

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Teori Mengenai Variabel Penelitian**

#### **2.1.1 Konsep Ergonomi**

##### **2.1.1.1 Definisi Ergonomi**

Ergonomi dapat didefinisikan sebagai disiplin ilmu yang terfokus dalam implementasi ilmu-ilmu pengetahuan multidisiplin dalam upaya untuk menyesuaikan produk, proses, sistem, dan lingkungan dengan kapasitas mental dan fisik manusia<sup>13</sup>. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk meminimalisasi risiko gangguan kenyamanan dan kesehatan, serta memaksimalkan efisiensi dan performa kerja dalam waktu yang bersamaan<sup>13</sup>. Secara sederhana, ergonomi dapat diartikan sebagai penyesuaian desain produk untuk manusia, bukan sebaliknya di mana manusia yang menyesuaikan diri dengan desain produk.

##### **2.1.1.2 Klasifikasi Ergonomi**

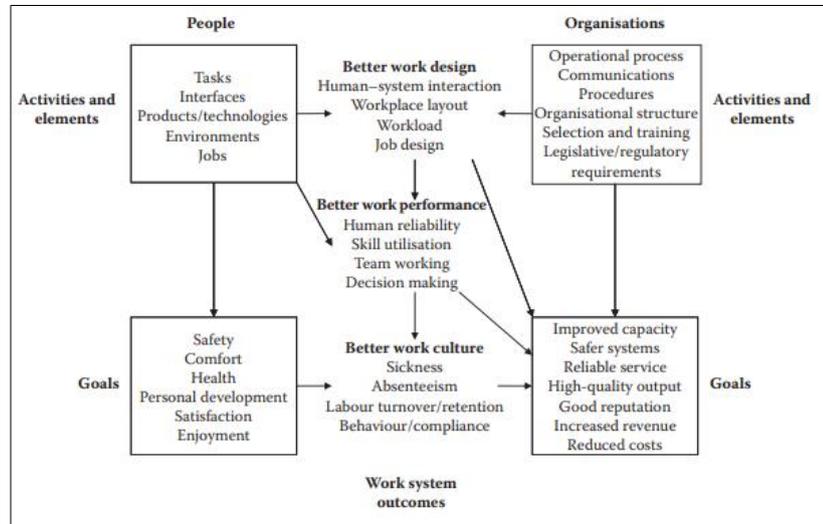
Ergonomi sebagai bidang ilmu dan pekerjaan dapat dibagi-bagi ke dalam beberapa kelompok spesialisik, antara lain<sup>13</sup>:

- Ergonomi fisik: Terfokus pada hubungan antara komponen anatomis, antropometris, fisiologis, dan biomekanis manusia dengan aktivitas fisik yang dilakukan saat berinteraksi dengan desain produk atau lingkungan kerja.

- Ergonomi kognitif: Terfokus pada hubungan antara tingkat kemampuan kognitif yang diperlukan untuk menggunakan suatu desain produk secara efektif dengan kemampuan kognitif pengguna.
- Ergonomi sosial: Terfokus pada hubungan antara keadaan sosial yang ada di dalam lingkungan kerja dengan perilaku manusia dalam bekerja, yang kemudian akan memengaruhi hasil yang diperoleh.
- Ergonomi sistem: Merupakan integrasi antara ergonomi fisik, kognitif dan sosial, di mana dilakukan pendekatan dan evaluasi yang lebih holistik terhadap hubungan pengguna dengan desain produk/lingkungan kerja.

#### **2.1.1.3 Tujuan Ergonomi**

Secara umum, ergonomi merupakan suatu upaya yang bertujuan untuk mencapai kesejahteraan (*well-being*) orang-orang yang bekerja dengan organisasi yang menjadi tempat orang-orang tersebut bekerja. Tujuan-tujuan dari ergonomi tidak dapat dipaparkan secara terpisah, karena masing-masing dari tujuan tersebut memiliki hubungan sebab-akibat satu dengan yang lain, sebagaimana diilustrasikan pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Tujuan-tujuan ergonomi (diambil dari *Evaluation of Human Work, 4<sup>th</sup> edition*).

#### 2.1.1.4 Faktor Risiko Ergonomi

Faktor risiko ergonomi merupakan keadaan-keadaan dalam lingkungan kerja yang menimbulkan stres fisik pada tubuh, sehingga meningkatkan derajat risiko terjadinya *injury* dan gangguan sistem muskuloskeletal. Faktor-faktor risiko ergonomi yang dapat ditemukan dalam lingkungan kerja antara lain<sup>14</sup>:

- *Exertion of high intensity force*: Penggunaan otot untuk menghasilkan gaya yang besar, seperti mengangkat objek yang berat.
- *Handling heavy loads over long periods of time*: Penggunaan otot untuk memindahkan objek-objek yang berat dalam jangka waktu yang lama.
- *Frequently repeated manipulation of object*: Menggunakan objek tertentu dan melakukan pola pekerjaan tertentu secara berulang-ulang kali dalam jangka waktu yang lama.

- *Working in unfavorable posture*: Bekerja dalam postur yang kurang nyaman, seperti sambil jongkok atau bungkuk.
- *Static muscular load*: Terjadinya kontraksi otot yang konstan selama bekerja karena tuntutan lingkungan kerja, seperti bekerja dalam ruangan yang sangat sempit.
- *Muscular inactivity*: Pekerjaan yang dilakukan tidak membutuhkan pergerakan otot, sehingga otot berisiko mengalami *disuse atrophy*.
- *Monotonous repetitive manipulations*: Penggunaan otot berulang-ulang kali pada bagian tubuh yang sama, untuk melakukan pekerjaan yang sama, seperti mengetik dan menggunakan *mouse*.
- *Application of vibration*: Terjadinya getaran dalam jangka waktu yang lama pada tubuh, seperti penggunaan perkakas-perkakas yang bergetar atau duduk di dalam kendaraan yang bergetar.
- *Physical environmental factors*: Seluruh aspek fisik lingkungan kerja yang turut memengaruhi risiko terjadinya *injury*, seperti suhu, pencahayaan, suara, cahaya, dan lain-lain.
- *Psychosocial factors*: Seluruh aspek psikososial pekerja dan lingkungan kerja yang turut memengaruhi risiko terjadinya *injury*, seperti koordinasi sistem saraf pusat, koordinasi

neuromuskular, tekanan waktu, dukungan sosial, dan lain-lain.

#### **2.1.1.5 Ergonomi Fisik**

Ergonomi fisik (*physical ergonomics*) merupakan bidang spesialisasi ergonomi yang mempelajari optimalisasi keselarasan antara desain produk/lingkungan kerja dengan kapasitas fisik manusia. Aspek-aspek dalam lingkungan kerja yang relevan dengan ergonomi fisik antara lain: kesehatan dan keamanan fisik, tata letak ruang kerja, beban kerja (*workload*), desain produk atau peralatan, serta aspek-aspek lain yang secara langsung maupun tidak langsung memengaruhi kondisi fisik manusia sebagai pengguna<sup>13</sup>. Aspek-aspek fisik tubuh manusia yang relevan dengan ergonomi fisik antara lain: anatomi tubuh, antropometri, fisiologi tubuh, biomekanika tubuh, postur kerja, serta aspek-aspek lain yang memengaruhi bagaimana tubuh akan bereaksi terhadap stresor yang ditimbulkan dari tuntutan fisik pekerjaan<sup>15</sup>.

#### **2.1.1.6 Postur Tubuh**

Postur tubuh dapat diartikan sebagai konfigurasi posisi tubuh seseorang dalam suatu waktu yang dipertahankan melalui interaksi antara sistem-sistem muskuloskeletal, visual, vestibular, dan kulit<sup>16</sup>. Terdapat 2 jenis postur yang dapat diambil seseorang, yaitu postur netral dan postur canggung<sup>17</sup>. Postur netral diartikan sebagai konfigurasi sedemikian rupa pada

tubuh sehingga sendi-sendi yang terlibat mengambil posisi di tengah atau di dekat garis tengah *range of motion*-nya<sup>17</sup>. Sedangkan postur canggung mengacu pada postur-postur yang diambil tubuh di mana sendi-sendi yang terlibat ditekukkan atau diposisikan jauh dari garis tengah *range of motion*-nya, dan dalam waktu yang bersamaan semakin jauh dari postur netral<sup>17</sup>. Penentuan netralitas postur dapat dilakukan dengan mengukur derajat penekukkan sendi-sendi yang terlibat, lalu membandingkannya dengan *range* derajat penekukkan normal masing-masing persendian tubuh<sup>18</sup>. Semakin jauh suatu postur dari postur netral, maka semakin tinggi stres yang dialami otot, tendon, dan ligamen di sekitar sendi-sendi yang terlibat. Hal ini akan menimbulkan gangguan biomekanis<sup>17, 19</sup>.

**Tabel 2.1** *Range* derajat penekukkan normal masing-masing persendian tubuh (diambil dari daftar pustaka nomor 18).

Joint motion	Age 2-8*	Age 9-19*	Age 20-44*	Age 45-69*
Females (N)	39	56	143	123
Hip extension	26.2 (23.9-28.5)	20.5 (18.6-22.4)	18.1 (17.0-19.2)	16.7 (15.5-17.9)
Hip flexion	140.8 (139.2-142.4)	134.9 (133.0-136.8)	133.8 (132.5-135.1)	130.8 (129.2-132.4)
Knee flexion	152.6 (151.2-154.0)	142.3 (140.8-143.8)	141.9 (140.9-142.9)	137.8 (136.5-139.1)
Knee extension	5.4 (3.9-6.9)	2.4 (1.5-3.3)	1.6 (1.1-2.1)	1.2 (0.7-1.7)
Ankle dorsiflexion	24.8 (22.5-27.1)	17.3 (15.6-19.0)	13.8 (12.9-14.7)	11.6 (10.6-12.6)
Ankle plantar flexion	67.1 (64.8-69.4)	57.3 (54.8-59.8)	62.1 (60.6-63.6)	56.5 (55.0-58.0)
Shoulder flexion	178.6 (176.9-180.3)	171.8 (169.8-173.8)	172.0 (170.9-173.1)	168.1 (166.7-169.5)
Elbow flexion	152.9 (151.5-154.3)	149.7 (148.5-150.9)	150.0 (149.1-150.9)	148.3 (147.3-149.3)
Elbow extension	6.8 (5.2-8.4)	6.4 (4.7-8.1)	4.7 (3.9-5.5)	3.6 (2.6-4.6)
Elbow pronation	84.6 (82.8-86.4)	81.2 (79.6-82.8)	82.0 (81.0-83.0)	80.8 (79.7-81.9)
Elbow supination	93.7 (91.4-96.0)	90.0 (88.0-92.0)	90.6 (89.2-92.0)	87.2 (86.0-88.4)
Males (N)	55	48	114	96
Hip extension	28.3 (27.2-29.4)	18.2 (16.6-19.8)	17.4 (16.3-18.5)	13.5 (12.5-14.5)
Hip flexion	131.1 (129.4-132.8)	135.2 (133.0-137.4)	130.4 (129.0-131.8)	127.2 (125.7-128.7)
Knee flexion	147.8 (146.6-149.0)	142.2 (140.4-144.0)	137.7 (136.5-138.9)	132.9 (131.6-134.2)
Knee extension	1.6 (0.9-2.3)	1.8 (0.9-2.7)	1.0 (0.6-1.4)	0.5 (0.1-0.9)
Ankle dorsiflexion	22.8 (21.3-24.3)	16.3 (14.9-17.7)	12.7 (11.6-13.8)	11.9 (10.9-12.9)
Ankle plantar flexion	55.8 (54.4-57.2)	52.8 (50.8-54.8)	54.6 (53.2-56.0)	49.4 (47.7-51.1)
Shoulder flexion	177.8 (176.7-178.9)	170.9 (169.1-172.7)	168.8 (167.3-170.3)	164.0 (162.3-165.7)
Elbow flexion	151.4 (150.8-152.0)	148.3 (146.8-149.8)	144.6 (143.6-145.6)	143.5 (142.3-144.7)
Elbow extension	2.2 (0.9-3.5)	5.3 (3.6-7.0)	0.8 (0.1-1.5)	-0.7 (-1.5 to 0.1)
Elbow pronation	79.6 (78.8-80.4)	79.8 (77.8-81.8)	76.9 (75.6-78.2)	77.7 (76.5-78.9)
Elbow supination	86.4 (85.3-87.5)	87.8 (85.7-89.9)	85.0 (83.8-86.2)	82.4 (80.9-83.9)

\*Data are presented as mean (95% confidence interval).

Postur tubuh juga dapat dikelompokkan menjadi 2 berdasarkan hubungannya dengan pergerakan tubuh, yakni postur statis dan dinamis. Postur statis diartikan sebagai

konfigurasi yang diambil tubuh tanpa adanya perubahan posisi secara aktif dalam jangka waktu yang relatif panjang, sedangkan postur dinamis diartikan sebagai postur atau serangkaian postur yang diambil tubuh di saat bergerak atau persiapan untuk bergerak. Adapun postur yang diambil tubuh seseorang dalam konteks memenuhi tuntutan fisik pekerjaannya disebut sebagai postur kerja<sup>20</sup>.

#### **2.1.1.7 Postur Kerja Netral**

Untuk mengikuti persyaratan postur netral – di mana setiap persendian tidak boleh menyimpang terlalu jauh dari garis tengah *range of motion* – maka dalam mengambil postur kerja, seseorang perlu memerhatikan posisi dari setiap bagian tubuhnya sesuai dengan panduan berikut<sup>21</sup>:

- Tengukuk – Praktis hampir lurus dengan vertebra torakal bagian atas, tidak terlalu banyak antefleksi maupun dorsofleksi, dan tidak ada kemiringan kepala ke arah lateral.
- Dorsum bagian torakal – Membentuk huruf ‘S’ tanpa adanya kifosis, lordosis, maupun skoliosis.
- Deltoidea – Tergantung relaks dan simetris di sisi lateral tubuh, tanpa adanya elevasi, pembungkukan, atau pemutaran pada salah satu sisi atau keduanya.
- Brakium – Tergantung relaks pada sisi lateral tubuh, tidak terlalu banyak abduksi, tidak ada aduksi, posisi vertikal,

tidak terlalu banyak ekstensi ke posterior atau fleksi ke anterior.

- Kubitum dan antebrakium – Posisi horisontal, tidak dalam keadaan fleksi, tidak terlalu banyak pronasi atau supinasi pada lengan bawah.
- *Wrist* dan palma manus – Lurus dan sejajar dengan permukaan meja/tempat kerja, tanpa abduksi, tanpa ekstensi ke belakang maupun fleksi ke depan, tanpa supinasi maupun pronasi.
- Femoral – Saat duduk, posisi horisontal dengan tumpuan kokoh. Saat berdiri, posisi vertikal tanpa pembengkokan, baik ke depan atau antefleksi, dan juga ke belakang atau dorsofleksi/ekstensi.
- Genu – Saat duduk, sudut genu posterior harus  $\geq 90^\circ$ . Saat berdiri, sudut genu posterior harus  $= 180^\circ$ .
- Kruris – Saat duduk, posisi vertikal atau ditekukkan sedemikian rupa sehingga planta pedis terletak di depan lutut. Saat berdiri, posisi harus vertikal.
- *Ankle* dan planta pedis – Planta pedis harus menapak sempurna pada tumpuan. Jika sudut genu posterior  $= 90^\circ$ , maka planta pedis harus menumpu sempurna pada lantai. Jika sudut genu posterior  $> 90^\circ$ , maka planta pedis harus diberi tumpuan.

Panduan postur kerja netral ini menjadi prinsip dasar dalam pengembangan metode-metode penilaian risiko ergonomi, antara lain *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* dan *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*<sup>21</sup>.

#### **2.1.1.8 Penilaian Risiko Ergonomi**

Penilaian risiko ergonomi (*ergonomic risk assessment*) mengacu pada program, proses, atau investigasi yang dilakukan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi risiko terjadinya *injury* pada tubuh yang diakibatkan oleh keadaan tempat bekerja. Terdapat banyak instrumen-instrumen penilaian risiko ergonomi yang telah dikembangkan selama beberapa dekade terakhir ini<sup>22</sup>. Instrumen-instrumen tersebut dapat diklasifikasikan berdasarkan metode penilaiannya<sup>23-25</sup>:

- *Self-assessment*: Subjek penilaian risiko ergonomi mengisi secara mandiri kuesioner/formulir yang disusun untuk menilai paparan terhadap faktor-faktor risiko ergonomi.
- *Human observation*: Penilai mengukur sendiri sudut-sudut yang dibentuk oleh titik-titik sendi tubuh subjek melalui observasi langsung atau melalui rekaman video atau foto.
- *Direct measurement*: Alat-alat antropometrik didekatkan pada tubuh subjek penilaian, di mana alat-alat tersebut secara otomatis mengumpulkan data yang dapat digunakan untuk penilaian risiko ergonomi.

- *Computer-based assessment*: Tubuh dan postur kerja subjek direkam menggunakan kamera, lalu diproses oleh program-program *computer vision* yang didesain khusus untuk keperluan penilaian risiko ergonomi.

Adapun persyaratan yang harus dipenuhi oleh suatu instrumen penilaian risiko ergonomi sehingga instrumen tersebut layak digunakan adalah<sup>26</sup>:

- *Predictive*: Mampu memprediksi risiko gangguan muskuloskeletal yang dapat terjadi pada populasi di mana penilaian dilakukan.
- *Robust*: Dapat digunakan dalam situasi kerja apapun.
- *Inexpensive*: Hanya membutuhkan sedikit biaya.
- *Noninvasive*: Penilaian yang dilakukan tidak akan memengaruhi, membahayakan, dan/atau merugikan subjek dalam melakukan pekerjaannya. Penilaian yang dilakukan juga tidak memengaruhi kualitas produk atau jasa yang dihasilkan.
- *Quick*: Penilaian dapat dilakukan dengan cepat.
- *Easy to use*: Instrumen dapat digunakan tanpa pelatihan khusus.

Beberapa contoh metode penilaian risiko ergonomi antara lain *Plan For Identifying Av Belastningsfaktor* (PLIBEL) *Checklist*, *Quick Exposure Check* (QEC), *American Council of Industrial Hygienists Threshold Limit Value* (ACGIH TLV),

Rapid Entire Body Assessment (REBA), Rapid Upper Limb Assessment (RULA), Ovako Work Posture Analysis System (OWAS), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Lifting Equation, dan lain-lain.

### 2.1.1.9 Metode Penilaian Risiko Ergonomi: RULA

RULA merupakan salah satu pilihan metode yang dapat digunakan dalam penilaian risiko ergonomi. Instrumen ini dikembangkan oleh Dr. Lynn McAtamney dan Prof. E. Nigel Corlett yang merupakan ergonom dari University of Nottingham's Institute for Occupational Ergonomics.

**RULA Employee Assessment Worksheet**

Task Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

**A. Arm and Wrist Analysis**

**Step 1: Locate Upper Arm Position:** +1, +2, +3, +4

**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, +2, +3, +4

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

**Step 3: Locate Wrist Position:** +1, +2, +3, +4

**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 90 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 shocked: +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	2	1	2	3	4
1	1	1	2	1	2
1	2	2	2	2	3
1	3	2	3	3	3
1	4	2	3	3	4
2	1	2	3	3	4
2	2	3	3	3	4
2	3	3	4	4	4
2	4	3	4	4	5
3	1	3	4	4	5
3	2	3	4	4	5
3	3	4	4	4	5
3	4	4	4	4	5
4	1	4	4	4	5
4	2	4	4	4	5
4	3	4	4	5	6
4	4	4	4	5	6
5	1	5	5	5	6
5	2	5	6	6	7
5	3	6	6	6	7
5	4	6	6	7	7
6	1	7	7	7	8
6	2	8	8	8	9
6	3	9	9	9	9

**Table B: Neck, Trunk, Leg Score**

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

**Table C: Neck, Trunk, Leg Score**

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

**Table D: Force/Load Score**

Force / Load Score
1
2
3
4
5
6
7
8
9

**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 90 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 shocked: -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.

**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

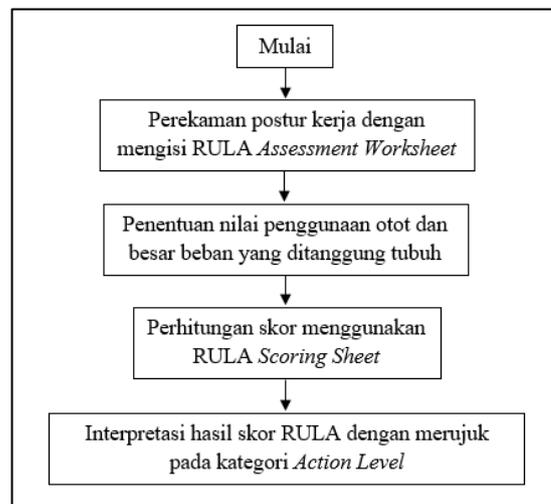
**RULA Score**

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

**Gambar 2.2** Contoh lembar RULA Assessment Worksheet yang dikembangkan oleh ErgoPlus (diambil dari: <https://ergo-plus.com/rula-assessment-tool-guide/>).

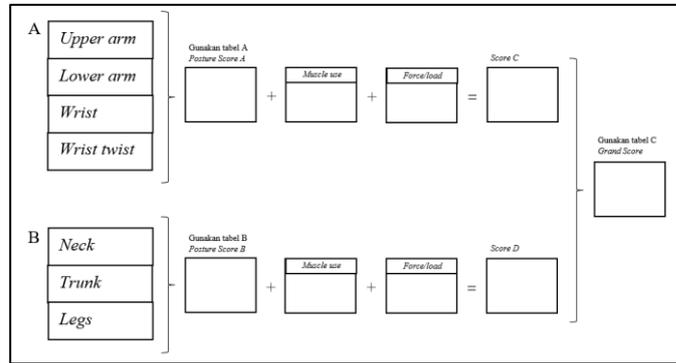
Melalui metode RULA, dapat dilakukan pengukuran derajat risiko terjadinya *injury* pada sistem muskuloskeletal berdasarkan postur kerja responden. RULA menggunakan metode *posture targeting* – di mana postur kerja individu yang menjadi

responden “direkam” dengan cara mengisi kuesioner<sup>27</sup> – sehingga data mengenai gambaran postur responden juga dapat diperoleh menggunakan instrumen ini. McAtamney dan Corlett selaku pencipta metode RULA telah menentukan langkah-langkah penilaian risiko ergonomi menggunakan metode ini<sup>28</sup>, sebagaimana diilustrasikan dalam gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Alur penilaian risiko ergonomi metode RULA (diambil dan diterjemahkan dari daftar pustaka nomor 28).

RULA *Scoring Sheet* merupakan lembaran yang dapat diisi oleh penilai dalam melakukan perhitungan skor akhir (“*grand score*” atau “*final score*”) RULA. Lembaran ini bersifat opsional, karena hanya berfungsi untuk mempermudah perhitungan.



**Gambar 2.4** Contoh lembaran RULA *Scoring Sheet* (diambil dan diterjemahkan dari daftar pustaka nomor 28).

Setelah perhitungan selesai, skor akhir dapat digunakan untuk menentukan derajat risiko *injury*. Hal ini dilakukan dengan cara mencocokkan skor akhir dengan *action level* yang sesuai.

**Tabel 2.2** Kategori *action level* untuk setiap skor akhir RULA beserta interpretasinya (diambil dan diterjemahkan dari daftar pustaka no. 28 & 45).

Skor RULA	<i>Action level</i>	Interpretasi
1-2	1	Postur kerja baik, tidak ada risiko <i>injury</i> dari postur kerjanya.
3-4	2	Postur kerja sedikit berisiko untuk menimbulkan <i>injury</i> . Perolehan skor ini kemungkinan dikarenakan pada saat mengambil postur kerja, sekurang-kurangnya salah satu bagian tubuh yang berada dalam posisi canggung. Hal ini perlu diselidiki dan dikoreksi.
5-6	3	Postur kerja buruk dan berisiko menimbulkan <i>injury</i> . Butuh penyelidikan dan koreksi dalam waktu dekat.
≥7	4	Postur kerja sangat buruk dengan risiko <i>injury</i> yang tinggi. Butuh penyelidikan dan koreksi segera.

## 2.1.2 Konsep *Work-Related Musculoskeletal Disorders* (WMSD)

### 2.1.2.1 Definisi dan Nomenklatur WMSD

*Work-related musculoskeletal disorders* (WMSD) bukan merupakan diagnosis, melainkan suatu istilah yang merujuk pada gangguan-gangguan yang etiologinya dikaitkan dengan paparan seseorang terhadap faktor-faktor risiko ergonomi<sup>29</sup>. WMSD juga sering disebut dengan istilah-istilah *repetitive strain injury* (RSI), *cumulative trauma disorder* (CTD), *upper limb syndrome*, *cervicobrachial syndrome*, *occupational overuse syndrome* (OOS), *musculoskeletal disorders* (MSD), *work-related upper limb disorders* (WRULD) dan lain-lain. Definisi operasional dari istilah-istilah ini masih rancu, sehingga penggolongan gangguan-gangguan dan diagnosis-diagnosis spesifik ke dalam kelompok WMSD belum dilakukan atas dasar kriteria penggolongan yang paten<sup>30</sup>. Istilah-istilah ini juga masih dianggap kurang konsisten dalam mendefinisikan gangguan-gangguan dan diagnosis-diagnosis yang tergolong ke dalamnya (contoh: “*repetitive strain injury*” menimbulkan kesan bahwa repetisi merupakan faktor kausatif utama)<sup>30</sup>. Beberapa contoh gangguan yang telah digolongkan ke dalam kelompok WMSD antara lain<sup>30,31</sup>:

- *Carpal tunnel syndrome*
- *Cubital tunnel syndrome*
- *Guyon canal syndrome*

- *Tenosynovitis of the wrist*
- *de Quervain disease of the wrist*
- *Lateral & medial epicondylitis*
- *Shoulder tendonitis/rotator cuff syndrome*
- *Thoracic outlet syndrome*
- *Back pain*
- *Raynaud's phenomenon*

Dapat disimpulkan bahwa WMSD merupakan salah satu dari sekian banyak istilah yang mencakup beragam jenis gangguan-gangguan yang memengaruhi komponen-komponen biomekanika tubuh: otot, persendian, tendon, ligamen, saraf, dan pembuluh darah perifer. Untuk WMSD sendiri, telah ditetapkan definisi operasional yang mengikat istilah ini dengan gangguan-gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan<sup>29</sup>.

#### **2.1.2.2 Karakteristik WMSD**

WMSD mencakup gangguan-gangguan dengan etiologi, patofisiologi, serta gejala yang beragam. Namun, gangguan-gangguan tersebut memiliki sejumlah kesamaan, antara lain<sup>31</sup>:

- Muncul karena *overuse – workload* yang dibebankan pada struktur tubuh melampaui kapasitas toleransi.
- Bersifat progresif – pada umumnya diawali dengan keluhan-keluhan ringan yang semakin lama semakin berat jika tidak dilakukan intervensi.

- Pencegahan WMSD sangat efektif – gangguan-gangguan yang termasuk dalam WMSD dapat dideteksi sejak dini dan dapat diantisipasi. Semakin dini intervensi yang dilakukan, maka semakin tinggi kemungkinan penyembuhan total bagi struktur bagian tubuh yang terlibat.
- Bersifat multikausal – masing-masing faktor risiko ergonomi yang juga merupakan faktor risiko terjadinya *injury* dan WMSD tidak dapat berdiri sendiri-sendiri. WMSD merupakan kondisi yang timbul karena kombinasi faktor-faktor risiko tersebut.

Oleh karena itu, gangguan-gangguan muskuloskeletal dengan karakteristik sebagaimana tertulis di atas dapat digolongkan ke dalam kelompok WMSD.

### **2.1.2.3 Gejala dan Progresi WMSD**

Gangguan-gangguan yang tergolong dalam WMSD memiliki tanda dan gejala yang mirip satu sama lain. Gejala yang paling umum dialami penderita WMSD adalah sensasi nyeri yang terlokalisasi pada bagian tubuh yang mengalami *overuse*<sup>31</sup>. Sensasi nyeri ini dapat timbul karena sentuhan, penekanan, pergerakan, dan bahkan dapat muncul tanpa adanya pencetus. Gejala ini juga dapat disertai dengan gangguan sensoris (seperti pada *carpal tunnel syndrome*) dan gangguan mobilitas bagian tubuh atau ekstremitas yang terlibat.

Pada awitan awal WMSD, individu yang berisiko dapat mengetahui bahwa bagian tubuhnya tengah mengalami *overuse* melalui sensasi nyeri atau ketidaknyamanan pada bagian tubuh tersebut. Perlu diketahui bahwa sensasi nyeri atau ketidaknyamanan tidak selalu dapat digolongkan sebagai gejala awal WMSD, karena ketika tubuh tiba-tiba diberi *workload* yang lebih berat dari biasanya, sensasi yang serupa dapat dirasakan. Sensasi nyeri dan ketidaknyamanan terlokalisasi dapat dicurigai sebagai gejala awal WMSD jika muncul setelah melakukan pekerjaan yang memberikan *workload* berlebih pada tubuh (seperti mengangkat beban, postur kerja buruk yang dipertahankan dalam jangka waktu lama, dan lain-lain), di mana sensasi tersebut bersifat konsisten terhadap pemberian *workload* yang sama (selalu muncul setelah melakukan aktivitas yang sama, yang dicurigai sebagai pencetus). Namun, dalam awitan awal WMSD, gejala-gejala yang muncul seringkali tidak dapat dibedakan dengan sensasi nyeri biasa yang tidak perlu dianggap serius.

Gejala-gejala ini baru dapat dibedakan dari sensasi nyeri biasa ketika penderita telah memasuki tahap progresi dari awitan awal menuju WMSD yang serius, di mana gangguan yang dialami dapat didiagnosis dengan jelas. Progresi menuju ke WMSD yang serius ditandai oleh ciri-ciri sebagai berikut<sup>31</sup>:

- Intensitas nyeri meningkat seiring dengan berjalannya waktu jika tidak dilakukan intervensi.
- Sensasi nyeri menjalar secara difus dari 1 titik, meluas ke daerah sekitarnya.
- Sensasi nyeri muncul saat melakukan aktivitas yang serupa dengan aktivitas yang dicurigai sebagai pencetus. Hal ini dikarenakan kedua aktivitas tersebut menggunakan komponen sistem biomekanika yang hampir sama.
- Sensasi nyeri semakin persisten, dan waktu yang dibutuhkan tubuh untuk melakukan penyembuhan semakin panjang.

Dengan melihat ciri-ciri yang dapat ditemukan pada gejala WMSD selama progresinya, sensasi nyeri biasa dapat dibedakan dari sensasi nyeri penanda awitan awal WMSD. Namun perlu diketahui bahwa seringkali gangguan-gangguan yang tergolong ke dalam WMSD baru dapat didiagnosis ketika penderita telah memasuki tahap akhir, di mana upaya intervensi sudah tidak efektif jika dibandingkan dengan efektivitas yang dapat dicapai jika intervensi dilakukan pada awitan awal WMSD.

#### **2.1.2.4 Faktor Risiko WMSD**

WMSD diartikan sebagai kumpulan gangguan yang dikaitkan dengan ergonomi lingkungan pekerjaan penderitanya. Oleh karena itu, faktor-faktor yang memengaruhi derajat risiko terjadinya WMSD juga dapat ditemukan dalam lingkungan

kerjanya. Faktor-faktor risiko WMSD meliputi keadaan-keadaan di lingkungan kerja yang dapat menimbulkan *injury*, dengan kata lain, faktor-faktor risiko ergonomi juga merupakan faktor-faktor risiko terjadinya WMSD. Secara umum, faktor risiko WMSD dapat ditinjau dari 3 karakteristik utama, yakni<sup>31</sup>:

- Intensitas – dalam konteks pembahasan WMSD, faktor risiko ergonomi yang dapat diukur intensitasnya adalah penggunaan otot. Jika gaya yang harus dihasilkan otot selama melakukan pekerjaan terlalu besar, maka semakin besar pula risiko terjadinya WMSD. Begitupun sebaliknya, jika intensitas penggunaan otot terlalu rendah (inaktivitas), sistem muskuloskeletal yang terlibat dapat mengalami peningkatan risiko WMSD karena terjadi *disuse atrophy*.
- Frekuensi – diartikan sebagai berapa kali suatu faktor risiko ergonomi muncul dalam suatu interval waktu tertentu. Semakin tinggi frekuensi kemunculan suatu faktor risiko, maka semakin tinggi pula risiko terjadinya WMSD.
- Durasi – risiko WMSD juga dipengaruhi oleh seberapa lama seseorang terpapar terhadap faktor risiko ergonomi. Semakin lama durasi paparannya, maka semakin tinggi risiko terjadinya WMSD.

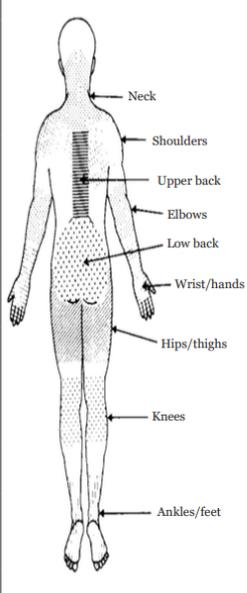
#### **2.1.2.5 Metode Penilaian Intensitas WMSD: NMQ**

Derajat intensitas gejala WMSD dapat diukur menggunakan kuesioner *self-assessment*, karena sensasi nyeri yang dirasakan

tidak dapat diukur oleh orang lain selain penderita. *Nordic Musculoskeletal Questionnaire* (NMQ) adalah salah satu dari berbagai kuesioner yang dikembangkan untuk mendeteksi dan mengukur intensitas gangguan muskuloskeletal. Kuesioner ini merupakan instrumen yang dikembangkan dengan tujuan untuk menyediakan metode pengukuran WMSD yang sederhana dan terstandarisasi. Dibandingkan dengan kuesioner lain, NMQ memiliki sejumlah keunggulan, antara lain<sup>32</sup>:

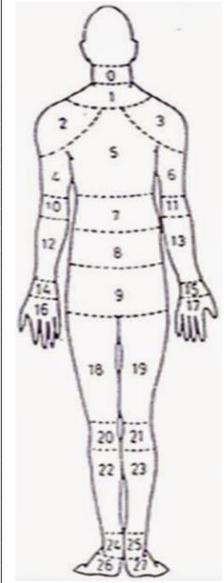
- Pertanyaan-pertanyaan yang telah distandarisasi.
- Telah dikenal di berbagai belahan dunia.
- Tidak butuh biaya.
- Memudahkan *self-evaluation* untuk masyarakat awam.
- Identifikasi gejala dalam waktu yang singkat.
- Dapat digunakan dalam populasi yang besar.
- Telah sering digunakan bersama dengan instrumen-instrumen penilaian risiko ergonomi (RULA, REBA, OWAS) dalam penelitian yang sama<sup>33-40</sup>.

NMQ telah digunakan di berbagai belahan dunia dan telah diterjemahkan ke dalam berbagai bahasa, sehingga tercipta beragam versi kuesioner NMQ yang telah disesuaikan dengan bermacam-macam bahasa<sup>41-44</sup>.

	Trouble with the locomotive organs		
	Have you at any time during the last 12 months had trouble (ache, pain, discomfort) in:	To be answered only by those who have had trouble	
		Have you at any time during the last 12 months been prevented from doing your normal work (at home or away from home) because of the trouble?	Have you any trouble at any time during the last 7 days?
<b>Neck</b> 1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	
<b>Shoulders</b> 1. No 2. Yes, in the right shoulder 3. Yes, in the left shoulder 4. Yes, in both shoulders	1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	
<b>Elbows</b> 1. No 2. Yes, in the right elbow 3. Yes, in the left elbow 4. Yes, in both elbows	1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	
<b>Wrist/hands</b> 1. No 2. Yes, in the right wrist/hands 3. Yes, in the left wrist/hands 4. Yes, in both wrist/hands	1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	
<b>Upper back</b> 1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	
<b>Low back (small of the back)</b> 1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	
<b>One or both hips/thighs</b> 1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	
<b>One or both knees</b> 1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	
<b>One or both ankles/feet</b> 1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	1. No 2. Yes	

**Gambar 2.5** NMQ versi *original* (diambil dari daftar pustaka nomor 32).

NMQ versi *original* mencakup pertanyaan-pertanyaan berantai terkait keberadaan keluhan nyeri dan/atau ketidaknyamanan pada 9 wilayah tubuh yakni leher, bahu, siku, pergelangan tangan serta tangan, punggung atas, punggung bawah, pinggang serta paha, lutut, dan pergelangan kaki serta kaki dengan menjawab “ya” atau “tidak”. Jika responden menjawab “ya” pada sensasi nyeri di wilayah bahu, siku, dan tangan, maka responden diminta untuk menyertakan sisi tubuh yang mengalami keluhan. Pada setiap wilayah tubuh di mana terdapat keluhan nyeri dan/atau ketidaknyamanan, responden diminta untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan terkait gangguan fungsi sehari-hari karena keluhan tersebut, serta menjawab pertanyaan terkait keberadaan keluhan tersebut selama 7 hari sebelum mengisi kuesioner.

Have you at any time during the last 12 months had trouble (ache, pain, discomfort) in: (Dalam 12 bulan terakhir ini, apakah anda merasakan nyeri, sakit atau tidak nyaman pada bagian-bagian tubuh di bawah ini):		Answer (Jawaban)				
		A	B	C	D	
		0	1	2	3	
	0	Upper neck (Leher atas)				
	1	Lower neck (Leher bawah)				
	2	Left shoulder (Bahu kiri)				
	3	Right shoulder (Bahu kanan)				
	4	Left upper arm (Lengan atas kiri)				
	5	Back (Punggung)				
	6	Right upper arm (Lengan atas kanan)				
	7	Waist (Pinggang)				
	8	Buttock (Pantat atas)				
	9	Bottom (Pantat bawah)				
	10	Left elbow (Siku kiri)				
	11	Right elbow (Siku kanan)				
	12	Left lower arm (Lengan bawah kiri)				
	13	Right lower arm (Lengan bawah kanan)				
	14	Left wrist (Pergelangan tangan kiri)				
	15	Right wrist (Pergelangan tangan kanan)				
	16	Left hand (Tangan kiri)				
	17	Right hand (Tangan kanan)				
	18	Left thigh (Paha kiri)				
	19	Right thigh (Paha kanan)				
	20	Left knee (Lutut kiri)				
	21	Right knee (Lutut kanan)				
	22	Left calf (Betis kiri)				
	23	Right calf (Betis kanan)				
	24	Left ankle (Pergelangan kaki kiri)				
	25	Right ankle (Pergelangan kaki kanan)				
	26	Left foot (Kaki kiri)				
27	Right foot (Kaki kanan)					

**Gambar 2.6** NMQ versi Indonesia (diambil dari daftar pustaka nomor 32).

Telah disusun NMQ versi Indonesia<sup>31</sup> yang meringkas pertanyaan-pertanyaan berantai menjadi 1 pertanyaan, di mana jawaban atas pertanyaan ini akan langsung menyediakan data mengenai keberadaan keluhan dan waktu terjadinya keluhan. Pada NMQ versi *original*, kedua data ini diperoleh melalui 2 pertanyaan berbeda. Pertanyaan pada NMQ versi Indonesia dijawab menggunakan skala 0-3 (0 = sama sekali tidak dirasakan nyeri atau ketidaknyamanan; 1 = sedikit dirasakan nyeri atau ketidaknyamanan, tidak ada gangguan aktivitas sehari-hari, tidak ada gangguan dalam melakukan pekerjaan; 2 = dirasakan nyeri atau ketidaknyamanan yang mengganggu pekerjaan, namun tidak ada gangguan aktivitas sehari-hari, dan hilang setelah beristirahat; 3 = dirasakan nyeri atau ketidaknyamanan berat yang mengganggu pekerjaan dan

aktivitas sehari-hari, dan tidak kunjung hilang setelah beristirahat), sehingga dapat menyediakan informasi mengenai intensitas nyeri yang lebih detail dibandingkan dengan NMQ versi *original*.

**Tabel 2.3** Kategori action level untuk setiap skor total NMQ beserta interpretasinya (diambil dari daftar pustaka nomor 32).

Skor total	Action level	Interpretasi
0-21	1	Intensitas keluhan WMSD noneksisten – tidak ada. Tidak diperlukan pemeriksaan dan tindakan lebih lanjut.
22-42	2	Intensitas keluhan WMSD ringan. Mungkin diperlukan pemeriksaan dan tindakan lebih lanjut.
43-63	3	Intensitas keluhan WMSD berat. Diperlukan pemeriksaan dan tindakan lebih lanjut.
63-84	4	Intensitas keluhan WMSD sangat berat. Diperlukan pemeriksaan dan tindakan segera.

NMQ versi Indonesia juga membagi tubuh ke dalam 28 wilayah, yakni leher atas, leher bawah, bahu kiri, bahu kanan, lengan atas kiri, punggung, lengan atas kanan, pinggang, pantat atas, pantat bawah, siku kiri, siku kanan, lengan bawah kiri, lengan bawah kanan, pergelangan tangan kiri, pergelangan tangan kanan, tangan kiri, tangan kanan, paha kiri, paha kanan, lutut kiri, lutut kanan, betis kiri, betis kanan, pergelangan kaki kiri, pergelangan kaki kanan, kaki kiri, dan kaki kanan. Pembagian wilayah tubuh yang lebih terperinci dapat menyediakan informasi terkait lokasi keluhan nyeri yang lebih detail dibandingkan dengan NMQ versi *original*.

## 2.2 Teori Mengenai Keterkaitan Antar Variabel

WMSD merupakan kumpulan gangguan-gangguan yang memiliki faktor risiko yang serupa. Faktor-faktor risiko ini seringkali dikaitkan dengan lingkungan kerja serta dampaknya terhadap anatomi tubuh, antropometri, fisiologi tubuh, biomekanika tubuh, postur kerja, serta aspek-aspek lain yang memengaruhi bagaimana tubuh akan bereaksi terhadap stresor yang ditimbulkan dari tuntutan fisik pekerjaan. Dilihat dari definisinya, faktor risiko ergonomi memiliki arti yang sama dengan faktor-faktor risiko WMSD. Terdapat beragam instrumen, alat, dan metode-metode yang dikembangkan untuk menilai derajat risiko ergonomi, salah satunya adalah RULA. RULA merupakan metode penilaian risiko ergonomi yang terfokus pada postur kerja respondennya serta pengaruhnya terhadap derajat risiko ergonomi secara keseluruhan.

Semakin tinggi skor akhir RULA, semakin tinggi *action level* yang diperoleh, dan semakin tinggi pula risiko terjadinya *injury* pada komponen sistem muskuloskeletal yang terlibat, di mana jika hal ini tidak diintervensi, maka semakin tinggi derajat intensitas keluhan yang dialami dikarenakan kejadian-kejadian *injury* kumulatif, yang mengakibatkan WMSD. Intensitas keluhan yang muncul (dan menjadi semakin parah tanpa intervensi) dapat diukur menggunakan instrumen NMQ. Semakin tinggi skor NMQ, maka semakin tinggi *action level* serta intensitas WMSD yang dialami responden.

## 2.3 Tabel Orisinalitas

**Tabel 2.4** Tabel orisinalitas.

No.	Penelitian	Metode
1.	Moussavi Najarkola SA, Mirzaei R. Evaluation of Upper Limb Musculoskeletal Loads due to Posture, Repetition, and Force by Rapid Upper Limb Assessment in a Textile Factory. <i>J Heal Scope</i> . 2012[disitasi 2022 Apr 14];1(1):18–24.	RULA digunakan untuk mengevaluasi beban muskuloskeletal ekstremitas atas, dan NMQ digunakan untuk mengukur prevalensi gangguan ekstremitas atas pada pekerja di pabrik tekstil Qaem Shahr. Sampel populasi target adalah 566 subjek (404 laki-laki [71,4%] berusia 23-51 tahun dan 161 perempuan [28,6%] berusia 21-37 tahun). Ditemukan bahwa pemintalan, pembungkusan, pengoperasian mesin Gard, penyisiran benang, penununan, dan penghitungan lipatan memiliki faktor risiko ergonomi paling tinggi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa hasil NMQ mengkonfirmasi hasil RULA.
2.	Öztürk N, Esin MN. Investigation of musculoskeletal symptoms and ergonomic risk factors among female sewing machine operators in Turkey. <i>Int J Ind Ergon</i> [Internet]. 2011[disitasi 2022 Apr 14];41(6):585–91. Diunduh dari: <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2011.07.001">http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2011.07.001</a>	Sampel penelitian ini adalah seluruh operator mesin jahit wanita berjumlah 283 orang di perusahaan tempat penelitian dilaksanakan. Data dikumpulkan menggunakan NMQ versi Turki dan dengan observasi langsung menggunakan RULA untuk menentukan risiko ergonomi. Lokasi yang paling banyak mengalami keluhan nyeri ada pada batang tubuh (62,5%), leher (50,5%), dan bahu (50,2%). Dari seluruh sampel, 65% mengalami nyeri atau ketidaknyamanan selama 6 bulan terakhir. Hasil skor RULA ditemukan tinggi; tidak ada karyawan yang menerima skor akhir RULA 1 – 2. Disimpulkan bahwa hasil NMQ mengkonfirmasi hasil RULA.
3.	Thetkathuek A, Meepradit P, Jaidee W. Factors affecting the musculoskeletal disorders of workers in the frozen food manufacturing factories in Thailand. <i>Int J Occup Saf Ergon</i> . 2016[disitasi 2022 Apr 14];22(1):49–56.	Populasi sampel penelitian adalah 528 pekerja pabrik dari industri makanan beku, serta kelompok kontrol beranggotakan 255 pekerja kantoran. Sampel dikumpulkan selama wawancara, lalu digunakan NMQ untuk menilai gangguan muskuloskeletal, serta RULA dan REBA untuk menilai risiko ergonomi. Penelitian ini menemukan bahwa sebagian besar karyawan yang mengalami gejala bekerja di bagian pemotongan.
4.	Labbafinejad Y, Imanizade Z, Danesh H. Ergonomic Risk Factors and Their Association with Lower Back and Neck Pain among Pharmaceutical Employees in Iran. <i>Work Heal Saf</i> . 2016[disitasi 2022 Apr 14];64(12):586–95.	Penelitian ini melibatkan 396 karyawan yang bekerja di unit pengemasan perusahaan farmasi. NMQ dan RULA digunakan untuk menghasilkan data. Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan antara LBP, skor RULA, dan tingkat pendidikan pekerja. Untuk nyeri leher, ditemukan hubungan dengan usia, jenis kelamin, dan pertanyaan subjektif tentang postur kerja (kebanyakan duduk/berdiri atau bergantian di antara keduanya).
5.	Thetkathuek A, Meepradit P, Sa-ngiamsak T. A Cross-sectional Study of Musculoskeletal Symptoms and Risk Factors in Cambodian Fruit Farm Workers in Eastern Region, Thailand. <i>Saf Health Work</i> [Internet]. 2018[disitasi 2022 Apr 14];9(2):192–202. Diunduh dari: <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.shaw.2017.06.009">http://dx.doi.org/10.1016/j.shaw.2017.06.009</a>	NMQ, RULA, dan <i>Hazard Zone Job Checklist</i> digunakan untuk mewawancarai 861 petani. Data menunjukkan bahwa petani yang telah bekerja >10 tahun memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami keluhan nyeri jika dibandingkan dengan petani yang baru bekerja <1 tahun. Penelitian ini menemukan bahwa besar signifikansi karakteristik faktor risiko WMSD ( <i>duration, intensity, frequency</i> ) terhadap intensitas gejala WMSD yang dialami oleh petani, baik pria maupun wanita.
6.	Yahya NM, Zahid MNO. Work-related musculoskeletal disorders (WMDs) risk assessment at core assembly production of electronic components manufacturing company. <i>IOP Conf Ser Mater Sci Eng</i> . 2018[disitasi 2022 Apr 14];319(1).	Penelitian ini dilakukan untuk menilai WMSD pada pekerja di <i>core assembling production</i> di sebuah perusahaan produsen komponen elektronik yang berlokasi di Pekan, Pahang, Malaysia. Dilakukan identifikasi faktor risiko WMSD dan tingkat risikonya menggunakan NMQ versi Malaysia. Kemudian, analisis postur dilakukan untuk mengukur tingkat risiko WMSD menggunakan RULA dan REBA. Ditemukan bahwa 30 dari 36 responden menderita WMSD terutama pada bahu, pergelangan tangan dan punggung bawah. Risiko WMSD ditemukan tinggi dalam melakukan proses <i>unloading, pressing</i> dan <i>winding</i> . REBA dan RULA menunjukkan tingkat risiko yang

		tinggi untuk proses <i>unloading</i> dan <i>pressing</i> .
7.	Labbafinejad Y, Danesh H, Imanizade Z. Assessment of upper limb musculoskeletal pain and posture in workers of packaging units of pharmaceutical industries. <i>Work</i> . 2017[disitasi 2022 Apr 14];56(2):337–44.	NMQ digunakan untuk menilai nyeri muskuloskeletal. Pertanyaan tambahan terkait kemungkinan faktor risiko dimasukkan dalam kuesioner. RULA digunakan untuk menilai postur. Ditemukan bahwa nyeri bahu berhubungan dengan riwayat kerja, merokok, tingkat pendidikan, dan usia >40 tahun. Nyeri pergelangan tangan dikaitkan dengan <i>shiftwork</i> dan terutama <i>fixed shiftwork</i> dan juga >40 dan hari-hari tidak masuk kerja dengan titik potong 7 hari. Setelah uji regresi, hanya riwayat kerja yang tetap dinilai signifikan. Penelitian ini menemukan bahwa RULA tidak terkait dengan gejala pada ekstremitas atas, sehingga tidak dapat digunakan untuk <i>screening</i> WMSD.
8.	Sutari W, Yekti YND, Astuti MD, sari YM. Analysis of Working Posture on Muscular Skeleton Disorders of Operator in Stamp Scraping in 'Batik cap' Industry. <i>Procedia Manuf</i> [Internet]. 2015[disitasi 2022 Apr 14];4(Iess):133–8. Diunduh dari: <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.023">http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.023</a>	Kesesuaian postur kerja diukur dengan skor RULA, sedangkan tingkat kelelahan diukur dengan parameter waktu mulai munculnya gangguan/keluhan pada otot dan tulang menggunakan NMQ. Eksperimen dilakukan dengan melibatkan postur kerja baru dan yang sudah ada untuk menguji pengaruhnya terhadap operator. Hasilnya menunjukkan keuntungan yang signifikan dalam mengurangi gangguan muskuloskeletal.
9.	Putri SPS. Hubungan Postur Kerja Duduk Dengan Work Related Musculoskeletal Disorders pada Pekerja Bordir di Kelurahan Kalirejo Kecamatan Bangil Kabupaten Pasuruan. 2015[disitasi 2022 Apr 14];1–73.	Penelitian observasional analitik dengan metode <i>cross sectional</i> yang melibatkan 45 pekerja bordir sebagai sampel penelitian. Postur kerja dinilai dengan RULA, dan WMSD dinilai dengan <i>Nordic Body Map</i> (NBM). Ditemukan signifikansi sebesar $0,001 < \alpha$ dengan koefisien korelasi sebesar 0,464. Disimpulkan bahwa korelasi antara postur kerja dengan keluhan WMSD berarah positif dengan kekuatan sedang.