

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

A. Pengertian Ergonomi

Ergonomi merupakan suatu ilmu yang sistematis digunakan untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai, sifat, kemampuan, serta keterbatasan manusia saat merancang suatu sistem kerja sehingga seseorang bisa hidup juga bekerja dengan sistem tersebut dengan baik, yaitu tercapainya tujuan yang diharapkan melalui pekerjaan tersebut, dengan mudah, efektif, aman dan nyaman (Sutalaksana, dalam (Ahmad,dkk ,2013).

Dalam peranan memanusiawikan produknya, ergonomi memiliki beberapa cakupan, diantaranya:

1. Antropometri

Antropometri merupakan sebuah kumpulan data numerik yang berhubungan langsung terhadap karakteristik tubuh manusia, ukuran bentuk, serta kekuatan dalam penerapan dari data tersebut yang berfungsi untuk penanganan masalah desain (Nurmianto, dalam (Ahmad,dkk, 2013)).

2. Fisiologi

Fisiologi sendiri meneliti aspek-aspek yang berhubungan dengan energi yang diperlukan seseorang dalam mengerjakan suatu pekerjaan.

3. Biomekanika

Biomekanika, merupakan penialain aspek yang berhubungan dengan daya tahan tubuh terhadap beban mekanik anggota gerak tubuh meliputi kekuatan, kecepatan dan lain-lain.

4. Penginderaan

Penginderaan, merupakan penialain pada aspek kepekaan manusia dalam merespon isyarat-isyarat dari luar yang diterima oleh indera tubuh manusia.

5. Psikologi Kerja

Psikologi kerja, merupakan penilaian pada faktor yang mempengaruhi kondisi psikis seseorang dalam lingkup penggunaan suatu produk dan lingkungan kerja, dikarenakan adanya hubungan yang kuat diantara unsur yang bersifat fisik maupun psikologis.

B. Tujuan Ergonomi

Menurut Tarwaka dalam Rio (2017), penerapan ilmu ergonomi, memiliki beberapa tujuan yang ingin diraih. Beberapa tujuan penerapan ergonomi, yaitu :

- 1) Untuk meningkatkan kesejahteraan fisik juga mental yang diupayakan melalui pencegahan kecelakaan dan penyakit akibat kerja, meringankan beban kerja fisik dan mental, serta meningkatkan promosi dan kepuasan kerja pekerjanya.
- 2) Untuk meningkatkan kesejahteraan sosial yang diupayakan melalui peningkatan kualitas hubungan sosial dan koordinasi kerja yang tepat, yang berfungsi untuk meningkatkan jaminan sosial baik dalam kurun waktu usia produktif maupun tidak.
- 3) Untuk menciptakan keseimbangan yang rasional dalam aspek teknik, ekonomis, dan juga antropologis dari setiap sistem kerja yang dilaksanakan sehingga terbentuk kualitas kerja dan hidup yang baik.

2.2 *Musculoskeletal Disorders (MSDs)*

A. Pengertian *Musculoskeletal Disorders (MSDs)*

Musculoskeletal Disorders (MSDs) yaitu dimana terjadi keluhan pada bagian tubuh yang disebabkan oleh pekerjaan yang menekankan pada penggunaan kekuatan otot serta sikap kerja dengan durasi yang cukup

lama. Keluhan dapat dirasakan pada setiap individu mulai keluhan ringan hingga keluhan sangat berat.

Menurut Humantech, dalam Annisa (2017) *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) terjadi secara tidak langsung, tetapi melalui penumpukan cedera benturan kecil hingga besar yang terakumulasi secara terus menerus dalam waktu yang lumayan lama diakibatkan oleh kegiatan mengangkat beban saat kerja, sehingga timbul rasa sakit, nyeri, pegal-pegal pada anggota tubuh.

B. Gejala *Musculoskeletal Disorders* (MSDs)

Gejala *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) menurut Suma'mur 1996, dalam Annisa (2017) gejalanya ditandai seperti munculnya, nyeri, bengkak, kemerah-merahan, panas, mati rasa retak atau patah pada tulang dan sendi, kekauan, dan susah untuk digerakkan (Azzahra et al., 2022).

Gejala *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) yang biasanya dirasakan yaitu:

- 1) Punggung dan leher kaku
- 2) Bahu nyeri, dan kaku
- 3) Tangan dan kaki nyeri serasa tertusuk
- 4) Siku atau mata kaki terasa sakit, bengkak hingga kaku
- 5) Mati rasa, dingin, dan terasa terbakar tidak kuat
- 6) Jari terasa kaku
- 7) Kaki dan tumit terasa kesemutan

C. Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs)

Keluhan otot atau nyeri punggung dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu:

- 1) Keluhan sementara (*reversible*), merupakan keluhan otot yang timbul saat otot menerima beban statis, namun keluhan tersebut segera hilang jika pembebanan dihentikan.

- 2) Keluhan menetap (*persistent*), merupakan keluhan otot yang bersifat menetap. Rasa nyeri tersebut masih berlanjut meskipun pembebanan telah dihentikan. (Tarwaka, 2004 dalam Joko (2016))

D. Faktor Penyebab *Musculoskeletal Disorders (MSDs)*

1. Faktor Kerja

a) Beban

Beban adalah salah satu faktor yang mempengaruhi gangguan otot rangka. Menurut Departemen Kesehatan dalam Hasrianti (2016), menyatakan bahwa mengangkat beban sebaiknya tidak melebihi dari aturan yaitu laki-laki dewasa 15-20 kg dan wanita usia 16-18 tahun sebesar 12-15kg. Pembebanan fisik pada pekerjaan dapat mempengaruhi terjadinya keluhan MSDs. Pembebanan fisik yang diberikan adalah pembebanan tidak melebihi 30-40% kapasitas kemampuan kerja maksimum tenaga kerja dalam 8 jam sehari dengan memperhatikan aturan jam kerja yang berlaku (Suma'mur dalam Hasrianti , 2016).

b) Frekuensi

Frekuensi merupakan banyaknya gerakan yang dilakukan dalam satu periode waktu. Jika dilakukan secara berulang kali maka disebut repetitive. Keluhan otot dapat terjadi disebabkan otot mendapat tekanan akibat beban kerja secara terus menerus tanpa mendapatkan jeda untuk relaksasi (Bridger dalam Hasrianti, 2016). Pekerjaan yang dikerjakan secara terus-menerus, seperti mencangkul, mengecat, membelah kayu, dsb.

c) Postur Kerja

Postur atau sikap kerja adalah sebuah tindakan yang dilakukan pekerja dalam menjalankan pekerjaan (Nurmianto, 2004 dalam (Diah, 2017)). Sikap dan posisi kerja yang tidak ergonomis mengakibatkan gangguan kesehatan, diantaranya gangguan kelelahan otot, nyeri dan gangguan vaskularisasi.

Postur janggal merupakan posisi tubuh yang menyimpang secara signifikan terhadap posisi normal saat bekerja. Bekerja dengan posisi janggal meningkatkan jumlah energi yang dibutuhkan untuk bekerja. Posisi janggal menyebabkan rasa lelah yang disebabkan kebutuhan tenaga dari otot ke jaringan tidak efisien. Pengulangan atau waktu lama dalam posisi menggapai, berputar, memiringkan badan, berlutut, jongkok, memegang dalam keadaan statis, dan menjepit dengan tangan merupakan beberapa postur janggal. Postur tersebut melibatkan beberapa area tubuh seperti bahu, punggung, dan lutut karena bagian tersebut sering mengalami cedera (Straker, 2000 dalam Hasrianti (2016)).

Sikap kerja dibagi menjadi 3 klasifikasi, yaitu:

1) Sikap Kerja Duduk

Bekerja dengan posisi duduk menimbulkan masalah muskuloskeletal, terutama menimbulkan nyeri punggung sebab terdapat tekanan di area tulang belakang. Menurut Nurmianto (2004) dalam Diah (2017), bekerja dengan posisi duduk memiliki keuntungan yaitu mengurangi beban statis pada kaki dan energi yang digunakan lebih sedikit.

2) Sikap Kerja Berdiri

Bekerja dengan posisi berdiri adalah sikap siaga secara fisik dan mental, sehingga aktivitas kerja dapat terlaksana dengan cepat, kuat, dan teliti. Namun bekerja dengan posisi berdiri dapat menimbulkan kelelahan, dan nyeri pada tulang bagian belakang.

3) Sikap Kerja Duduk Berdiri

Bekerja dengan posisi duduk dan berdiri merupakan gerakan kombinasi untuk mengurangi kelelahan otot yang disebabkan sikap dalam satu posisi kerja saja.

d) Durasi Kerja

Durasi kerja merupakan periode selama melakukan pekerjaan berulang secara terus menerus tanpa ada istirahat. Pada posisi kerja statis membutuhkan 50% dari kekuatan maksimum tidak dapat bertahan lebih dari satu menit. Jika kekuatan digunakan kurang dari 20% dari kekuatan maksimum, maka kontraksi akan terus berlangsung selama beberapa waktu. Hal ini berarti dalam waktu > 1 menit kekuatan maksimum pada seseorang telah berkurang melebihi setengah, yaitu $< 50\%$ dari kekuatan maksimum. Sedangkan untuk durasi aktivitas dinamis selama 4 menit atau kurang seseorang dapat bekerja dengan intensitas sama dengan kapasitas aerobik sebelum istirahat. Dalam satu jam periode bekerja rata-rata pengeluaran energi tidak lebih dari 50% kapasitas aerobik yang dimiliki pekerja (Hasrianti, 2016). Jika durasi bekerja semakin lama maka akan menimbulkan keluhan MSDs.

Menurut Kroemer & Grandjean dalam Rio (2020), durasi kerja diklasifikasikan dalam beberapa tingkat, yaitu:

- a) Durasi singkat : < 1 jam/ hari
- b) Durasi sedang : $1 - 2$ jam/ hari
- c) Durasi lama : > 2 jam

Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) terjadi pada pekerja yang bekerja dengan durasi yang lama yaitu ≥ 2 jam, dalam jangka waktu tersebut pekerja bekerja dengan postur janggal atau tidak ergonomis (Mitha Aulia Harahap *et al*, 2021).

2. Faktor Individu

Menurut Tarwaka (2004) dalam Joko (2016) beberapa keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) juga bisa disebabkan oleh faktor individu, seperti:

- a) Umur

Pada umumnya keluhan nyeri otot dirasakan pada usia kerja pekerja, yaitu kisaran 25-65 tahun. Keluhan awal biasanya dimulai pada umur 35 tahun dan keluhan akan terus berlanjut sejalan dengan bertambahnya usia. Hal tersebut terjadi dikarenakan saat umur setengah baya, kekuatan serta ketahanan otot menurun sehingga memiliki risiko timbulnya keluhan otot yang meningkat. Menurut penelitian Betti'e, *et al* (1989) dalam Tarwaka (2015) didapatkan bahwa kekuatan otot maksimal terjadi saat umur 20 – 29 tahun, dan akan menurun sejalan dengan bertambahnya umur. Saat memasuki umur 60 tahun kekuatan otot menurun 20%, sehingga rentan terkena keluhan otot.

b) Jenis Kelamin

Jenis kelamin sangat berpengaruh dalam terjadinya keluhan otot. Hal ini disebabkan karena secara fisiologis kemampuan otot pada wanita dan pria berbeda, kemampuan otot wanita lebih rendah dibandingkan pria.

c) Kebiasaan Merokok

Berdasarkan beberapa penelitian pengaruh kebiasaan merokok masih dipertimbangkan. Beberapa penelitian mendapatkan hasil bahwa tingkatan rasa keluhan otot berhubungan erat dengan frekuensi dan kebiasaan seseorang merokok. Kebiasaan merokok bisa menurunkan kapasitas paru – paru, sehingga kemampuan seseorang untuk mendapatkan oksigen juga menurun dan akibatnya kesehatan tubuh juga menurun. Saat bekerja seseorang akan merasakan mudah lelah, karena kandungan oksigen yang ada pada darah berjumlah sedikit, pembakaran karbohidrat semakin lambat, asam laktat menumpuk dan timbul rasa nyeri pada otot.

d) Kebugaran Jasmani

Secara umum, keluhan otot lebih sering ditemukan pada seseorang yang jarang beraktivitas fisik atau olahraga. Tingkatan keluhan otot sangat dipengaruhi oleh kebiasaan beraktivitas seseorang atau kebugaran jasmani. Seseorang yang memiliki kebiasaan beraktivitas fisik seperti lari, jalan kaki, angkat beban dsb, memiliki resiko rendah terhadap keluhan nyeri otot.

e) Masa Kerja

Masa kerja merupakan faktor yang berhubungan dengan lamanya seseorang bekerja pada suatu tempat kerja. Seseorang yang bekerja dalam jangka waktu yang lama atau seseorang tersebut sering terpapar oleh faktor risiko akibatnya akan semakin besar risiko terjadinya keluhan MSDs

3. Faktor Lingkungan

a) Suhu

Paparan suhu yang dingin berlebihan bisa mempengaruhi kelincahan, kepekaan dan kekuatan pekerja sehingga gerakan menjadi lambat, sulit bergerak dan kekuatan otot menurun. Sebaliknya paparan suhu yang panas, mengakibatkan sebagian energi dalam tubuh terkuras untuk beradaptasi dengan lingkungan, jika energi yang masuk tidak seimbang maka akan terjadi kekurangan oksigen pada tubuh. Akibat dari peredaran darah kurang lancar, suplai oksigen ke otot menurun, proses metabolisme karbohidrat menjadi terhambat dan asam laktat mengalami penimbunan yang menyebabkan nyeri pada otot (Suma'mur 1982, Grandjean,1993 dalam Annisa 2017)

b) Getaran

Getaran dengan frekuensi yang tinggi menimbulkan kontraksi pada otot meningkat. Kontraksi statis ini menimbulkan peredaran darah terhambat, asam laktat mengalami penimbunan dan timbulnya nyeri otot. Berdasarkan hasil studi dinyatakan adanya hubungan yang signifikan antara CTS dengan getaran, kebanyakan penelitian memiliki $OR > 3$, sedangkan pada studi tentang *low back pain*, setengah hasil pada studi menyatakan tidak adanya hubungan yang signifikan antara getaran dengan *low back pain* (NIOSH, 1997 dalam Annisa 2017).

c) Tekanan

Saat memegang alat akan timbul adanya tekanan langsung pada jaringan otot yang lunak dan menimbulkan rasa nyeri yang menetap.

2.3 Metode Penilaian Risiko Ergonomi

1) *Ovako Work Analysis System (OWAS)*

Merupakan salah satu jenis metode yang digunakan untuk pengukuran risiko ergonomi. *Ovako Work Analysis System (OWAS)* dimulai sekitar tahun 1970-an di perusahaan Ovako Oy Finlandia dan seiring berjalannya waktu metode ini mengalami penyempurnaan di tahun 1985 oleh Stofert. Metode ini memiliki 4 kategori fokus penilaian yaitu untuk menilai posisi kerja pada bagian punggung, tangan, kaki, dan berat beban (Setiorini et al., 2020).

Kategori sikap tubuh yang dianalisis dalam metode ini, yaitu :

- 1) Punggung : lurus, membungkuk, memutar (*twisting*), membungkuk dan memutar atau membungkuk kedepan dan menyamping.
- 2) Lengan : posisi kedua lengan ada dibawah bahu, satu lengan terangkat diatas bahu, dan kedua lengan terangkat diatas bahu.

- 3) Kaki : duduk, berdiri dengan tumpuan kedua kaki, berdiri dengan tumpuan satu kaki, berdiri dengan tumpuan kedua kaki dan lutut ditekuk, berdiri dengan tumpuan satu kaki dan lutut ditekuk, berlutut pada satu atau kedua lutut, dan berjalan.
- 4) Beban : beban ≤ 10 kg, beban 10-20kg, dan beban >20 kg. (Setiorini et al., 2020)

Pung-gung	Le ngan	Kaki																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Beban			Beban			Beban			Beban			Beban			Beban			Beban		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	3	3	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Gambar 2. 1. Kuisiener Ovako Work Analysis Sysytem

Berdasarkan penilaian terhadap postur kerja menggunakan metode OWAS, diperoleh kategori nilai, sebagai berikut:

Tabel 2. 1. Klasifikasi Tingkat Risiko OWAS

Level Risiko	Tindakan
1	Tidak perlu dilakukan perbaikan
2	Perlu dilakukan perbaikan
3	Perbaikan perlu dilakukan sesegera mungkin
4	Perbaikan perlu dilakukan sekarang juga.

2) *Rapid Entire Body Assesment (REBA)*

Rapid Entire Body Assesment (REBA) merupakan metode yang dikembangkan pada bidang ergonomi untuk mengkaji postur kerja seluruh tubuh. REBA digunakan sebagai alat evaluasi postur tubuh untuk mengidentifikasi risiko MSDs serta resiko lain yang berhubungan dengan pekerjaan (Tiogana et al., 2020).

Metode *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* digunakan untuk evaluasi postur, tenaga dan gerakan yang berhubungan dengan pekerjaan statis atau tidak berpindah-pindah. Pekerjaan yang cocok dianalisis dengan metode ini seperti petugas administrasi, manufaktur, atau pedagang dengan posisi duduk atau berdiri yang cukup lama.

RULA Employee Assessment Worksheet

Task Name: _____ Date: _____

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position: **Upper Arm Score** []

Step 2: Locate Lower Arm Position: **Lower Arm Score** []

Step 3: Locate Wrist Position: **Wrist Score** []

Step 4: Wrist Twist: **Wrist Twist Score** []

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 Score				
		1	2	3	4	
1	1	1	2	2	3	3
1	2	2	2	2	3	3
1	3	3	3	3	3	4
1	4	4	4	4	4	4
2	1	2	3	3	3	4
2	2	3	3	3	3	4
2	3	3	3	3	3	4
2	4	4	4	4	4	5
3	1	3	4	4	4	5
3	2	4	4	4	4	5
3	3	4	4	4	4	5
3	4	4	4	4	4	5
4	1	4	4	4	4	5
4	2	4	4	4	4	5
4	3	4	4	4	4	5
4	4	4	4	4	4	5
5	1	5	5	5	5	6
5	2	5	5	5	5	6
5	3	5	5	5	5	6
5	4	5	5	5	5	6
6	1	7	7	7	7	8
6	2	7	7	7	7	8
6	3	7	7	7	7	8
6	4	7	7	7	7	8

Table B: Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position: **Neck Score** []

Step 10: Locate Trunk Position: **Trunk Score** []

Step 11: Legs: **Leg Score** []

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 minute):
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.

Table C: Neck, Trunk, Leg Score

Wrist / Arm Score	Neck, Trunk, Leg Score					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	2	3	4	5	5
3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	4	4	5	6
5	4	4	4	5	6	7
6	4	4	5	6	7	7
7	5	5	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7

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, McAtemney & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99

Gambar 2. 3. Kuesioner *Rapid Upper Limb Assesment*

A. Fungsi *Rapid Upper Limb Assesment (RULA)*

Menurut McAtemney & Corlett (1993), dalam Josua (2018), metode RULA memiliki beberapa fungsi utama, yaitu:

1. Mengevaluasi postur kerja tubuh bagian atas pada pekerjaan yang berisiko memiliki MSDs.
2. Mengidentifikasi beban otot pada postur kerja yang dikerjakan, untuk pekerjaan statis atau dinamis untuk melakukan evaluasi kelelahan otot.
3. Memberikan hasil evaluasi postur kerja berdasarkan teknik pendekatan ergonomi, fisik, mental, lingkungan, serta organisasi
4. Menghitung risiko MSDs, sebagai investigasi risiko ergonomi postur kerja.

B. Tahapan Penilaian Metode Rapid Upper Limb Assesment (RULA)

Menurut Middlesworth (2010) dalam Josua (2018), tahapan penilaian postur kerja menggunakan RULA melalui beberapa tahapan yaitu:

1) Observasi Pekerjaan

Observasi pekerjaan dilakukan untuk mengetahui kondisi lapangan pekerjaan yang akan dianalisis dari aspek pergerakan dan postur kerja pekerja.

2) Memilih Postur untuk Penilaian

Menentukan postur yang akan digunakan dalam analisis penilaian risiko postur tubuh saat bekerja.

3) Memberi Nilai pada Postur

Penilaian postur kerja berdasarkan metode RULA dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian A *Arm and Wrist Analysis* dan bagian B *Neck, Trunk, and Leg Analysis*.

I. Step 1: *Locate upper arm position*

Menentukan nilai untuk bagian lengan atas dengan melihat jumlah sudut yang terbentuk dari *trunk* ke lengan, dengan beberapa penyesuaian tambahan, yaitu:

1. Saat bahu terangkat keatas: +1
2. Saat lengan bagian atas menjauhi tubuh: +1
3. Saat lengan atau orang terdapat sandaran: -1



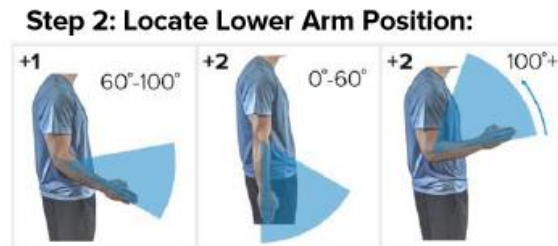
Gambar 2. 4. Lengan Atas Metode RULA

II. Step 2: *Locate lower arm position*

Menentukan nilai risiko pada lengan bagian bawah dilakukan dengan menentukan seberapa besar sudut lengan bawah, yang

diukur dari sudut yang terbentuk antara lengan bagian atas dan bawah. Penilaian juga dilakukan dengan penyesuaian tambahan, yaitu:

1. Saat lengan bagian bawah bekerja menjauhi atau mendekati sumbu tubuh.

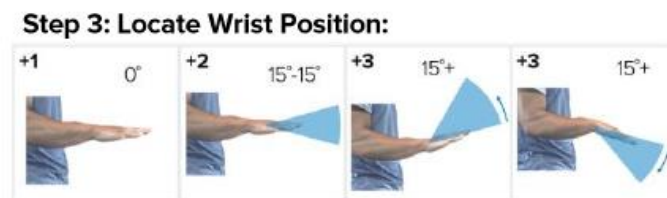


Gambar 2. 5. Lengan Bawah Metode RULA

III. Step 3: *Locate wrist position*

Menentukan nilai risiko pada pergelangan tangan dengan menentukan besar sudut lengan bagian bawah hingga telapak tangan, disesuaikan dengan penyesuaian tambahan sebagai berikut:

1. Saat telapak tangan ditekuk menjauhi titik tengah: +1



Gambar 2. 6. Pergelangan Tangan Metode RULA

IV. Step 4: *Wrist twist*

Menentukan nilai risiko pergelangan tangan dilihat dari perputaran yang dikerjakan oleh pergelangan tangan saat melakukan aktivitas, penilaiannya sebagai berikut:

1. Saat pergelangan tangan diputar setengah putaran: +1
2. Saat pergelangan tangan diputar 1 putaran penuh: +2

V. Step 5: *Look-up posture score in table A.*

Penilaian berdasarkan skor dari *step* 1-4 tentukan nilai menurut tabel A.

		Scores							
Table A		Wrist Score							
Upper Arm	Lower Arm	1		2		3		4	
		Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist		
		1	2	1	2	1	2	1	2
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	5	5	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

Gambar 2. 7. Skor A RULA

- VI. *Step 6: Add muscle use score*
Menentukan nilai pengulangan gerakan oleh *arm/wrist*, saat gerakan cenderung statis dalam kurun waktu 10menit atau gerakan *repetitive* selama 4x permenit akan diberikan nilai: +1.
- VII. *Step 7: Add force/load score*
Menentukan nilai beban otot yang dikerjakan dengan beban yang diterima oleh tubuh bagian atas.
- VIII. *Step 8: Find row in table C.*
Menjumlahkan seluruh nilai dari step 5-7 untuk memperoleh nilai pada baris tabel C.
- IX. *Step 9: Locate neck position*
Menentukan nilai resiko bagian leher dilakukan dengan menentukan besar sudut leher diukur dari sudut yang terbentuk antara leher dan *trunk*, penilaian menyesuaikan denga :
 - Saat punggung diputar atau menoleh: +1
 - Saat leher ditekuk: +1

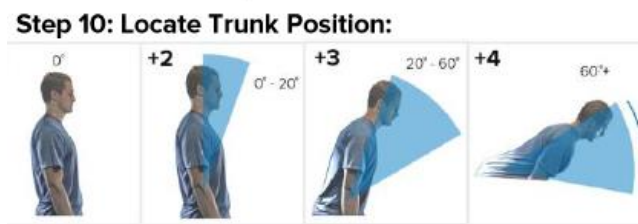


Gambar 2. 8. Leher Metode RULA

X. Step 10: *Locate trunk position*

Penilaian risiko bagian punggung dilakukan dengan penentuan besar sudut yang terbentuk dari tulang ekor yang ditarik sudut keatas tegak lurus dengan bumi, kemudian garis tersebut ditarik sudut yang searah punggung, menyesuaikan dengan :

- Saat punggung diputar atau menoleh: +1
- Saat punggung ditekuk: +1



Gambar 2. 9. Batang Tubuh Metode RULA

XI. Step 11: *Legs*

Penilaian risiko pada kaki dilakukan dengan penentuan ada atau tidaknya sandaran yang menopang pada kaki.

- Jika kaki tersedia penopang, mendapat nilai +1
- Jika kaki tidak tersedia penopang, maka +2

XII. Step 12: *Look-up posture score in table B*

Penilaian pada tabel B, penentuannya berdasarkan nilai pada step 9-11.

Neck Posture Score	Table B: Trunk Posture Score											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs 1	Legs 2	Legs 1	Legs 2	Legs 1	Legs 2	Legs 1	Legs 2	Legs 1	Legs 2	Legs 1	Legs 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	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	9	9	9	9	9

Gambar 2. 10. Skor B Metode RULA

XIII. Step 13: *Add muscle use score*

Menentukan nilai pengulangan gerakan bagian *neck, trunk and leg*, saat gerakan cenderung statis dalam kurun waktu 10 menit atau gerakan *repetitive* selama 4x permenit memperoleh nilai +1.

XIV. Step 14: *Add force/load score*

Menentukan penilaian beban otot yang dikerjakan dengan beban yang diperoleh pada bagian *neck, trunk and legs*.

XV. Step 15: *Find column in table C*

Penilaian pada tabel C berdasarkan penjumlahan nilai dari step 12-14.

Table C	Neck, Trunk, Leg Score							
	1	2	3	4	5	6	7+	
Wrist / Arm Score	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

Gambar 2. 11. Skor C Metode RULA

C. Penentuan *Action Level*

Penilaian yang diperoleh yaitu nilai total pada kolom C, dengan penentuan klasifikasi:

Tabel 2. 3. Klasifikasi Tingkat Risiko RULA

Skor	Klasifikasi Tingkat Risiko	Tindakan
1-2	Risiko diabaikan	Postur dapat diterima
3-4	Rendah	Perlu adanya investigasi, perubahan mungkin dibutuhkan.
5-6	Sedang	Perlu adanya investigasi, perubahan segera dibutuhkan.
7	Tinggi	Investigasi dan perbaikan segera.

Sumber: *McAtamey & Nigel Corlett, 1993* dalam Fauzi (2022)

Berdasarkan teori mengenai metode penilaian risiko ergonomi, terkait evaluasi postur tubuh dapat ditinjau perbedaan dan kesamaan metode sebagai berikut :

Tabel 2. 4. Metode Evaluasi Postur Kerja

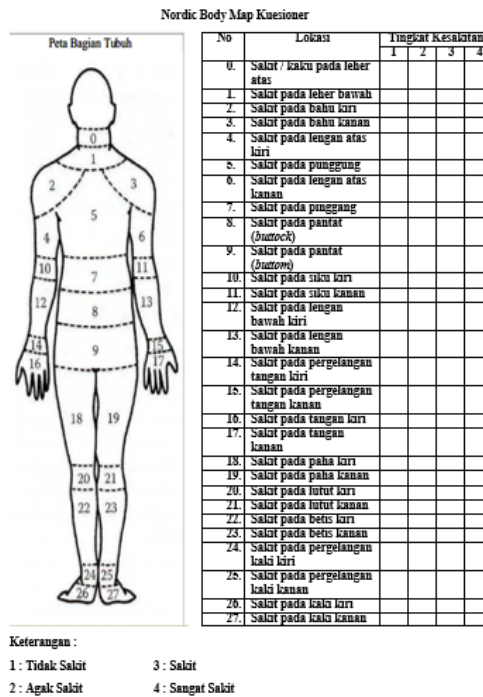
Metode	Penilaian					Fungsi
	Sikap	Posisi tubuh	Frekuensi	Beban Eksternal	Gaya	
OWAS	Punggung, Lengan, dan kaki	✓	-	✓	✓	Untuk evaluasi postur tubuh bagian punggung, lengan dan kaki.
RULA	Lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, badan dan kaki.	✓	✓	✓	✓	Difokuskan untuk evaluasi postur tubuh pada pekerjaan yang cenderung jarang berpindah

Metode	Penilaian					Fungsi
	Sikap	Posisi tubuh	Frekuensi	Beban Eksternal	Gaya	
						tempat atau statis.
REBA	Lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, badan dan kaki.	✓	-	✓	-	Difokuskan untuk evaluasi postur tubuh pada pekerjaan yang mengalami pergerakan atau perpindahan atau dinamis.

2.4 Nordic Body Map

Nordic Body Map adalah salah satu bentuk kuisisioner checklist pengukuran ergonomi. Model lain dari *checklist* ergonomi yaitu *checklist International Labour Organization (ILO)*. Menurut Hasrianti dalam Rais (2018), kuisisioner *Nordic Body Map* merupakan kuisisioner yang sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan pekerja, dan kuisisioner telah tersusun rapi dan sesuai standar.

Tujuan pengisian kuisisioner *Nordic Body Map* bertujuan untuk mengetahui bagian tubuh pekerja yang terasa sakit sebelum dan sesudah bekerja di stasiun kerja. Kuisisioner ini diisi oleh responden dengan checklist sesuai keluhan pada gambar tubuh manusia yang sudah dibagi menjadi 9 bagian utama, yaitu leher, bahu, punggung bagian atas, siku, punggung, bagian bawah, pergelangan tangan atau tangan, pinggang atau pantat, lutut, tumit atau kaki.



Gambar 2. 12. Nordic Body Map Kuesioner

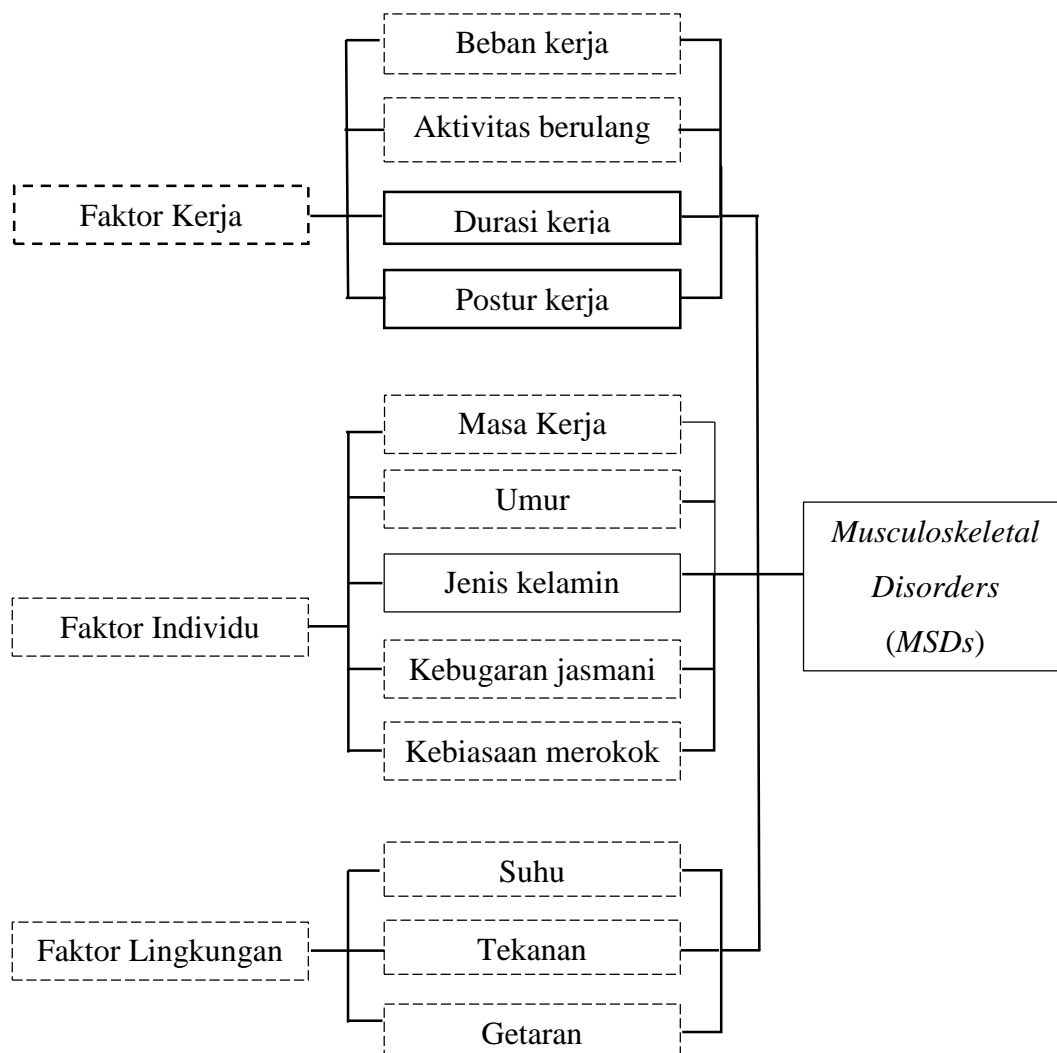
Klasifikasi tingkat risiko yang diperoleh berdasarkan total skor individu, yaitu :

Tabel 2. 5. Klasifikasi Tingkat Risiko Berdasarkan Total Skor Individu

Skor	Tingkat Risiko	Tindakan
28-49	Ringan	Belum diperlukan adanya, tindakan perbaikan
50-70	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan dikemudian hari
71-91	Berat	Diperlukan tindakan segera
92-122	Sangat berat	Diperlukan tindakan menyeluruh segera

2.5 Kerangka Konsep

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hubungan postur kerja dan durasi kerja dengan *Musculoskeletal Disorders (MSDs)* pada pekerja di Sentra Industri Kripik Tempe Sanan Malang. Kerangka konsep ini mengacu pada beberapa teori yang diperoleh dari berbagai sumber.



Gambar 3. 1. Kerangka Konsep Penelitian

Sumber : Diah (2017), (Suma'mur 1982, Grandjean,1993 dalam Annisa 2017) ,
(Bernard, et al 1997 dalam Annisa 2017), (NIOSH, 1997 dalam Annisa 2017),
Irwan (2019), dan Tarwaka (2015)

Keterangan :

□ □ □ : Faktor yang tidak Diteliti

□ : Faktor yang diteliti

— : Hubungan

2.6 Hipotesis Penelitian

H_o^1 = Tidak ada hubungan postur kerja dengan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja di Sentra Industri Kripik Tempe Sanan Malang.

H_a^1 = Ada hubungan postur kerja dengan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja di Sentra Industri Kripik Tempe Sanan Malang.

H_o^2 = Tidak ada hubungan durasi kerja dengan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja di Sentra Industri Kripik Tempe Sanan Malang.

H_a^2 = Ada hubungan durasi kerja dengan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja di Sentra Industri Kripik Tempe Sanan Malang.

H_o^3 = Tidak ada hubungan jenis kelamin dengan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada setiap bagian tubuh pekerja di Sentra Industri Kripik Tempe Sanan Malang.

H_a^3 = Ada hubungan jenis kelamin dengan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada setiap bagian tubuh pekerja di Sentra Industri Kripik Tempe Sanan Malang.