

Bab 2

Landasan Teori

2.1. Ergonomi

Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu, seni dan teknologi yang secara sistematis menggunakan informasi-informasi tentang sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja dan berupaya menyetarakan alat, cara dan lingkungan kerja, sehingga manusia dapat hidup dan bekerja dalam sistem tersebut dengan baik dan dapat tercapainya tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan dengan efektif, aman, sehat dan nyaman[4]. Tujuan ergonomi adalah untuk meningkatkan performansi kerja manusia sambil meningkatkan keselamatan, kesehatan, kenyamanan dan kepuasan kerja[5]. Sedangkan kualitas hidup sebagaimana didefinisikan oleh Organisasi Perburuhan Internasional (ILO), adalah sebagai berikut:

- a) Pekerjaan harus menghormati kehidupan dan kesehatan pekerja.
- b) Pekerjaan harus memberi pekerja waktu luang untuk istirahat dan bersantai.
- c) Pekerjaan harus memungkinkan pekerja untuk melayani masyarakat dan mencapai pemenuhan diri dengan mengembangkan kapasitas pribadinya.

Oleh karena itu, mencapai kualitas hidup manusia yang optimal di tempat kerja, lingkungan sosial dan keluarga merupakan tujuan utama penerapan ergonomi. Secara umum, tujuan dari ergonomi adalah untuk :

- a) Meningkatkan keselamatan fisik dan mental dengan mencegah cedera dan penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan, mengurangi stres fisik dan mental, dan meningkatkan kepuasan kerja.

- b) Meningkatkan kesejahteraan sosial dengan memajukan kualitas kontak sosial, memperbaiki efektifitas manajemen dan koordinasi kerja, serta meningkatkan jaminan sosial setelah usia kerja dan usia tidak produktif.
- c) Menciptakan keseimbangan yang wajar di berbagai aspek seperti aspek teknis, ekonomi, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja dengan cara yang menjamin kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

2.2. Postur Kerja

Postur kerja merupakan hubungan tubuh dengan aktivitas kerja yang terkait dengan desain area kerja dan persyaratan kerja. Posisi tubuh yang salah atau menyimpang terlalu signifikan dari postur normal selama bekerja disebut postur tidak nyaman (*uncomfortable posture*)[6]. Berbagai lingkungan kerja yang tidak ergonomis dapat menyebabkan postur tubuh tidak nyaman seperti duduk membungkuk, jongkok, memiringkan badan, berlutut, gerakan berulang. Kebutuhan energi meningkat dari postur yang tidak nyaman ketika aktivitas kerja. Postur yang tidak nyaman menyebabkan transfer energi dari otot ke jaringan tulang tidak efisien sehingga membuat tubuh mudah lelah. Postur kerja merupakan hal yang menentukan dalam analisis keefektivan kerja. Jika postur pekerja baik dan sesuai dengan kebutuhan hasil yang baik dapat dijamin, tetapi jika postur operator buruk atau tidak memadai, pekerja rentan terhadap kelelahan dan munculnya keluhan di beberapa bagian tubuh. Produktivitas juga berkurang dan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Ada tiga kategori sikap dalam bekerja yaitu [7]:

a. Sikap kerja duduk

Bekerja dalam posisi duduk dapat menyebabkan masalah muskuloskeletal terutama masalah punggung akibat tekanan pada tulang belakang.

b. Sikap kerja berdiri

Berdiri merupakan keadaan bangkitnya fisik maupun mental, sehingga aktivitas kerja dilakukan lebih cepat, lebih kuat dan lebih teliti, tetapi terdapat masalah yang berhubungan dengan postur berdiri dan menyebabkan kelelahan, nyeri dan terjadi patah tulang pada otot-otot tulang belakang.

c. Sikap kerja duduk berdiri

Postur duduk berdiri adalah menggabungkan dua postur kerja untuk mengurangi keluhan otot karena sikap dalam satu postur kerja. Berdiri merupakan posisi lebih baik dibandingkan duduk atau berdiri saja. Penggunaan postur duduk berdiri memberikan keuntungan dalam industri dimana tekanan pada tulang belakang dan punggung bawah 30 % lebih rendah dibandingkan dengan posisi duduk maupun berdiri.

2.3. Keluhan muskulosketal

Gangguan musculoskeletal (*musculoskeletal disorder*) adalah penyakit pada otot rangka yang dapat dirasakan oleh manusia dan berkisar dari nyeri sangat ringan hingga yang sangat sakit. Ketika otot mengalami beban yang konstan dan berkepanjangan dalam waktu yang lama, menyebabkan keluhan dapat terjadi berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan cedera ini biasa disebut dengan diistilahkan keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs) atau cedera musculoskeletal. Secara umum, masalah otot dikelompokkan menjadi dua yaitu[6]:

- a) Keluhan sementara (*reversible*), yaitu keluhan otot yang terjadi ketika menerima beban statis, namun keluhan tersebut akan segera hilang seketika saat beban dihentikan,
- b) Keluhan menetap (*persistent*), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap. Meskipun pembebanan telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih ada.

Banyak penelitian tentang MSDs telah dilakukan di berbagai industry, dan hasil penelitian menunjukkan bahwa bagian otot yang sering mengalami keluhan adalah otot rangka antara lain otot leher, bahu, lengan, tangan, jari, punggung, dan pinggang. Otot punggung merupakan salah satu gangguan otot muskuloskeletal yang paling sering terjadi pada pekerjaan yang manual [3].

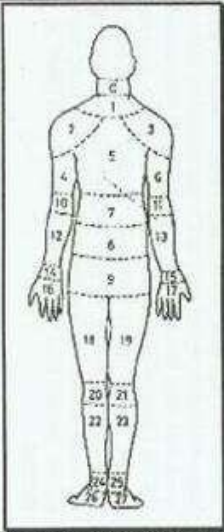
Gangguan muskuloskeletal umumnya hasil dari kontraksi otot yang berlebihan karena terlalu banyak bekerja dalam jangka waktu yang lama. Sebaliknya, jika kontraksi otot hanya berkisar antara 15 - 20% dari kekuatan otot maksimum, maka masalah otot harusnya tidak terjadi. Namun ketika kontraksi otot melebihi 20 %, sirkulasi darah di otot menurun tergantung pada tingkat kontraksi yang dipengaruhi oleh jumlah energi yang dibutuhkan. Suplai oksigen ke otot menurun dan proses metabolisme karbohidrat terhambat sehingga terjadi penimbunan asam laktat yang menyebabkan rasa keluhan pada otot [3].

2.4. *Nordic Body Map*

Adanya keluhan otot rangka yang berhubungan dengan ukuran tubuh manusia disebabkan oleh kurangnya keseimbangan struktur rangka dalam menerima beban, dan beban tambahan itu sendiri. Misalnya, orang yang tinggi lebih sensitif terhadap beban tekan dan tekukan, sehingga mereka beresiko lebih tinggi mengalami keluhan otot rangka.

Nordic Body Map adalah salah satu dari metode untuk menilai secara subyektif tingkat keparahan gangguan otot rangka individu dalam kelompok kerja. Pengukuran subjektif merupakan cara pengumpulan data menggunakan catatan harian, wawancara dan kuesioner. Untuk menilai keluhan muskuloskeletal pada operator bagian produksi dapat digunakan kuesioner Nordic[6]. Untuk mengetahui rasa sakit atau ketidaknyamanan terletak pada tubuh pekerja, metode *Nordic Body Map* menggunakan lembar kerja kuesioner berupa peta tubuh (*body map*) yang menunjukkan bagian tubuh mana saja dari 28 otot rangka tubuh yang mengalami gangguan nyeri atau keluhan rasa sakit[6]. Kuesioner ini mampu menggambarkan jawaban pekerja apakah keluhan yang dialami berhubungan dengan pekerjaan atau

tidak. Dari sembilan bagian tubuh tersebut kemudian diperinci menjadi 27 bagian tubuh seperti pada gambar 2.1 sebagai berikut

Otot Skeletal	Skoring				NBM	Otot Skeletal	Skoring				
	1	2	3	4			1	2	3	4	
0. Leher Atas						1. Tengku					
2. Bahu kiri						3. Bahu Kanan					
4. Lengan Atas Kiri						5. Punggung					
6. Lengan Atas Kanan						7. Pinggang					
8. Pinggul						9. Pantat					
10. Siku Kiri						11. Siku Kanan					
12. Lengan Bawah Kiri						13. Lengan Bwh Kanan					
14. Pergelangan Tangan Kiri						15. Pergelangan tangan Kanan					
16. Tangan Kiri						17. Tangan Kanan					
18. Paha Kiri						19. Paha Kanan					
20. Lutut Kiri						21. Lutut Kanan					
22. Betis kiri						23. Betis kanan					
24. Pergelangan Kaki Kiri						25. Pergelangan Kaki Kanan					
26. Kaki Kiri						27. Kaki Kanan					
TOTAL SKOR KANAN							TOTAL SKOR KIRI				
TOTAL SKOR INDIVIDU MSDs = TOTAL SKOR KANAN + TOTAL SKOR KANAN											

Gambar 2.1 Kuesioner Nordic Body Map

Berikut ini adalah pedoman sederhana yang dapat digunakan untuk menentukan klasifikasi tingkat resiko otot rangka yang dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut [10]:

Tabel 2.1 Klasifikasi tingkat risiko MSDs berdasarkan total skor individu

Skala likert	Total Skor Individu	Tingkat Resiko	Tindakan Perbaikan
1	28-49	Rendah	Belum dibutuhkannya adanya tindakan perbaikan
2	50-70	Sedang	Perlu dibutuhkan tindakan perbaikan
3	71-91	Tinggi	Diperlukan tindakan segera
4	92-100	Sangat Tinggi	Diperlukan tindakan menyeluruh sesegera mungkin

2.5. Rapid upper limb assesment (RULA)

Rapid upper limb assesment (RULA) adalah suatu metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi yang bertujuan untuk menganalisis dan menilai posisi kerja seorang operator yang melakukan aktivitas kerja dengan menggunakan bagian tubuh atas. Ergonomi mengevaluasi postur atau sikap kerja, kekuatan atau aktivitas otot yang menyebabkan cedera dari aktivitas yang berulang. Ergonomi diterapkan untuk menilai hasil pendekatan yang berupa skor risiko antara satu sampai tujuh. Semakin tinggi skor penilaian menunjukkan bahwa postur kerja tersebut memiliki risiko yang besar untuk dilakukan dalam bekerja. Metode *Rapid Upper Limb Assesment* (RULA) menggunakan diagram postur tubuh untuk memudahkan penilaian[7]. Metode ini membagi bagian tubuh menjadi dua grup yaitu grup A dan B, dimana penilaian grup A meliputi bagian tubuh lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, perputaran pergelangan tangan, dan locate grup B meliputi bagian leher, batang tubuh, dan kaki[7]. Berikut ini merupakan lembar analisis RULA dapat dilihat pada gambar 2.2 sebagai berikut:

ERGONOMICS PLUS

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

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:

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

Step 3: Locate Wrist Position:

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

Step 4: Wrist Twist:

Step 4: Adjust...
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 >10 minutes), 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.

RULA Employee Assessment Worksheet

Task Name: _____ Date: _____

Scores

Table A		Wrist Score				
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	
1	1	2	1	2	1	2
1	2	2	2	2	3	3
1	3	3	3	3	3	4
1	4	4	4	4	4	4
2	1	1	1	1	1	2
2	2	2	2	2	2	3
2	3	3	3	3	3	4
2	4	4	4	4	4	4
3	1	1	1	1	1	2
3	2	2	2	2	2	3
3	3	3	3	3	3	4
3	4	4	4	4	4	4
4	1	1	1	1	1	2
4	2	2	2	2	2	3
4	3	3	3	3	3	4
4	4	4	4	4	4	4
5	1	1	1	1	1	2
5	2	2	2	2	2	3
5	3	3	3	3	3	4
5	4	4	4	4	4	4
6	1	1	1	1	1	2
6	2	2	2	2	2	3
6	3	3	3	3	3	4
6	4	4	4	4	4	4

Table B: Neck, Trunk, Leg Score							
Neck	Trunk	Leg					
1	1	2	3	4	5	6	7
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	4	5	6	7	7
7	5	5	5	6	7	7	8
8	5	6	6	6	7	7	8
9	6	6	6	6	7	7	8
9	7	7	7	7	8	8	9
9	8	8	8	8	9	9	9
9	9	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

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:
If legs and feet are supported: +1
If not: +2

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 >10 minutes), 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.


RULA Score

Original Worksheet Developed by Dr. Alan Hedge. 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 2.2 worksheet RULA

2.6. Rapid Entire Body Assessment (REBA)

Rapid Entire Body Assessment (REBA) adalah metode yang dikembangkan di bidang ergonomi. REBA (Rapid Entire Body Assessment) adalah metode untuk menganalisis postur kerja. Metode REBA dapat digunakan untuk menilai postur leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, kaki pekerja, dll. Metode REBA juga memiliki elemen kopling, beban eksternal operasi kerja. Pada metode ini segmen tubuh dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok A dan kelompok B. Kelompok A meliputi bagian punggung (batang), leher dan kaki [9]. Sedangkan kelompok B meliputi bisep, lengan bawah dan pergelangan tangan. Berikut rincian. REBA digunakan untuk menganalisa pekerjaan berdasarkan posisi tubuh, termasuk statis dan dinamis. Metode ini didesain untuk mengevaluasi pekerjaan atau aktivitas, dimana pekerjaan tersebut memiliki kecenderungan menimbulkan ketidaknyamanan seperti kelelahan pada leher, tulang punggung, lengan, dan sebagainya [10].



REBA Employee Assessment Worksheet

Task Name: _____
 Date: _____

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position
 180° +2 20° In extension
 Neck Score

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

Step 2: Locate Trunk Position
 0° 90° 270° 180° +3 +4
 Trunk Score

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

Step 3: Legs
 Adjust: 30-60° +60°
 Leg Score

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 shock 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
 2-3 = Low Risk. Change may be needed.
 4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.
 8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change
 11+ = Very High Risk. Implement Change

Scores

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

		Lower Arm						
		1			2			
Wrist		1	2	3	1	2	3	
Upper Arm		1	1	2	2	1	2	3
Score		2	1	2	3	2	3	4
		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

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

Table C Score Activity Score REBA Score

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:
 +1 +2 +3 +4
 20° 20° 20° 20-45°
 Step 7a: Adjust...
 If shoulder is raised: +1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1

Step 8: Locate Lower Arm Position:
 +1 +2

Step 9: Locate Wrist Position:
 10° +1 +2
 Step 9a: Adjust...
 If wrist is bent from midline or twisted: 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 Handle and mid rang power grip, **good: +0**
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, **fair: +1**
 Hand hold not acceptable but possible, **poor: +2**
 No handles, awkward, unsafe with any body part, **Unacceptable: +3**

Step 12: Score B, Find Column in Table C
 Add values from steps 10 & 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 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
 +1 Repeated small range actions (more than six per minute)
 +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Original Worksheet Developed by Dr. Alan Hedge. Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-209

Gambar 2.3 worksheet REBA