropometric and demographic factors on musculoskeletal disorders in nurses' aides. In *Work* (Vol. 72, Number 4). <https://doi.org/10.3233/WOR-210027>
- Mahboobi, M., Taghipour, M., & Ali Azadeh, M. (2020). Assessing ergonomic risk factors using combined data envelopment analysis and conventional methods for an auto parts manufacturer. *Work*, 67(1), 113–128.
- Nurkertamanda, D., Wicaksono, P. A., Putri, N. A., & Fadhilah, E. S. (2025). Utilization of packing tables to accelerate packing process time and reduce musculoskeletal disorders among packing operators at UD Harapan Kita. *Multidisciplinary Science Journal*, 7(7), 2025307.
- Okafor, U. A. C., Oghumu, S. N., Oke, K. I., Abaraogu, U. O., Unachukwu, O. O., & Sokunbi, O. G. (2020). Musculoskeletal disorders and ergonomic risk exposure assessment in manual material handlers in Lagos, Nigeria. *Annals of Biomedical Sciences*, 19(2), 96–104.
- Oliv, S., Gustafsson, E., Baloch, A. N., Hagberg, M., & Sandén, H. (2019). The Quick Exposure Check (QEC)—Inter-rater reliability in total score and individual items. *Applied Ergonomics*, 76, 32–37.
- Pinyowiat, K., Supamong, S., & Rattananupong, T. (2019). P. 1.32 Comparisons of the results from ergonomic tools between rapid entire body assessment and quick exposure check in a steel factory. BMJ Publishing Group Ltd.
- Prahasti, S. N., Vicananda, L. P., Ma'ruf, K., Setiawan, R., & Azizah, N. (2024). Analysis of cashiers' work postures using the Quick Exposure Check (QEC): a case study in Yogyakarta. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*. <https://doi.org/10.22441/oe.2023.v15.i3.091>
- Rahma, R. A. A., & Faiz, I. (2019). Work posture analysis of gamelan craft center workers using quick methods of ergonomic risk assessment. *Journal of Physics: Conference Series*, 1381(1), 012027.
- Rahmani, R., Shahnavaizi, S., Fazli, B., & Ghasemi, F. (2020). Ergonomic risk assessment of musculoskeletal disorders in a cement factory workers using QEC technique. *Pajouhan Scientific Journal*, 18(2), 64–72.
- Rani, R., & Chahal, P. (2024). APPLICATION OF THE QEC (QUICK EXPOSURE CHECK) ON THE ERGONOMIC RISKS ASSESSMENT IN THE INDUSTRIAL FIELD. *International Education and Research Journal*. <https://doi.org/10.21276/ierj24419911847127>
- Riaz, H., & Khan, H. (2021). Postural ergonomic risk assessment and work-related musculoskeletal symptoms among surgeons. *Foundation University Journal of Rehabilitation Sciences*, 1(1), 5–10.
- Salleh, N. F. M., Sukadarin, E. H., & Zakaria, J. (2017). Preliminary study of musculoskeletal complaints and ergonomic risk factors among catering workers. *Asia Pacific Environmental and Occupational Health Journal*, 3(1).
- Santosa, T., & Budi, Y. R. (2020). Analisa Perkembangan Umkm Di Indonesia Pada

- Tahun 2017-2019. *Develop: Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 1(2), 57–64.
- Santoso, G. (2024). Work in a Sitting Position at an Ergonomic Workstation to Reduce Complaints and Fatigue to Increase Work Productivity. *Work*, 2(4).
- Silviana, Hardianto, A., & Hermawan, D. (2022). THE IMPLEMENTATION OF ANTHROPOMETRIC MEASUREMENT IN DESIGNING THE ERGONOMICS WORK FURNITURE. *EUREKA, Physics and Engineering*, 2022(3). <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2022.001967>
- Soares, C., Shimano, S. G. N., Marcacine, P. R., Fernandes, L. F. R. M., de Castro, L. L. P. T., & de Walsh, I. A. P. (2023). Ergonomic interventions for work in a sitting position: an integrative review. *Revista Brasileira de Medicina Do Trabalho*, 21(1), e2023770.
- Sohrabi, M. S., & Anbarian, M. (2020). Using Anthropometric Characteristics to Office Furniture Design: Case Study; Hormozgan Province Gas Company. *Iranian Journal of Ergonomics*, 7(4), 62–71.
- Trisolvena, N. (2023). Analysis of ergonomic lecturer work chair design with anthropometric method. *Greenation International Journal of Engineering Science*, 1(1), 59–66.
- Widjajati, E. P., Islami, M. C. P. A., & Wahyudi, E. (2021). Design of Ergonomic Work Facilities to Reduce Skuble Muscle Disorders with Quick Exposure Check (QEC) Method in CV. XYZ. *Nusantara Science and Technology Proceedings*, 282–287.
- Widodo, T., Fardiansyah, I., & Gufron, A. (2021). Mendesain Meja Dan Kursi Ergonomi Dengan Mengacu Pada Nilai Antropometri Untuk Bagian Checking Rubber (Outsole) Di PT. Victory Chingluh Indonesia. *Journal Industrial Manufacturing*, 6(2), 123–130.
- Younesi, S., Jalali, M., & Saremi, M. (2020). Investigating the physical state of the body and the prevalence of musculoskeletal discomfort in the fruit pickers. *Iran Occupat Health*, 17(1), 1–12