Evaluasi Risiko Ergonomi dengan *Quick Exposure Check* (QEC) dalam Upaya Minimasi *Human Error*

Ergonomic Risk Evaluation with Quick Exposure Check (QEC) to Minimize Human Error

Rurry Patradhiani[1)*], Dicka Anggraini[2)], Bayu Wahyudi[3)], Nidya Wisudawati[4)]
[1,2,3,4)] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang, Kota Palembang, Indonesia
email: [1)]rurry_patradhiani@um-palembang.ac.id, [2)]dickaanggraini7@gmail.com, [3)]bayu_wahyudi@ um-palembang.ac.id, [4)]nidya_wisudawati@um-palembang.ac.id

---

Informasi Artikel
Diterima:
Submitted:
24/03/2025

Diperbaiki:
Revised:
26/04/2025

Disetujui:
Accepted:
28/04/2025

[*)] Rurry Patradhiani
rurry_patradhiani@um-palembang.ac.id

DOI:
https://doi.org/10.32502/integrasi.v10i1.588

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi risiko ergonomi pada lingkungan kerja di UMKM yang memproduksi makanan pempek menggunakan metode *Quick Exposure Check* (QEC). Permasalahan dalam penelitian ini yaitu tingginya risiko ergonomi akibat postur kerja yang tidak ergonomi, terutama adanya keluhan *Muskoloskeletal disorder* (MSDs) serta munculnya *human error.* Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi tingkat risiko ergonomi yang dihadapi pekerja serta memberikan rekomendasi perbaikan guna meningkatkan keselamatan dan kenyamanan kerja. Metode QEC digunakan untuk menganalisis berbagai aspek ergonomi, termasuk postur tubuh, beban kerja, frekuensi gerakan, dan durasi aktivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa posisi kerja memiliki tingkat risiko tinggi yang dapat berkontribusi munculnya MSDs. Nilai rata-rata *exposure level* untuk stasiun kerja pengadonan 81,81%, penggorengan 81,25%, perebusan 90,05% ketiga stasiun kerja tersebut menunjukkan tingkat paparan yang tinggi dan tergolong dalam kategori 4, sehingga diperlukan tindakan segera berupa kajian lebih lanjut dan perbaikan kondisi kerja. Rekomendasi perbaikan sebagai upaya untuk mengurangi keluhan MSDs dan *human error* yaitu dengan memperhatikan postur kerja sesuai dengan prinsip ergonomi, memberikan fasilitas kerja seperti kursi dan meja kerja yang menyesuaikan postur tubuh pekerja saat bekerja, serta mengatur waktu istirahat agar pekerja dapat melakukan peregangan otot sehingga dapat memberikan kenyamanan bagi pekerja.

Kata kunci: Postur kerja, *Quick Exposure Check,* Risiko ergonomi.

Abstract

This study evaluates the ergonomic risks in the work environment in MSMEs that produce food using the Quick Exposure Check (QEC) method. The problem in this study is the high ergonomic risk due to non-ergonomic work postures, especially complaints of musculoskeletal disorders (MSDs) and the emergence of human error. The purpose of this study is to identify the level of ergonomic risk faced by workers and provide recommendations for improvement to improve work safety and comfort. The QEC method is used to analyze various aspects of ergonomics, including posture, workload, frequency of movement, and duration of activity. The results of the study indicate that several work positions have a high level of risk that can contribute to the emergence of MSDs. The average exposure level for the kneading work station is 81.81%, frying 81.25%, and boiling 90.05%; the three work station exhibit high exposure levels and fall into category 4, indicating the need for immediate action through further investigation and improvement of working conditions. To mitigate complaints of MSDs and human error, we suggest enhancing work postures according to ergonomic principles, providing ergonomic chairs and desks, and scheduling rest periods to allow workers to stretch their muscles for comfort.

Keywords*: Work Posture, Quick Exposure Check, Ergonomic Risk.*

©Integrasi Universitas Muhammadiyah Palembang
p-ISSN *2528-7419*
e-ISSN *2654-5551*

Pendahuluan

Usaha mikro kecil menengah (UMKM) berperan penting dalam mendukung perekonomian Indonesia karena mampu menyerap tenaga kerja dalam jumlah besar di berbagai sektor. UMKM berkontribusi mengurangi angka pengangguran dengan menyediakan lapangan kerja bagi warga negara[1]. Namun dalam menjalankan proses produksinya, banyak UMKM yang mengabaikan aspek kesehatan dan keselamatan kerja (K3) karena berfokus pada peningkatan produksi. Pada aktivitas produksi yang dilakukan secara manual dengan tenaga manusia, pekerja UMKM sering menghadapi risiko ergonomi akibat dari melakukan tugas berulang, mengangkat beban, membungkuk dalam waktu lama, serta menggunakan alat sederhana tanpa dukungan teknologi. Kondisi ini menyebabkan postur kerja yang tidak nyaman sehingga meningkatkan risiko kelelahan dan gangguan Muscoloskeletal (MSDs), yang berdampak pada produktivitas dan kesehatan pekerja [2][3].

Keterbatasan sumber daya dan pengetahuan ergonomi yang terjadi di UMKM dapat meningkatkan risiko ergonomi. Pekerja yang sering mengalami MSDs akan berpotensi menimbulkan *human error*[4]. *Human error* merupakan kesalahan yang terjadi secara tidak sengaja akibat kelalaian manusia yang berdampak pada produktivitas dan keselamatan kerja [5]. Menurut [6] bentuk kegagalan dalam menyelesaikan pekerjaan atau aktivitas yang tidak diizinkan yang dapat menyebabkan gangguan operasional atau kerusakan peralatan.

Human error dapat terjadi karena berbagai faktor seperti kurangnya keterampilan individu, kelelahan akibat tugas yang berulang, dan kondisi lingkungan kerja yang tidak ergonomis. Minimnya penggunaan teknologi berbasis informasi yang membuat pekerja masih mengandalkan metode manual sehingga lebih rentan terjadinya kesalahan juga dapat menjadi penyebab terjadinya *human error* [6].

Dalam proses produksi, *human error* berdampak pada penurunan kualitas produk, keterlambatan produksi, serta kerugian finansial. Pada beberapa industri manufaktur, kesalahan dalam pengawasan oleh pekerja dapat mengakibatkan kegagalan produksi, kurangnya penggunaan alat pelindung diri dapat meningkatkan risiko kecelakaan dan menurunkan produktivitas [5][6][4][7][8]. Jika tidak dicegah dengan melakukan evaluasi ergonomi, *human error* dapat menurunkan efisiensi, merusak reputasi perusahaan serta menyebabkan kehilangan konsumen.

Evaluasi ergonomi berperan penting dalam mengurangi *human error* dengan memastikan bahwa lingkungan kerja, postur tubuh, dan beban kerja sesuai kapasitas pekerja sehingga dapat mengurangi kelelahan dan risiko cedera. Evaluasi ergonomi untuk mengetahui seberapa jauh penerapan ergonomi di tempat kerja, dengan penerapan ergonomi yang baik perusahaan dapat mengoptimalkan efektivitas kerja, mengurangi kecelakaan serta produktivitas akan meningkat [9]. Identifikasi risiko kerja yang dapat mempengaruhi kenyamanan dan keselamatan pekerja sehingga evaluasi risiko perlu dilakukan [10].

UMKM XYZ merupakan salah satu industri yang memproduksi makanan khas daerah di kota Palembang yaitu Pempek. Makanan ini banyak diminati oleh masyarakat baik untuk konsumsi sendiri maupun dijadikan sebagai buah tangan. Dalam proses produksinya UMKM ini masih mengandalkan tenaga manusia, dimana hal ini rentan terhadap *human error* serta munculnya risiko ergonomi akibat dari postur kerja yang tidak nyaman seperti membungkuk dalam waktu lama, mengangkat beban dan gerakan berulang.

Gambar 1. Proses Produksi di UMKM

Minimnya fasilitas kerja yang ergonomis serta kurangnya kesadaran pekerja semakin meningkatkan risiko cedera muskuloskeletal (MSDs) dan menurunkan produktivitas. Oleh karena itu evaluasi ergonomi diperlukan untuk menilai tingkat risiko ergonomi serta mengidentifikasi faktor – faktor yang dapat menimbulkan *human error*. *Quick Exposure Checklist* (QEC) sebagai salah satu metode untuk mengevaluasi risiko ergonomi di tempat kerja.

QEC digunakan dalam evaluasi risiko ergonomi yang dapat menyebabkan gangguan MSDs. QEC mampu mengevaluasi beberapa bagian tubuh seperti punggung, leher, bahu/ lengan, dan pergelangan tangan yang sering mengalami cedera akibat kerja. Selain faktor postur, QEC juga mempertimbangkan frekuensi gerakan, beban kerja dan durasi kerja sehingga akan memberikan hasil yang akurat [11][12]. Hasil dari penilaian QEC ini dapat digunakan sebagai dasar dalam perancangan fasilitas kerja dan masukan dalam membuat kebijakan guna meningkatkan produktivitas operasional [10].

Evaluasi ergonomi dengan QEC secara signifikan mampu mengurangi risiko cedera dan meningkatkan kenyamanan serta produktivitas pekerja. Seperti dalam penelitian [13] hasil QEC memiliki tingkat risiko MSDs 73,8% untuk pekerjaan mencampur material dan 71,5% untuk mengisi ember, kemudian dilakukan modifikasi meja kerja, wadah pencampuran material dan desain sekop maka tingkat risiko menurun menjadi 48,8% pada pencampuran material dan 47,7% pada pegisian ember. QEC efektif untuk mengidentifikasi dan mengurangi risiko ergonomi serta mengoptimalkan desain tempat kerja. Pada industri konveksi seperti pada penelitian [14] diidentifikasi pekerja mengalami gangguan pada bagian pergelangan tangan, bahu/lengan, dan leher akibat posisi duduk terlipat dan gerakan berulang dengan durasi kerja yang panjang. Sehingga dengan tingkat risiko yang tinggi disarankan untuk melakukan perancangan fasilitas kerja yang lebih ergonomis.

UMKM XYZ yang masih menggunakan proses manual, penting untuk mengidentifikasi risiko *human error* dan gangguan MSDs akibat postur kerja yang tidak ergonomis. Aktivitas seperti mencampur bahan, mengangkat adonan, serta mengemas produk sering dilakukan berulang kali, hal ini meningkatkan risiko kelelahan dan cedera. Dengan evaluasi ergonomi menggunakan QEC, UMKM dapat memahami faktor risiko dan solusi perbaikannya seperti penyesuaian meja kerja dan penggunaan alat bantu. Perbaikan ini akan membantu mengurangi cedera dan meningkatkan efisiensi kerja, serta menjaga kualitas dan keberlanjutan produksi.

Metode

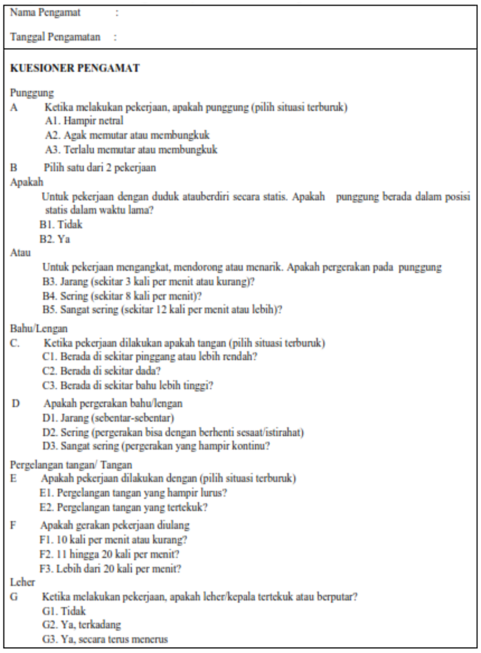
Penelitian ini dilaksanakan di UMKM yang memproduksi makanan khas daerah Sumatera Selatan yaitu pempek. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer seperti data proses produksi, data pekerja, data *human error* yang terjadi selama proses produksi, data keluhan yang dirasakan oleh pekerja saat beraktivitas. Data lainnya yaitu data sekunder berupa data UMKM yang berasal dari referensi.

Pada pengolahan datanya, penelitian ini menggunakan metode QEC, yaitu metode observasi yang dirancang untuk menilai paparan terhadap risiko ergonomi yang menyebabkan gangguan MSDs. Pada QEC mengevaluasi postur kerja, gerakan yang berulang, beban kerja, dan durasi tugas yang dikerjakan pada beberapa bagian tubuh seperti punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher [15]. Tahapan dalam metode QEC diantaranya:

1. Tahap pertama mengumpulkan data yang dibutuhkan dengan menggunakan kuesioner QEC. Terdapat dua kuesioner

yang diisi, pertama kuesioner yang diisi oleh pengamat sebagai landasan dalam penilaian terhadap pekerja sebagai objek pengamatan, kuesioner dapat dilihat pada Gambar 1. Kedua adalah kuesioner yang diisi oleh pekerja yang digunakan sebagai landasan dalam penilaian dari pekerja secara langsung, kuesioner dapat dilihat pada Gambar 2.

2. Tahap berikutnya, data diolah untuk menghitung *exposure score* pada punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher berdasarkan postur, durasi, dan beban kerja.
3. Berdasarkan nilai *exposure score* yang didapatkan, kemudian dibandingkan dengan tabel *exposure level* untuk mengetahui risiko cedera pada setiap anggota tubuh.

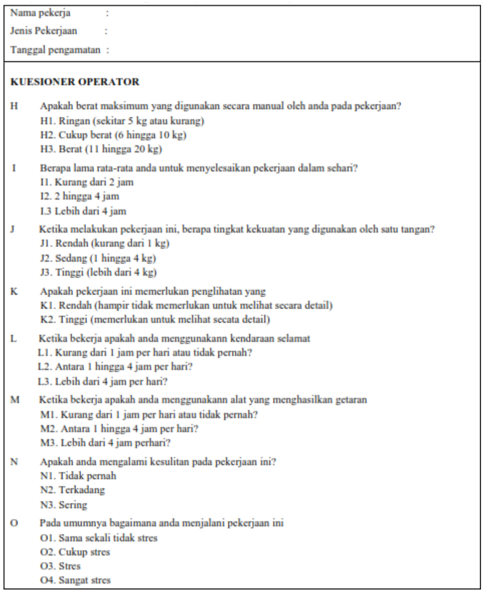


Nama Pengamat :
Tanggal Pengamatan :

KUESIONER PENGAMAT

Punggung
A Ketika melakukan pekerjaan, apakah punggung (pilih situasi terburuk)
  A1. Hampir netral
  A2. Agak memutar atau membungkuk
  A3. Terlalu memutar atau membungkuk
B Pilih satu dari 2 pekerjaan
Apakah
  Untuk pekerjaan dengan duduk atauberdiri secara statis. Apakah punggung berada dalam posisi statis dalam waktu lama?
  B1. Tidak
  B2. Ya
Atau
  Untuk pekerjaan mengangkat, mendorong atau menarik. Apakah pergerakan pada punggung
  B3. Jarang (sekitar 3 kali per menit atau kurang)?
  B4. Sering (sekitar 8 kali per menit)?
  B5. Sangat sering (sekitar 12 kali per menit atau lebih)?
Bahu/Lengan
C. Ketika pekerjaan dilakukan apakah tangan (pilih situasi terburuk)
  C1. Berada di sekitar pinggang atau lebih rendah?
  C2. Berada di sekitar dada?
  C3. Berada di sekitar bahu lebih tinggi?
D Apakah pergerakan bahu/lengan
  D1. Jarang (sebentar-sebentar)
  D2. Sering (pergerakan bisa dengan berhenti sesaat/istirahat)
  D3. Sangat sering (pergerakan yang hampir kontinu?
Pergelangan tangan/ Tangan
E Apakah pekerjaan dilakukan dengan (pilih situasi terburuk)
  E1. Pergelangan tangan yang hampir lurus?
  E2. Pergelangan tangan yang tertekuk?
F Apakah gerakan pekerjaan diulang
  F1. 10 kali per menit atau kurang?
  F2. 11 hingga 20 kali per menit?
  F3. Lebih dari 20 kali per menit?
Leher
G Ketika melakukan pekerjaan, apakah leher/kepala tertekuk atau berputar?
  G1. Tidak
  G2. Ya, terkadang
  G3. Ya, secara terus menerus

Gambar 2. Kuesioner Pengamat



Nama pekerja :
Jenis Pekerjaan :
Tanggal pengamatan :

KUESIONER OPERATOR

H Apakah berat maksimum yang digunakan secara manual oleh anda pada pekerjaan?
  H1. Ringan (sekitar 5 kg atau kurang)
  H2. Cukup berat (6 hingga 10 kg)
  H3. Berat (11 hingga 20 kg)
I Berapa lama rata-rata anda untuk menyelesaikan pekerjaan dalam sehari?
  I1. Kurang dari 2 jam
  I2. 2 hingga 4 jam
  I.3 Lebih dari 4 jam
J Ketika melakukan pekerjaan ini, berapa tingkat kekuatan yang digunakan oleh satu tangan?
  J1. Rendah (kurang dari 1 kg)
  J2. Sedang (1 hingga 4 kg)
  J3. Tinggi (lebih dari 4 kg)
K Apakah pekerjaan ini memerlukan penglihatan yang
  K1. Rendah (hampir tidak memerlukan untuk melihat secara detail)
  K2. Tinggi (memerlukan untuk melihat secata detail)
L Ketika bekerja apakah anda menggunakann kendaraan selamat
  L1. Kurang dari 1 jam per hari atau tidak pernah?
  L2. Antara 1 hingga 4 jam per hari?
  L3. Lebih dari 4 jam per hari?
M Ketika bekerja apakah anda menggunakann alat yang menghasilkan getaran
  M1. Kurang dari 1 jam per hari atau tidak pernah?
  M2. Antara 1 hingga 4 jam per hari?
  M3. Lebih dari 4 jam perhari?
N Apakah anda mengalami kesulitan pada pekerjaan ini?
  N1. Tidak pernah
  N2. Terkadang
  N3. Sering
O Pada umumnya bagaimana anda menjalani pekerjaan ini
  O1. Sama sekali tidak stres
  O2. Cukup stres
  O3. Stres
  O4. Sangat stres

Gambar 3. Kuesioner Pekerja

Berikut di bawah ini adalah tabel *total expossure level QEC:*

Tabel 1. *Total Exposure Level QEC*

Total Exposure	Action
< 40%	Aman
40-49%	Perlu Penelitian Lebih Lanjut
50-69%	Perlu Penelitian lebih lanjut dan melakukan perubahan
>70%	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya

4. Selanjutnya menghitung *exposure level* untuk menentukan tindakan yang perlu dilakukan berdasarkan hasil perhitungan total *exposure score*. Tindakan yang diambil berdasarkan nilai yang didapatkan dari tabel 1.
5. Tahap berikutnya adalah analisis dan rekomendasi perbaikan yang dilakukan dengan meninjau skor paparan yang paling berpotensi menimbulkan risiko cedera pada setiap stasiun kerja. Tabel *action level* kemudian diperiksa kembali untuk mengetahui apakah secara keseluruhan di stasiun kerja masuk dalam kategori aman atau tidak. Dengan cara ini, penyebab risiko cedera dapat diketahui, mengapa hal itu terjadi, dan perbaikan apa yang diperlukan untuk meminimalkan risiko tersebut. Rekomendasi perbaikan khusus untuk stasiun kerja dengan skor paparan total

rata-rata tertinggi, dengan harapan dapat mengurangi *human error*.

Hasil dan Pembahasan

Pada proses produksi di UMKM dilakukan secara manual dengan menggunakan tangan untuk membentuk makanan tersebut. Pada proses pembuatannya menggunakan wajan besar dan panci perebusan. Dari aktivitas produksi ini sering muncul kecelakaan kerja karena *human error* .

QEC merupakan salah satu metode dari beberapa metode untuk menilai beban postur tubuh. QEC mempunyai tingkat pengukuran dan penilaian yang relatif baik sehingga hasil yang didapatkan dapat diterima secara luas pada akhir perhitungannya. QEC mampu mengevaluasi faktor risiko ergonomi yang berkontribusi terhadap cedera akibat postur kerja yang buruk, getaran dari mesin produksi, serta stres kerja [16]. QEC juga dapat untuk mengetahui tingkat risiko nyeri otot pada sistem MSDs yang mempunyai fokus kerja pada ektremitas atas.

Selama proses produksi di UMKM, pekerja duduk dalam waktu yang lama di kursi kecil yang beralaskan kain. Postur duduk yang tidak ergonomis seperti membungkuk ke depan atau tanpa dukungan kursi yang tepat dapat memberikan tekanan pada tulang belakang dan otot. Aktivitas yang berulang seperti membuat adonan dan mengisi makanan, jika tidak dilakukan dengan baik akan berisiko menyebabkan kelelahan otot, cedera akibat gerakan repetitif, serta meningkatkan terjadinya *human error*.

Salah satu beban kerja proses produksi di UMKM ini terlihat dari pekerjaan fisik yang memerlukan kekuatan dan keterampilan manual, seperti mengaduk adonan makanan yang kental, membentuk makanan secara manual, serta mengangkat bahan baku yang berat menyebabkan kelelahan fisik. Waktu produksi dimulai dari pukul 06.00 pagi hingga pukul 17.00.

Perancangan sistem kerja yang optimal diperlukan untuk menciptakan kondisi kerja yang efisien, aman, sehat, nyaman dan efektif sesuai dengan prinsip ergonomi. Namun prinsip ini belum sepenuhnya diterapkan oleh pekerja di UMKM, yang masih bekerja dalam posisi duduk di kursi kayu beralaskan kain dengan kaki ditekuk dalam waktu yang lama. Postur kerja tersebut tidak ergonomis untuk durasi kerja yang panjang, karena dapat meningkatkan risiko MSDs dan menimbulkan keluhan fisik pada pekerja. MSDs jika dibiarkan akan menurunkan produktivitas pekerja, meningkatkan risiko cedera yang lebih serius, serta akan meningkatkan biaya kesehatan dan pengobatan [17]

Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada metode QEC untuk mempertimbangkan kondisi yang dialami pekerja dari berbagai sudut pandang. Kuesioner QEC diberikan kepada responden yaitu pekerja di bagian produksi dan kuesioner pengamat dalam hal ini adalah peneliti. QEC membantu mencegah gangguan MSDs yang dialami pekerja akibat penanganan material secara manual. Dengan kondisi kerja yang memiliki beban kerja berat, posisi kerja tidak ergonomis, serta durasi kerja yang panjang menjadi penyebab utama MSDs [18].

QEC berisi pertanyaan yang dibagi menjadi 4 bagian utama yaitu punggung, bahu, atau lengan, pergelangan tangan atau tangan dan leher, serta 4 bagian tambahan yaitu mengemudi, getaran, kecepatan kerja, dan stres. Jawaban atas pertanyaan QEC akan memberikan skor yang menampilkan tingkat paparan yang dijadikan acuan dalam menghadapi risiko ergonomis.

Berikut di bawah ini hasil kuesioner yang telah diisi oleh pengamat dan responden:

Tabel 2. Hasil Kuesioner Pengamat

Stasiun Kerja	Nama Pekerja	Punggung		Bahu/ Lengan		Pergelangan Tangan		Leher
		A	B	C	D	E	F	G
Pengadonan	Fatimah	A2	B2	C1	D2	E1	F3	G2
Penggorengan	Lia	A2	B2	C1	D2	E2	F3	G2
	Yani	A2	B2	C2	D2	E2	F3	G2
Perebusan	Lela	A2	B2	C1	D2	E2	F3	G2
	Desi	A2	B2	C1	D2	E2	F3	G2

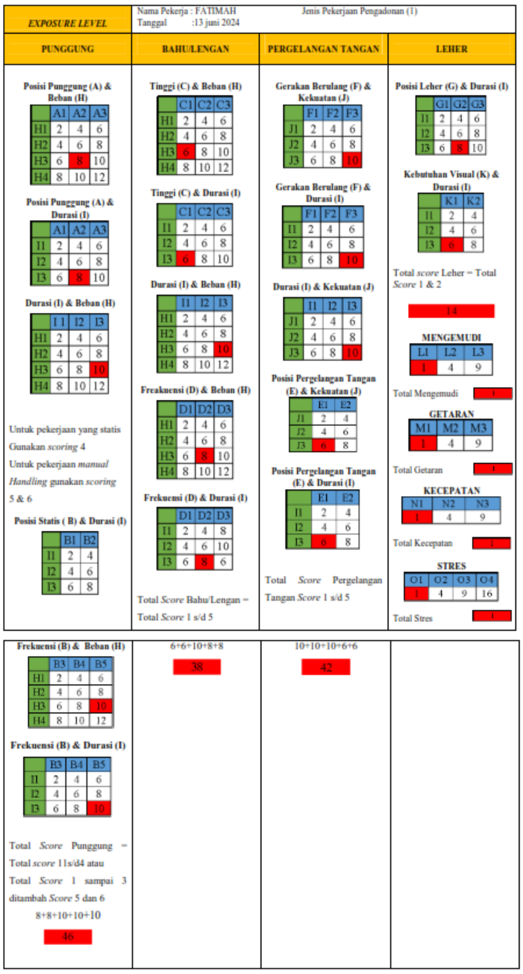
Tabel 3. Hasil Kuesioner Operator

Stasiun Kerja	Nama Pekerja	H	I	J	K	L	M	N	O
Pengadonan	Fatimah	H3	I3	J3	K1	L1	M1	N1	O1
Penggorengan	Lia	H3	I3	J3	K2	L1	M1	N1	O1
	Yani	H3	I3	J2	K2	L1	M1	N1	O1
Perebusan	Lela	H3	I3	J3	K2	L3	M2	N1	O2
	Desi	H3	I3	J2	K2	L1	M2	N2	O1

Pengolahan Data

Dalam proses pengadonan bahan makanan (pekerja 1), pergelangan tangan, leher, dan bagian bahu/lengan berada di area pinggang atau lebih rendah, dengan punggung yang agak membungkuk, posisi tangan yang hampir lurus. Setelah melakukan pengamatan pekerja menyelesaikan penilaian, lembar penilaian QEC digunakan untuk menghitung seluruh jawaban. Setelah melakukan pengamatan dan pengisian kuesioner maka didapat hasil *score* dari pekerja 1 dengan aktivitas mengadon adalah sebagai berikut dapat dilihat pada Gambar 3.

Posisi kerja untuk pekerja 1 dengan aktivitas pengadonan didapatkan untuk (A2) pekerjaan dilakukan agak memutar atau membungkuk, (B5) pekerjaan mengangkat, mendorong/ menarik pekerjaan sangat sering dilakukan (sekitar 12 kali per menit atau lebih), (C1) bahu/lengan berada di sekitar pinggang atau lebih rendah, (D2) pergerakan bahu/lengan sering bergerak, (E2) posisi pergelangan tangan yang hampir lurus, (F3) pekerjaan yang berulang lebih dari 20 kali per menit, (G2) posisi kepala terkadang tertekuk atau berputar. (H3) beban maksimum yang digunakan pekerja beratnya 11 hingga 20 kg, (I3) waktu rata-rata menyelesaikan pekerjaan lebih dari 4 jam, (J3) tingkat kekuatan tangan saat melakukan pekerjaan tinggi lebih dari 4 kg, (K1) pekerja memerlukan penglihatan yang rendah, (L1) kurang dari 1 jam per hari atau tidak pernah, (M1) bekerja menggunakan alat kurang dari 1 jam atau tidak pernah, (N1) pekerja tidak pernah mengalami kesulitan pada pekerjaan yang dilakukan, (O1) pekerja menjalani pekerjaan ini sama sekali tidak stres.



EXPOSURE LEVEL

Nama Pekerja : FATIMAH
Tanggal :13 juni 2024
Jenis Pekerjaan Pengadonan (1)

PUNGGUNG

Posisi Punggung (A) & Beban (H)

	A1	A2	A3
H1	2	4	6
H2	4	6	8
H3	6	8	10
H4	8	10	12

Posisi Punggung (A) & Durasi (I)

	A1	A2	A3
I1	2	4	6
I2	4	6	8
I3	6	8	10

Durasi (I) & Beban (H)

	I 1	I2	I3
H1	2	4	6
H2	4	6	8
H3	6	8	10
H4	8	10	12

Untuk pekerjaan yang statis Gunakan *scoring* 4
Untuk pekerjaan *manual Handling* gunakan *scoring* 5 & 6

Posisi Statis (B) & Durasi (I)

	B1	B2
I1	2	4
I2	4	6
I3	6	8

Frekuensi (B) & Beban (H)

	B3	B4	B5
H1	2	4	6
H2	4	6	8
H3	6	8	10
H4	8	10	12

Frekuensi (B) & Durasi (I)

	B3	B4	B5
I1	2	4	6
I2	4	6	8
I3	6	8	10

Total *Score* Punggung = Total *score* 1 1s/d4 atau Total *Score* 1 sampai 3 ditambah *Score* 5 dan 6

8+8+10+10+10

46

BAHU/LENGAN

Tinggi (C) & Beban (H)

	C1	C2	C3
H1	2	4	6
H2	4	6	8
H3	6	8	10
H4	8	10	12

Tinggi (C) & Durasi (I)

	C1	C2	C3
I1	2	4	6
I2	4	6	8
I3	6	8	10

Durasi (I) & Beban (H)

	I1	I2	I3
H1	2	4	6
H2	4	6	8
H3	6	8	10
H4	8	10	12

Freakuensi (D) & Beban (H)

	D1	D2	D3
H1	2	4	6
H2	4	6	8
H3	6	8	10
H4	8	10	12

Frekuensi (D) & Durasi (I)

	D1	D2	D3
I1	2	4	8
I2	4	6	10
I3	6	8	6

Total *Score* Bahu/Lengan = Total *Score* 1 s/d 5

6+6+10+8+8

38

PERGELANGAN TANGAN

Gerakan Berulang (F) & Kekuatan (J)

	F1	F2	F3
J1	2	4	6
J2	4	6	8
J3	6	8	10

Gerakan Berulang (F) & Durasi (I)

	F1	F2	F3
I1	2	4	6
I2	4	6	8
I3	6	8	10

Durasi (I) & Kekuatan (J)

	I1	I2	I3
J1	2	4	6
J2	4	6	8
J3	6	8	10

Posisi Pergelangan Tangan (E) & Kekuatan (J)

	E1	E2
J1	2	4
J2	4	6
J3	6	8

Posisi Pergelangan Tangan (E) & Durasi (I)

	E1	E2
I1	2	4
I2	4	6
I3	6	8

Total *Score* Pergelangan Tangan *Score* 1 s/d 5

10+10+10+6+6

42

LEHER

Posisi Leher (G) & Durasi (I)

	G1	G2	G3
I1	2	4	6
I2	4	6	8
I3	6	8	10

Kebutuhan Visual (K) & Durasi (I)

	K1	K2
I1	2	4
I2	4	6
I3	6	8

Total *score* Leher = Total *Score* 1 & 2

14

MENGEMUDI

L1	L2	L3
1	4	9

Total Mengemudi 1

GETARAN

M1	M2	M3
1	4	9

Total Getaran 1

KECEPATAN

N1	N2	N3
1	4	9

Total Kecepatan 1

STRES

O1	O2	O3	O4
1	4	9	16

Total Stres 1

Gambar 4. Lembar kuesioner *Score* QEC Pekerja 1

Dari hasil lembar kuesioner QEC, dapat direkapitulasi pada pekerja 1 sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Exposure score pekerja 1

No	Kategori	Score
1	Punggung	46
2	Bahu/Lengan	38
3	Pergelangan Tangan	42
4	Leher	14
5	Mengemudi	1
6	Getaran	1
7	Kecepatan Kerja	1
8	Tingkat Stres	1
	Jumlah X	144

Hasil *exposure score* akan dilanjut ke perhitungan nilai *exposure level* dengan rumus:

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

Dengan X = 144
X_{max} = 176

Sehingga
E(%) = 81,81%

Kategori level tindakan merujuk pada tabel 1 *Total Exposure level QEC* masuk dalam level tindakan 4 > 70% (81,81%) dengan tindakan dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya.

Dengan menggunakan tahapan yang sama, dilakukan juga untuk pekerja 2-5 pada setiap stasiun kerja, maka didapatkan rekapitulasi nilai *exposure level* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Rekapitulasi Nilai *Exposure Level*

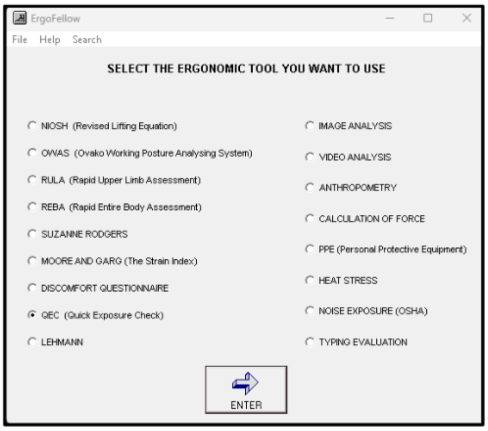
No	Stasiun Kerja	Exposure Level %	Tindakan
1	Pengadonan (Pekerja 1)	81,81	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya
2	Penggorengan (Pekerja 1)	80,68	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya
3	Penggorengan (Pekerja 2)	81,81	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya
4	Perebusan (Pekerja 1)	92,04	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya
5	Perebusan (Pekerja 1)	88,06	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya

Dari tabel di atas didapatkan nilai *exposure level* pada setiap stasiun kerja dengan rata-rata nilai *exposure level* di UMKM adalah 84%. Stasiun kerja dengan nilai *exposure level* tertinggi adalah pada proses perebusan, terutama pada pekerja 1 92,04%, sedangkan stasiun kerja dengan nilai *exposure level* rendah adalah penggorengan pekerja 1 yaitu 80,68%.

Seluruh stasiun kerja yang dianalisis menunjukkan *exposure level* tinggi sehingga diperlukan tindakan segera berupa penelitian lebih lanjut dan perubahan sistem kerja untuk mengurangi risiko ergonomi dan dampak negatif pada pekerja.

Selain melakukan perhitungan manual pengolahan data QEC, dapat juga menggunakan *software ErgoFellow.* Sebagai bahan pertimbangan dalam memvalidasi hasil perhitungan secara manual. Berikut ini merupakan pengolahan data menggunakan *software ErgoFellow:*

1. Buka aplikasi *ErgoFellow*, kemudian tampil *pop-up* seperti gambar 5, kemudian dapat di klik *QEC (Quick Exposure Check)* lalu tekan *Enter.*

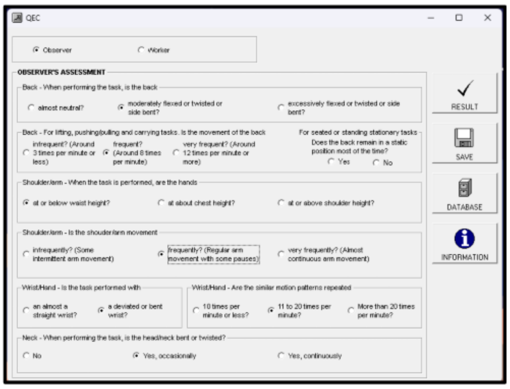


SELECT THE ERGONOMIC TOOL YOU WANT TO USE

○ NIOSH (Revised Lifting Equation)
○ OWAS (Ovako Working Posture Analysing System)
○ RULA (Rapid Upper Limb Assessment)
○ REBA (Rapid Entire Body Assessment)
○ SUZANNE RODGERS
○ MOORE AND GARG (The Strain Index)
○ DISCOMFORT QUESTIONNAIRE
● QEC (Quick Exposure Check)
○ LEHMANN
○ IMAGE ANALYSIS
○ VIDEO ANALYSIS
○ ANTHROPOMETRY
○ CALCULATION OF FORCE
○ PPE (Personal Protective Equipment)
○ HEAT STRESS
○ NOISE EXPOSURE (OSHA)
○ TYPING EVALUATION

Gambar 5. *Pop up ErgoFellow QEC*

2. Setelah Memilih menu *QEC*, selanjtnya mengisi *form Observer* sesuai dengan kondisi subjek yang diamati. Berikut hasil dari *observer* pada menu *QEC:*



● Observer ○ Worker

OBSERVER'S ASSESSMENT

Back - When performing the task, is the back
○ almost neutral? ● moderately flexed or twisted or side bent? ○ excessively flexed or twisted or side bent?

Back - For lifting, pushing/pulling and carrying tasks. Is the movement of the back
○ infrequent? (Around 3 times per minute or less) ● frequent? (Around 8 times per minute) ○ very frequent? (Around 12 times per minute or more)

For seated or standing stationary tasks
Does the back remain in a static position most of the time?
○ Yes ○ No

Shoulder/arm - When the task is performed, are the hands
● at or below waist height? ○ at about chest height? ○ at or above shoulder height?

Shoulder/arm - Is the shouder/arm movement
○ infrequently? (Some intermittent arm movement) ● frequently? (Regular arm movement with some pauses) ○ very frequently? (Almost continuous arm movement)

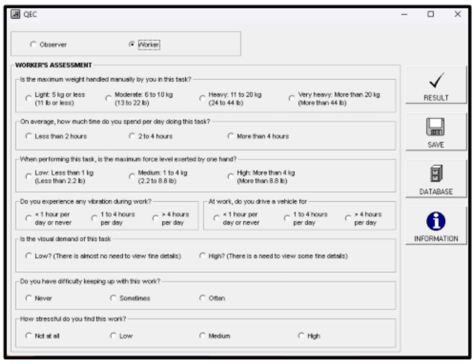
Wrist/Hand - Is the task performed with
○ an almost a straight wrist? ● a deviated or bent wrist?

Wrist/Hand - Are the similar motion patterns repeated
○ 10 times per minute or less? ● 11 to 20 times per minute? ○ More than 20 times per minute?

Neck - When performing the task, is the head/neck bent or twisted?
○ No ● Yes, occasionally ○ Yes, continuously

Gambar 6. *Form Observer* QEC

3. Kemudian pilih menu *worker*, pada menu ini pengisian dilakukan berdasarkan pada beban yang diangkat oleh pekerja. Berikut hasi *form worker* pada menu *QEC:*



○ Observer ● Worker

WORKER'S ASSESSMENT

Is the maximum weight handled manually by you in this task?
○ Light: 5 kg or less (11 lb or less) ○ Moderate: 6 to 10 kg (13 to 22 lb) ○ Heavy: 11 to 20 kg (24 to 44 lb) ○ Very heavy: More than 20 kg (More than 44 lb)

On average, how much time do you spend per day doing this task?
○ Less than 2 hours ○ 2 to 4 hours ○ More than 4 hours

When performing this task, is the maximum force level exerted by one hand?
○ Low: Less than 1 kg (Less than 2.2 lb) ○ Medium: 1 to 4 kg (2.2 to 8.8 lb) ○ High: More than 4 kg (More than 8.8 lb)

Do you experience any vibration during work?
○ < 1 hour per day or never ○ 1 to 4 hours per day ○ > 4 hours per day

At work, do you drive a vehicle for
○ < 1 hour per day or never ○ 1 to 4 hours per day ○ > 4 hours per day

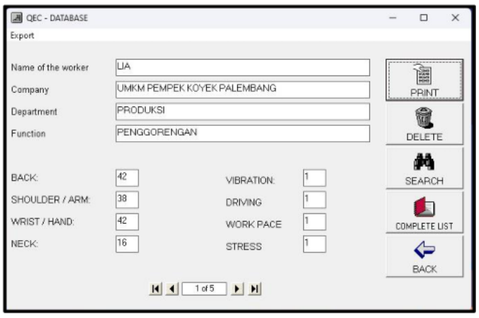
Is the visual demand of this task
○ Low? (There is almost no need to view fine details) ○ High? (There is a need to view some fine details)

Do you have difficulty keeping up with this work?
○ Never ○ Sometimes ○ Often

How stressful do you find this work?
○ Not at all ○ Low ○ Medium ○ High

Gambar 7. *Form Worker* QEC

4. Jika semua *element* sudah terisi, maka Langkah terakhir klik *result*, berikut ini merupakan hasil nilai risiko postur kerja dengan menggunakan metode QEC dengan *software ErgoFellow:*



Name of the worker: LIA
Company: UMKM PEMPEK KOYEK PALEMBANG
Department: PRODUKSI
Function: PENGGORENGAN

BACK: 42
SHOULDER / ARM: 38
WRIST / HAND: 42
NECK: 16
VIBRATION: 1
DRIVING: 1
WORK PACE: 1
STRESS: 1

Gambar 8. Hasil *Exposure Score* Pekerja 1

Dari perhitungan QEC dengan menggunakan *software ErgoFellow* didapatkan rekapitulasi hasil *Exposure Score* QEC sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil *Exposure Score QEC Software ErgoFellow*

Stasiun Kerja	Nilai Exposure Score QEC			
	Punggung	Bahu/Lengan	Pergelangan Tangan	Leher
Pengadonan 1	46	38	42	14
Penggorengan 1	42	38	42	16
Penggorengan 2	42	42	40	16
Perebusan 1	46	42	40	16
Perebusan 2	42	38	46	16

Hasil perhitungan *exposure level* pada stasiun kerja menunjukkan hasil yang sama dengan perhitungan manual seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.

Pembahasan

Dari pengolahan data yang telah dilakukan, kemudian menganalisis proses kerja pada UMKM.

Proses pengadonan memiliki nilai rata-rata *exposure score* adalah *score* punggung sebesar 46, *score* bahu/lengan sebesar 38, *score* pergelangan tangan 42, dan *score* leher 14 dengan rata-rata total *exposure score* 144 yang berarti dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya. Nilai rata-rata *exposure level* sebesar 81,81% yang masuk kedalam kategori 4 yaitu dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya. Hal ini dikarenakan pada proses pengadonan pekerja tersebut bekerja dengan posisi punggung yang harus memutar atau membungkuk dalam waktu yang lama serta sesekali harus memindahkan adonan yang memiliki berat 7 kg. Pengadonan masih dilakukan menggunakan tenaga manusia. Berdasarkan hasil pengolahan data manual rata-rata total *score exposure* yang didapat yaitu 144. Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan *software ErgoFellow* didapatkan hasil yang sama, berdasarkan hal ini perlu dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya. Pada proses tersebut usulan perbaikan yang diperlu diberikan adalah menyediakan fasilitas tempat duduk yang ergonomis dan memperhatikan postur kerja.

Pada proses penggorengan memiliki nilai rata-rata *exposure score* yaitu *score* punggung sebesar 42, *score* bahu/lengan sebesar 40, *score* pergelangan tangan 41 dan *score* leher 16 dengan rata-rata total *exposure score* 143 yang berarti perlu diambil tindakan untuk dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya. Nilai rata-rata *exposure level* sebesar 41,30 yang termasuk dalam kategori 2 yaitu perlu penelitian lebih lanjut. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pada proses penggorengan, pekerja tersebut bekerja dengan posisi punggung yang memutar atau membungkuk dalam waktu yang lama. Berdasarkan hasil pengolahan data manual maupun dengan *software ergoFellow* menunjukkan hasil yang sama yaitu 143. *Score* ini menunjukkan perlu dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya. Dan Usulan perbaikan yang dapat diberikan dengan mengatur tempat kerja misalnya dengan memberikan fasilitas meja kerja sehingga postur tubuh pekerja tidak perlu membungkuk lagi, aktivitas dapat dilakukan dengan berdiri dengan tambahan meja kerja pada stasiun penggorengan.

Pada proses perebusan memiliki rata-rata *exposure score* yaitu *score* punggung sebesar 42, *score* bahu/lengan sebesar 40, *score* pergelangan tangan 43, dan *score* leher 16 dengan rata-rata total *exposure* adalah 158 yang berarti dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya. Nilai rata-rata *exposure level* untuk 2 pekerja adalah 44,56% yang termasuk dalam kategori 2 yaitu perlu penelitian lebih lanjut. Hal ini dikarenakan pada proses perebusan makanan, pekerja bekerja denga posisi punggung yang agak memutar atau membungkuk dalam waktu yang lama. Berdasarkan hasil pengolahan data manual dan *software ErgoFellow* didapatkan hasil yang sama yaitu 158. Pada proses ini dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya. Dan untuk usulan perbaikan yang dapat dilakukan seperti menyediakan fasilitas kerja seperti tempat duduk yang ergonomis yang dapat memberikan kenyamana bagi pekerja.

Dalam aktivitas pada UMKM ini yang masih dilakukan secara manual, dimana pekerja melakukan pengadonan, penggorengan, dan perebusan di bawah lantai tanpa adanya meja kerja, ditambah dengan menggunakan kursi kecil. Kondisi ini menyebabkan pekerja bekerja dengan postur membungkuk dalam waktu lama, yang meningkatkan risiko ergonomi, terutama keluhan MSDs. Sama halnya dalam [13] bahwa pekerjaan dengan posisi membungkuk, monoton dan berulang berisiko menimbulkan risiko ergonomi MSDs.

Dalam kondisi kerja seperti ini, dimana munculnya MSDs dapat menimbulkan kelelahan fisik, keterbatasan gerak dan berkurangnya konsentrasi yang nantinya *human error* bisa terjadi. Beberapa *human error* yang dapat terjadi diantaranya:

1. Pekerja mengalami kelelahan otot akibat dari posisi membungkuk yang terus menerus mungkin akan kehilangan kekuatan dalam mengaduk adonan secara merata sehingga akan berdampak pada kualitas makanan yang dihasilkan
2. Postur kerja yang tidak ergonomis dapat menyebabkan rasa pegal dan nyeri pada bahu serta pergelangan tangan, sehingga pekerja menjadi kurang sigap saat menggoreng makanan. Akibatnya ada kemungkinan pekerja terkena minyak panas.
3. Posisi kerja yang rendah dan dekat dengan sumber panas dalam hal ini kompor maka akan meningkatkan risiko terkena air panas atau uap panas. Jika pekerja sudah kelelahan dan kurang fokus maka berisiko terkena air panas.

Kondisi ini tentunya tidak bisa dibiarkan, perlu penanganan segera untuk mengurangi keluhan MSDs dan munculnya *human error*. Keluhan MSDs pada area kerja tidak bisa dibiarkan, maka perlu perbaikan agar tidak menimbulkan kerusakan permanen [19] [20]. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi MSDs sebagai akibat dari postur kerja yang tidak ergonomi dapat dilakukan perancangan fasilitas kerja [21] [22]. Perancangan fasilitas kerja dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti memberikan fasilitas seperti meja dan kursi kerja yang ergonomi, merubah *layout* area kerja, memberikan prosedur kerja yang jelas. Setiap perancangan fasilitas kerja harus meningkatkan kenyamanan, keamanan, dan efisiensi dalam menggunakannya [23].

Beberapa usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi MSDs dan *human error* pada UMKM ini seperti mengganti sistem kerja di bawah lantai dengan meja kerja yang memiliki ketinggian yang sesuai dengan postur kerja posisi berdiri, mengganti kursi kecil dengan kursi yang memiliki sandaran punggung dan tinggi yang bisa disesuaikan dengan postur tubuh, mengatur jam kerja dengan istirahat setiap 1-2 jam untuk mengurangi kelelahan otot. Dengan usulan perbaikan ini diharapkan dapat mengurangi MSDs dan *human error* di area kerja UMKM.

Simpulan

Dari pengolahan data dan pembahasan diatas maka *human error* dapat terjadi akibat postur kerja yang tidak ergonomis, dimana pekerja bekerja dengan posisi membungkuk dalam waktu yang lama yang dapat memicu munculnya keluhan MSDs. Disini pekerja akan mengalami kelelahan dan kehilangan konsentrasi yang pada akhirnya dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya *human error*.

Dengan metode QEC didapatkan nilai rata-rata *exposure level* untuk satsiun kerja pengadonan 81,81%, penggorengan 81,25%, perebusan 90,05% ketiga stasiun kerja ini memiliki nilai *exposure level* yang tinggi masuk dalam kategori 4 dengan tindakan perlu dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya.

Untuk rekomendasi perbaikan sebagai upaya untuk mengurangi keluhan MSDs dan human error yaitu dengan memperhatikan postur kerja sesuai dengan prinsip ergonomi, memberikan fasilitas kerja seperti kursi dan meja kerja yang menyesuaikan postur tubuh pekerja saat bekerja, serta mengatur waktu istirahat agar pekerja dapat melakukan peregangan otot sehingga dapat memberikan kenyamanan bagi pekerja.

Daftar Pustaka

[1] R. I. Cahyani *et al.*, “Analisis Faktor Ergonomi Pada Pekerja UMKM,” *E-Journal.Naureendigition*, vol. 01, no. 05, pp. 1100–1105, 2023.

[2] A. H. Wafi, R. I. Hartanti, and R. Indrayani, “Human Reliability Assessment Menggunakan Modifikasi Metode SHERPA Dan HEART (Studi Pada Pekerjaan Pengelasan Conveyor Chute Di Area Coal Handling PT. X),” *Karya Tulis Ilmiah. Progr. Stud. DIII Keperawatan. Fak. Keperawatan. Univ. Sumatera Utara. Medan*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2020.

[3] A. G. Rizaldi and A. S. Cahyana, “Analisa Resiko Postur Kerja Berdasarkan Hasil Evaluasi Menggunakan Metode Quick Exposure Check,” *Prozima*, vol. 5, no. 2, pp. 39–49, 2021.

[4] W. Septiani, S. Adisuwiryo, D. M. Safitri, B. C. Suudi, and I. W. Utami, “Pelatihan Pencegahan Human Error Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja,” *J. Pengabdi. Mandiri*, vol. 1, no. 7, pp. 1223–1230.

[5] F. Musavi, R. Hekmatshoar, M. Fallahi, A. Moradi, and M. Yazdani-Aval, “Identifying and preventing human error in the sugar production process: A multi-stage approach using HTA, HEC and PHEA techniques,” *Heliyon*, vol. 10, no. 9, p. e29687, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e29687.

[6] D. O. D. R. Gucci and M. A. S. Nalendra, “Identifikasi Human Error Yang Terjadi Pada Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Ergonomi Makro,” *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, p. 387, 2022, doi: 10.24014/jti.v8i2.19480.

[7] D. M. Safitri, A. R. Astriaty, and N. C. Rizani, “Human Reliability Assessment dengan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique pada Operator Stasiun Shroud PT. X,” *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.26593/jrsi.v4i1.1388.1-7.

[8] R. Patradhiani, M. H. Kurniawan, and M. Rosyidah, “Analisis Human Error pada Proses Produksi Batu Bata dengan Metode SHERPA dan HEART untuk Mengurangi Kecelakaan Kerja,” *Integr. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 1, p. 24, 2022, doi: 10.32502/js.v7i1.4660.

[9] L. K. Wardani, “Evaluasi Ergonomi Dalam Perancangan Desain,” *Dimens. Inter.*, vol. 1, no. 1, pp. 61–73, 2003, [Online]. Available: http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/int/article/view/16034.

[10] I. A. Syahid, N. R. As’ad, and P. Renosori, “Perancangan Fasilitas Kerja pada Stasiun Kerja Finishing dengan Metode Quality Exposure Checklist (QEC) di CV X Divisi Sarung Tenun,” *J. Ris. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 14–27, 2021, doi: 10.29313/jrti.v1i1.92.

[11] Y. R. Pasaribu, A. Purbasari, and A. Merjani, “Rekomendasi Rancangan Perbaikan Alat Pemotongan Busa Bantal Dengan Menggunakan Metode Quick Exposure Checklist (QEC) Dan Antropometri (Studi Kasus Pada UD. Usaha Maju Bersama),” *PROFISIENSI J. Progr. Stud. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 86–91, 2019, [Online]. Available: https://www.journal.unrika.ac.id/index.php/jurnalprofisiensi/article/view/2487.

[12] A. R. El-Fajriansyah, F. R. Haryadi, K. U. Basia, S. A. Silaban, and A. R. Z. Hilmi, “Analisis Faktor Ergonomi pada Bisnis Penatu LaundryLoverz untuk Meningkatkan Produktivitas Pekerja,” *Researchgate.Net*, no. March, pp. 1–35, 2023,

[13] J. R. A. Bidiawati and E. Suryani, “Improving the Work Position of Worker’s Based on Quick Exposure Check Method to Reduce the Risk of Work Related Musculoskeletal Disorders,” *Procedia Manuf.*, vol. 4, no. Iess, pp. 496–503, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.11.068.

[14] T. Zhang *et al.*, “Efficacy of an Omaha system-based remote ergonomic intervention program on self-reported work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) — A randomized controlled study,” *Heliyon*, vol. 10, no. 2, p. e24514, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e24514.

[15] S. Oliv, E. Gustafsson, A. N. Baloch, M.

Hagberg, and H. Sandén, "The Quick Exposure Check (QEC) — Inter-rater reliability in total score and individual items," *Appl. Ergon.*, vol. 76, no. November 2018, pp. 32–37, 2019, doi: 10.1016/j.apergo.2018.11.005.

[16] E. Ö. Bulduk, S. Bulduk, T. Süren, and F. Ovali, "Assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders using Quick Exposure Check (QEC) in taxi drivers," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 44, no. 6, pp. 817–820, 2014, doi: 10.1016/j.ergon.2014.10.002.

[17] A. N. Alias, K. Karuppiah, V. How, and V. Perumal, "Prevalence of musculoskeletal disorders (MSDS) among primary school female teachers in Terengganu, Malaysia," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 77, no. March, p. 102957, 2020, doi: 10.1016/j.ergon.2020.102957.

[18] A. Afsharian *et al.*, "Work-related psychosocial and physical paths to future musculoskeletal disorders (MSDs)," *Saf. Sci.*, vol. 164, no. April, 2023, doi: 10.1016/j.ssci.2023.106177.

[19] E. Nurhasanah and Y. Mauluddin, "Perancangan Fasilitas Kerja Yang Ergonomis Dengan Pendekatan Rapid Entire Body Assessment Pada Pekerja Home Industry Pembuatan Tempe," *J. Kalibr.*, vol. 14, no. 1, pp. 94–100, 2017, doi: 10.33364/kalibrasi/v.14-1.400.

[20] S. Salimatusadiah, N. R. As'ad, and P. Renosori, "Perancangan Fasilitas Kerja pada Operator Pemasangan Accesories di CV. X untuk Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs)," *J. Ris. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 28–35, 2021, doi: 10.29313/jrti.v1i1.93.

[21] T. Mahardika and D. Pujotomo, "Perancangan Fasitilas Kerja Untuk Mengurangi Keluhan Musculoskeletal Disorders (Msds) Dengan Metode Rappid Entire Body Assesment Pada Pekerja Pembuatan Paving Dan Batako Pada Ukm Usaha Baru," *J@Ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, 2014, doi: 10.12777/jati.9.2.109-116.

[22] T. F. Maulana, Sugiharto, and Aniza, "Usulan Perbaikan Fasilitas Kerja Pada Stasiun Pemotongan Untuk Mengurangi Keluhan Musculoskeletal Di Cv. Xyz," *J. Tek. Ind. USU*, vol. 1, no. 2, pp. 59–63, 2013.

[23] D. A. Hisyammudin and A. E. Apsari, "Perancangan fasilitas kerja pada proses produksi batik kayu di sanggar peni krebet untuk meminimalisir Muscoloskeletal Disorders (MSDs)," *JUTIN J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 8, no. 1, pp. 4–9, 2025.