

Perancangan Alat Bantu Kerja Ergonomis untuk Meminimalisir Beban Kerja Fisik pada Proses Panen Tomat *Cherry* Menggunakan Metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dan *Nordic Body Map* (NBM) Di *Greenhouse* PT Agricole Indonesia Makmur

Fadhila Alawiyah Zulfa¹, H. Widy Setyawan², H. Ali Subhan³

¹program Studi Teknik Industri, Universitas Suryakencana, Cianjur

E-mail: ¹fadhilaalawiyahzulfa@gmail.com, ²widy@unsur.ac.id, ³alisubhan@unsur.ac.id

ABSTRAK

PT. Agricole Indonesia Makmur (AIM) merupakan perusahaan yang didirikan pada tahun 2015 oleh Bapak Hariyadi Suprpto. Perusahaan ini bergerak di bidang produksi tanaman hortikultura dan buah-buahan. Salah satu produk yang diproduksi yaitu tomat *cherry* yang ditanam dengan sistem hidroponik di *greenhouse*. Pada saat proses panen tomat *cherry* secara manual di PT Agricole Indonesia Makmur selama 6-7 jam menyebabkan masalah ergonomi signifikan akibat gerakan repetitif dalam postur membungkuk dan jongkok berkepanjangan. Penelitian ini mengidentifikasi tingkat risiko ergonomi dan keluhan *musculoskeletal* menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) pada 8 operator serta metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) untuk evaluasi postur tubuh bagian atas. Hasil menunjukkan keluhan nyeri pada leher, bahu, lengan, dan pinggang dengan skor RULA mencapai 7 (risiko sangat tinggi). Berdasarkan data antropometri (P5, P50, P95), diusulkan rancangan alat bantu kerja ergonomis untuk meminimalisir beban fisik, meminimalkan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs), dan meningkatkan produktivitas panen.

Kata kunci : *Ergonomi; Tomat Cherry; RULA; Nordic Body Map; Antropometri; Alat Bantu Kerja*

ABSTRACT

PT Agricole Indonesia Makmur (AIM) is an enterprise established in 2015 by Mr. Hariyadi Suprpto, specializing in the production of horticultural crops and fruits. One of its primary products is cherry tomatoes, cultivated using a hydroponic system within a greenhouse. The manual harvesting process at PT Agricole Indonesia Makmur, spanning 6–7 hours, triggers significant ergonomic issues due to repetitive movements and prolonged stooping and squatting postures. This study identifies ergonomic risk levels and musculoskeletal complaints using the Nordic Body Map (NBM) questionnaire among eight operators and the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) method to evaluate upper body postures. Results indicated pain in the neck, shoulders, arms, and lower back, with RULA scores reaching 7 (very high risk). Based on anthropometric data (P5, P50, and P95), an ergonomic work aid design is proposed to reduce physical workload, minimize Musculoskeletal Disorders (MSDs), and enhance harvesting productivity.

Keyword : *Ergonomics; Cherry Tomato; RULA; Nordic Body Map; Anthropometry; Work Aid Design.*

1. PENDAHULUAN

Sektor pertanian menjadi pilar fundamental dalam perekonomian nasional Indonesia, memainkan peran strategis dalam menjamin ketahanan pangan, menciptakan lapangan kerja, serta memberikan sumbangsih signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB). Di tengah ekspansi populasi dan dinamika kompetisi pasar internasional, kebutuhan akan akselerasi produktivitas dan peningkatan mutu komoditas pertanian menjadi prioritas tantangan tersebut, adopsi teknologi inovatif seperti sistem budidaya greenhouse (rumah kaca) telah mengalami perkembangan pesat. Teknologi ini memberikan kemungkinan pengendalian kondisi lingkungan secara presisi untuk pengelolaan komoditas hortikultura bernilai ekonomis tinggi. Namun demikian, penerapan teknologi modern ini kerap kali tidak diimbangi dengan perhatian proporsional terhadap dimensi sumber daya manusia, khususnya dalam aspek desain sistem kerja yang produktif dan menjamin keselamatan pekerja.

PT. Agricole Indonesia Makmur (AIM) adalah perusahaan produksi hortikultura dan buah-buahan yang didirikan oleh Bpk. Hariyadi Suprpto pada tahun 2015. Perusahaan ini memiliki tiga lokasi kebun di Cianjur, Bogor, dan Bintan. Dalam produksinya, PT. AIM menggabungkan metode konvensional (lahan terbuka) dengan metode modern (*greenhouse* dan hidroponik) serta menerapkan standar *Good Agricultural Practice* (GAP).

Berdasarkan pengamatan lapangan awal dan wawancara semi-terstruktur di lahan *greenhouse* yang berfokus pada lahan tomat *cherry* PT Agricole Indonesia Makmur saat proses panen, terdeteksi adanya indikasi permasalahan ergonomi yang substansial. Berikut kegiatan proses saat panen tomat *cherry*:



Gambar 1. 1 Proses Panen Tomat *Cherry*

Proses ini dilaksanakan secara manual dengan durasi sekitar 6-7 jam per hari kerja. Operator dituntut untuk melakukan mobilisasi sepanjang deretan tanaman, melakukan pemetikan buah secara individual menggunakan tangan, yang mencakup gerakan *reaching*, rotasi pergelangan tangan, serta fleksi dan ekstensi leher secara berulang-ulang. Survei keluhan muskuloskeletal menggunakan instrumen kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) terhadap 8 orang operator panen mengindikasikan bahwa sebagian besar operator mengalami keluhan nyeri atau *discomfort* pada beberapa *region* tubuh, seperti pada tabel berikut:

Nomor	Nama	Umur	Keluhan Fisik
1	Ai Tuti	37	Nyeri Leher dan Bahu
2	Ade Sopandi	25	Nyeri Bahu, Pinggang
3	Hudri Yana	32	Nyeri Bahu, Pinggang, Lengan
4	Dendi	25	Nyeri Bahu
5	Aspriyani	42	Nyeri, Pinggang
6	Endang	22	Nyeri Bahu, Pinggang
7	Roni	17	Nyeri Bahu, Leher
8	M Fadilah	22	Nyeri Bahu, Lengan

Tabel 1. 1 Keluhan Yang Dirasakan Pekerja

2. LANDASAN TEORI

Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan elemen-elemen sistem kerja, mencakup teori, prinsip, data, dan metode desain yang bertujuan mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan kinerja sistem secara keseluruhan (Bora, 2024). Penerapan ergonomi yang tepat dapat mengurangi risiko cedera, meningkatkan kenyamanan, dan mendorong produktivitas pekerja.

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

RULA adalah metode observasional yang dikembangkan untuk menilai risiko paparan faktor pekerjaan terhadap gangguan anggota tubuh bagian atas. Metode ini menggunakan sistem *scoring* yang membagi tubuh menjadi dua grup: Grup A (lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan) serta Grup B (leher, punggung, dan kaki). Skor akhir berkisar 1–7 dengan empat tingkatan *action level*: skor 1–2 (dapat diterima), skor 3–4 (investigasi lebih lanjut diperlukan), skor 5–6 (investigasi dan perubahan segera), dan skor 7 (investigasi dan implementasi perubahan segera) (Syahputra dkk., 2024).

Nordic Body Map (NBM)

NBM merupakan kuesioner ergonomi standar yang menggunakan peta tubuh manusia dengan 28 bagian untuk mengidentifikasi lokasi dan tingkat keparahan keluhan muskuloskeletal secara subjektif. Responden memberikan penilaian pada skala 1–4 (tidak sakit hingga sangat sakit). Total skor NBM kemudian dikategorikan untuk menentukan tingkat risiko: rendah (28–49), sedang (50–70), tinggi (71–91), dan sangat tinggi (92–112) (Yudi & Wardhani, 2023).

Antropometri

Antropometri adalah ilmu yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia sebagai dasar desain produk dan lingkungan kerja. Dalam perancangan alat bantu kerja, digunakan tiga nilai persentil utama: Persentil 5 (P5) untuk dimensi minimum, Persentil 50 (P50) sebagai nilai tengah populasi, dan Persentil 95 (P95) untuk dimensi maksimum. Data antropometri divalidasi melalui uji normalitas (Shapiro-Wilk), uji keseragaman (peta kontrol), dan uji kecukupan data sebelum digunakan dalam perancangan (Pratama dkk., 2024).

3. METODOLOGI

Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode observasi langsung, kuesioner, dan pengukuran antropometri. Data primer dikumpulkan melalui pengamatan postur kerja operator selama proses panen tomat *cherry* untuk pengukuran *Rapid Upper Limb*

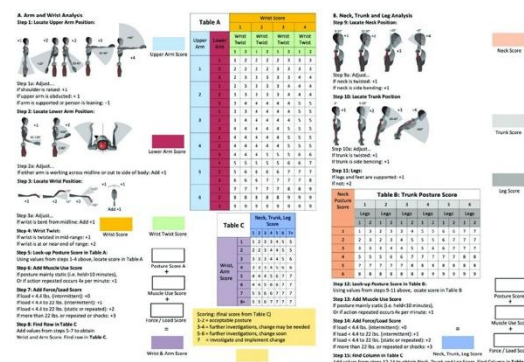
Assesment (RULA), kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) untuk mengidentifikasi keluhan muskuloskeletal, dan pengukuran dimensi tubuh operator untuk data antropometri.

Ergonomi

Ergonomi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan elemen sistem lainnya untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan. Fokus utamanya adalah menyesuaikan pekerjaan, alat, dan lingkungan dengan kapasitas fisik serta kognitif manusia (*fitting the job to the worker*) guna mengurangi risiko cedera dan kelelahan.

Metode Evaluasi Ergonomi Analisis Postur Kerja

1. *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) : Metode untuk menilai postur, gaya, dan gerakan aktivitas kerja yang melibatkan tubuh bagian atas. Tubuh dibagi menjadi dua grup: Grup A (lengan atas, bawah, pergelangan tangan) dan Grup B (leher, punggung, kaki) untuk menentukan tingkat risiko tindakan (*action level*). Skor RULA berkisar dari 1 hingga 7, dengan kategori: skor 1-2 (risiko rendah), 3-4 (risiko sedang), 5-6 (risiko tinggi), dan 7 (risiko sangat tinggi).



Gambar 3.1 *action level Rapid Upper Limb Assessment*

2. *Nordic Body Map* (NBM): Alat evaluasi berupa kuesioner peta tubuh untuk mengidentifikasi tingkat keparahan nyeri atau ketidaknyamanan pada 27 bagian otot spesifik pekerja.

Tabel 3. 1 kuesioner Nordic Body Map

KUESIONER NORDIC BODY MAP (NBM)

Identitas Pribadi
 1. Nama: _____ 3. Durasi Pekerjaan: _____
 2. Usia: _____ 4. Berat/ Tinggi Badan: _____

Kuesioner Peta Tubuh
 (Silahkan jawab pertanyaan-pertanyaan ini dengan memberikan tanda (✓) pada kolom di sebelah pertanyaan berdasarkan kondisi/perasaan Anda)

Angka	Kebutaan muskuloskeletal	Tingkat Pengaduan			
		Tidak Ada Rasa Sakit (1)	Agak Sakit (2)	Nyeri (3)	Sangat Menyakitkan (4)
0	Leher Atas				
1	Leher Bawah				
2	Bahu Kiri				
3	Bahu Kanan				
4	Lengan Kiri Atas				
5	Belakang				
6	Lengan Kanan Atas				
7	Pinggang				
8	Dasar				
9	Siku Kiri				
10	Siku Kanan				
11	Lengan Kiri Bawah				
12	Lengan Kanan Bawah				
13	Pergelangan Tangan Kiri				
14	Pergelangan Tangan Kanan				
15	Tangan Kiri				
16	Tangan Kanan				
17	Pada Kiri				
18	Pada Kanan				
19	Lumut Kiri				
20	Lumut Kanan				
21	Kaki Kiri				
22	Kaki Kanan				
23	Kaki Kiri				
24	Kaki Kanan				
25	Kaki Kiri				
26	Kaki Kanan				
27	Kaki Kiri				
28	Kaki Kanan				


Pengukuran Antropometri**1. Antropometri dalam Perancangan**

Antropometri digunakan untuk menentukan dimensi area kerja dan alat bantu agar sesuai dengan variasi ukuran tubuh populasi target.

- Jenis: Antropometri statis (posisi diam) dan dinamis (posisi bergerak/bekerja).
- Strategi Desain: Mencakup perancangan untuk individu ekstrem (persentil 5, 50 atau 95), perancangan yang dapat disesuaikan (*adjustable*), dan perancangan untuk rata-rata (persentil 50).

dapun data antropometri yang dibutuhkan adalah data pengukuran antropometri posisi duduk :

No.	Data Yang Diukur	Simbol
1	Tinggi Duduk Tegak	TDI
2	Tinggi Duduk Normal	TDN
3	Tinggi Mata Duduk	TMD
4	Tinggi Bahu Duduk	TBD
5	Tinggi Siku Duduk	TSD
6	Tinggi Sandaran Punggung	TSP
7	Tinggi Pinggang	TP
8	Tinggi Popliteal	TPO
9	Panjang Pantat ke Popliteal	PPL
10	Panjang Pantat ke Lutut	PLU
11	Lebar Bahu	LB
12	Lebar Sandaran	LS
13	Siku ke Siku	SS
14	Lebar Pinggul	LPI
15	Lebar Pinggang	LPG

Gambar 3. 2 Perhitungan Antropometri Posisi Duduk**2. Rumus dan Tahapan Analisis Data**

Untuk mendapatkan rancangan yang valid, dilakukan pengolahan data statistik sebagai berikut:

- Uji Normalitas Data

Pengujian uji normalitas data terkait antropometri ini memiliki tingkat kepercayaan yang digunakan ialah 95% dan $\alpha = 0,05$, Uji kenormalan data memiliki tujuan untuk menetapkan data tersebut berdistribusi normal atau tidak yaitu dengan melakukan perbandingan *chi-square* dengan *chi-table* dengan memanfaatkan *software* SPSS.

- Uji Keseragaman Data:

- Rata-rata: $\bar{X} = \sum \frac{X}{K}$

- Standar Deviasi: $\sigma = \sqrt{\frac{(\sum X^2 - \bar{X}^2)}{N}}$

- Batas Kendali:

- BKA (Batas Kendali Atas)

- $= \bar{X} + (Zt \times \sigma_x)$

- BKB (Batas Kendali Bawah)

- $= \bar{X} - (Zt \times \sigma_x)$

- Uji Kecukupan Data (Rumus

Bernoulli): Digunakan untuk memastikan jumlah sampel sudah memadai secara objektif: N'

$$= \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2$$

- 3. Perhitungan Persentil:

Digunakan untuk menentukan dimensi spesifik rancangan:

- Persentil 5 (P5): Untuk dimensi minimum (mengakomodasi 95% populasi kecuali yang terkecil).
- Persentil 50 (P50): Nilai tengah atau rata-rata populasi
- Persentil 95 (P95): Untuk dimensi maksimum (mengakomodasi 95% populasi kecuali yang terbesar).

Rumus perhitungan persentil adalah sebagai berikut:

$$P5 = \mu - (1,645 \times \sigma)$$

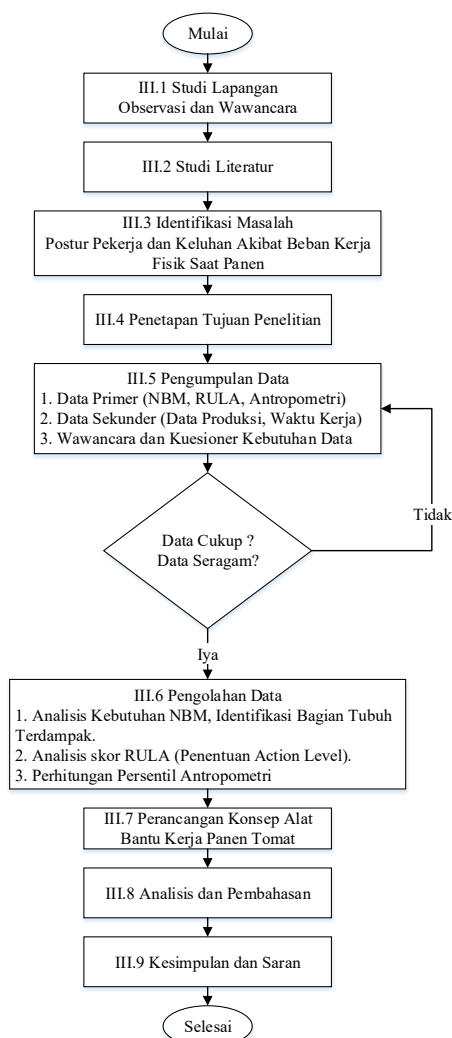
$$P50 = \mu$$

$$P95 = \mu + (1,645 \times \sigma)$$

4. Perangkat Lunak

Dalam proses perancangannya, perangkat lunak *Solidworks* digunakan untuk pemodelan 3D dan simulasi pengujian komponen dengan presisi tinggi.

5. Flowchart Penelitian



Gambar 3. 3 Flowchart Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis *Nordic Body Map* (NBM)

Hasil kuesioner *Nordic Body Map* menunjukkan bahwa operator mengalami keluhan pada beberapa bagian tubuh. Hasil perhitungan kuesioner NBM seperti pada tabel berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Stasiun Kerja

Stasiun Kerja	Operator	Score	Tingkat Risiko
Proses Pemanenan Tomat <i>cherry</i>	Operator 1	58	Sedang
	Operator 2	42	Rendah
	Operator 3	50	Sedang
	Operator 4	64	Sedang
	Operator 5	48	Rendah
	Operator 6	69	Sedang
	Operator 7	45	Rendah
	Operator 8	59	Sedang

Berdasarkan pada tabel diatas total skor dari operator panen menunjukkan tingkat risiko cedera rendah dan sedang pada saat melakukan kerja yang diketahui dari hasil perhitungan *Nordic Body Map*.

B. Hasil Analisis RULA

Berdasarkan data untuk melakukan pengukuran nilai untuk menghitung skor RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) didasari dengan Gambar di bawah ini. posisi bekerja saat melakukan pemanenan tomat *cherry* yang kemudian diukur posisi sudut kerjanya dan dilakukan perhitungan skor.



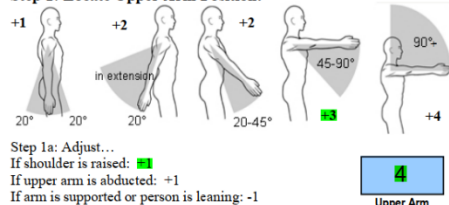
Gambar 4. 1 Analisis RULA Pada Operator

A. Postur Tubuh Grup A

Postur tubuh grup A terdiri dari step 1 sampai step 8, adalah sebagai berikut:

1. Step 1

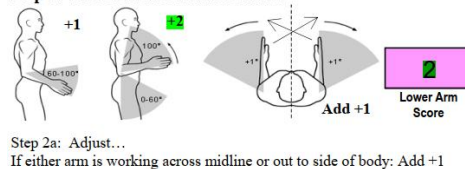
Berikut merupakan pengolahan skor postur lengan atas:

A. Arm and Wrist Analysis**Step 1: Locate Upper Arm Position:****Gambar 4.2** Perhitungan Step 1

Postur lengan atas memiliki sudut sebesar 55° dan bahu tampak naik sehingga memiliki skor 4.

2. Step 2

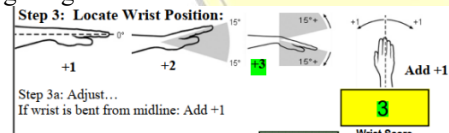
Berikut merupakan pengolahan skor postur lengan bawah:

Step 2: Locate Lower Arm Position:**Gambar 4.3** Perhitungan Step 2

Postur lengan bawah memiliki sudut sebesar 124°, sehingga pada lengan bawah mendapatkan skor 2

3. Step 3

Berikut merupakan pengolahan skor postur pergelangan:

**Gambar 4.4** Perhitungan Step 3

Pada postur pergelangan memiliki sudut sebesar 34°, sehingga pada postur pergelangan mendapatkann skor 3.

4. Step 4

Berikut merupakan pengolahan skor postur perputaran pergelangan tangan:

Step 4: Wrist Twist:

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

**Gambar 4.5** Perhitungan Step 4

Pada postur perputaran pergelangan tangan memiliki skor sebesar 1.

5. Step 5-8

Setelah di dapatkannya skor pada step 1-4 maka akan diketahui nilai pada tabel A, berikut merupakan pengolahan pada step 5:

SCORES

Table A: Wrist Posture Score		1	2	3	4
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	2
	2	2	2	2	3
	3	2	3	3	3
2	1	2	3	3	3
	2	3	3	3	4
	3	3	4	4	4
3	1	3	4	4	4
	2	3	4	4	5
	3	4	4	4	5
4	1	4	4	4	5
	2	4	4	4	5
	3	4	4	5	5
5	1	5	5	5	6
	2	5	6	6	6
	3	6	6	7	7
6	1	7	7	7	8
	2	8	8	8	8
	3	9	9	9	9

Gambar 4.6 Analisis Tabel A

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 min):
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.

Score	4
Posture Score A	+
Muscle Use Score	1
Force/Load Score	0
Wrist & Arm Score	5

Gambar 4.7 Perhitungan Step 5-8

Dari hasil pengolahan pada step 1-4 dapatkan skor 4 yang dapat dilihat pada tabel A. Pengolahan di step 5 mendapatkan skor 4. Pengolahan pada step 6 yaitu mendapatkan skor 1 dikarenakan gerakan yang berulang-ulang. Pengolahan pada step 7 didapatkan skor 0, dan pada pengolahan pada step 8 didapatkan hasil skornya 5.

B. Postur Tubuh Grup B

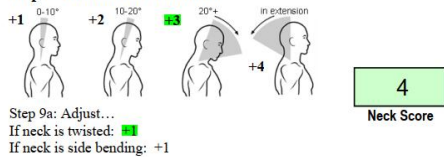
Postur tubuh grup B terdiri dari 9 sampai step 15, adalah sebagai berikut:

1. Step 9

Berikut merupakan pengolahan skor postur leher:

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:



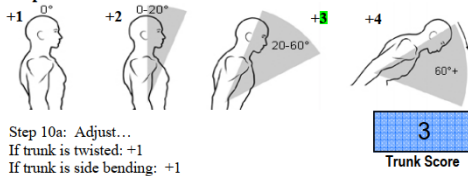
Gambar 4. 8 Perhitungan Step 9

Pada postur leher memiliki sudut sebesar 36°, dan ada sedikit kemiringan ke samping sehingga menambah maka skor yang dihasilkan yaitu 4.

2. Step 10

Berikut merupakan pengolahan skor pada punggung:

Step 10: Locate Trunk Position:



Gambar 4. 9 Perhitungan Step 10

Pada postur punggung memiliki sudut sebesar 33°, maka diberikan skor sebesar 3.

3. Step 11

Berikut merupakan pengolahan skor postur kaki:

Step 11: Legs:

If legs and feet are supported: +1
If not: 0

Table B: Trunk Posture Score														Leg Score
Neck Posture Score	1		2		3		4		5		6			
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs			
	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	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7		
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7		
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8		
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8		
6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		

Gambar 4. 10 Perhitungan Step 11

karena posisi operator jongkok (tidak berdiri dengan tumpuan beban merata). Maka postur kaki memiliki posisi yang tidak menopang jadi diberikan skor 2. Kemudian dari hasil pengolahan pada step 9-11 maka dihasilkan skor total pada tabel B yaitu 7.

4. Step 12-15

Selanjutnya pengolahan pada step 12 sampai 15

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:

Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held > 1 min),
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: 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 15: Find Column in Table C

Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

7
Posture Score B
+
1
Muscle Use Score
+
0
Force/Load Score
=
8
Neck, Trunk & Leg Score

Gambar 4. 11 Perhitungan Step 12-15

Pada pengolahan step 12 yaitu dari jumlah total skor tabel B yaitu di dapat skor 7, step 13 karena sebanyak berapa kali pengulangan gerakan maka mendapatkan skor 1, step 14 berat alat yang digunakan itu skornya 0, dan step 15 jumlah skor total dari step 12-14 yaitu sebesar 8.

Setelah didapatkan skor pada tabel A dan B maka selanjutnya menghitung tabel C dengan menjumlahkan skor tabel A dan B sebagai berikut:

Table C: Neck, trunk and leg score							
Wrist and Arm Score		1	2	3	4	5	6
	1	1	2	3	3	4	5
	2	2	2	3	4	4	5
	3	3	3	3	4	4	5
	4	3	3	3	4	5	6
	5	4	4	4	5	6	7
	6	4	4	5	6	6	7
	7	5	5	6	6	7	7

Scoring: (final score from Table C)

1 or 2 = acceptable posture

3 or 4 = further investigation, change may be needed

5 or 6 = further investigation, change soon

7 = investigate and implement change

7
Final Score

Gambar 4. 12 Analisis Tabel C

Berdasarkan tabel *action level Rapid Upper Limb Assessment* yang ada di landasan teori untuk perhitungan tabel C di atas skor akhir RULA yaitu sebesar 7 maka dapat diketahui klasifikasi berdasarkan skor yang didapatkan yaitu memiliki risiko yang sangat tinggi karena postur ini berbahaya bagi kesehatan jangka panjang para operator. Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa perlu adanya analisis dan implementasi perubahan yang berguna untuk mengurangi resiko atau keluhan kerja

Tabel 4. 2 Data Pengukuran Antropometri

No	Sex	Tinggi Duduk Tegak	Tinggi Duduk Normal	Tinggi Mata Duduk	Tinggi Bahu Duduk	Tinggi Siku Duduk	Tinggi Sandaran Punggung	Tinggi Pinggang	Tinggi Popliteal	Panjang Pantat ke Lutut	Lebar Bahu	Siku ke Siku	Lebar Pinggul	Lebar Pinggang
1	Male	89	86	88	86	90	86	90	87					
2	Male	86	83	79	80	77	86	79	81					
3	Male	86	83	79	80	77	86	79	81					
4	Male	86	83	79	80	77	86	79	81					
5	Male	86	83	79	80	77	86	79	81					
6	Male	86	83	79	80	77	86	79	81					
7	Male	86	83	79	80	77	86	79	81					
8	Male	87	82	76	80	77	86	79	81					

Hasil Pengukuran Antropometri

Data 15 pengukuran antropometri dari 8 operator pada tabel berikut :

kemudian data tersebut diuji dan dinyatakan normal, seragam, dan cukup secara statistik. Berikut perhitungan analisis data:

1. Uji Normalitas Data

Input data pengukuran ke *software* SPSS untuk menguji apakah data tersebut normal atau tidak, Hasil yang di ambil dari perhitungan uji data ini yaitu data *Shapiro-Wilk* karena data yang di olah ada 8 data jadi sangat efektif dan kuat untuk sampel kecil hingga sedang ($N < 50$ atau < 100), memiliki daya deteksi penyimpangan normalitas yang tinggi, dan hasilnya konsisten untuk memastikan apakah data terdistribusi normal atau belum. Berikut hasil perhitungan keseluruhan data:

Tabel 4. 3 Hasil Uji Normalitas Data

No.	Data Yang Diukur	Simbol	Sig.	α	Hasil
1	Tinggi Duduk Tegak	TDt	.089	0.05	Normal
2	Tinggi Duduk Normal	TDN	.089	0.05	Normal
3	Tinggi Mata Duduk	TMD	.089	0.05	Normal
4	Tinggi Bahu Duduk	TBD	.082	0.05	Normal
5	Tinggi Siku Duduk	TSD	.366	0.05	Normal
6	Tinggi Sandaran Punggung	TSP	.082	0.05	Normal
7	Tinggi Pinggang	TP	.366	0.05	Normal
8	Tinggi Popliteal	TPO	.067	0.05	Normal
9	Panjang Pantat ke Popliteal	PPL	.516	0.05	Normal
10	Panjang Pantat ke Lutut	PLU	.082	0.05	Normal
11	Lebar Bahu	LB	.840	0.05	Normal
12	Lebar Sandaran	LS	.862	0.05	Normal
13	Siku ke Siku	SS	.975	0.05	Normal
14	Lebar Pinggul	LPI	.592	0.05	Normal
15	Lebar Pinggang	LPG	.425	0.05	Normal

Hasil dari pengolahan diatas berdasarkan 15 data pengukuran para operator (8) diolah menggunakan *software* SPSS 23, nilai signifikan lebih besar daripada nilai persimpangan $\alpha = 0,05$ jadi seluru data yang di uji hasilnya NORMAL.

2. Uji Keseragaman Data

Pengujian pada uji keseragaman data antropometri ini memiliki tingkat kepercayaan yang digunakan ialah 95%. Berikut contoh perhitungan pada uji keseragaman data Tinggi Duduk Tegak operator dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

a. Rata-rata keseluruhan data

$$\bar{X} = \sum \frac{\bar{X}}{K}$$

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{(89 + 86 + 88 + 86 + 90 + 86 + 90 + 87)}{8} \\ &= \frac{702}{8} \\ &= 87,75\end{aligned}$$

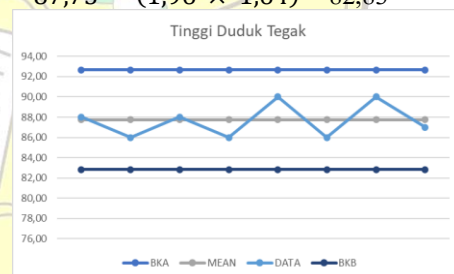
b. Standar deviasi

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum x_1 - \bar{X}}{N}} \\ \sigma &= \sqrt{\frac{(89 + 86 + 88 + 86 + 90 + 86 + 90 + 87)}{8}} \\ &= \sqrt{\frac{87,75}{8}} = 1,64\end{aligned}$$

c. Perhitungan BKA dan BKB

Berdasarkan data perhitungan mean dan standar deviasi rata-rata berikut adalah penyelesaian langkah untuk Batas Kontrol Atas (BKA), dan Batas Kontrol Bawah (BKB) dengan tingkat keyakinan yang di asumsikan adalah 95%, maka tingkat keyakinan adalah 3 (Z_c).

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{X} + (Z_c \times \sigma_x) \\ &= 87,75 + (1,96 \times 1,64) = 92,67 \\ \text{BKB} &= \bar{X} - (Z_c \times \sigma_x) \\ &= 87,75 - (1,96 \times 1,64) = 82,83\end{aligned}$$

**Gambar 4. 13** Grafik Perbandingan BKA dan BKB

Pada data TDT yang telah di uji hasilnya menunjukan seluruh data sudah seragam. Hasil keseluruhan uji Keseragaman data ada pada tabel berikut ini:

No.	Data Yang Diukur	Simbol	Mean	S.Dev	BKA	BKB	Hasil
1	Tinggi Duduk Tegak	TDt	87,75	1,64	92,67	82,83	Seragam
2	Tinggi Duduk Normal	TDN	82,75	1,64	87,67	77,83	Seragam
3	Tinggi Mata Duduk	TMD	76,75	1,64	81,67	71,83	Seragam
4	Tinggi Bahu Duduk	TBD	57,25	1,20	60,85	53,65	Seragam
5	Tinggi Siku Duduk	TSD	23,63	0,99	26,60	20,65	Seragam
6	Tinggi Sandaran Punggung	TSP	47,25	1,20	50,85	43,65	Seragam
7	Tinggi Pinggang	TP	20,63	0,99	23,60	17,65	Seragam
8	Tinggi Popliteal	TPO	41,88	0,78	44,22	39,53	Seragam
9	Panjang Pantat ke Popliteal	PPL	46,13	1,36	50,22	42,03	Seragam
10	Panjang Pantat ke Lutut	PLU	55,25	1,20	58,85	51,65	Seragam
11	Lebar Bahu	LB	41,63	1,49	46,11	37,14	Seragam
12	Lebar Sandaran	LS	36,38	1,58	41,10	31,65	Seragam
13	Siku ke Siku	SS	44,00	1,87	49,61	38,39	Seragam
14	Lebar Pinggul	LPI	34,25	1,20	37,85	30,65	Seragam
15	Lebar Pinggang	LPG	29,88	1,62	34,72	25,03	Seragam

Tabel 4. 4 Uji Keseragaman Data

Seluruh data seragam Karena semua data pengukuran ($\bar{X}$) berada di antara BKA dan BKB ($BKB \leq \bar{X} \leq BKA$).

3. Uji Kecukupan

Rumus Uji Kecukupan Data *Bernoulli* yang umum digunakan dalam Teknik Industri, yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel minimum yang di perlukan dalam penelitian. Rumus yang digunakan untuk menghitung N' adalah :

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{8(61622) - (702)^2}}{702} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{492976 - 492804}}{702} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{40 \times 13,11}{702} \right]^2 = 0,55$$

Jika dibulatkan ke atas (karena jumlah sampel harus bilangan bulat), $N' = 1$.

Data pengukuran Tinggi Badan Tegak (TBT) operator sudah dinyatakan cukup untuk mewakili populasi. Karena jumlah sampel yang telah diambil ($N=8$) lebih besar dari jumlah minimum sampel yang secara statistik diperlukan ($N'=1$).

No.	Data Yang Diukur	Simbol	N'	Hasil
1	Tinggi Duduk Tegak	TDT	0.55	Cukup
2	Tinggi Duduk Normal	TDN	0.62	Cukup
3	Tinggi Mata Duduk	TMD	0.59	Cukup
4	Tinggi Bahu Duduk	TBD	0.7	Cukup
5	Tinggi Siku Duduk	TSD	2.75	Cukup
6	Tinggi Sandaran Pinggang	TSP	1.02	Cukup
7	Tinggi Pinggang	TP	4.14	Cukup
8	Tinggi Popliteal	TPO	0.54	Cukup
9	Panjang Pantat ke Popliteal	PPL	1.37	Cukup
10	Panjang Pantat ke Lutut	PLU	0.74	Cukup
11	Lebar Bahu	LB	2.27	Cukup
12	Lebar Sandaran	LS	3	Cukup
13	Siku ke Siku	SS	2.78	Cukup
14	Lebar Pinggul	LPI	1.93	Cukup
15	Lebar Pinggang	LPG	4.73	Cukup

Tabel 4. 5 Uji Kecukupan Data

Pada data yang telah di uji menghasilkan bahwa seluruh data yang di uji adalah sudah Cukup. Karena Data Cukup jika seluruh dimensi antropometri menunjukkan nilai $N' < 8$. Dari data yang di ambil dari 8 operator tersebut sudah cukup secara statistik untuk mewakili populasi dengan tingkat kepercayaan 95%.

4. Perhitungan Persentil

Berikut Perhitungan untuk Tinggi Duduk Tegak (TDT) dengan 1,645 = Nilai Z untuk tingkat kepercayaan 95%:

$$P5 = 87,75 - (1,645 \times 1,64) = 85,05$$

$$P50 = 87,75 \text{ cm}$$

$$P95 = 87,75 + (1,645 \times 1,64) = 90,45$$

Berikut adalah hasil perhitungan persentil untuk seluruh dimensi antropometri:

No.	Data Yang Diukur	Simbol	Mean	S.Dev	P5	P50	P95
1	Tinggi Duduk Tegak	TDT	87,75	1,64	85,05	87,75	90,45
2	Tinggi Duduk Normal	TDN	82,75	1,64	80,05	82,75	85,45
3	Tinggi Mata Duduk	TMD	76,75	1,64	74,05	76,75	79,45
4	Tinggi Bahu Duduk	TBD	57,25	1,20	55,28	57,25	59,22
5	Tinggi Siku Duduk	TSD	23,63	0,99	22,00	23,63	25,25
6	Tinggi Sandaran Pinggang	TSP	47,25	1,20	45,28	47,25	49,22
7	Tinggi Pinggang	TP	20,63	0,99	19,00	20,63	22,25
8	Tinggi Popliteal	TPO	41,88	0,78	40,59	41,88	43,16
9	Panjang Pantat ke Popliteal	PPL	46,13	1,36	43,89	46,13	48,36
10	Panjang Pantat ke Lutut	PLU	55,25	1,20	53,28	55,25	57,22
11	Lebar Bahu	LB	41,63	1,49	39,17	41,63	44,08
12	Lebar Sandaran	LS	36,38	1,58	33,78	36,38	38,97
13	Siku ke Siku	SS	44,00	1,87	40,92	44,00	47,08
14	Lebar Pinggul	LPI	34,25	1,20	32,28	34,25	36,22
15	Lebar Pinggang	LPG	29,88	1,62	27,21	29,88	32,54

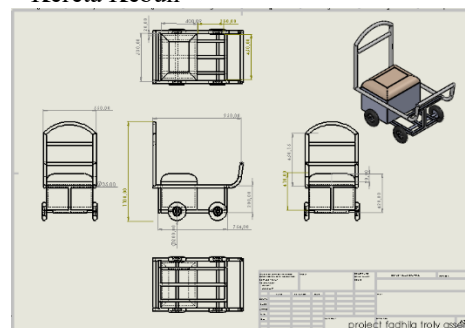
Tabel 4. 6 Perhitungan Persentil

D. Rancangan Alat Bantu Kerja Ergonomis

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat skor keluhan oleh pekerja pada tabel NBM (*Nordic Body Map*) memiliki beberapa keluhan sakit di area atau posisi tertentu saat bekerja, maka dalam hal ini di analisa dengan melakukan perhitungan skor RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) untuk mengetahui seberapa besar resiko dari keluhan yang didapat dengan menilai postur saat bekerja.

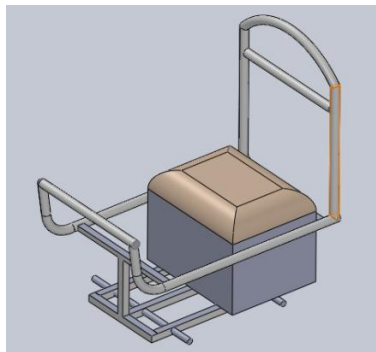
Hasil skor tersebut yaitu 7, mengartikan bahwa perlu adanya analisa dan implementasi perubahan untuk mengurangi keluhan yang dialami oleh para pekerja. Usulan solusinya yaitu dengan menggunakan alat bantu kerja disini alat tersebut bermaksud untuk memberikan solusi atau perbaikan untuk kegiatan kerja yang bisa menimbulkan kelelahan atau cedera pada pekerja. Berikut Perancangan usulan alat bantu berupa kereta kebun:

1. Ukuran Dimensi Kerangka Perancangan Kereta Kebun

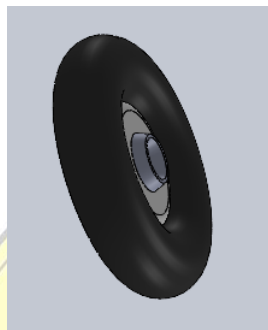


Gambar 4. 14 Ukuran Dimensi Kerangka

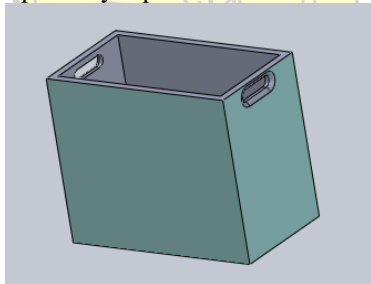
2. Kerangka

**Gambar 4. 15** Kerangka

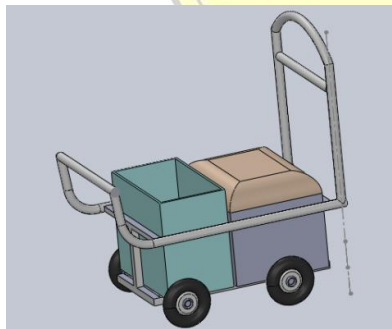
3. Roda

**Gambar 4. 16** Roda

4. Tempat Penyimpanan Panen Tomat

**Gambar 4. 17** Keranjang Penyimpanan

5. Keseluruhan Rancangan Usulan Kereta Kebun

**Gambar 4. 18** Hasil Rancangan

D. Hasil Pebaikan

Setelah dilakukannya usulan perbaikan maka dihasilkan postur baru operator saat melakukan aktivitas panen, dari perhitungan posisi sudut saat proses penanaman dengan menggunakan alat bantu. Berikut merupakan gambar sudut operator:

**Gambar 4. 19** Ilustrasi Alat Digunakan

Berdasarkan gambar stick diagram diatas merupakan hasil evaluasi dari adanya perancangan meja kerja sebagai alat bantu inspeksi produk.

No.	Posisi	Skor
A	Postur Tubuh A	
1	Locate Upper Arm	1
2	Locate lower Arm Position	1
3	Locate Wrist	3
4	Wrist twist	2
5	Add muscle use score	3
6	Add force/Load Score	1
7	Add Force/Load Score	0
8	Find Row in Table C (step 5-7)	4
B	Postur Tubuh B	
9	Locate Neck	1
10	Locate Trunk	2
11	Legs/feet supported	1
12	Look-Up Posture (Table B)	2
13	Add Muscle Use Score	1
14	Add Force/Load Score	0
15	Find Column in Table C (step 12-15)	3
16	Rula Score	3

Gambar 4. 20 Hasil Analisis RULA

Implementasi alat bantu kereta kebun berhasil mengubah postur kerja operator dari posisi berisiko tinggi (jongkok/membungkuk) menjadi posisi duduk yang ergonomis. Dengan desain yang disesuaikan dengan antropometri pekerja dan tinggi tanaman, alat ini mengoptimalkan jangkauan tangan dan secara drastis menurunkan tingkat risiko kerja.

Penggunaan kereta kebun menurunkan skor RULA dari 7 ke 3, yang berarti mengubah kondisi kerja dari risiko sangat tinggi menjadi posisi yang aman dan dapat diterima, sehingga meningkatkan produktivitas serta kesehatan otot pekerja.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses panen tomat *cherry* secara manual di PT Agricole Indonesia Makmur menimbulkan risiko ergonomi yang sangat tinggi. Skor RULA 7 mengindikasikan bahwa postur kerja operator berada dalam kategori bahaya dan memerlukan investigasi serta perbaikan segera. Hal ini sejalan dengan hasil kuesioner NBM yang menunjukkan keluhan dominan pada leher, bahu, lengan, dan punggung. Kondisi ini disebabkan oleh postur membungkuk dan jongkok berkepanjangan selama 6-7 jam kerja, gerakan repetitif, dan tidak adanya alat bantu yang ergonomis.

Rancangan kereta kebun yang diusulkan bertujuan untuk mengeliminasi postur membungkuk yang menyebabkan lower back pain, mengurangi beban statis pada kaki, memberikan posisi lebih dekat dengan tanaman, memfasilitasi mobilitas efisien, dan menyediakan tempat penyimpanan hasil panen terintegrasi. Simulasi menggunakan RULA setelah penggunaan kereta kebun menunjukkan penurunan skor dari 7 menjadi 3, yang mengindikasikan postur dapat diterima dengan risiko rendah. Perbaikan ini dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko MSDs pada operator.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) Tingkat risiko ergonomi pada aktivitas panen tomat *cherry* di greenhouse PT Agricole Indonesia Makmur sangat tinggi dengan skor RULA sebesar 7, dengan keluhan dominan pada leher, bahu, lengan, dan punggung sesuai hasil NBM; (2) Rancangan alat bantu kerja ergonomis berupa kereta kebun yang terdiri dari kerangka inti, sit base, roda, dan keranjang penyimpanan hasil panen telah berhasil dirancang berdasarkan data antropometri operator, hasil analisis simulasi penggunaan kereta kebun menunjukkan penurunan skor RULA dari 7

menjadi 3, mengindikasikan perbaikan signifikan dalam postur kerja dan pengurangan risiko MSDs.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Agricole Indonesia Makmur yang telah memberikan izin dan dukungan untuk pelaksanaan penelitian ini, serta kepada seluruh operator yang telah bersedia menjadi responden penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Bora, M. A. (2024). *DESAIN PRODUK ERGONOMI: MENINGKATKAN KENYAMANAN DAN PRODUKTIVITAS PENGGUNA*.

Cahyani, O. D., Iftadi, I., & Rochman, T. (2021). Perancangan Alat Bantu Kerja Untuk Mengurangi Risiko Postur Kerja pada Stasiun Quality Control. *Teknoin*, 27(1). <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol27.iss1.ar5>

Christata, B. R., & Kristyanto, B. (2025). Usulan Perbaikan Fasilitas Kerja Ergonomis Berdasarkan Hasil Analisis Metode REBA pada Stasiun Pengemasan Bale. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(3), 2397–2407. <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i3.45862>

Febrilliandika, B., Aprisandi, A., & Ritonga, N. (2020). *Perancangan Teknologi Fasilitas Kerja dengan Metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA) dan Berdasarkan Antropometri Tubuh pada Pengrajin Daun Nipah*. 3.

Gayatri, K. W., & Komariah, A. (2023). *EVALUASI KELUHAN OTOT DENGAN METODE NORDIC BODY MAP PADA PEKERJA DI PT X*. 3.

Hamdy, M. I. (2020). Analisa Postur Kerja Manual Material Handling (MMH) pada Karyawan Bagian Pembuatan Block Menggunakan Metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA) (Studi Kasus: PT Asia Forestama Raya). *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 5(1), 62. <https://doi.org/10.24014/jti.v5i1.7432>

Handayani, S. A., & Hayati, E. N. (2022). Perancangan Stasiun Kerja Guna Menunjang Kinerja Operator. *Jurnal Cakrawala Informasi*, 2(1), 69–79. <https://doi.org/10.54066/jci.v2i1.202>

Khalidy, M., Zakaria, R., & Ariscasari, P. (2024). ANALISIS RISIKO ERGONOMIS DAN KELUHAN KESEHATAN PEKERJA PRODUKSI ROKOK PT RAMPAGO JAYA SUKAMAKMUR ACEH BESAR TAHUN 2024. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(4), 11660–11669.

<https://doi.org/10.31004/jkt.v5i4.36824>

Pattiasina, N. H., Markus, P., & Pattiselanno, S. R. R. (2022). KAJIAN ANTROPOMETRI PENGRAJIN TENUN IKAT KHAS MALUKU. *JURNAL SIMETRIK*, 11(2), 495–503.

<https://doi.org/10.31959/js.v11i2.849>

Pratama, B. W. N., Herlianti, R., & Ikatrinasari, Z. F. (2024). Perancangan Meja Kerja Ergonomis Dengan Metode Antropometri pada Proses Inspection Checking Output Green Tire di Perusahaan X. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 23(2), 141.

<https://doi.org/10.20961/performa.23.2.84759>

Prayoga, A. S., Nurrochmah, S., & Universitas Negeri Malang. (2024). Analisis antropometri tubuh dan tingkat kebugaran jasmani. *Jurnal Porkes*, 7(1), 1–14.

<https://doi.org/10.29408/porkes.v7i1.25120>

Rahmawaty, D. A., Heryani, E., Kautsar, A., & Pratama, G. (2024). PERAN SEKTOR PERTANIAN DALAM PEMBANGUNAN EKONOMI DAERAH.

Restiani, D., & Suliantoro, H. (n.d.). *Analisis Ergonomi dengan Ergonomi Checklist di Workshop ME RU IV Cilacap*.

Syahputra, A., Harahap, B., & Hasibuan, A. (2024). Analisis Beban Kerja dengan Menggunakan Metode RULA pada Produksi Furniture di CV Arsyia Gallery Medan. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 3(1), 19–37.

<https://doi.org/10.56211/blendsains.v3i1.528>

Yudi, R. R. P., & Wardhani, R. P. (2023). *Identifikasi Risiko Ergonomi Dengan Metode Nordic Body Map (Nbm) Pada Aktivitas Pembubutan Di Machine Shop PT. Phkt Terminal Lawe-Lawe*.

Yuliani, E. N. S., Tirtayasa, K., Adiatmika, I. P. G., Iridiastadi, H., & Adiputra, N. (2021). *STUDI LITERATUR: PENGUKURAN BEBAN KERJA*. 2.

Zefanya, M., Sereati, C. O., Hutapea, D. K. Y., Bachri, K. O., & Pandjaitan, L. W. (2023). Sistem Smart Monitoring pada Budidaya Tomat Cherry di Media Tanah. *ROUTERS: Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 109–121. <https://doi.org/10.25181/rt.v1i2.3128>