

ANALYSIS OF THE WORKING POSTURE OF EMPLOYEES IN THE CRACKER PRODUCTION DEPARTMENT USING THE RULA AND REBA.

[ANALISA POSTUR KERJA KARYAWAN BAGIAN PRODUKSI KERUPUK MENGGUNAKAN METODE RULA DAN REBA]

Muhammad Salwa Yuliano¹⁾, Boy Isma Putra²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: boy@umsida.ac.id

Abstract. *This research analyzes the working posture of employees at sumber pangan company which operates in the cracker production sector, the main focus is on the risk of musculoskeletal disorders (MSDS) caused by work posture that do not comply with ergonomic principles in the cracker printing section. With the aim of obtaining good and correct working posture and recommendation given for research. The method used is Rapid Upper Limb Assessment (RULA) for upper body posture and Rapid Entire Body Assessment (REBA) for overall body posture. The results showed that poor posture, especially in the molding area, increases the risk of fatigue and musculoskeletal injury. Based on the RULA and REBA assessments, posture improvements are recommended to reduce the risk of MSDS, and improve worker welfare and company productivity.*

Keywords - Musculoskeletal Disorders (MSDS), Work Posture, RULA, REBA.

Abstrak. Penelitian ini menganalisis postur kerja karyawan di perusahaan sumber pangan yang bergerak di bidang produksi kerupuk, fokus utama adalah pada risiko terjadinya gangguan muskuloskeletal (MSDS) yang disebabkan oleh postur kerja yang tidak sesuai prinsip ergonomi di bagian pencetakan kerupuk. Dengan hasil tujuan untuk memperoleh postur kerja yang baik dan benar serta rekomendasi yang diberikan untuk perusahaan. Metode yang digunakan adalah *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) untuk postur tubuh bagian atas dan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) untuk postur tubuh secara keseluruhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa postur yang buruk, terutama di bagian pencetakan, meningkatkan risiko kelelahan dan cedera muskuloskeletal. Berdasarkan penilaian RULA dan REBA, disarankan perbaikan postur untuk mengurangi risiko MSDS dan meningkatkan kesejahteraan pekerja serta produktivitas perusahaan.

Kata Kunci - Gangguan Muskuloskeletal (MSDS), Postur Kerja, RULA, REBA.

I. PENDAHULUAN

UD. Sumber Pangan merupakan perusahaan yang bergerak dibidang produksi kerupuk. Kerupuk adalah camilan tradisional yang sangat digemari oleh banyak orang di masyarakat, baik sebagai pelengkap makanan maupun camilan sehari-hari. Dengan permintaan pasar yang meningkat, perusahaan ini berkomitmen untuk memproduksi kerupuk yang banyak dan cepat. Dalam proses produksinya perusahaan mengutamakan kualitas produk yang tinggi dan menghasilkan banyak jumlah produksinya. Banyak pekerjaan yang melibatkan gerakan beban berat atau postur tubuh yang tidak ergonomis, sehingga menyebabkan peningkatan risiko gangguan muskuloskeletal (MSDS). MSDS adalah gangguan yang timbul akibat seseorang melakukan aktivitas kerja sehingga memengaruhi kinerja optimal pada sistem muskuloskeletal yang mencakup saraf, tendon, dan otot [1].

Penelitian yang dilaksanakan pada bulan ke 3 ini fokus pada persentase 30% masalah di bagian pencetakan produksi kerupuk karena memiliki tingkat persentase permasalahan yang tinggi, di antaranya yang berkaitan dengan postur kerja, risiko cedera, dan gangguan kesehatan muskuloskeletal. Pekerja yang duduk atau berdiri terlalu lama mengalami kelelahan otot dan nyeri sendi, yang dapat menyebabkan postur buruk dan masalah kesehatan, seperti nyeri punggung, leher, dan tangan. Hal ini mengurangi kehadiran absensi pekerja dan menurunkan produktivitas serta kualitas produk. Penilaian risiko postur tubuh ini dilakukan dengan metode RULA untuk anggota tubuh bagian atas dan REBA untuk penilaian seluruh tubuh, termasuk postur dan gerakan tubuh. Berikut merupakan tabel persentase masalah postur kerja yang di alami oleh karyawan produksi kerupuk di setiap bagian.

Tabel 1. Persentase Tingkat Permasalahan Karyawan Produksi Kerupuk.

Masalah Utama	Sub Masalah	Persentase (%)
---------------	-------------	----------------

Masalah Utama	Sub Masalah	Persentase (%)
Bagian Pencetakan	<ul style="list-style-type: none"> - Postur membungkuk atau menunduk saat bekerja - Posisi tubuh statis dalam waktu lama - Kondisi tempat mesin yang tidak ideal atau berantakan 	30%
Bagian Oven	<ul style="list-style-type: none"> - Kurangnya kapasitas mesin oven - Mesin tidak berfungsi dengan baik 	20%
Bagian Jemur	<ul style="list-style-type: none"> - Kerusakan pada alas penjemuran kerupuk - Kurangnya fasilitas ruang penjemuran 	20%
Bagian Sortir	<ul style="list-style-type: none"> - Kurang perawatan pada mesin sortir 	10%
Bagian Packaging	<ul style="list-style-type: none"> - Kualitas bahan kemasan rendah 	10%
Total		100%
Bagian pembuatan adonan	<ul style="list-style-type: none"> - Kondisi tempat yang tidak bersih dan berantakan 	10%

Berdasarkan temuan dari berbagai studi sebelumnya, umumnya keluhan pada sistem muskuloskeletal disebabkan oleh penggunaan postur tubuh yang tidak tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi serta menganalisis posisi kerja yang dilakukan berpotensi membahayakan pekerja dengan mempelajari pengaruh antara posisi tubuh dan kondisi lingkungan kerja, serta memberikan saran mengenai postur kerja yang aman dapat dianalisis menggunakan metode RULA dan REBA sebagai pendekatan ergonomi untuk menilai risiko postur tubuh saat bekerja.

RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) merupakan suatu teknik analisis yang digunakan untuk mempelajari dan memahami kondisi tubuh. Metode ini tidak memerlukan alat khusus untuk menilai posisi lengan, punggung, dan leher. Setiap aktivitas akan memperoleh sejumlah poin yang telah ditetapkan. RULA telah dikembangkan menjadi sebuah pendekatan yang berfokus pada deteksi postur tubuh yang dapat memicu kondisi berisiko [2]. Penggunaan RULA bertujuan untuk menilai postur tubuh guna memperkirakan kemungkinan timbulnya rasa sakit atau gangguan pada sistem otot muskuler, khususnya di bagian atas tubuh. Faktor-faktor yang diperhatikan meliputi gerakan berulang, pekerjaan yang membutuhkan tenaga, serta aktivitas yang melibatkan kontraksi otot statis pada sistem otot muskuloskeletal, dan lainnya [3].

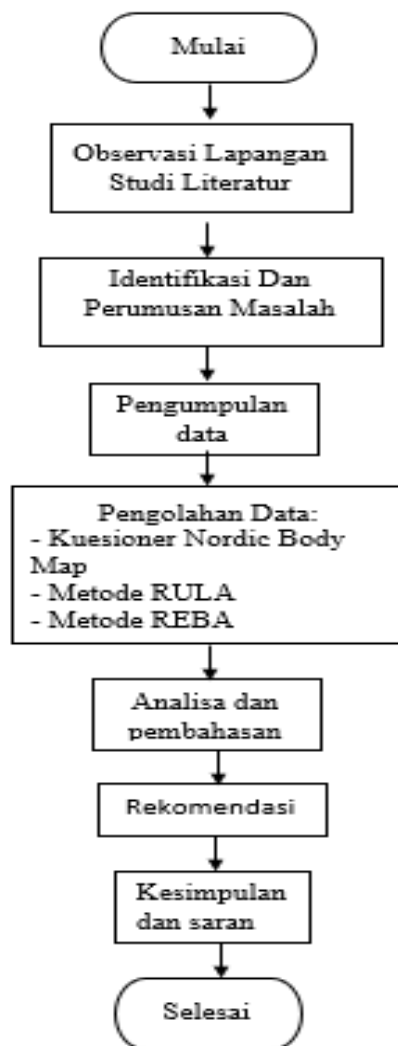
REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) merupakan sebuah metode yang bertujuan untuk menghitung dan menganalisis kondisi tubuh manusia secara menyeluruh [4]. REBA adalah sebuah pendekatan dalam perhitungan ergonomi yang fokus pada postur tubuh untuk memperkirakan potensi risiko gangguan tubuh secara keseluruhan yang terkait dengan pekerjaan [5]. Metode ini digunakan untuk menilai posisi tubuh operator yang mencakup postur leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki. REBA menganalisis berbagai faktor risiko ergonomi yang melibatkan seluruh tubuh yang digunakan, termasuk aspek-aspek seperti: postur statis atau dinamis, kecepatan perubahan postur, ketidakstabilan postur, pengangkatan beban, frekuensi aktivitas, serta modifikasi lingkungan kerja, alat yang digunakan, pelatihan, dan perilaku pekerja [6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi postur tubuh pekerja produksi kerupuk dengan menerapkan metode RULA dan REBA. Melalui metode ini diharapkan dapat mengidentifikasi postur tubuh pekerja yang tidak ergonomis sehingga menyebabkan gangguan muskuloskeletal atau kelelahan.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat

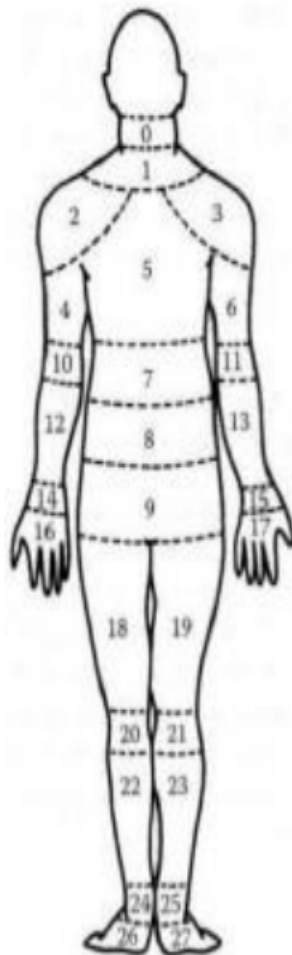
Pada tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi masalah dan perumusan masalah dengan melakukan penelitian secara langsung pada UD. Sumber Pangan untuk memperoleh informasi dan data pada bagian pencetakan adonan [7]. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab ketidaknyamanan yang dialami oleh pekerja, serta memungkinkan tindakan lebih lanjut untuk mengurangi risiko yang terkait dengan MSDS dan gangguan kesehatan terkait pekerjaan lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bentuk postur kerja karyawan bagian produksi kerupuk. Hasil yang didapatkan diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengambilan keputusan mengenai langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk mencegah potensi risiko yang mungkin terjadi. Evaluasi dilakukan terhadap para pekerja di divisi produksi kerupuk, dengan mempertimbangkan kondisi fisik dan mental yang sehat serta bebas dari dampak risiko. Analisis dalam penelitian ini menggunakan metode RULA dan REBA. Diagram alur penelitian ini menjelaskan berbagai tahapan dalam penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

B. Nordic Body Map

Dengan melakukan pengukuran menggunakan *Nordic Body Map*, penilaian terhadap rasa sakit yang dirasakan dapat dilakukan melalui serangkaian identifikasi yang dilakukan oleh pekerja [8]. *Nordic Body Map* memberikan hasil berupa keluhan pekerja terutama pada bagian leher, punggung, pantat, bahu, lengan, tangan dan pergelangan tangan [9].



No.	Jenis Keluhan	Tingkat Keluhan			
		1	2	3	4
0	Sakit/kaku pada leher bagian atas				
1	Sakit/kaku pada leher bagian bawah				
2	Sakit pada bahu kiri				
3	Sakit pada bahu kanan				
4	Sakit pada lengan atas kiri				
5	Sakit pada punggung				
6	Sakit pada lengan atas kanan				
7	Sakit pada pinggang				
8	Sakit pada bokong				
9	Sakit pada pantat				
10	Sakit pada siku kiri				
11	Sakit pada siku kanan				
12	Sakit pada lengan bawah kiri				
13	Sakit pada lengan bawah kanan				
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri				
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan				
16	Sakit pada tangan kiri				
17	Sakit pada tangan kanan				
18	Sakit pada paha kiri				
19	Sakit pada paha kanan				
20	Sakit pada lutut kiri				
21	Sakit pada lutut kanan				
22	Sakit pada betis kiri				
23	Sakit pada betis kanan				
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri				
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan				
26	Sakit pada kaki kiri				
27	Sakit pada kaki kanan				

Gambar 2. Kuesioner *Nordic Body Map*

Berdasarkan dari hasil jenis keluhan nya terdapat beberapa tingkat keluhan terdiri sebagai berikut:

Tabel 2. Tingkat Keluhan [10].

Tingkat Keluhan	Keterangan
1	Tidak Sakit
2	Sedikit Sakit
3	Sakit
4	Sangat Sakit

C. RULA

Pada tahap ini, dilakukan pengambilan gambar postur tubuh operator di bagian produksi kerupuk, yang selanjutnya digunakan untuk menghitung sudut pergerakan tubuh selama aktivitas kerja. Data tersebut kemudian

dianalisa menggunakan tabel penilaian RULA. Guna mempermudah klasifikasi postur, tubuh dibedakan ke dalam dua kelompok utama, yaitu grup A yang mencakup lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan, serta grup B yang terdiri dari leher, punggung, kaki, dan bagian tubuh lain yang digunakan untuk memeriksa pengaruh terhadap postur tubuh selama bekerja [11].

RULA Employee Assessment Worksheet

Task Name: _____ Date: _____

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

+1 0°-30° +2 30°-45° +3 45°-90° +4 90°+

Step 1a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position:

+1 60°-100° +2 10°-60° +3 100°+

Step 2a: Adjust...
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:

+1 0° +2 15°-15° +3 15°+

Step 3a: Adjust...
If wrist is bent from midline: Add +1

Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1
If wrist is at or near end of range: +2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

Step 6: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held >1 minute), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

Table A: Wrist Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	3
1	2	2	2	2	3
1	3	2	3	3	3
1	4	2	4	4	4
2	1	2	3	3	3
2	2	2	3	3	3
2	3	2	3	3	3
2	4	2	4	4	4
3	1	2	3	3	3
3	2	2	3	3	3
3	3	2	3	3	3
3	4	2	4	4	4
4	1	2	3	3	3
4	2	2	3	3	3
4	3	2	3	3	3
4	4	2	4	4	4
5	1	2	3	3	3
5	2	2	3	3	3
5	3	2	3	3	3
5	4	2	4	4	4
6	1	2	3	3	3
6	2	2	3	3	3
6	3	2	3	3	3
6	4	2	4	4	4

Table B: Neck, Trunk, Leg Score

Neck	Trunk	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs
1	1	1	2	2	2	2
1	2	2	2	2	2	2
1	3	3	3	3	3	3
1	4	4	4	4	4	4
1	5	5	5	5	5	5
1	6	6	6	6	6	6
1	7	7	7	7	7	7
1	8	8	8	8	8	8
1	9	9	9	9	9	9
2	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2
2	3	3	3	3	3	3
2	4	4	4	4	4	4
2	5	5	5	5	5	5
2	6	6	6	6	6	6
2	7	7	7	7	7	7
2	8	8	8	8	8	8
2	9	9	9	9	9	9
3	1	1	1	1	1	1
3	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3
3	4	4	4	4	4	4
3	5	5	5	5	5	5
3	6	6	6	6	6	6
3	7	7	7	7	7	7
3	8	8	8	8	8	8
3	9	9	9	9	9	9
4	1	1	1	1	1	1
4	2	2	2	2	2	2
4	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4
4	5	5	5	5	5	5
4	6	6	6	6	6	6
4	7	7	7	7	7	7
4	8	8	8	8	8	8
4	9	9	9	9	9	9
5	1	1	1	1	1	1
5	2	2	2	2	2	2
5	3	3	3	3	3	3
5	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5
5	6	6	6	6	6	6
5	7	7	7	7	7	7
5	8	8	8	8	8	8
5	9	9	9	9	9	9
6	1	1	1	1	1	1
6	2	2	2	2	2	2
6	3	3	3	3	3	3
6	4	4	4	4	4	4
6	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6
6	7	7	7	7	7	7
6	8	8	8	8	8	8
6	9	9	9	9	9	9

Table C: Neck, Trunk, Leg Score

Neck	Trunk	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs
1	1	1	2	2	2	2
1	2	2	2	2	2	2
1	3	3	3	3	3	3
1	4	4	4	4	4	4
1	5	5	5	5	5	5
1	6	6	6	6	6	6
1	7	7	7	7	7	7
1	8	8	8	8	8	8
1	9	9	9	9	9	9
2	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2
2	3	3	3	3	3	3
2	4	4	4	4	4	4
2	5	5	5	5	5	5
2	6	6	6	6	6	6
2	7	7	7	7	7	7
2	8	8	8	8	8	8
2	9	9	9	9	9	9
3	1	1	1	1	1	1
3	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3
3	4	4	4	4	4	4
3	5	5	5	5	5	5
3	6	6	6	6	6	6
3	7	7	7	7	7	7
3	8	8	8	8	8	8
3	9	9	9	9	9	9
4	1	1	1	1	1	1
4	2	2	2	2	2	2
4	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4
4	5	5	5	5	5	5
4	6	6	6	6	6	6
4	7	7	7	7	7	7
4	8	8	8	8	8	8
4	9	9	9	9	9	9
5	1	1	1	1	1	1
5	2	2	2	2	2	2
5	3	3	3	3	3	3
5	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5
5	6	6	6	6	6	6
5	7	7	7	7	7	7
5	8	8	8	8	8	8
5	9	9	9	9	9	9
6	1	1	1	1	1	1
6	2	2	2	2	2	2
6	3	3	3	3	3	3
6	4	4	4	4	4	4
6	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6
6	7	7	7	7	7	7
6	8	8	8	8	8	8
6	9	9	9	9	9	9

Scoring (final score from Table C)
1-2 = acceptable posture
3-4 = further investigation, change may be needed
5-6 = further investigation, change soon
7 = investigate and implement change

RULA Score

based on RULA, a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, McAtamney & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99

Gambar 3. Perhitungan Metode RULA

Langkah-langkah dalam melakukan analisa postur kerja dengan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) adalah sebagai berikut:

1. Mengelompokkan observasi terhadap sikap tubuh ke dalam dua kategori: kategori A mencakup anggota tubuh seperti lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan, sedangkan kategori B mencakup leher, punggung, dan kaki. Selain itu, dilakukan juga pengukuran terhadap beban dan penilaian aktivitas.
2. Mengevaluasi setiap posisi tubuh pekerja dengan menggunakan sistem RULA dan mengklasifikasikannya ke dalam skor A dan B.
3. Menghitung nilai akhir RULA berdasarkan gabungan perhitungan antara skor A dan skor B.
4. Menetapkan tingkat aktivitas dari posisi kerja operator.

Sumber: [12].

Hasil skor dari kombinasi postur kerja tersebut diklasifikasikan kedalam beberapa kategori level risiko, yaitu:

Tabel 3. Penilaian Level Risiko [13].

Kategori Tindakan	Level Risiko	Tindakan
1-2	Minimum	Tidak memerlukan tindakan
3-4	Kecil	Memerlukan dalam waktu yang akan datang
5-6	Sedang	Tindakan berjangka pendek
7	Tinggi	Tindakan sekarang juga

D. REBA

Rapid Entire Body Assessment (REBA) adalah sebuah metode dalam bidang ergonomi yang digunakan secara cepat untuk menilai postur leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki seorang pekerja. Metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) digunakan untuk menganalisis aktivitas kerja dengan fokus pada postur tubuh, khususnya pada jenis pekerjaan yang melibatkan gerakan dari seluruh bagian tubuh.

REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note, Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hygiene, McAtamney, Applied Ergonomics 22 (2008) 202-205

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

Step 1a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 2: Locate Trunk Position

Step 2a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 3: Legs

Step 3a: Adjust...
If legs are twisted: +1
If legs are side bending: +1

Step 4: Look-up Posture Score in Table A
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A.

Step 5: Add Force/Load Score
If load < 11 lbs: +0
If load 11 to 22 lbs: +1
If load > 22 lbs: +2
Adjust: If block or rapid build up of force: add +1

Step 6: Score A, Find Row in Table C
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Scoring:
1 = negligible risk
2 or 3 = low risk, change may be needed
4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
8 to 10 = high risk, investigate and implement change
11+ = very high risk, implement change

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:

Step 7a: Adjust...
If shoulder is twisted: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Step 8: Locate Lower Arm Position:

Step 8a: Adjust...
If wrist is twisted: +1
If wrist is bent (ulnar or radial): Add +1

Step 9: Locate Wrist Position:

Step 9a: Adjust...
If wrist is bent (ulnar or radial): Add +1

Step 10: Look-up Posture Score in Table B
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B.

Step 11: Add Coupling Score
Well fitting flexible well used snap power grip: good: +0
Acceptable but not ideal hand held or coupling acceptable with another body part: fair: +1
Hand held not acceptable but possible: poor: +2
No handles, awkward, unsafe with any body part: non-comparable: +3

Step 12: Score B, Find Column in Table C
Add values from steps 6 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Step 13: Activity Score
+1: One or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
+1: Supported small range motion (more than 4s per minute)
+1: Action causes rapid large range changes in posture or variable force

Table A: Neck

	1	2	3
Neck	1	2	3
Trunk	4	5	6
Legs	7	8	9

Table B: Lower Arm

	1	2
Lower Arm	1	2
Upper Arm	3	4
Wrist	5	6

Table C: Score B, Find Column in Table C

Score A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Score B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Score C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Final REBA Score

Task name: _____ Recorder: _____ Date: _____

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA. © 2008, reba.org.uk

provided by British Association of Ergonomists
reba@reba.org.uk (0161) 444-1667

Gambar 4. Perhitungan Metode REBA

Langkah-langkah penilaian *Rapid Entire Body Assessment* berikut ini:

1. Pengumpulan informasi mengenai pengamatan terhadap postur tubuh pekerja dilakukan melalui memanfaatkan rekaman video atau foto.
2. Menentukan sudut-sudut pada tubuh pekerja. Dalam pendekatan REBA, tubuh dibagi menjadi dua kategori, yaitu grup A yang meliputi punggung, leher, dan kaki, serta grup B yang mencakup lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan.
3. Menentukan nilai untuk grup A dan grup B. Setelah penilaian masing-masing segmen tubuh selesai, skor tersebut akan dicatat dalam tabel A dan tabel B.
4. Menentukan beban yang diangkat, *coupling*, dan skor aktivitas. Selain evaluasi pada bagian tubuh, faktor lain yang perlu dihitung meliputi berat beban yang diangkat, yang akan dimasukkan dalam skor A, dan faktor *coupling* yang akan ditambahkan ke skor B. Penilaian *coupling* dibagi dalam kategori: baik (0), cukup (1), buruk (2), dan tidak dapat diterima (3).
5. Melakukan perhitungan nilai REBA untuk postur tubuh yang telah dianalisis. Setelah mendapatkan skor dari Tabel A, skor tersebut kemudian dijumlahkan dengan nilai beban yang diangkat untuk mendapatkan nilai bagian A. Kemudian, skor dari tabel B ditambahkan dengan skor *coupling* untuk memperoleh nilai bagian B. Dengan nilai akhir dari bagian A dan bagian B, nilai bagian C dapat dihitung.

Sumber: [14].

Hasil skor dari kombinasi postur kerja tersebut diklasifikasikan kedalam beberapa kategori level risiko, yaitu:

Tabel 4. Penilaian Level Risiko [15].

Skor Reba	Level Risiko	Level Tindakan	Tindakan
1	Dapat diabaikan	0	Tidak dibutuhkan

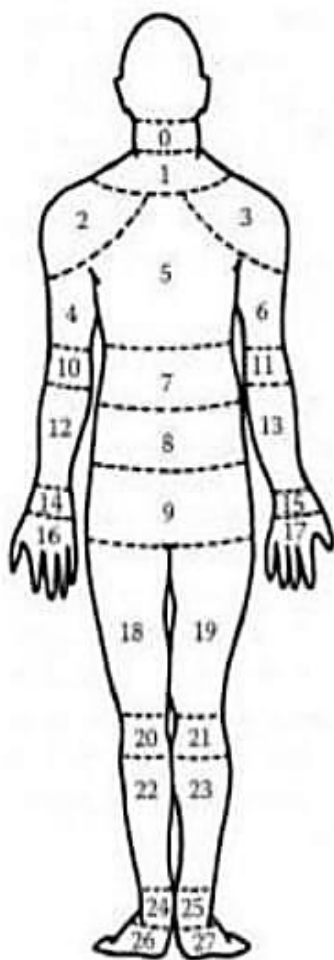
2-3	Kecil	1	Mungkin diperlukan
4-7	Sedang	2	Memerlukan
8-10	Tinggi	3	Secepatnya
11-15	Sangat tinggi	4	Sekarang juga

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Nordic Body Map (NBM)

Para pekerja diminta untuk mengisi tabel kuesioner, masing-masing mengisi tabel dengan beberapa pilihan jawaban yang tersedia. Pengolahan data kuesioner NBM dilakukan sesuai dengan jenis dan tingkat keluhan. Di bawah ini adalah tanggapan terhadap kuesioner yang diberikan kepada pekerja bagian pencetakan adonan kerupuk:

Tabel 5. Kuesioner *Nordic Body Map* Pekerja Bagian Pencetakan Kerupuk



Gambar 5. *Nordic Body Map*

No	Jenis Keluhan	Tingkat Keluhan			
		TS	AS	S	SS
0	Cedera bagian atas leher			3	
1	Cedera bagian bawah leher.				
2	Cedera bagian bahu kiri.		2		
3	Cedera bagian bahu kanan		2		
4	Cedera bagian lengan atas kiri			3	
5	Cedera bagian punggung				4
6	Cedera bagian lengan atas kanan.			3	
7	Cedera bagian pinggang				4
8	Cedera bagian perut				4
9	Cedera bagian pantat				
10	Cedera bagian siku kiri				
11	Cedera bagian siku kanan				
12	Cedera bagian lengan bawah kiri				
13	Cedera bagian lengan bawah kanan				
14	Cedera bagian pergelangan tangan kiri				
15	Cedera bagian pergelangan tangan kanan				
16	Cedera bagian tangan kiri				
17	Cedera bagian tangan kanan				
18	Cedera bagian paha kiri			3	
19	Cedera bagian paha kanan			3	
20	Cedera bagian lutut kiri.				
21	Cedera bagian lutut kanan				
22	Cedera bagian betis kiri				
23	Cedera bagian betis kanan				
24	Cedera bagian pergelangan kaki kiri				
25	Cedera bagian pergelangan kaki kanan				
26	Cedera bagian kaki kiri				
27	Cedera bagian kaki kanan				
Total		0	4	15	12

Dari hasil kuesioner *Nordic Body Map* di atas didapatkan jenis keluhan yang terjadi pada anggota tubuh pekerja bagian pencetakan adonan tersebut menunjukkan skor tertinggi yaitu 15, dengan tingkat keluhan sakit yang berada di bagian atas leher, lengan kiri bagian atas, lengan kanan bagian atas, paha bagian kiri, paha bagian kanan. Terdapat keluhan pada bagian bahu kiri dan bahu kanan dengan tingkat keluhan tingkat 2 yaitu agak sakit. Keluhan pada bagian

lengan atas kiri dan lengan atas kanan dengan nilai keluhan tingkat 3 yaitu sakit. Keluhan pada bagian punggung dengan nilai keluhan tingkat 4 yaitu sangat sakit. Keluhan pada bagian pinggang dengan nilai keluhan tingkat 4 yaitu sangat sakit. Keluhan pada bagian perut dengan nilai keluhan tingkat 4 yaitu sangat sakit. Analisa menunjukkan bahwa pekerja mengalami berbagai keluhan yang cukup serius, karena tidak ada pedoman posisi kerja yang ergonomis untuk kondisi berdiri dan membungkuk serta posisi membawa dan memindahkan beban adonan kerupuk tersebut sehingga merasakan keluhan pada tubuh.

B. *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*



Gambar 6. Postur Bagian *Trunk*, *Upper Arm* Dan *Lower Arm*

Analisis postur pada bagian *trunk* (bagian tubuh bagian atas) membentuk sudut 64° menunjukkan bahwa posisi membungkuk atau condong ke depan meningkatkan tekanan pada punggung bawah, berisiko menyebabkan cedera muskuloskeletal. Untuk itu, disarankan agar pekerja bekerja dalam posisi tegak dengan dukungan tempat duduk yang baik dan penataan ruang kerja yang sesuai.

Pada *upper arm* (lengan atas) membentuk sudut 89.5° posisi lengan yang terangkat lebih dari 30 derajat meningkatkan ketegangan pada otot bahu dan leher, berpotensi menyebabkan cedera. Oleh karena itu, perlu penataan tempat kerja agar pekerja tidak mengangkat lengan dalam posisi ekstrem.

Untuk *lower arm* (lengan bawah) posisi lengan yang membentuk sudut lebih dari 90° atau memegang objek dalam waktu lama dapat menyebabkan ketegangan pada otot lengan bawah dan pergelangan tangan. Disarankan agar sudut lengan bawah tetap alami dan tugas kerja bergantian untuk mengurangi risiko cedera.



Gambar 7. Postur Bagian *Neck*

Pada analisis postur bagian *neck* (leher), membentuk sudut 25° bahwa posisi leher yang menunduk atau mendongak keatas dalam waktu lama dapat memberikan tekanan yang signifikan pada otot leher dan tulang belakang. Posisi ini meningkatkan risiko ketegangan otot, nyeri leher, dan gangguan muskuloskeletal. Selain itu, postur leher yang buruk dapat mempengaruhi aliran darah ke otak, sehingga menyebabkan rasa pusing atau ketidaknyamanan.



Gambar 8. Postur Bagian *Wrist Twist*

Pada analisis postur bagian *wrist twist* (pergelangan tangan yang terputar) membentuk sudut 20° posisi pergelangan tangan yang terputar atau bengkok dapat menyebabkan ketegangan pada sendi dan otot-otot pergelangan tangan. Posisi ini biasanya terjadi saat pekerja melakukan gerakan memutar tangan untuk memegang atau mengambil objek dalam waktu yang lama. Ketegangan yang terus menerus pada pergelangan tangan dapat meningkatkan risiko cedera, atau gangguan saraf lainnya.

Tabel 6. Pemberian Skor Postur Tubuh A Metode RULA

Tabel A		Skor Pergelangan Tangan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Skor Lengan Atas	Skor Lengan Bawah	Skor Perputaran Pergelangan Tangan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	6	6	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Keterangan Warna:

Warna Kuning: Nilai Sementara

Warna Biru: Nilai Akhir

Berdasarkan analisa tabel A aktivitas pekerja tersebut, lengan atas diberi skor 3, lengan bawah diberi skor 3, dan pergelangan tangan diberi skor 2 dan pada perputaran pergelangan tangan diberi skor 1. Jadi total Skor A = 4 + 1 (skor otot) = 5.

Tabel 7. Pemberian Skor Postur Tubuh B Metode RULA

Tabel B	Skor Punggung											
	1		2		3		4		5		6	
	Skor Kaki											
Skor Leher	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	6	5	6	6	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	6	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	7	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9

Berdasarkan analisa tabel B pada aktivitas tersebut, penilaian dilakukan dengan memberikan skor 4 untuk leher, 2 untuk kaki, dan 5 untuk punggung. Jadi total Skor B = 7 + 1 (skor otot) = 8.

Tabel 8. Pemberian Skor Tabel C Terhadap Skor A Dan Skor B Metode RULA

Tabel C		SKOR B						
		1	2	3	4	5	6	7+
SKOR A	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Berdasarkan analisa tabel C diatas analisa RULA dan nilai aktivitas untuk mendapatkan nilai akhir, maka menggabungkan skor penilaian dari tabel A dan tabel B menghasilkan skor akhir, seperti yang disajikan dalam tabel C adalah 7. Berarti masuk dalam risiko sangat (tinggi) yang berarti perlu dilakukan perubahan tindakan sekarang juga.

C. *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*

**Gambar 10.** Postur Bagian *Trunk*, *Upper Arm* Dan *Lower Arm*

Analisa postur pada bagian *trunk* (bagian tubuh bagian atas) membentuk sudut 64° menunjukkan bahwa posisi membungkuk atau condong ke depan meningkatkan tekanan pada punggung bawah, berisiko menyebabkan cedera muskuloskeletal. Untuk itu, disarankan agar pekerja bekerja dalam posisi tegak dengan dukungan tempat duduk yang baik dan penataan ruang kerja yang sesuai.

Bagian *upper arm* (lengan atas) membentuk sudut 89.5° posisi lengan yang terangkat lebih dari 30 derajat meningkatkan ketegangan pada otot bahu dan leher, berpotensi menyebabkan cedera. Oleh karena itu, perlu penataan tempat kerja agar pekerja tidak mengangkat lengan dalam posisi ekstrem.

Bagian *lower arm* (lengan bawah) membentuk sudut 120° yang memegang objek dalam waktu lama dapat menyebabkan ketegangan pada otot lengan bawah dan pergelangan tangan. Disarankan agar sudut lengan bawah tetap alami dan tugas kerja bergantian untuk mengurangi risiko cedera.



Gambar 11. Postur Bagian Neck

Pada analisa postur bagian *neck* (leher), membentuk sudut 25° bahwa posisi leher yang menunduk atau mendongak keatas dalam waktu lama dapat memberikan tekanan yang signifikan pada otot leher dan tulang belakang. Posisi ini meningkatkan risiko ketegangan otot, nyeri leher, dan gangguan muskuloskeletal. Selain itu, postur leher yang buruk dapat mempengaruhi aliran darah ke otak, menyebabkan rasa pusing atau ketidaknyamanan.



Gambar 12. Postur Bagian Wrist Twist

Pada analisa postur bagian *wrist twist* (pergelangan tangan yang terputar) membentuk sudut 20° posisi pergelangan tangan yang terputar atau bengkok dapat menyebabkan ketegangan pada sendi dan otot-otot pergelangan tangan. Posisi ini biasanya terjadi saat pekerja melakukan gerakan memutar tangan untuk memegang atau mengambil objek dalam waktu yang lama. Ketegangan yang terus menerus pada pergelangan tangan dapat meningkatkan risiko cedera, atau gangguan saraf lainnya.



Gambar 13. Postur Bagian Legs

Pada analisa postur bagian legs (kaki) membentuk sudut 140, posisi kaki yang tidak ideal, seperti berdiri dalam waktu lama dengan posisi kaki yang tertekuk, dapat memberikan tekanan yang berlebihan pada sendi dan otot kaki. Pekerja yang berdiri terlalu lama tanpa dukungan atau perubahan posisi yang cukup berisiko mengalami kelelahan otot pada kaki, varises, dan gangguan pada sirkulasi darah, yang dapat berujung pada masalah kesehatan jangka panjang.

Tabel 9. Pemberian Skor Postur Tubuh A Metode REBA

Tabel A		Skor Leher											
		1				2				3			
Skor Kaki		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Skor Badan	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	3	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	4	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	5	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	6	8	9	7	8	9	9

Keterangan Warna:

Warna Kuning: Nilai Sementara

Warna Biru: Nilai Akhir

Berdasarkan analisa tabel A pada aktivitas pekerja tersebut, leher diberi skor 3, kaki diberi skor 2, badan diberi skor 5 dan untuk *force/load score* diberi skor 0. Skor = $8 + 0 = 8$.

Tabel 10. Pemberian Skor Postur Tubuh B Metode REBA

Tabel B		Skor Lengan Bawah					
		1			2		
Pergelangan Tangan		1	2	3	1	2	3
Skor Lengan Atas	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	3
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Berdasarkan tabel B pada aktivitas pekerja tersebut, memiliki nilai lengan atas diberi skor 3, lengan bawah diberi skor 1, dan pergelangan tangan diberi skor 2. Jadi total skor tabel B = $4 + 0$ (skor pegangan) = 4.

Tabel 11. Pemberian Skor Tabel C Terhadap Skor A Dan B Metode REBA

Skor A	Tabel C											
	Skor B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	2	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	3	3	3	3	4	4	6	7	7	8	8	8
4	4	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	5	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Berdasarkan analisa tabel C di atas, maka nilai akhir dari penilaian dari tabel A dan tabel B diperoleh skor tabel C adalah 9. Kemudian melakukan penjumlahan antara 3 tabel. Analisa REBA dan nilai aktivitas untuk mendapatkan nilai akhir. Adapun aktivitas yang dilakukan satu atau lebih bagian tubuh ditahan pada posisi tertentu lebih dari 1 menit dan tindakan dilakukan terus menerus lebih dari 4x per menit. Jadi jumlah nilai dari aktivitas adalah $9 + 1 = 10$ yang berarti dengan tingkat risiko yang tinggi dan memerlukan tindakan secepatnya untuk menerapkan perubahan yang diperlukan.

VII. REKOMENDASI

Berdasarkan hasil analisis postur kerja menggunakan metode RULA dan REBA. Didapatkan bahwa beberapa aktivitas kerja karyawan dibagian produksi kerupuk menunjukkan tingkat risiko ergonomi yang tergolong tinggi. Oleh karena itu, disusun beberapa rekomendasi sebagai berikut:

A. Perbaikan Desain Tempat Kerja

Menyesuaikan tinggi meja kerja agar sesuai dengan postur tubuh pekerja untuk mengurangi pembungkukan punggung secara berlebihan. Serta menambahkan alat bantu duduk atau sandaran kaki untuk variasi posisi kerja agar tidak terlalu lama berdiri.

B. Penggunaan Alat Bantu

Menggunakan alat bantu seperti troli atau kereta dorong untuk meminimalkan beban berat saat membawa adonan. Serta menyediakan alat pengaduk mekanik untuk mengurangi gerakan tangan dan lengan yang repetitif dan memberikan beban statis pada bahu.

C. Rotasi Dan Variasi Tugas

Melakukan rotasi kerja agar pekerja tidak melakukan postur yang sama secara terus menerus dalam waktu lama. Serta memberikan jeda istirahat singkat secara berkala untuk mengurangi kelelahan otot.

D. Pelatihan Ergonomi

Memberikan pelatihan postur kerja yang benar kepada seluruh karyawan agar mereka memahami cara kerja yang aman secara ergonomis. Serta menyosialisasikan bahaya kerja dengan postur tidak wajar dalam jangka panjang, termasuk potensi gangguan muskuloskeletal.

E. Evaluasi Dan Monitoring Berkala

Melakukan penilaian ergonomis secara rutin setiap 6 bulan atau setelah adanya perubahan sistem kerja. Serta menggunakan *form* RULA atau REBA sebagai bagian dari evaluasi keselamatan kerja secara berkelanjutan.

VIII. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dalam penelitian ini mengenai posisi kerja yang tidak sesuai prinsip ergonomi, sehingga menyebabkan keluhan muskuloskeletal. Untuk menyelesaikan awal masalah tersebut menggunakan metode *Nordic Body Map* untuk mengetahui tingkat risiko keluhan yang dialami beberapa karyawan produksi kerupuk dengan

hasil akhir mendapatkan persentase tertinggi di bagian pencetakan kerupuk. Selanjutnya menggunakan metode RULA dan REBA untuk menganalisa postur tubuh pekerja tersebut, hasil dari metode RULA mendapatkan nilai akhir 7 dan metode REBA mendapatkan nilai akhir 10 yang menunjukkan level tingkat risiko yang tinggi. Analisa tersebut ditemukan bahwa pekerja sering kali bekerja dalam posisi membungkuk dan berdiri yang dapat menyebabkan ketegangan otot pada tubuh, terutama pada punggung, leher, pergelangan tangan, dan kaki. Kedua metode tersebut mengidentifikasi perlunya perbaikan pada postur kerja guna mengurangi beban fisik yang dialami oleh pekerja. Oleh karena itu, disarankan agar perusahaan segera melakukan perubahan desain tempat kerja, seperti penyesuaian ketinggian meja dan penggunaan peralatan yang ergonomis, untuk menciptakan postur kerja yang lebih ideal dan aman bagi karyawan. Implementasi langkah-langkah tersebut akan meningkatkan kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas pekerja, serta mengurangi potensi cedera dalam jangka panjang. Untuk penelitian selanjutnya dapat mengkhususkan pada desain alat bantu dari solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) dan UD. Sumber Pangan atas dukungan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] D. P. Restuputri, "Penilaian Risiko Gangguan Musculoskeletal Disorder Pekerja Batik Dengan Menggunakan Metode Strain index," *J. Tek. Ind.*, vol. 19, no. 1, pp. 97–106, 2018, doi: 10.22219/jtiumm.vol19.no1.97-106.
- [2] P. Ariyo and M. Nuruddin, "Analisis Postur Tubuh Pekerja Di Graph Multimedia Menggunakan Metode Rula (Rapid Upper Limb Assessment) Untuk Mengetahui Tingkat Risiko Pekerja Printing," vol. 8, no. 2, pp. 295–304, 2022.
- [3] A. Rizky and D. Herwanto, "Analisis Postur Tubuh Menggunakan Metode RULA , REBA Pada Pekerja di Divisi Packaging," vol. VIII, no. 2, pp. 5909–5915, 2023.
- [4] R. Reba, "Analisis Tingkat Kualitas Postur Pengemudi Becak Menggunakan Metode," vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 2020.
- [5] G. K. Dewanti, P. Surya, and Tiara, "Analisis postur kerja pada karyawan bengkel warlok barbeku multi servis dengan menggunakan REBA," *J. IKRA-ITH Teknol.*, vol. 4, no. 3, pp. 57–64, 2020.
- [6] R. Di, J. Konveksi, Z. F. Hunusalela, S. Perdana, and G. K. Dewanti, "Analisis Postur Kerja Operator Dengan Metode RULA dan REBA," vol. 6, no. 58, pp. 1–10.
- [7] M. F. Fahmi and D. Widyaningrum, "Analisis Penilaian Postur Kerja Manual Guna Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDS) Menggunakan Metode OWAS Pada UD. Anugrah Jaya," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, p. 168, 2022, doi: 10.24014/jti.v8i2.20027.
- [8] E. B. T. Atmojo, "Analisis Nordic Body Map Terhadap Proses Pekerjaan Penjemuran Kopi Oleh Petani Kopi," *J. Valtech*, vol. 3, no. 1, pp. 30–33, 2020.
- [9] A. G. Rizaldi and A. S. Cahyana, "Analisa Risiko Postur Kerja Berdasarkan Hasil Evaluasi Menggunakan Metode Quick Exposure Check Keywords : Ergonomics ," vol. 5, no. 1, pp. 51–62, 2021.
- [10] K. Wijaya, "Identifikasi Risiko Ergonomi Dengan Metode Nordic Body Map Terhadap Pekerja Konveksi Sablon Baju," *Semin. dan Konf. Nas. IDEC*, vol. 1, pp. 1–9, 2019.
- [11] T. S. Nova and N. L. P. Hariastuti, "Analisa Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode HAZOPS dan Pendekatan Ergonomi (RULA dan REBA) di UD. Sekar Surabaya," *J. SENOPATI*, vol. 3, no. 2, pp. 63–73, 2022.
- [12] I. S. A. Wijaya and A. Muhsin, "Analisa Postur Kerja Dengan Metode Rapid Upper Limb Assessment (Rula) Pada Oparator Mesin Extruder Di Stasiun Kerja Extruding Pada Pt Xyz," *Opsi*, vol. 11, no. 1, p. 49, 2018, doi: 10.31315/opsi.v11i1.2200.
- [13] M. R. Herdiana and A. E. Nugraha, "Penilaian Risiko Postur Kerja Berdasarkan Metode RULA Pada Pekerja Manual Handling di Toko H. Dadang," *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 4367–4373, 2023.
- [14] G. Amanda Yudhistira, R. Sutra Dewangga Dyah Utami, C. Basumerda, and S. Artikel, "Perbaikan Stasiun Kerja IKM Mebel dengan Metode REBA, QEC dan Pengukuran Antropometri," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 9, no. 2, pp. 141–146, 2023, [Online]. Available: <https://ejurnal.lppmunsera.org/index.php/INTECH/article/view/6306>.

- [15] A. N. Amri and B. I. Putra, "ERGONOMIC RISK ANALYSIS OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS (MSDS) USING ROSA AND REBA METHODS ON ADMINISTRATIVE EMPLOYEES FACULTY OF SCIENCE," *J. Appl. Eng. Technol. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 104–110, 2022, doi: 10.37385/jaets.v4i1.954.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.