



BUKU AJAR

# **PENGANTAR ERGONOMIKA**



Dr. Syarifuddin Nasution, S.Pi., MT  
Ainul Haq Parinduri, ST., MMSI  
Dr. Moehamad Adi Rochmat ST., MMSI  
Ir. Stephanus Benedictus Bera Liwun, S.T., M.Si., IPM



**BUKU AJAR**

# **PENGANTAR**

# **ERGONOMIKA**

Dr. Syarifuddin Nasution, S.Pi., MT

Ainul Haq Parinduri, ST., MMSI

Dr. Moehamad Adi Rochmat ST., MMSI

Ir. Stephanus Benedictus Bera Liwun, S.T., M.Si., IPM

# **BUKU AJAR**

## **PENGANTAR ERGONOMIKA**

---

Disusun oleh:

Dr. Syarifuddin Nasution, S.Pi., MT

Ainul Haq Parinduri, ST., MMSI

Dr. Moehammad Adi Rochmat ST., MMSI

Ir. Stephanus Benedictus Bera Liwun, S.T., M.Si., IPM

---

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang keras memperbanyak, menerjemahkan atau mengutip baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit.

---



ISBN: 978-634-7457-20-2

XVIII + 223 hlm; 18,2 x 25,7 cm.

Cetakan I, November 2025

**Desain Cover dan Tata Letak:**

Melvin Mirsal

Diterbitkan, dicetak, dan didistribusikan oleh

**PT Media Penerbit Indonesia**

Royal Suite No. 6C, Jalan Sedap Malam IX, Sempakata

Kecamatan Medan Selayang, Kota Medan 20131

Telp: 081362150605

Email: [ptmediapenerbitindonesia@gmail.com](mailto:ptmediapenerbitindonesia@gmail.com)

Web: <https://mediapenerbitindonesia.com>

Anggota IKAPI No.088/SUT/2024





# KATA PENGANTAR

Ergonomika merupakan ilmu multidisipliner yang memadukan fisiologi, psikologi, teknik, dan desain untuk menyesuaikan pekerjaan, alat, serta lingkungan kerja dengan kemampuan manusia guna menciptakan kondisi kerja yang aman, nyaman, dan produktif. Sejak berkembang pesat pasca-Perang Dunia II, ergonomi telah menjadi dasar penting dalam perancangan sistem kerja modern yang berfokus pada efisiensi, keselamatan, dan kesejahteraan pekerja di era digital dan otomatisasi.

Buku ajar ini membahas berbagai konsep dasar ergonomika, mulai dari pengertian dan sejarah perkembangannya hingga penerapan praktis dalam dunia kerja. Buku ajar ini membahas antropometri, biomekanika, fisiologi kerja, lingkungan kerja fisik, serta analisis postur menggunakan metode RULA dan REBA. Selain itu, buku ajar ini juga membahas ergonomi kognitif, beban kerja, shift kerja, dan penerapan kuesioner standar seperti *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) sebagai alat evaluasi kenyamanan dan keselamatan kerja.

Semoga buku ajar ini dapat menjadi sumber ilmu yang bermanfaat bagi mahasiswa, dosen, dan praktisi dalam memahami serta menerapkan prinsip-prinsip ergonomika untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman, nyaman, dan produktif.

Depok, Agustus 2025

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>ANALISIS INSTRUKSIONAL .....</b>	<b>xi</b>
 <b>BAB 1 PENGANTAR ERGONOMIKA .....</b>	 <b>1</b>
A. Pengertian Ergonomi.....	1
B. Sejarah Perkembangan Ergonomi .....	2
C. Faktor Manusia.....	3
D. Perancangan Aktivitas dan Pekerjaan .....	5
E. Faktor-Faktor dalam Perancangan .....	6
F. Rangkuman.....	8
G. Soal Latihan.....	8
 <b>BAB II ANTROPOMETRI .....</b>	 <b>11</b>
A. Pengertian Antropometri .....	11
B. Variasi Ukuran Tubuh Manusia .....	11
C. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Antropometri.....	12
D. Metode Antropometri.....	14
E. Teknik Pengolahan Data .....	21
F. Penggunaan Antropometri untuk Perancangan .....	22
G. Rangkuman.....	23
H. Soal Latihan.....	23
 <b>BAB III BIOMEKANIKA.....</b>	 <b>27</b>
A. Ruang Lingkup Biomekanika.....	27
B. Mekanisme Penggerak Tubuh .....	28
C. Mekanisme Peredaran Darah .....	32
D. Deformasi Sistem Penggerak Tubuh.....	34
E. Deformasi Sistem Peredaran Darah .....	38
F. Rangkuman.....	40
G. Soal Latihan.....	41

<b>BAB IV RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT (RULA)</b>	<b>45</b>
A. Pengertian <i>Rapid Upper Limb Assessment</i> (RULA)	45
B. Batasan Penggunaan Metode <i>Rapid Upper Limb Assessment</i> (RULA)	47
C. Deskripsi Posisi Kerja	48
D. Analisis Posisi Kerja	49
E. Studi Kasus	56
F. Rangkuman	58
G. Soal Latihan	59
<b>BAB V RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT (REBA)</b>	<b>63</b>
A. Pengertian <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA)	63
B. Batasan Penggunaan Metode <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA)	65
C. Deskripsi Posisi Kerja	66
D. Analisis Posisi Kerja	67
E. Studi Kasus	73
F. Rangkuman	75
G. Soal Latihan	76
<b>BAB VI MANUAL MATERIAL HANDLING</b>	<b>79</b>
A. Definisi Manual Material Handling	79
B. Jenis Perbaikan Ergonomis	80
C. Pelatihan Pekerja	81
D. Rencana Aksi Proaktif	83
E. Rangkuman	87
F. Soal Latihan	88
<b>BAB VII LINGKUNGAN KERJA FISIK</b>	<b>91</b>
A. Pengertian Lingkungan Kerja Fisik	91
B. Mikroklimat	92
C. Kebisingan di Tempat Kerja	96
D. Penerangan di Tempat Kerja	100
E. Kualitas Udara di Tempat Kerja	107
F. Cuaca Kerja	112
G. Rangkuman	118



H. Soal Latihan.....	119
<b>BAB VIII DISPLAY.....</b>	<b>121</b>
A. Pengertian dan Jenis <i>Display</i> .....	121
B. Prinsip-Prinsip <i>Display</i> .....	126
C. Kriteria Pembuatan <i>Display</i> .....	126
D. Penggunaan Warna.....	127
E. Kelebihan dan Kekurangan .....	128
F. Indikator <i>Display</i> .....	129
G. Rangkuman.....	130
H. Soal Latihan.....	131
<b>BAB IX ERGONOMI KANTOR.....</b>	<b>133</b>
A. Konsep Keseimbangan Kerja dalam Ergonomi .....	133
B. Kapasitas Kerja .....	136
C. Pertimbangan Antropometri dalam Desain .....	138
D. Desain Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Duduk .....	142
E. Desain Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Berdiri .....	144
F. Desain Stasiun Kerja dan Sikap kerja Dinamis.....	146
G. Rangkuman.....	149
H. Soal Latihan.....	150
<b>BAB X SHIFT KERJA .....</b>	<b>153</b>
A. Definisi Shift Kerja .....	153
B. Pengaruh <i>Shift</i> Kerja Terhadap Kesehatan Fisik.....	154
C. Circadian Rhythm .....	155
D. Standar Internasional untuk Pekerja Malam .....	156
E. Pengaruh <i>Shift</i> Kerja Terhadap Kualitas Tidur .....	157
F. Pengaruh <i>Shift</i> Kerja Terhadap Stres, Gairah Kerja, dan Kinerja....	157
G. Kelelahan Fisik Akibat Adanya Sistem <i>Shift</i> Kerja .....	160
H. Rangkuman.....	168
I. Soal Latihan.....	169
<b>BAB XI ERGONOMI KOGNITIF.....</b>	<b>171</b>
A. Definisi Ergonomi Kognitif .....	171
B. Sejarah Ergonomi Kognitif .....	172
C. Proses Kognitif (Proses Berpikir) .....	173
D. Pentingnya Ergonomi Kognitif .....	175

E.	Fungsi dan Kemampuan Ergonomi Kognitif .....	177
F.	Penerapan Ergonomi Kognitif.....	178
G.	Rangkuman.....	179
H.	Soal Latihan.....	180
<b>BAB XII FISILOGI KERJA.....</b>		<b>183</b>
A.	Pendahuluan Fisiologi Kerja .....	183
B.	Aplikasi Fisiologi Kerja .....	184
C.	Jenis Kerja .....	185
D.	Proses Metabolisme.....	186
E.	Penilaian Beban Kerja Berdasarkan Denyut Nadi .....	187
F.	Rangkuman.....	189
G.	Soal Latihan.....	189
<b>BAB XIII BEBAN KERJA.....</b>		<b>193</b>
A.	Pengertian Beban Kerja.....	193
B.	Jenis-Jenis Beban Kerja .....	195
C.	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja .....	197
D.	Alat Ukur atau Instrumen Beban Kerja.....	198
E.	Hubungan Beban Kerja dengan Faktor Psikologi .....	201
F.	Penelitian Terakhir Tentang Beban Kerja .....	203
G.	Rangkuman.....	204
H.	Soal Latihan.....	205
<b>BAB XIV <i>STANDART NORDIC QUESTIONNAIRE (SNQ)</i> .....</b>		<b>209</b>
A.	<i>Standard Nordic Questionnaire (SNQ)</i> .....	209
B.	Penilaian Kuesioner.....	211
C.	Perkembangan <i>Standard Nordic Questionnaire (SNQ)</i> .....	213
D.	Penilaian dengan <i>Standard Nordic Questionnaire (SNQ)</i> .....	213
E.	Rangkuman.....	217
F.	Soal Latihan.....	218
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>221</b>
<b>GLOSARIUM.....</b>		<b>225</b>
<b>INDEKS.....</b>		<b>227</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS .....</b>		<b>231</b>
<b>SINOPSIS.....</b>		<b>233</b>



# DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Tulang Akromion ( <i>Acromion</i> )	15
Gambar 2.2 Tulang Trokanter Besar ( <i>Greater Trochanter</i> )	16
Gambar 2.3 Buku Jari	16
Gambar 4.1 Contoh Postur Kerja untuk Penilaian RULA	49
Gambar 4.2 Lembar Kerja RULA	50
Gambar 4.3 Lembar Kerja RULA untuk Posisi Lengan Atas	51
Gambar 4.4 Lembar Kerja RULA untuk Posisi Lengan Bawah	51
Gambar 4.5 Lembar Kerja RULA untuk Pergelangan Tangan	51
Gambar 4.6 Lembar Kerja RULA untuk Penggunaan Otot dan Gaya Beban	53
Gambar 4.7 Lembar Kerja RULA untuk Posisi Leher	53
Gambar 4.8 Lembar Kerja RULA untuk Posisi Batang Tubuh	54
Gambar 4.9 Lembar Kerja RULA untuk Penggunaan Otot dan Gaya Beban	55
Gambar 4.10 Lembar Jawaban Studi Kasus	57
Gambar 5.1 Batasan Skor REBA	66
Gambar 5.2 Posisi Kerja Operator Posisi Perakitan Motor	66
Gambar 5.3 REBA <i>Employee Assessment Worksheet</i>	67
Gambar 5.4 Posisi Kerja Operator Posisi Perakitan Motor	68
Gambar 5.5 Menentukan Posisi Leher	68
Gambar 5.6 Menentukan Posisi Batang Tubuh	69
Gambar 5.7 Menentukan Postur Kaki	69
Gambar 5.8 Menentukan Nilai Bagian	70
Gambar 5.9 Menentukan Posisi Lengan Atas	70
Gambar 5.10 Menentukan Posisi Lengan Bawah	70
Gambar 5.11 Menentukan Posisi Pergelangan Tangan	71
Gambar 5.12 Menentukan Nilai Bagian B	72
Gambar 7.1 Termometer Pengukur Parameter ISSB	94
Gambar 7.2 <i>Questemp Heat Stress Monitor</i>	95
Gambar 7.3 <i>Sound Level Meter</i>	97
Gambar 7.4 <i>Dosimeter</i>	97
Gambar 8.1 <i>Display</i> Umum	122
Gambar 8.2 <i>Display</i> Khusus	122
Gambar 8.3 <i>Display</i> Kuantitatif	123
Gambar 8.4 <i>Display</i> Dinamis	123

Gambar 8.5	<i>Display Statis</i>	124
Gambar 8.6	<i>Visual Display</i>	124
Gambar 8.7	<i>Auditory Display</i>	125
Gambar 8.8	<i>Tactual Display</i>	125
Gambar 8.9	<i>Olfactory Display</i>	126
Gambar 9.1	Konsep Dasar Keseimbangan Ergonomi	134
Gambar 9.2	Pengukuran Antropometri Posisi Duduk	141
Gambar 9.3	Pengukuran Antropometri Posisi Berdiri	142
Gambar 9.4	Stasiun Kerja Sifat Duduk yang Benar	142
Gambar 9.5	Landasan Kerja untuk Sikap Kerja Berdiri	146
Gambar 9.6	Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Dinamis	147
Gambar 14.1	<i>Standard Nordic Questionnaire (SNQ)</i> Postur Kerja	216
Gambar 14.2	Postur Batang Tubuh REBA	216
Gambar 14.3	Postur Kaki REBA	216
Gambar 14.4	Postur Lengan Atas REBA	217
Gambar 14.5	Postur Lengan Bawah REBA	217
Gambar 14.6	Keluhan MSDs	217
Gambar 14.7	Persentase Keluhan (%) Operator Sortasi	218

# DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Tingkat Risiko Musculoskeletal Disorders dengan Skor RULA	48
Tabel 4.2 Skor Postur Tubuh Grup A	52
Tabel 4.3 Skor Postur Tubuh Grup B	54
Tabel 4.4 Skor Akhir RULA	55
Tabel 5.1 Skor Bagian A	69
Tabel 5.2 Skor Bagian B	71
Tabel 5.3 Skor C	72
Tabel 5.4 Perhitungan REBA Pembuatan Bolu dan Kue	73
Tabel 7.1 Batas Waktu Paparan Kebisingan Per Hari Kerja Berdasarkan Intensitas Kebisingan yang diterima Pekerja	98
Tabel 7.2 Reflektansi sebagai Persentase Cahaya	105
Tabel 7.3 Kecepatan Gerakan Udara yang direkomendasikan untuk Ruang Kerja yang disesuaikan dengan Suhu dan Kelembaban Ruangan Setempat	113
Tabel 7.4 Kondisi yang dapat Mempengaruhi Kualitas Udara di Ruang Kerja	114
Tabel 8.1 Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Warna pada Pembuatan <i>Display</i>	129
Tabel 9.1 Pemilihan Sikap Kerja Terhadap Jenis Pekerjaan yang Berbeda-Beda	148
Tabel 10.1 Penelitian Terakhir Tentang <i>Shift</i> Kerja	161
Tabel 14.1 Rekapitulasi Persentase Bobot Keluhan Operator Sortasi	218



# ANALISIS INTRUKSIONAL

No	Kemampuan Akhir yang Diharapkan	Indikator
1	Mampu memahami terkait dengan pengertian ergonomi, memahami sejarah perkembangan ergonomi, memahami faktor manusia, memahami perancangan aktivitas dan pekerjaan, serta memahami faktor-faktor dalam perancangan. Sehingga pembaca dapat memahami dan menerapkan prinsip-prinsip ergonomi dalam berbagai konteks kerja, mampu merancang sistem kerja yang menyesuaikan kebutuhan serta kemampuan manusia, mengidentifikasi potensi risiko ergonomis, dan mengembangkan solusi yang meningkatkan keselamatan, kenyamanan, serta efisiensi dalam aktivitas kerja sehari-hari.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengertian Ergonomi</li> <li>• Sejarah Perkembangan Ergonomi</li> <li>• Faktor Manusia</li> <li>• Perancangan Aktivitas dan Pekerjaan</li> <li>• Faktor-Faktor dalam Perancangan</li> </ul>
2	Mampu memahami terkait dengan pengertian antropometri, memahami variasi ukuran tubuh manusia, memahami faktor-faktor yang mempengaruhi antropometri, memahami metode antropometri, memahami teknik pengolahan data, serta memahami penggunaan antropometri untuk perancangan. Sehingga pembaca dapat mengaplikasikan data antropometri secara tepat dalam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengertian Antropometri</li> <li>• Variasi Ukuran Tubuh Manusia</li> <li>• Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Antropometri</li> <li>• Metode Antropometri</li> <li>• Teknik Pengolahan Data</li> <li>• Penggunaan Antropometri untuk Perancangan</li> </ul>



	proses desain guna menciptakan lingkungan dan fasilitas kerja yang aman, nyaman, serta efisien bagi berbagai kelompok pengguna.	
3	Mampu memahami terkait dengan ruang lingkup biomekanika, memahami mekanisme penggerak tubuh, memahami mekanisme peredaran darah, memahami deformasi sistem penggerak tubuh, serta memahami deformasi sistem peredaran darah. Sehingga pembaca dapat mengaplikasikan prinsip biomekanika dalam perancangan sistem kerja yang efisien, aman, dan mampu meminimalkan risiko cedera maupun kelelahan fisik pada pekerja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruang Lingkup Biomekanika</li> <li>• Mekanisme Penggerak Tubuh</li> <li>• Mekanisme Peredaran Darah</li> <li>• Deformasi Sistem Penggerak Tubuh</li> <li>• Deformasi Sistem Peredaran Darah</li> </ul>
4	Mampu memahami terkait dengan pengertian <i>rapid upper limb assessment</i> (RULA), memahami batasan penggunaan metode <i>rapid upper limb assessment</i> (RULA), memahami deskripsi posisi kerja, memahami analisis posisi kerja, serta memahami studi kasus. Sehingga pembaca dapat menerapkan metode RULA secara efektif untuk menilai dan memperbaiki postur kerja, mengidentifikasi tingkat risiko ergonomis pada aktivitas kerja, serta merancang rekomendasi perbaikan yang mendukung terciptanya lingkungan kerja yang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengertian <i>Rapid Upper Limb Assessment</i> (RULA)</li> <li>• Batasan Penggunaan Metode <i>Rapid Upper Limb Assessment</i> (RULA)</li> <li>• Deskripsi Posisi Kerja</li> <li>• Analisis Posisi Kerja</li> <li>• Studi Kasus</li> </ul>

	lebih aman, nyaman, dan produktif.	
5	Mampu memahami terkait dengan pengertian <i>rapid entire body assessment</i> (REBA), memahami batasan penggunaan metode <i>rapid entire body assessment</i> (REBA), memahami deskripsi posisi kerja, memahami analisis posisi kerja, serta memahami studi kasus. Sehingga pembaca dapat menggunakan metode REBA secara tepat untuk mengevaluasi keseluruhan postur kerja, mengurangi potensi cedera muskuloskeletal, dan meningkatkan keselamatan serta efisiensi dalam lingkungan kerja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengertian <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA)</li> <li>• Batasan Penggunaan Metode <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA)</li> <li>• Deskripsi Posisi Kerja</li> <li>• Analisis Posisi Kerja</li> <li>• Studi Kasus</li> </ul>
6	Mampu memahami terkait dengan definisi manual material handling, memahami jenis perbaikan ergonomis, memahami pelatihan pekerja, serta memahami rencana aksi proaktif. Sehingga pembaca dapat mengidentifikasi potensi bahaya dalam aktivitas MMH, menerapkan solusi ergonomis yang sesuai, serta mengembangkan strategi pencegahan cedera melalui pendekatan manajemen keselamatan dan pelatihan berkelanjutan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definisi Manual Material Handling</li> <li>• Jenis Perbaikan Ergonomis</li> <li>• Pelatihan Pekerja</li> <li>• Rencana Aksi Proaktif</li> </ul>
7	Mampu memahami terkait dengan pengertian lingkungan kerja fisik, memahami mikroklimat, memahami kebisingan di tempat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengertian Lingkungan Kerja Fisik</li> <li>• Mikroklimat</li> <li>• Kebisingan di Tempat</li> </ul>

	kerja, memahami penerangan di tempat kerja, memahami kualitas udara di tempat kerja, serta memahami cuaca kerja. Sehingga pembaca dapat menganalisis faktor-faktor fisik lingkungan kerja, menentukan langkah pengendalian yang tepat, dan merancang kondisi kerja yang aman, sehat, serta mendukung efisiensi dan kenyamanan pekerja.	<p>Kerja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Penerangan di Tempat Kerja</li> <li>• Kualitas Udara di Tempat Kerja</li> </ul>
8	Mampu memahami terkait dengan pengertian dan jenis <i>display</i> , memahami prinsip-prinsip <i>display</i> , memahami kriteria pembuatan <i>display</i> , memahami penggunaan warna, memahami kelebihan dan kekurangan, serta memahami indikator <i>display</i> . Sehingga pembaca dapat merancang dan mengevaluasi sistem display yang informatif, efisien, dan mudah dipahami, sehingga dapat meningkatkan keselamatan, akurasi, serta produktivitas dalam aktivitas kerja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengertian dan Jenis <i>Display</i></li> <li>• Prinsip-Prinsip <i>Display</i></li> <li>• Kriteria Pembuatan <i>Display</i></li> <li>• Penggunaan Warna</li> <li>• Kelebihan dan Kekurangan</li> <li>• Indikator <i>Display</i></li> </ul>
9	Mampu memahami terkait dengan konsep keseimbangan kerja dalam ergonomi, memahami kapasitas kerja, memahami pertimbangan antropometri dalam desain, memahami desain stasiun kerja dan sikap kerja duduk, memahami desain stasiun kerja dan sikap kerja berdiri, serta memahami desain stasiun kerja dan sikap kerja dinamis. Sehingga pembaca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsep Keseimbangan Kerja dalam Ergonomi</li> <li>• Kapasitas Kerja</li> <li>• Pertimbangan Antropometri dalam Desain</li> <li>• Desain Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Duduk</li> <li>• Desain Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Berdiri</li> <li>• Desain Stasiun Kerja dan Sikap kerja Dinamis</li> </ul>

	dapat merancang lingkungan dan tata letak kerja yang ergonomis, meningkatkan kenyamanan dan efisiensi, serta meminimalkan risiko kelelahan dan gangguan muskuloskeletal pada pekerja.	
10	Mampu memahami terkait dengan definisi shift kerja, memahami pengaruh shift kerja terhadap kesehatan fisik, memahami circadian rhythm, memahami standar internasional untuk pekerja malam, memahami pengaruh shift kerja terhadap kualitas tidur, memahami pengaruh shift kerja terhadap stres, gairah kerja, dan kinerja, serta memahami kelelahan fisik akibat adanya sistem shift kerja. Sehingga pembaca dapat mengevaluasi dan merancang sistem shift kerja yang ergonomis dan berkelanjutan, sehingga mampu menjaga keseimbangan antara produktivitas, kesehatan, dan kesejahteraan pekerja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definisi Shift Kerja</li> <li>• Pengaruh Shift Kerja Terhadap Kesehatan Fisik</li> <li>• Circadian Rhythm</li> <li>• Standar Internasional untuk Pekerja Malam</li> <li>• Pengaruh Shift Kerja Terhadap Kualitas Tidur</li> <li>• Pengaruh Shift Kerja Terhadap Stres, Gairah Kerja, dan Kinerja</li> <li>• Kelelahan Fisik Akibat Adanya Sistem Shift Kerja</li> </ul>
11	Mampu memahami terkait dengan definisi ergonomi kognitif, memahami sejarah ergonomi kognitif, memahami proses kognitif (proses berpikir), memahami pentingnya ergonomi kognitif, memahami fungsi dan kemampuan ergonomi kognitif, serta memahami penerapan ergonomi kognitif. Sehingga pembaca dapat mengintegrasikan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definisi Ergonomi Kognitif</li> <li>• Sejarah Ergonomi Kognitif</li> <li>• Proses Kognitif (Proses Berpikir)</li> <li>• Pentingnya Ergonomi Kognitif</li> <li>• Fungsi dan Kemampuan Ergonomi Kognitif</li> <li>• Penerapan Ergonomi Kognitif</li> </ul>

	prinsip-prinsip ergonomi kognitif untuk meningkatkan kejelasan informasi, mengurangi beban mental, dan mendukung performa manusia dalam berbagai konteks pekerjaan berbasis teknologi.	
12	Mampu memahami terkait dengan pendahuluan fisiologi kerja, memahami aplikasi fisiologi kerja, memahami jenis kerja, memahami proses metabolisme, serta memahami penilaian beban kerja berdasarkan denyut nadi. Sehingga pembaca dapat menganalisis dan mengelola beban kerja secara fisiologis agar tercipta keseimbangan antara kapasitas tubuh dan tuntutan pekerjaan, sehingga produktivitas dan kesehatan pekerja dapat terjaga secara optimal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pendahuluan Fisiologi Kerja</li> <li>• Aplikasi Fisiologi Kerja</li> <li>• Jenis Kerja</li> <li>• Proses Metabolisme</li> <li>• Penilaian Beban Kerja Berdasarkan Denyut Nadi</li> </ul>
13	Mampu memahami terkait dengan pengertian beban kerja, memahami jenis-jenis beban kerja, memahami faktor-faktor yang mempengaruhi beban kerja, memahami alat ukur atau instrumen beban kerja, memahami hubungan beban kerja dengan faktor psikologi, serta memahami penelitian terakhir tentang beban kerja. Sehingga pembaca dapat menilai, menganalisis, dan mengendalikan beban kerja secara komprehensif untuk menciptakan sistem kerja yang seimbang, efisien, dan berorientasi pada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengertian Beban Kerja</li> <li>• Jenis-Jenis Beban Kerja</li> <li>• Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja</li> <li>• Alat Ukur atau Instrumen Beban Kerja</li> <li>• Hubungan Beban Kerja dengan Faktor Psikologi</li> <li>• Penelitian Terakhir Tentang Beban Kerja</li> </ul>

	kesehatan serta produktivitas pekerja.	
14	Mampu memahami terkait dengan pengertian <i>standard nordic questionnaire</i> (SNQ), memahami penilaian kuesioner, memahami perkembangan <i>standard nordic questionnaire</i> (SNQ), serta memahami penilaian dengan <i>standard nordic questionnaire</i> (SNQ). Sehingga pembaca dapat menerapkan metode SNQ dalam evaluasi kondisi ergonomis di tempat kerja, menganalisis hasilnya secara objektif, dan memberikan rekomendasi perbaikan yang mendukung kesehatan serta kenyamanan pekerja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengertian <i>Standard Nordic Questionnaire</i> (SNQ)</li> <li>• Penilaian Kuesioner</li> <li>• Perkembangan <i>Standard Nordic Questionnaire</i> (SNQ)</li> <li>• Penilaian dengan <i>Standard Nordic Questionnaire</i> (SNQ)</li> </ul>





# BAB I

## PENGANTAR ERGONOMIKA

### Kemampuan Akhir yang Diharapkan

Mampu memahami terkait dengan pengertian ergonomi, memahami sejarah perkembangan ergonomi, memahami faktor manusia, memahami perancangan aktivitas dan pekerjaan, serta memahami faktor-faktor dalam perancangan. Sehingga pembaca dapat memahami dan menerapkan prinsip-prinsip ergonomi dalam berbagai konteks kerja, mampu merancang sistem kerja yang menyesuaikan kebutuhan serta kemampuan manusia, mengidentifikasi potensi risiko ergonomis, dan mengembangkan solusi yang meningkatkan keselamatan, kenyamanan, serta efisiensi dalam aktivitas kerja sehari-hari.

### Materi Pembelajaran

- Pengertian Ergonomi
- Sejarah Perkembangan Ergonomi
- Faktor Manusia
- Perancangan Aktivitas dan Pekerjaan
- Faktor-Faktor dalam Perancangan
- Rangkuman
- Soal Latihan

## A. Pengertian Ergonomi

Ergonomika adalah ilmu multidisipliner yang mempelajari interaksi antara manusia dengan unsur-unsur lain dalam suatu sistem, serta merancang intervensi yang mengoptimalkan kenyamanan, kesehatan, keselamatan, dan kinerja manusia. Dalam konteks kerja dan teknologi, ergonomika bertujuan untuk menyesuaikan sistem terhadap kebutuhan, keterbatasan, dan kemampuan manusia, bukan sebaliknya. Ergonomi berasal dari dua kata Yunani, *ergon* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti aturan atau hukum, sehingga secara harfiah dapat diartikan sebagai "hukum dalam bekerja". Ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan elemen-elemen dalam sistem kerjanya, seperti peralatan, lingkungan, dan metode kerja, dengan tujuan menciptakan suatu keselarasan yang



meningkatkan efisiensi serta kenyamanan dalam bekerja. Ilmu ini tidak hanya fokus pada desain fisik alat atau lingkungan kerja, melainkan juga mencakup aspek psikologis dan fisiologis manusia dalam menjalankan tugasnya, sehingga perancangan dapat disesuaikan dengan keterbatasan dan kemampuan individu. Dengan demikian, ergonomi membantu mengurangi risiko kecelakaan dan cedera, serta mencegah terjadinya kelelahan yang berkepanjangan akibat kerja yang tidak sesuai dengan kondisi fisik dan mental manusia.

Ruang lingkup ergonomi sangat luas dan multidisipliner, karena mengintegrasikan berbagai ilmu seperti fisiologi, psikologi, teknik, dan desain industri untuk menciptakan lingkungan kerja yang optimal. Secara praktis, ergonomi diterapkan dalam perancangan alat, perabot, dan tata letak tempat kerja yang sesuai dengan ukuran dan proporsi tubuh manusia, sehingga setiap individu dapat bekerja dengan efisien dan aman. Selain itu, ergonomi juga mencakup analisis beban kerja dan penilaian kondisi lingkungan kerja, seperti pencahayaan, suhu, dan kebisingan, yang berpengaruh pada produktivitas serta kesehatan pekerja. Melalui pendekatan sistematis, ergonomi berupaya menyelaraskan interaksi antara manusia dan sistem kerja secara keseluruhan, sehingga tercipta lingkungan yang mendukung performa optimal dan kesejahteraan jangka panjang.

## **B. Sejarah Perkembangan Ergonomi**

Perkembangan ergonomi mulai mendapatkan perhatian serius setelah Perang Dunia II, ketika kebutuhan akan peningkatan efisiensi dan keselamatan dalam operasi militer mendorong munculnya penelitian tentang interaksi antara manusia dan peralatan yang digunakan dalam sistem kerja yang kompleks. Pada masa tersebut, banyak penelitian yang membahas pentingnya memahami keterbatasan dan kemampuan manusia dalam menghadapi tuntutan operasional yang tinggi, sehingga menimbulkan kesadaran bahwa desain peralatan dan lingkungan kerja harus disesuaikan dengan karakteristik pengguna untuk mengurangi risiko kecelakaan dan kelelahan. Kondisi perang yang menuntut kecepatan, akurasi, dan keamanan dalam penggunaan peralatan militer mendorong para ilmuwan untuk berperan cara-cara agar interaksi antara manusia dan mesin dapat berjalan dengan lebih optimal, sehingga menjadi fondasi awal munculnya disiplin ergonomi.

Pada tahun 1949, muncul tonggak penting dalam sejarah ergonomi dengan pembentukan *Ergonomics Research Society* di Inggris, yang merupakan asosiasi pertama yang secara resmi mengakui dan memfokuskan diri pada studi interaksi manusia dengan sistem kerja. Pembentukan asosiasi ini menjadi momentum penting karena membuka jalan bagi kolaborasi antara ilmuwan dari berbagai disiplin ilmu, seperti psikologi, fisiologi, teknik, dan desain industri, untuk bersama-sama mengembangkan metode dan prinsip-prinsip yang dapat diterapkan dalam perancangan lingkungan kerja yang lebih manusiawi. Inovasi dan pertukaran ide yang terjadi dalam forum ini memberikan kontribusi besar terhadap penyempurnaan konsep ergonomi serta penerapannya dalam berbagai sektor, tidak hanya di bidang militer tetapi juga di industri sipil dan sektor kesehatan.

Seiring berjalannya waktu, ergonomi telah berkembang menjadi disiplin multidisipliner yang diakui secara internasional, dengan integrasi berbagai ilmu seperti fisiologi, psikologi, teknik, dan desain dalam upaya menciptakan lingkungan kerja yang optimal bagi manusia. Penelitian-penelitian modern dalam bidang ergonomi tidak hanya berfokus pada aspek fisik seperti pengukuran dimensi tubuh dan analisis beban kerja, tetapi juga mencakup aspek kognitif dan emosional untuk memahami bagaimana manusia merespons berbagai stimulus dalam konteks kerja. Perkembangan teknologi informasi dan otomatisasi juga menuntut pendekatan ergonomi yang terus diperbarui agar dapat mengakomodasi perubahan dalam cara manusia bekerja, sehingga ergonomi kini menjadi kunci dalam menciptakan sistem kerja yang efisien, aman, dan berkelanjutan.

### C. Faktor Manusia

Faktor manusia merupakan inti dari penerapan prinsip-prinsip ergonomi, karena pada dasarnya ergonomi berfokus pada upaya menyesuaikan lingkungan kerja dengan karakteristik serta kemampuan individu yang menggunakannya. Pemahaman mendalam mengenai aspek-aspek seperti ukuran tubuh, mekanisme gerak, respons fisiologis, dan aspek psikologis sangat penting agar perancangan sistem kerja tidak hanya aman dan efisien, tetapi juga mendukung kesejahteraan pekerja. Sebagai dasar, studi tentang faktor manusia mencakup analisis dari berbagai disiplin ilmu seperti antropometri, biomekanika, fisiologi kerja, dan psikologi kerja, yang masing-masing memberikan gambaran tentang bagaimana manusia

berinteraksi dengan alat, lingkungan, dan tugas yang harus dijalankan. Dengan mengintegrasikan pengetahuan dari semua bidang ini, ergonomi dapat menciptakan desain yang holistik dan adaptif, yang secara langsung berkontribusi pada peningkatan performa kerja serta pengurangan risiko kecelakaan dan kelelahan.

#### 1. Antropometri

Antropometri adalah studi yang mempelajari ukuran, bentuk, dan proporsi tubuh manusia melalui pengukuran fisik, yang menjadi dasar dalam perancangan alat dan lingkungan kerja agar sesuai dengan variasi dimensi pengguna. Informasi antropometri membantu para perancang untuk menciptakan produk yang dapat dioperasikan dengan nyaman oleh populasi yang beragam, mulai dari peralatan kantor hingga peralatan industri, sehingga mengurangi risiko ketidaknyamanan dan cedera akibat postur yang tidak tepat. Data yang diperoleh dari antropometri mencakup rentang ukuran tubuh, jarak jangkauan, serta parameter seperti tinggi badan, lebar bahu, dan panjang lengan yang sangat penting dalam menentukan dimensi meja, kursi, dan kontrol peralatan.

#### 2. Biomekanika

Biomekanika mempelajari cara kerja sistem muskuloskeletal manusia, termasuk bagaimana otot, tulang, dan sendi bekerja sama untuk menghasilkan gerakan. Melalui analisis biomekanika, para peneliti dapat mengevaluasi beban kerja yang diterima oleh tubuh pada saat melakukan aktivitas tertentu, sehingga dapat merancang tugas kerja yang meminimalkan risiko kelelahan dan cedera. Pendekatan ini tidak hanya mempertimbangkan aspek gerak secara statis, tetapi juga gerakan dinamis dan bagaimana tubuh merespon gaya eksternal seperti tekanan atau getaran, sehingga dapat diterapkan dalam perancangan alat dan lingkungan kerja yang mendukung kesehatan muskuloskeletal.

#### 3. Fisiologi Kerja

Fisiologi kerja mengkaji respons sistem tubuh terhadap beban kerja fisik dan mental selama aktivitas kerja, termasuk aspek metabolisme, sirkulasi, dan tingkat kelelahan. Dengan mempelajari bagaimana tubuh mengatur energi, mendistribusikan oksigen, dan mengelola stres metabolik saat bekerja, para peneliti dapat menentukan batas aman beban kerja dan interval istirahat yang diperlukan untuk menjaga performa optimal. Pendekatan ini penting untuk mencegah dampak negatif seperti

kelelahan, penurunan konsentrasi, dan gangguan kesehatan jangka panjang yang disebabkan oleh beban kerja yang berlebihan.

#### 4. Psikologi Kerja

Psikologi kerja mempelajari aspek kognitif dan emosional yang mempengaruhi perilaku serta kinerja manusia dalam lingkungan kerja, seperti persepsi, memori, motivasi, dan stres. Dalam konteks ergonomi, pemahaman tentang psikologi kerja sangat penting untuk merancang tugas dan antarmuka yang mudah dipahami, sehingga pekerja dapat mengambil keputusan secara cepat dan tepat dalam situasi yang kompleks. Aspek psikologis juga meliputi pengelolaan stres dan kelelahan mental, sehingga lingkungan kerja yang mendukung dan desain yang intuitif dapat membantu mengurangi beban kognitif, meningkatkan kepuasan kerja, serta mendorong produktivitas.

### **D. Perancangan Aktivitas dan Pekerjaan**

Merancang aktivitas dan pekerjaan secara ergonomis merupakan suatu proses perancangan sistem kerja yang berfokus pada penyesuaian antara tugas yang harus diselesaikan dan kemampuan manusia yang melaksanakannya. Tujuannya adalah untuk menciptakan lingkungan kerja yang mendukung kesehatan, keselamatan, dan produktivitas pekerja dalam jangka panjang. Proses ini tidak hanya melibatkan aspek fisik, seperti penataan alat dan tata letak ruang kerja, tetapi juga aspek kognitif dan emosional yang mempengaruhi cara pekerja mengambil keputusan dan mengelola stres selama bekerja. Dalam merancang aktivitas dan pekerjaan, beberapa prinsip utama perlu diperhatikan, yaitu:

#### 1. Penyesuaian Tugas dengan Kemampuan Manusia

Tugas harus disusun agar sesuai dengan kapasitas fisik dan kognitif pekerja, termasuk memperhitungkan variasi dalam ukuran tubuh, kekuatan, dan kecepatan pemrosesan informasi. Penempatan alat kerja harus mempertimbangkan jangkauan tangan, postur alami tubuh, dan posisi duduk yang ergonomis, sehingga meminimalkan kebutuhan untuk gerakan yang tidak perlu dan mencegah potensi cedera muskuloskeletal.

#### 2. Pengurangan Beban Kerja

Beban kerja harus diatur agar tidak melebihi kapasitas fisik dan mental pekerja, dengan menerapkan konsep istirahat yang terjadwal dan rotasi

tugas. Penerapan teknologi otomasi dan alat bantu kerja dapat membantu mengurangi intensitas kerja, memungkinkan pekerja untuk fokus pada tugas-tugas yang memerlukan keterampilan kognitif tinggi.

3. Variasi Tugas

Menyediakan variasi dalam jenis tugas sangat penting untuk mencegah kelelahan akibat repetisi yang monoton, sekaligus memberikan kesempatan bagi pekerja untuk menggunakan beragam kemampuannya. Variasi tugas juga meningkatkan motivasi dan kepuasan kerja karena pekerja merasa tantangan yang beragam dan dapat melihat perbedaan dalam aktivitas sehari-hari.

4. Optimalisasi Kondisi Lingkungan Kerja

Faktor lingkungan seperti pencahayaan, suhu, kelembaban, dan tingkat kebisingan harus diatur agar berada dalam kondisi yang mendukung kenyamanan dan konsentrasi kerja. Lingkungan kerja yang ideal tidak hanya mempengaruhi kinerja fisik, tetapi juga membantu mengurangi stres dan kelelahan mental, sehingga pekerja dapat bekerja dengan lebih efisien.

5. Partisipasi Pekerja dalam Proses Perancangan

Melibatkan pekerja dalam proses perancangan sistem kerja sangat penting untuk mendapatkan masukan langsung mengenai kebutuhan dan kendala yang dialami. Dengan partisipasi aktif, solusi yang dihasilkan akan lebih relevan dan diterima oleh seluruh elemen dalam organisasi, karena memiliki kesempatan untuk menyuarakan pengalaman dan harapannya.

Secara keseluruhan, perancangan aktivitas dan pekerjaan ergonomis menuntut integrasi berbagai disiplin ilmu dan pendekatan yang komprehensif. Dengan menerapkan prinsip-prinsip di atas, sistem kerja dapat dioptimalkan sehingga tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga menjaga kesehatan dan kesejahteraan pekerja secara berkelanjutan.

## **E. Faktor-Faktor dalam Perancangan**

Pada perancangan ergonomis, sejumlah faktor harus dipertimbangkan secara holistik untuk menciptakan sistem kerja yang aman dan efisien. Pertama, antropometri berperan krusial karena data tentang ukuran dan proporsi tubuh manusia digunakan untuk menentukan dimensi peralatan, meja, kursi, dan ruang kerja yang optimal sehingga setiap individu dapat bekerja dengan nyaman dan mengurangi risiko cedera akibat postur yang

tidak sesuai. Informasi antropometri mencakup parameter seperti tinggi badan, lebar bahu, panjang lengan, serta rentang jangkauan, yang kesemuanya membantu desainer untuk mengakomodasi variasi ukuran tubuh dalam populasi pengguna.

Biomekanika memberikan pemahaman tentang bagaimana tubuh manusia bergerak dan merespon gaya eksternal saat bekerja, sehingga memungkinkan perancangan tugas yang meminimalkan beban fisik dan risiko cedera muskuloskeletal. Analisis biomekanika melibatkan evaluasi terhadap beban yang diterima oleh sendi, otot, dan tulang selama aktivitas kerja serta bagaimana pergerakan dinamis dapat dioptimalkan agar tidak menyebabkan kelelahan atau ketegangan berlebih.

Faktor berikutnya adalah fisiologi kerja, yang mengkaji respons tubuh terhadap beban kerja secara menyeluruh, termasuk aspek metabolisme, sirkulasi, dan mekanisme kelelahan. Studi fisiologi kerja membantu dalam menetapkan batas beban yang aman serta waktu istirahat yang diperlukan untuk pemulihan, sehingga dapat mencegah penurunan kinerja dan risiko gangguan kesehatan akibat beban kerja yang berlebihan. Pendekatan ini memungkinkan perancangan sistem kerja yang mempertimbangkan kapasitas fisiologis manusia, memastikan bahwa intensitas pekerjaan tidak melebihi kemampuan tubuh untuk pulih dan mempertahankan performa optimal.

Psikologi kerja juga merupakan faktor penting dalam perancangan ergonomis. Pemahaman tentang proses kognitif dan emosional, seperti persepsi, memori, stres, dan motivasi, sangat penting untuk merancang antarmuka, instrumen, dan alur kerja yang intuitif serta mendukung pengambilan keputusan yang efektif. Dengan mempertimbangkan psikologi kerja, desainer dapat menciptakan lingkungan kerja yang tidak hanya aman secara fisik tetapi juga kondusif untuk menjaga keseimbangan mental dan emosional pekerja.

Kondisi lingkungan juga harus diperhatikan dalam perancangan ergonomis. Pengaturan pencahayaan, suhu, kelembaban, dan tingkat kebisingan yang ideal merupakan aspek penting untuk mendukung kenyamanan dan konsentrasi kerja, yang pada gilirannya dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi stres. Lingkungan kerja yang optimal tidak hanya memperbaiki kinerja fisik pekerja, tetapi juga membantu mengurangi kelelahan mental dan memberikan dampak positif pada kesehatan jangka panjang.

## **F. Rangkuman**

1. Ergonomi adalah ilmu yang mengintegrasikan berbagai disiplin untuk menciptakan keseimbangan antara manusia dan lingkungan kerjanya, sehingga meningkatkan efisiensi, keselamatan, dan kenyamanan. Intinya, ergonomi mempelajari bagaimana interaksi antara pekerja dengan peralatan, pengaturan ruang, dan metode kerja dapat dioptimalkan dengan menyesuaikan desain berdasarkan ukuran tubuh, analisis gerakan, respons fisiologis, serta faktor psikologis manusia.
2. Seiring dengan perkembangan zaman, perhatian terhadap ergonomi mulai meningkat secara signifikan pasca-Perang Dunia II, terutama dengan berdirinya organisasi yang menggalang penelitian interdisipliner. Perkembangan teknologi informasi dan otomatisasi menuntut adanya pendekatan ergonomis yang selalu diperbarui, agar sistem kerja tidak hanya efisien, tetapi juga dapat mendukung kesejahteraan jangka panjang para pekerja.
3. Faktor manusia merupakan pusat dari penerapan ergonomi, di mana setiap individu memiliki karakteristik unik yang perlu dipertimbangkan dalam desain sistem kerja. Dengan menyesuaikan tugas, mengurangi beban kerja melalui otomasi dan rotasi tugas, menyediakan variasi aktivitas, serta mengoptimalkan kondisi lingkungan seperti pencahayaan, suhu, dan kebisingan, diharapkan tercipta sistem kerja yang aman, produktif, dan berkelanjutan.

## **G. Soal Latihan**

1. Ergonomi didefinisikan sebagai:
  - A. Ilmu yang mempelajari hubungan manusia dengan mesin secara eksklusif
  - B. Ilmu yang mempelajari kesesuaian antara pekerjaan, alat, dan lingkungan kerja dengan manusia
  - C. Ilmu yang hanya mempelajari desain produk konsumen
  - D. Ilmu tentang peningkatan teknologi otomatisasi
2. Asal usul kata "ergonomi" berasal dari bahasa:
  - A. Latin
  - B. Yunani
  - C. Arab

- D. Jerman
- 3. Perkembangan ergonomi mulai mendapatkan perhatian serius pasca:
  - A. Perang Dunia I
  - B. Perang Dunia II
  - C. Revolusi Industri
  - D. Era Digital
- 4. Tonggak penting dalam sejarah ergonomi adalah pembentukan:
  - A. International Ergonomics Association
  - B. Ergonomics Research Society
  - C. National Institute of Industrial Psychology
  - D. Society for Human Factors
- 5. Studi tentang ukuran, bentuk, dan proporsi tubuh manusia dikenal dengan istilah:
  - A. Biomekanika
  - B. Fisiologi kerja
  - C. Antropometri
  - D. Psikologi kerja
- 6. Ilmu yang mempelajari cara kerja sistem muskuloskeletal dan respons terhadap gaya eksternal adalah:
  - A. Ergonomi
  - B. Biomekanika
  - C. Fisiologi kerja
  - D. Psikologi kerja
- 7. Fisiologi kerja berfokus pada:
  - A. Pengukuran dimensi tubuh
  - B. Analisis gerakan dan gaya
  - C. Respons tubuh terhadap beban kerja dan kelelahan
  - D. Perancangan antarmuka pengguna
- 8. Dalam perancangan aktivitas kerja, variasi tugas diperlukan untuk:
  - A. Meningkatkan repetisi kerja
  - B. Mengurangi kebosanan dan kelelahan
  - C. Menambah jumlah shift kerja
  - D. Meningkatkan beban kerja secara terus-menerus
- 9. Optimalisasi kondisi lingkungan kerja mencakup pengaturan:
  - A. Hanya pencahayaan
  - B. Pencahayaan, suhu, kelembaban, dan kebisingan
  - C. Hanya suhu dan kelembaban



- D. Hanya kebisingan dan pencahayaan
- 10. Partisipasi pekerja dalam proses perancangan sistem kerja penting karena:
  - A. Membantu mengurangi biaya produksi
  - B. Menjamin solusi yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan kendala pekerja
  - C. Mempercepat proses otomasi
  - D. Meningkatkan jumlah alat yang digunakan



## BAB II

# ANTROPOMETRI

### **Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

Mampu memahami terkait dengan pengertian antropometri, memahami variasi ukuran tubuh manusia, memahami faktor-faktor yang mempengaruhi antropometri, memahami metode antropometri, memahami teknik pengolahan data, serta memahami penggunaan antropometri untuk perancangan. Sehingga pembaca dapat mengaplikasikan data antropometri secara tepat dalam proses desain guna menciptakan lingkungan dan fasilitas kerja yang aman, nyaman, serta efisien bagi berbagai kelompok pengguna.

### **Materi Pembelajaran**

- Pengertian Antropometri
- Variasi Ukuran Tubuh Manusia
- Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Antropometri
- Metode Antropometri
- Teknik Pengolahan Data
- Penggunaan Antropometri untuk Perancangan
- Rangkuman
- Soal Latihan

### **A. Pengertian Antropometri**

Antropometri berasal dari bahasa Yunani yaitu “anthropos” yang berarti “manusia” dan “metron” yang berarti “ukuran”. Antropometri merupakan satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia ukuran, bentuk, dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain (Stevenson dan Nurmianto, 1991). Antropometri juga merupakan ilmu yang mempelajari pengukuran dimensi dan proporsi tubuh manusia serta komposisi tubuh.

### **B. Variasi Ukuran Tubuh Manusia**

Beberapa produk yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari memiliki ukuran yang dapat memberikan rasa tidak nyaman saat digunakan

oleh pengguna. Misalnya, meja belajar terlalu rendah yang menyebabkan seseorang menulis dengan posisi tubuh membungkuk, keadaan pada saat seseorang memegang jendela yang terlalu tinggi dengan posisi kaki menjinjit untuk menggapainya, seorang pekerja yang mengalami kesulitan untuk mendapatkan pakaian kerja atau sepatu keselamatan (*safety shoes*) yang cocok karena postur tubuh yang kecil. Ketidaknyamanan seorang pekerja dalam menggunakan produk dapat ditemukan juga pada saat menggunakan atau memegang alat kerja, mesin kerja, atau produk.

Prinsip dasar ergonomi dalam perancangan adalah *human centered design*, di mana *human centered design* ini merupakan suatu rancangan yang harus memperhatikan faktor manusia sebagai pengguna yang memiliki berbagai keterbatasan secara individu juga memiliki variasi antar individu. Aspek dimensi fisik merupakan salah satu hal mendasar yang harus dipertimbangkan dalam perancangan produk yang ergonomis. Manusia memiliki dimensi fisik yang bermacam-macam. Misalnya, dalam satu ruang kelas atau lingkungan kerja memiliki ukuran tinggi badan, berat badan, dan panjang anggota tubuh yang berbeda-beda, bisa saja terdapat dua orang yang memiliki tinggi yang sama, namun panjang kaki dan panjang tangannya berbeda. Terdapat beragam tipe postur manusia, yaitu postur tinggi-kurus, tinggi-gemuk, pendek-kurus, serta pendek-gemuk. Variasi fisik ini semakin terlihat karena adanya perbedaan usia, ras, dan etnis. Berdasarkan variasi fisik yang ada, penggunaan antropometri bertujuan untuk mendapatkan rancangan peralatan, produk, atau tempat kerja yang ergonomis dengan memperhatikan dimensi tubuh pengguna.

### C. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Antropometri

Antropometri merupakan suatu cabang ilmu ergonomi, di mana dalam pengaplikasiannya berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia yang digunakan untuk merancang fasilitas yang ergonomis. Dalam pengaplikasian antropometri, terdapat keanekaragaman dimensi tubuh manusia yang dapat digunakan, dimana keanekaragaman ini dipengaruhi oleh beragam faktor. Berikut merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi keanekaragaman dimensi tubuh manusia.

#### 1. Usia

Tinggi tubuh manusia terus bertambah dari lahir hingga usia 20 sampai 25 tahun. Tingkat pertumbuhan tinggi badan perempuan memiliki usia

yang lebih dini daripada laki-laki sehingga dalam hal usia dapat berpengaruh terhadap tinggi badan di setiap tahunnya antara laki-laki dan perempuan. Dimensi tubuh yang lain, seperti berat badan dan lingkar perut, memiliki kemungkinan akan terus bertambah hingga mencapai usia sekitar 60 tahun. Pada tahap usia lanjut, kemungkinan tubuh akan terjadi perubahan bentuk tulang, seperti bungkuk pada tulang punggung.

## 2. Jenis Kelamin

Jenis kelamin menunjukkan adanya perbedaan antropometri antara laki-laki dan perempuan. Tingkat pertumbuhan maksimum perempuan terjadi pada usia sekitar 10 sampai 12 tahun. Pada usia ini, perempuan jauh lebih tinggi dan lebih berat dibandingkan dengan laki-laki seusianya. Laki-laki memiliki tingkat pertumbuhan maksimum pada usia sekitar 13 sampai 15 tahun. Pada usia ini, laki-laki memiliki tinggi dan berat lebih besar dibandingkan dengan wanita. Pada usia dewasa, umumnya laki-laki lebih tinggi daripada perempuan dengan perbedaan sekitar 10%.

## 3. Suku Bangsa

Setiap suku memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Rata-rata, ukuran tubuh orang Eropa lebih tinggi dibandingkan dengan orang Asia. Selain itu, postur tubuh orang Asia juga berbeda dengan orang Amerika dan Eropa, di mana proporsi kakinya cenderung lebih pendek, sementara proporsi punggungnya lebih panjang dibandingkan dengan orang Amerika dan Eropa.

## 4. Nutrisi dan Kondisi Lingkungan

Pada dasarnya, pertumbuhan manusia dipengaruhi oleh tingkat nutrisi yang diperoleh tubuh. Beberapa studi menunjukkan bahwa tinggi rata-rata manusia meningkat dari satu generasi ke generasi berikutnya. Kemungkinan besar, hal ini disebabkan oleh peningkatan kemakmuran dan asupan gizi yang lebih baik dibandingkan dengan generasi sebelumnya.

## 5. Postur Tubuh

Faktor ini menunjukkan bahwa kebiasaan sikap adalah salah satu dari beberapa faktor yang mempengaruhi perubahan ukuran dimensi tubuh. Efek dari kebiasaan sikap seseorang akan berpengaruh pada dimensi tubuhnya setelah jangka waktu tertentu.

## 6. Jenis Pekerjaan

Tingkat pekerjaan yang dilakukan oleh manusia dapat mempengaruhi ukuran dan dimensi tubuh manusia. Orang-orang yang bekerja sebagai

pekerja konstruksi umumnya akan memiliki dimensi tubuh yang berbeda dengan orang-orang yang bekerja di kantor. Hal ini, dikarenakan pekerja konstruksi melakukan kerja fisik berat dibandingkan dengan pekerja kantoran, sehingga lama kelamaan hal tersebut akan berpengaruh pada dimensi tubuh itu sendiri.

#### D. Metode Antropometri

Metode pengukuran antropometri pada dasarnya dibagi menjadi dua jenis, yaitu pengukuran yang bersifat statis (*structural body dimension*) dan dinamis (*functional body dimension*). Pengukuran statis dilakukan saat subjek diukur dalam keadaan diam atau biasa disebut juga sebagai pengukuran dimensi struktural. Pengukuran dinamis merupakan pengukuran dimensi tubuh dimana objek saat diukur dalam keadaan dinamis atau biasa disebut juga sebagai pengukuran dimensi fungsional. Berikut merupakan penjabaran dari kedua metode antropometri.

##### 1. Pengukuran Dimensi Statis (*Structural Body Dimension*)

Pengukuran dimensi statis umumnya lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan pengukuran dimensi dinamis. Hal tersebut dikarenakan pada pengukuran ini mencakup pengukuran seluruh bagian tubuh saat keadaan diam atau posisi standar, baik dalam keadaan berdiri maupun duduk. Dimensi ini dapat digunakan untuk merancang seperti alat-alat perlengkapan kerja industri, perancangan peralatan rumah tangga, perancangan tempat duduk, dan lain-lain. Berikut merupakan dimensi tubuh yang sering digunakan untuk proses perancangan.

###### a. Tinggi Badan (TB)

Dimensi tinggi badan diukur saat badan dalam posisi tegak dari lantai sampai kepala bagian atas secara vertikal. Dimensi ini digunakan untuk merancang sebuah fasilitas atau peralatan secara vertikal dengan posisi berdiri, seperti merancang tinggi pintu kereta, tinggi pintu bus, tinggi kabin pesawat, dan lain-lain. Konsep rancangan yang menggunakan dimensi ini menggunakan persentil atas agar subjek yang memiliki tinggi badan kelas bawah dan atas dapat menggunakan alat dan fasilitas dengan nyaman tanpa adanya gangguan kepala.

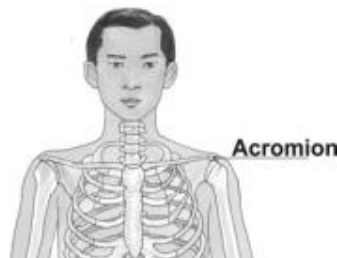
###### b. Tinggi Mata Berdiri (TMB)

Dimensi tinggi mata berdiri diukur dari lantai sampai mata subjek secara vertikal dalam keadaan badan dengan kepala tegak. Dimensi

ini digunakan untuk merancang peralatan atau fasilitas yang memerlukan pandangan mata lurus kedepan dalam keadaan berdiri, seperti merancang monitor, tinggi jendela, dan lain-lain. Konsep rancangan yang menggunakan dimensi ini menggunakan persentil bawah agar subjek yang memiliki tinggi mata berdiri kelas bawah dapat melihat peralatan tersebut dengan nyaman

c. Tinggi Bahu Berdiri (TBB)

Dimensi tinggi bahu berdiri diukur dari lantai sampai bahu subjek secara vertikal dalam keadaan berdiri. Acuan pengukuran bahu ini adalah akromion atau tulang bahu bagian atas. Hal tersebut dikarenakan tulang akromion memungkinkan untuk melakukan gerakan rotasi ke atas dan ke bawah. Konsep rancangan yang menggunakan dimensi ini menggunakan persentil bawah agar subjek yang memiliki tinggi bahu berdiri kelas bawah dapat menggunakan peralatan tanpa harus mengangkat lengan diatas bahu.



**Gambar 2.1** Tulang Akromion (*Acromion*)

d. Tinggi Siku Berdiri (TSB)

Dimensi tinggi siku berdiri diukur dari lantai sampai siku subjek secara vertikal dalam keadaan berdiri. Dimensi ini biasa digunakan untuk merancang ketinggian maksimum sebuah meja kerja dalam posisi berdiri. Konsep rancangan yang menggunakan dimensi ini menggunakan persentil bawah yang bertujuan agar subjek yang memiliki tinggi siku berdiri rendah dapat menggunakan meja tanpa harus mengangkat siku.

e. Tinggi Pinggul (TP)

Dimensi tinggi pinggul diukur dari lantai sampai pinggul subjek secara vertikal dalam keadaan berdiri. Acuan pengukuran pinggul ini adalah tulang trokanter besar (*greater trochanter*). Dimensi ini biasa digunakan untuk merancang ukuran kedalaman peralatan yang menggunakan tungkai, seperti kedalaman pedal gas dan rem pada kokpit mobil.



**Gambar 2.2** Tulang Trokanter Besar (*Greater Trochanter*)

f. Tinggi Buku Jari Berdiri (TBJB)

Dimensi tinggi buku jari berdiri diukur dari lantai sampai metakarpal subjek secara vertikal dalam keadaan berdiri. Acuan pengukuran jari ini adalah buku jari dari jari tengah. Dimensi tubuh ini dapat digunakan untuk merancang peralatan tangan atau alat bantu yang digunakan saat posisi berdiri seperti pegangan tangga.



**Gambar 2.3** Buku Jari

g. Tinggi Ujung Jari Berdiri (TUJB)

Dimensi tinggi ujung jari berdiri diukur dari lantai sampai ujung jari subjek secara vertikal dalam keadaan berdiri. Acuan pengukuran pada dimensi ini adalah ujung jari bagian tengah (*dactylion*). Dimensi ini dapat digunakan untuk merancang peralatan, seperti tombol atau kontrol, untuk menentukan ketinggian minimum supaya dapat dengan mudah menjangkau tombol atau kontrol dalam posisi berdiri.

h. Tinggi Duduk (TD)

Dimensi tinggi duduk diukur dari permukaan tempat duduk sampai kepala bagian atas secara vertikal dalam keadaan duduk. Dimensi ini biasa digunakan untuk merancang tinggi kabin pesawat dan tinggi

kabin kereta dalam keadaan duduk. Konsep perancangan pada dimensi ini menggunakan persentil atas agar subjek yang memiliki tinggi duduk kelas bawah dan kelas atas dapat menggunakan tempat duduk dengan nyaman agar tidak terganggu dengan kabin.

i. Tinggi Mata Duduk (TMD)

Dimensi tinggi mata duduk diukur dari permukaan tempat duduk sampai mata pandangan lurus secara vertikal dalam keadaan duduk. Dimensi ini biasa digunakan untuk merancang ketinggian monitor atau ketinggian display. Perancangan ini sangat penting supaya kepala tidak menengadahkan terlalu ke atas atau menunduk terlalu dalam saat menggunakan monitor.

j. Tinggi Siku Duduk (TSD)

Dimensi tinggi siku duduk diukur dari permukaan tempat duduk sampai bagian bawah siku secara vertikal dalam keadaan duduk. Dimensi ini biasa digunakan untuk merancang ketinggian sandaran lengan pada kursi. Selain itu, dimensi ini juga dapat digunakan untuk merancang meja kerja untuk operator yang bekerja dalam keadaan duduk.

k. Tinggi Bahu Duduk (TBD)

Dimensi tinggi bahu duduk diukur dari permukaan tempat duduk sampai bahu bagian atas. Titik pengukuran bahu bagian atas adalah akromion. Dimensi ini merupakan pusat gerakan rotasi ke atas dan ke bawah yang digunakan sebagai dasar untuk merancang ketinggian peralatan kerja agar bahu tidak terangkat.

l. Tinggi Popliteal (TPO)

Dimensi tinggi popliteal diukur dari lantai sampai popliteal (lutut bagian belakang) secara vertikal dalam posisi duduk. Dimensi ini biasa digunakan untuk menentukan ketinggian maksimum permukaan tempat duduk. Tinggi tempat duduk yang dirancang diupayakan agar orang yang mempunyai Tpo paling pendek dapat menggunakan kursi tersebut dengan nyaman.

m. Tinggi Lutut (TL)

Dimensi tinggi lutut diukur dari lantai sampai lutut bagian atas secara vertikal dalam posisi duduk. Dimensi TL ini digunakan sebagai dasar untuk merancang ketinggian permukaan meja kerja bagian bawah. Agar orang yang menggunakan meja kerja merasa nyaman, diperlukan kelonggaran yang cukup untuk ruang gerak kaki.



n. Panjang Paha (PP)

Dimensi panjang paha diukur dari lutut bagian luar sampai pantat secara horizontal dalam posisi duduk. Penggunaan dimensi ini salah satunya digunakan sebagai dasar untuk merancang jarak antar kursi, seperti kursi pada mobil. Jarak antar kursi tersebut perlu dilakukan penambahan dengan kelonggaran agar lutut tidak menyentuh kursi bagian depan.

o. Panjang Popliteal-Pantat (PPP)

Dimensi popliteal-pantat diukur dari lutut bagian dalam sampai pantat secara horizontal dalam posisi duduk. Dimensi ini digunakan untuk merancang panjang alas kursi. Panjang alas kursi tidak boleh terlalu panjang atau terlalu pendek karena tidak nyaman untuk digunakan.

p. Lebar Bahu (LB)

Pengukuran lebar bahu terdiri dari dua jenis pengukuran, yaitu pengukuran deltoid dan akromial. Lebar bahu berdasarkan pengukuran deltoid adalah jarak antara otot deltoid bagian luar kanan dan kiri yang diukur secara horizontal. Sedangkan lebar bahu berdasarkan pengukuran akromial adalah jarak antara tulang akromial kanan dan kiri yang diukur secara horizontal. Dalam perancangan, yang sering digunakan adalah lebar bahu berdasarkan pengukuran deltoid yang merupakan lebar bahu maksimal karena diukur sisi paling luar dari otot deltoid. Dimensi ini digunakan untuk merancang lebar pintu atau gang dan diharapkan orang yang bahunya paling lebar dapat menggunakan fasilitas tersebut.

q. Lebar Pinggul (LP)

Dimensi lebar pinggul diukur secara horizontal dari pinggul sisi kanan dan kiri dalam posisi duduk. Kegunaan pengukuran dimensi ini salah satunya adalah untuk menentukan lebar kursi, dimana orang yang paling besar pinggulnya dalam populasi pengguna dapat menggunakan kursi tersebut.

r. Jangkauan Vertikal Duduk (JVD)

Dimensi jangkauan vertikal duduk diukur dari alas duduk sampai ujung jari secara vertikal dalam posisi duduk. Dimensi ini digunakan untuk merancang tinggi alat atau kontrol agar mudah dijangkau terutama subjek dengan jangkauan terpendek pada posisi duduk. Implementasi ini bisa kita lihat pada stasiun perakitan alat-alat elektronik, dimana obeng digantung diatas kepala operator. Tinggi

obeng tentunya harus mudah dijangkau oleh operator. Jvd juga digunakan untuk merancang pegangan yang digunakan dengan menggenggam. Dalam hal ini, pengukuran tidak pada ujung jari melainkan pada pusat genggam tangan.

s. Jangkauan Vertikal Berdiri (JVB)

Dimensi jangkauan vertikal berdiri diukur dari lantai sampai ujung jari secara vertikal dalam posisi berdiri. Dimensi ini digunakan untuk merancang tinggi kontrol agar mudah dijangkau dalam posisi berdiri, terutama subjek dengan jangkauan terpendek. Jvb sering digunakan untuk merancang tinggi tombol atau peralatan yang digunakan pegangan tangan. Dalam hal ini, pengukuran dilakukan pada pusat genggam tangan.

t. Jangkauan Horizontal Duduk (JHD) dan Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB)

Dimensi jangkauan horizontal duduk dan jangkauan horizontal berdiri diukur dari tulang akromial sampai ujung jari secara horizontal dalam posisi duduk maupun dalam posisi berdiri. Dimensi ini digunakan untuk merancang jarak fasilitas atau alat agar mudah dijangkau dengan harapan bahwa operator dapat mengoperasikan peralatan dengan nyaman tanpa harus membungkuk atau memiringkan badan.

u. Pengukuran Dimensi Dinamis (*Functional Body Dimension*)

Dimensi dinamis atau fungsional merupakan dimensi tubuh yang diukur dalam kondisi kerja atau adanya pergerakan yang dibutuhkan dalam suatu pekerjaan. Pengukuran antropometri dimensi dinamis atau fungsional cukup sulit karena harus mempertimbangkan gerakan tubuh. Pada dasarnya, pengukuran dimensi dinamis dilakukan terus menerus dalam keadaan bergerak. Secara nyata, tubuh manusia sebenarnya tidak pernah dalam kondisi diam atau statis. Meskipun seseorang melakukan kerja dalam kondisi diam, namun tubuh manusia pada saat tertentu akan meregang dan disaat yang lain akan melakukan relaksasi. Oleh karena itu, dalam penerapan data antropometri untuk perancangan yang dibutuhkan tidak hanya data dimensi statis atau struktural saja, melainkan harus mempertimbangkan aspek dinamis dari pergerakan tubuh manusia. Meskipun tidak ada metode yang standar untuk mengubah data statis menjadi dinamis, dibuat sebuah perkiraan sebagai berikut.

- 1) Tinggi (badan, mata, bahu, pinggul) dapat dikurangi sampai 3 persen.
  - 2) Tinggi siku bisa tidak berubah atau ditingkatkan sampai dengan 5 persen jika siku perlu dinaikan untuk kerja.
  - 3) Jarak jangkauan ke depan ataupun ke samping dapat diturunkan sampai 30 persen jika diinginkan kemudahan dalam menjangkau dan dapat dinaikan sampai 20 persen jika diperlukan gerakan bahu dan punggung.
2. Pengukuran Dimensi Dinamis (*functional body dimension*)
- Data antropometri yang digunakan dalam perancangan alat kerja maupun fasilitas kerja tidak bisa digunakan secara terus-menerus. Hal ini sudah terbukti bahwa dimensi tubuh manusia dari tahun ke tahun mengalami perubahan. Oleh karena itu, penggunaan data antropometri perlu dievaluasi secara terus-menerus. Perubahan dimensi tubuh manusia dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti peningkatan kemakmuran, kesejahteraan, dan tingkat gizi masyarakat. Dalam konsep perancangan alat kerja, fasilitas kerja perlu dipertimbangkan secara komprehensif. Dengan demikian, data antropometri bukanlah satu-satunya sumber informasi atau alat bantu yang sangat akurat dan dijamin ketepatannya bagi para perancang khususnya dalam perancangan yang sifatnya dinamis. Oleh karena itu, meskipun data antropometri dijadikan sebagai sumber ukuran dari sebuah perancangan, data ini tetap merupakan salah satu sumber informasi dari berbagai sumber yang ada. Berikut merupakan pengukuran dimensi dinamis atau fungsional yang sering dilakukan.
- a. Panjang Badan Tengkurap (PBT)  
Pengukuran panjang badan tengkurap dilakukan dengan cara badan tengkurap, posisi tangan terlentang ke depan, dan posisi kaki lurus. Panjang badan tengkurap diukur dari tangan (ujung jari tengah atau kepalan tangan) sampai dengan ujung jari kaki secara horizontal.
  - b. Tinggi Badan Tengkurap (TBT)  
Pengukuran tinggi badan tengkurap dilakukan dengan cara yang sama seperti Pbt, namun posisi kepala terangkat ke atas maksimal. Tinggi badan tengkurap diukur dari lantai sampai dengan bagian atas kepala secara vertikal.

- c. Tinggi Badan Jongkok (TBJ)  
Pengukuran tinggi badan jongkok dilakukan pada posisi jongkok dengan badan tegak. Kaki kanan atau kiri menumpu pada lantai sedangkan kaki lainnya bertumpu pada jari kaki. Tbj diukur dari lantai sampai kepala bagian atas secara vertikal.
- d. Panjang Badan Merangkak (PBM)  
Pengukuran panjang badan merangkak dilakukan dengan posisi badan merangkak yang ditopang oleh kedua tungkai bawah dan kedua tangan. Pbm diukur dari kepala bagian depan sampai ujung jari kaki.
- e. Tinggi Badan Merangkak (TBM)  
Tinggi badan merangkak dilakukan dengan cara yang sama seperti Pbm. Tbm diukur dari lantai sampai kepala bagian atas pada posisi merangkak.

## **E. Teknik Pengolahan Data**

Teknik pengolahan data pada pengukuran antropometri tubuh manusia dilakukan dengan menerapkan konsep persentil. Penerapan perancangan dalam sebuah data antropometri biasanya menggunakan nilai persentil. Persentil menunjukkan jumlah bagian per seratus orang dari suatu populasi yang memiliki ukuran tubuh tertentu (lebih kecil atau lebih besar). Persentil digunakan untuk menetapkan persentase ukuran antropometri pengguna sesuai dengan produk yang dirancang. Terdapat tiga nilai persentil yang digunakan dalam perancangan sebuah produk, yaitu persentil kecil, persentil besar, dan persentil tengah. Pemilihan persentil bergantung pada karakteristik dimensi pada sebuah perancangan produk. Pada persentil 5 (atau ditulis P5), digunakan sebagai nilai persentil kecil. Sedangkan persentil 95 (atau ditulis P95), digunakan sebagai nilai persentil besar dengan maksud untuk mengakomodasi 95% dari populasi. Berdasarkan data yang ada, terdapat sekitar 5% populasi antropometri yang sangat ekstrem. Pada sebuah data antropometri, sering diasumsikan berdistribusi normal, yang berarti persentil tengah (persentil 50) sama nilainya dengan rata-rata dari sebuah distribusi. Suatu persentil menggambarkan persentase atau ranking data yang terurut atau data ke-i dari suatu kelompok data yang sudah diurutkan dimulai dari yang terkecil hingga terbesar. Misalnya, apabila terdapat 100 data, maka persentil 8 adalah data ke-8 setelah data diurutkan dari kecil ke besar. Apabila terdapat 50 data, maka persentil 8 adalah nilai rata-rata dari ke-4 dan

ke-5 dari data terurut. Begitupun sebaliknya, apabila terdapat 200 data, maka persentil 8 adalah data ke-16 dari data terurutnya.

## **F. Penggunaan Antropometri untuk Perancangan**

Penggunaan antropometri untuk perancangan memiliki 3 pendekatan yang dapat digunakan, yaitu sebagai berikut.

1. Perancangan berdasarkan Individu Besar/ Kecil (Konsep Persentil Kecil/ Besar)

Sebagian orang yang memiliki tubuh besar atau kecil akan dijadikan sebagai pembatas besarnya populasi pengguna yang akan dilakukan saat perancangan. Konsep ini memakai acuan persentil besar  $P_{95}$  atau persentil kecil  $P_5$ . Dalam suatu rancangan, idealnya dapat mengakomodasi 100% populasi jika biaya tidak ada kendala, estetika, dan aspek teknis. Rancangan yang dapat mengakomodasi 100% pada pengguna, dibutuhkan jika faktor keselamatan yang menjadi pertimbangan. Contohnya adalah tinggi posisi alarm bahaya yang bisa mengacu pada tinggi bahu ketika berdiri dengan menggunakan  $P_1$  sehingga semua orang dapat menjangkau dengan mudah dan cepat.

2. Perancangan yang Dapat Disesuaikan

Perancangan yang dapat disesuaikan berfungsi untuk berbagai macam alat atau produk yang bisa disesuaikan dengan panjang, lebar, dan lingkaran yang sesuai dengan kebutuhan manusia. Kisaran persentil yang biasanya digunakan mulai dari perempuan dengan menggunakan persentil 5 ( $P_5$ ) dan laki-laki dengan menggunakan persentil 95 ( $P_{95}$ ). Tidak menutup kemungkinan terdapat kisaran persentil yang lebih besar untuk menampung persentase suatu populasi yang lebih besar. Pendekatan ini membutuhkan dukungan teknis serta biaya yang mahal karena merupakan suatu konsep yang ideal untuk digunakan. Contohnya adalah suatu produk yang biasanya menggunakan pendekatan ini, yaitu kursi atau meja yang dapat diatur ketinggiannya, kemiringannya, dan lain-lain.

3. Perancangan berdasarkan Individu Rata-rata

Perancangan berdasarkan individu rata-rata dilakukan jika kedua konsep yang sebelumnya, yaitu perancangan berdasarkan individu ekstrem dan perancangan yang dapat disesuaikan, tidak memungkinkan untuk dilaksanakan. Perlu diingat bahwa dalam konsep ini bukan didasarkan atas individu atau rata-rata manusia. Hal ini dikarenakan tidak ada

individu yang disebut laki-laki atau perempuan rata-rata sehingga semua ukuran tubuh manusia dapat dijadikan sebagai referensi dalam suatu perancangan. Contohnya adalah manusia yang memiliki tinggi tubuh rata-rata, namun ukuran tubuh manusia lainnya seperti panjang tangan, tinggi lutut, dan sebagainya tidak merupakan rata-rata dari populasi tersebut.

Data antropometri merupakan sumber utama informasi yang diperlukan dalam perancangan, baik dalam perancangan tempat kerja, suatu produk, dan objek lainnya. Berikut merupakan prosedur sistematis perancangan berdasarkan antropometri.

1. Menentukan populasi pengguna yang akan menggunakan objek rancangan tersebut.
2. Menentukan dimensi tubuh yang akan menggunakan objek rancangan.
3. Melihat basis data antropometri yang sudah tersedia serta melakukan evaluasi apakah data yang sudah didapatkan bisa langsung digunakan untuk melakukan perancangan.
4. Melakukan pengukuran secara langsung jika basis data tidak tersedia.
5. Menentukan persentase jumlah populasi yang akan diakomodasi.
6. Melakukan evaluasi hasil rancangan yang telah dilakukan.

## **G. Rangkuman**

Antropometri adalah studi pengukuran dimensi tubuh manusia yang memberikan pemahaman dasar dan kompetensi dalam berbagai bidang, terutama ergonomi. Materi melibatkan variasi ukuran tubuh, faktor yang mempengaruhi antropometri, metode pengukuran, teknik pengolahan data, dan penerapan untuk perancangan. Kompetensi melibatkan penerapan antropometri untuk desain produk dapat disesuaikan dengan kebutuhan individu dan adaptasi terhadap variasi ukuran tubuh.

## **H. Soal Latihan**

1. Apa yang dimaksud dengan antropometri?
  - A. Ilmu yang mempelajari tentang mekanisme sistem kerja tubuh manusia.
  - B. Ilmu yang mempelajari tentang hukum-hukum fisika dan mekanika teknik pada manusia.
  - C. Ilmu yang mempelajari tentang pengukuran dimensi tubuh manusia.

- D. Ilmu yang mempelajari tentang cara kerja otak dan penekanan khusus pada kognitif manusia.
- 2. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi antropometri, kecuali ...
  - A. Jenis pekerjaan.
  - B. Postur tubuh.
  - C. Suku bangsa.
  - D. Gaya hidup.
- 3. Berikut yang merupakan jenis-jenis pada model antropometri adalah ...
  - A. Statis dan dinamis.
  - B. Dinamis dan mekanik.
  - C. Statis dan konvensional.
  - D. Konvensional dan mekanik.
- 4. Apa saja pengukuran dimensi tubuh statis yang sering digunakan untuk proses perancangan?
  - A. Tinggi ujung jari berdiri, tinggi badan, tinggi pinggul.
  - B. Tinggi pinggul, tinggi leher berdiri, tinggi siku tetap.
  - C. Tinggi lengan atas, tinggi mata berdiri, tinggi punggung.
  - D. Tinggi duduk, tinggi bahu berdiri, tinggi paha.
- 5. Apa saja pengukuran dimensi tubuh dinamis yang sering digunakan untuk proses perancangan?
  - A. Panjang badan telentang dan tinggi badan berdiri.
  - B. Panjang badan merangkak dan tinggi badan duduk.
  - C. Tinggi badan jongkok dan panjang badan berdiri.
  - D. Tinggi badan tengkurap dan panjang badan merangkak.
- 6. Persentil berapakah yang digunakan untuk menentukan sebagian besar populasi?
  - A. Persentil 5 (P5).
  - B. Persentil 50 (P50).
  - C. Persentil 95 (P95).
  - D. Persentil 99 (P99).
- 7. Berikut yang bukan prosedur sistematis perancangan berdasarkan antropometri adalah ...
  - A. Menentukan dimensi tubuh yang akan menggunakan objek rancangan.
  - B. Melakukan evaluasi hasil rancangan yang telah dilakukan.
  - C. Melakukan pengukuran secara langsung jika basis data tidak tersedia.
  - D. Menentukan sampel pengguna yang akan menggunakan dan diamati.

8. Berikut yang merupakan salah satu metode standar untuk mengubah data statis menjadi dinamis adalah ...
  - A. Tinggi mata dapat dikurangi sampai 2 persen.
  - B. Tinggi pinggul dapat dikurangi sampai 3 persen.
  - C. Tinggi bahu dapat dikurangi sampai 4 persen.
  - D. Tinggi badan dapat dikurangi sampai 5 persen.
9. Pengukuran statis (*structural body dimension*) dilakukan ketika ...
  - A. Subjek dalam keadaan berjalan.
  - B. Subjek dalam keadaan berdiri.
  - C. Subjek dalam keadaan bergerak.
  - D. Subjek dalam keadaan diam.
10. Produk kursi yang dapat diatur ketinggiannya, kelebarannya, dan kemiringannya termasuk dalam jenis perancangan?
  - A. Perancangan berdasarkan individu besar/ kecil.
  - B. Perancangan yang dapat disesuaikan.
  - C. Perancangan berdasarkan individu rata-rata.
  - D. Perancangan yang dapat dikembangkan.







## **BAB III**

# **BIOMEKANIKA**

### **Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

Mampu memahami terkait dengan ruang lingkup biomekanika, memahami mekanisme penggerak tubuh, memahami mekanisme peredaran darah, memahami deformasi sistem penggerak tubuh, serta memahami deformasi sistem peredaran darah. Sehingga pembaca dapat mengaplikasikan prinsip biomekanika dalam perancangan sistem kerja yang efisien, aman, dan mampu meminimalkan risiko cedera maupun kelelahan fisik pada pekerja.

### **Materi Pembelajaran**

- Ruang Lingkup Biomekanika
- Mekanisme Penggerak Tubuh
- Mekanisme Peredaran Darah
- Deformasi Sistem Penggerak Tubuh
- Deformasi Sistem Peredaran Darah
- Rangkuman
- Soal Latihan

### **A. Ruang Lingkup Biomekanika**

Biomekanika didefinisikan sebagai studi tentang pergerakan makhluk hidup dengan menggunakan ilmu mekanika. Biomekanika adalah kombinasi antara keilmuan mekanika, antropometri dan dasar ilmu kedokteran (biologi dan fisiologi). Dalam dunia kerja yang menjadi perhatian adalah kekuatan kerja otot yang tergantung pada posisi anggota tubuh yang bekerja, arah gerakan kerja dan perbedaan kekuatan antar bagian tubuh. Selain itu juga kecepatan dan ketelitian serta daya tahan jaringan tubuh terhadap beban (Mas'idah, 2009). Mekanika merupakan cabang ilmu fisika yang membahas tentang gerakan serta bagaimana gaya dapat menyebabkan suatu gerakan. Pada makhluk hidup, gaya yang bekerja akan menghasilkan pergerakan yang berfungsi sebagai rangsangan positif bagi pertumbuhan dan perkembangan, atau justru memberikan tekanan berlebih yang berpotensi menyebabkan cedera.

Biomekanika menyediakan konsep serta model matematis yang membantu memahami pergerakan makhluk hidup dan memungkinkan para ahli kinesiologi untuk meningkatkan efisiensi gerakan atau membuatnya lebih aman. Dalam bidang studi gerakan manusia, pelatihan akademik dalam kinesiologi sangat bergantung pada pemahaman biomekanika. Kinesiologi sendiri mencakup seluruh aspek ilmu yang meneliti gerakan manusia, sedangkan biomekanika berfokus pada analisis gerakan serta faktor-faktor penyebabnya pada makhluk hidup. Melalui biomekanika, dapat diperoleh wawasan berharga mengenai pola gerakan, pemanfaatan alat, serta latihan yang paling efektif dan aman guna meningkatkan performa fisik manusia. Dalam praktiknya, para profesional di bidang kinesiologi kerap menghadapi tantangan terkait gerakan manusia dan biomekanika menjadi salah satu alat utama yang membantunya dalam menyelesaikan permasalahan tersebut.

Biomekanika berfungsi untuk meningkatkan performa dalam olahraga atau aktivitas dimana teknik merupakan faktor dominan daripada struktur fisik atau kapasitas fisiologis. Dalam olahraga biasanya pelatih menggunakan pengetahuannya tentang biomekanika untuk menganalisis kualitatif posisi atlet atau pemain dalam melakukan pelengkungan tubuh. Contoh pada saat melakukan pelengkungan di atas matras pelatih akan melihat apakah atlet sudah melakukan pelengkungan dengan benar atau belum karena pelatih tahu bahwa lengkungan yang baik akan mempengaruhi gaya yang diciptakan atlet terhadap matras dan mempengaruhi sudut lepas landas atlet.

Penelitian biomekanika dalam teknologi olahraga sering kali tidak sejalan dengan perkembangan alami yang terjadi di dunia olahraga. Keterlambatan ini terjadi karena proses penelitian ilmiah membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dilakukan dan dipublikasikan, serta adanya keterbatasan dana untuk penelitian di bidang ini. Pendanaan untuk penelitian biomekanika lebih banyak dialokasikan pada studi yang berfokus pada pencegahan dan penanganan cedera dibandingkan dengan peningkatan performa atlet. Meskipun teknik tetap menjadi aspek penting dalam gerakan manusia, dalam beberapa aktivitas, faktor psikologis, anatomi, dan fisiologis memiliki peran yang lebih signifikan dalam menentukan keberhasilan.

## **B. Mekanisme Penggerak Tubuh**

Pada biomekanika, mekanisme penggerak tubuh mengacu pada cara kerja sistem muskuloskeletal dalam menghasilkan gerakan. Gerakan ini

terjadi karena interaksi antara otot, tulang, sendi, dan sistem saraf yang bekerja secara bersamaan. Berikut adalah komponen yang mendukung dalam mekanisme penggerak tubuh pada biomekanika.

#### 1. Sistem Rangka (*Skeletal System*)

Skeletal disebut juga sistem rangka, yang tersusun atas tulang-tulang. Tubuh kita memiliki 260 tulang yang membentuk rangka. Bagian terpenting adalah tulang belakang. Sistem rangka memiliki beberapa fungsi diantaranya memproteksi organ-organ internal dari trauma mekanis, membentuk kerangka yang berfungsi untuk menyangga tubuh dan otot-otot yang, tempat melekatnya tulang, melindungi sumsum tulang merah yang merupakan salah satu jaringan pembentuk darah, tempat penyimpanan mineral seperti kalsium dari dalam darah dan *hemopoiesis* (proses pembentukan sel darah di dalam tubuh).

Tulang merupakan jaringan keras yang berfungsi dalam memberi bentuk dan sebagai penopang tubuh manusia, serta berperan penting dalam proses homeostasis mineral. Tulang-tulang yang ada di dalam tubuh manusia merupakan jaringan ikat, seperti jaringan ikat yang lain, tulang terdiri dari sel-sel, serabut-serabut, dan matriks. Kerangka atau tulang-tulang manusia terbagi menjadi 2 yaitu berdasarkan penyusunnya dan berdasarkan bentuknya. Berdasarkan penyusunnya terdapat 2 macam tulang, yaitu:

##### a. Tulang Kompak

Tulang kompak adalah lapisan kedua dari tulang yang memiliki permukaan halus serta struktur yang sangat kuat. Tulang ini memiliki sedikit rongga dan mengandung lebih banyak mineral seperti kalsium fosfat dan kalsium karbonat, sehingga memiliki kepadatan tinggi. Sekitar 80% dari total tulang dalam tubuh manusia terdiri dari tulang kompak. Adapun tulang yang termasuk tulang kompak antara lain tulang lengan atas, tulang hasta, tulang pengumpil, tulang telapak tangan, tulang ruas jari tangan, tulang selangka, tulang paha, tulang kering, tulang betis, tulang telapak kaki, dan tulang ruas jari kaki. Ciri-ciri dari tulang kompak adalah:

- 1) Tersusun dari matriks yang padat dan rapat dan mengandung zat kapur dan *fosfor*.
- 2) Terdiri atas banyak unit struktur berbentuk silinder (*osteon* atau sistem *Havers*).

- 3) Memiliki pelapis selaput bernama periosteum yang memberi nutrisi pada tulang agar tulang menjadi sangat keras dan kuat sehingga dapat menahan beban.
- b. Tulang Spongiosa
- Tulang spons tersusun atas jaringan tulang tipis yang dipisahkan oleh sekat-sekat di antara bagiannya. Matriks pada tulang ini membentuk rongga dan terdiri dari anyaman *trabeculae* yang pipih serta mengandung serat kolagen. Adapun yang termasuk ke dalam jenis tulang spons yaitu tulang pipih seperti tulang-tulang penyusun tengkorak dan wajah, tulang dada, tulang rusuk, dan tulang belikat dan tulang pendek seperti tulang pergelangan tangan dan pergelangan kaki. Ciri-ciri dari tulang spongiosa adalah:
- 1) Tulang tidak tersusun konsentris.
  - 2) Tulang banyak mengandung rongga yang berisi sumsum merah yang memproduksi sel-sel darah sebagai organ hematopoietik.
  - 3) Tulang tersusun atas "honeycomb" *network* yang disebut trabekula.

Tulang-tulang dalam tubuh manusia tersusun membentuk suatu struktur yang dikenal sebagai rangka. Rangka berperan dalam melindungi organ-organ vital, menjaga bentuk serta postur tubuh, dan menopang keseluruhan tubuh. Berdasarkan bentuknya tulang dibedakan menjadi 4 yaitu:

- a. Tulang Panjang
- Tulang panjang berbentuk lurus dan tipis. Tulang yang tergolong tulang panjang yakni humerus (tulang lengan atas), femur (tulang paha), radius (tulang pengumpil), ulna (tulang hasta), dan tulang kering.
- b. Tulang Pendek
- Tulang pendek memiliki struktur menyerupai kubus dengan dimensi panjang, lebar, dan tinggi yang hampir sama. Tulang ini dapat ditemukan di pergelangan tangan serta pergelangan kaki. Fungsinya adalah memberikan kekuatan pada area tubuh yang memiliki keterbatasan dalam pergerakan. Contoh tulang pendek yaitu: patella (tulang lutut), dan tulang-tulang kaki dan tangan.
- c. Tulang Pipih
- Tulang pipih memiliki bentuk datar dan sedikit melengkung. Tulang ini dapat ditemukan di bagian kepala, dada, dan pinggul. Fungsinya

adalah melindungi organ-organ vital serta menyediakan area yang luas untuk perlekatan otot. Contoh tulang pipih yaitu tulang tengkorak, tulang rusuk, tulang rahang bawah, tulang belikat, dan tulang dada (sternum).

d. Tulang Tidak Beraturan

Tulang tidak beraturan memiliki struktur yang unik dan bentuk yang tidak simetris. Tulang ini dapat ditemukan pada bagian wajah serta ruas-ruas tulang belakang. Fungsinya antara lain membentuk struktur wajah, mendukung postur tubuh, dan melindungi sumsum tulang belakang. Contoh tulang tidak beraturan yaitu : vertebra, tulang muka dan pelvis.

2. Sistem Otot (*Muscular System*)

Otot merupakan suatu organ/alat yang dapat bergerak ini adalah suatu penting bagi organisme. Gerak sel terjadi karena sitoplasma merubah bentuk. Pada sel-sel sitoplasma ini merupakan benang-benang halus yang panjang disebut miofibril. Kalau sel otot yang mendapatkan rangsangan maka miofibril akan memendek, dengan kata lain sel otot akan memendekkan dirinya kearah tertentu. Sistem otot memiliki beberapa fungsi, diantaranya: melakukan gerakan tubuh, menjaga keseimbangan tubuh, mengatur postur tubuh, membantu proses melahirkan, menggerakkan sistem pencernaan dan pembuangan dan membantu otot untuk pernafasan dan penglihatan.

Otot terdapat pada organ dalam tubuh yang berperan sama pentingnya dengan otot-otot anggota tubuh. Secara garis besar, terdapat tiga jenis otot pada sistem otot tubuh manusia yaitu:

a. Otot Polos

Otot polos tersusun dari sel-sel otot polos yang berbentuk seperti gelendong, dengan bagian tengah yang lebih besar dan ujung yang meruncing. Serat otot polos sejajar dengan panjang sel dan mengandung miofibril. Serat miofilamen dalam otot polos tersusun dari protein otot, yaitu aktin dan miosin. Otot polos bekerja secara teratur, tidak mudah lelah, dan tetap berfungsi meskipun tubuh dalam keadaan tidur. Otot ini ditemukan pada dinding organ dalam tubuh, seperti dinding usus, pembuluh darah, pembuluh limfe, saluran pencernaan, trakea, tenggorokan, muskulus siliaris mata, otot polos di kulit, serta saluran kelamin dan ekskresi. Mekanisme kerja otot polos dikendalikan oleh otak sesuai dengan kebutuhan tubuh. Misalnya,

dalam sistem pencernaan, otot polos membantu pergerakan makanan, sementara di kandung kemih, otot polos berfungsi menahan dan melepaskan urine.

b. Otot Jantung

Jantung merupakan otot yang bersifat unik. Secara bentuk, otot ini menyerupai otot lurik, tetapi memiliki perbedaan pada serabutnya yang bercabang dan saling tersambung. Otot jantung memiliki warna merah khas dan bekerja di luar kendali sadar. Kontraksinya tidak dikendalikan oleh saraf, melainkan hanya dipercepat atau diperlambat oleh saraf, sehingga disebut sebagai otot tak sadar. Otot ini hanya ditemukan di jantung dan memiliki kemampuan khusus untuk berkontraksi secara otomatis tanpa bergantung pada rangsangan saraf. Mekanisme kerja otot jantung disebut miogenik, dimana otot berkontraksi untuk memompa darah keluar dari jantung ke seluruh tubuh, kemudian rileks kembali untuk memungkinkan darah masuk kembali ke jantung. Sifat otot jantung adalah otonom, artinya bekerja secara mandiri tanpa perlu dikendalikan oleh manusia.

c. Otot Rangka

Otot rangka adalah jenis otot yang paling mudah dirasakan oleh manusia. Otot ini bekerja sesuai dengan keinginan dan tujuan manusia secara sadar. Bersama dengan tulang dan tendon, otot memungkinkan gerakan yang dilakukan manusia. Ukuran otot rangka bervariasi. Beberapa otot besar dan kuat, sehingga mampu melakukan gerakan besar, seperti otot di punggung (di dekat tulang belakang) yang membantu manusia untuk berdiri tegak. Sementara itu, ada juga otot yang lebih kecil, tetapi mampu melakukan gerakan yang unik, seperti otot leher yang memungkinkan pergerakan kepala, menopang kepala, dan melakukan gerakan mengangguk.

### **C. Mekanisme Peredaran Darah**

Peredaran darah manusia merupakan sistem transportasi yang bertanggung jawab untuk mengedarkan oksigen, nutrisi, hormon, dan zat-zat lainnya ke seluruh tubuh, serta mengangkut karbon dioksida dan zat sisa untuk dibuang. Jantung dan pembuluh darah merupakan bagian dari sistem kardiovaskular. Sistem peredaran darah pada manusia merupakan sistem

peredaran darah tertutup. Darah terus menerus dipompa dari jantung dan mengalir di dalam rangkaian pembuluh darah arteri.

Mekanisme peredaran darah manusia dibagi menjadi dua jenis, yaitu peredaran darah kecil dan peredaran darah besar. Karena dua sistem peredaran darah ini, sistem peredaran darah pada manusia disebut sistem peredaran darah ganda. Peredaran darah manusia disebut dengan peredaran darah tertutup karena mekanisme peredaran darah selalu melalui pembuluh darah. Berikut merupakan sistem peredaran darah kecil dan sistem peredaran darah besar.

#### 1. Sistem Peredaran Darah Kecil (Sirkulasi Paru-Paru)

Peredaran darah kecil disebut juga peredaran darah paru-paru. Peredaran ini dimulai dari darah yang penuh dengan karbon dioksida dan sisa-sisa metabolisme yang berada di dalam bilik kanan jantung terpompa keluar (saat jantung berkontraksi), menuju ke arteri pulmonalis. Arteri pulmonalis bercabang dua, satu paru-paru kiri dan satu paru-paru kanan. Sesampainya di paru-paru, karbondioksida dilepaskan dari tubuh kemudian darah mengikat oksigen. Dari paru-paru, darah yang kaya oksigen mengalir ke dalam vena pulmonalis kiri dan kanan. Vena pulmonalis kiri dan kanan kemudian bersatu menjadi vena pulmonalis. Setelah melewati vena pulmonalis, darah yang penuh dengan oksigen masuk ke serambi kiri jantung.

#### 2. Sistem Peredaran Darah Besar (Sirkulasi Sistemik)

Pada peredaran darah besar, darah harus mencapai berbagai organ dan bagian tubuh atas maupun bawah. Oleh karena itu, peredaran darah besar disebut pula peredaran darah tubuh karena darah mengalir dari jantung ke seluruh tubuh dan kembali lagi ke jantung. Darah bersih di dalam bilik kiri jantung dipompa masuk ke dalam aorta. Aorta bercabang menuju ke bagian atas tubuh (kepala dan tangan) dan menuju ke bagian bawah tubuh. Aorta yang menuju ke bagian bawah tubuh ada yang menuju ke hati, usus, lambung, ginjal, anggota tubuh, dan ke jaringan tubuh bagian bawah. Dari organ-organ tersebut, darah akan kembali ke jantung melalui vena kava superior dan vena kava inferior. Kemudian masuk ke serambi kiri jantung.

Pembuluh darah yang mengeluarkan darah dari jantung disebut arteri dan pembuluh darah yang memasukkan darah ke jantung disebut vena. Pembuluh arteri membawa darah yang kaya oksigen kecuali arteri pulmonalis yang membawa darah anoksi ke paru-paru. Pembuluh vena membawa darah



anoksi (miskin oksigen) kecuali vena pulmonalis yang membawa darah anoksi dari paru-paru ke jantung. Mekanisme peredaran darah memproses oksigen dan nutrisi untuk dikirim ke seluruh tubuh dan dikembalikan ke jantung. Jantung memompa darah melalui sistem tertutup pembuluh darah. Arteri membawa darah dari jantung ke kapiler dalam jaringan tubuh. Vena membawa darah dari kapiler dalam jaringan tubuh kembali ke jantung.

#### D. Deformasi Sistem Penggerak Tubuh

Deformasi sistem penggerak tubuh adalah perubahan bentuk atau kelainan yang terjadi pada sistem gerak yang terdiri dari otot dan tulang. Sistem penggerak bekerja sama untuk menghasilkan gerakan tubuh. Deformasi dapat menyebabkan masalah gerakan seperti kesulitan bergerak, gerakan yang melemah, atau gerakan yang tidak terkontrol. Kelainan pada sistem gerak terjadi ketika ada kerusakan atau kelainan pada organ-organ di dalamnya. Kelainan pada sistem gerak bisa dipicu oleh berbagai faktor diantaranya genetik, infeksi, *stroke*, cedera atau kecelakaan, kelainan atau kerusakan saraf pada saraf tulang belakang dan saraf tepi, gangguan metabolisme, efek samping obat-obatan tertentu dan keracunan. Berikut ini merupakan deformasi atau kelainan pada sistem penggerak tubuh.

##### 1. Deformasi atau Kelainan Pada Rangka

Kelainan pada sistem rangka dapat terjadi karena adanya gangguan secara fisik, fisiologis, gangguan tulang belakang, dan persendian. Terdapat beberapa gangguan dan kelainan yang terjadi pada sistem rangka, antara lain:

###### a. Skoliosis

Skoliosis merupakan kelainan yang terjadi pada tulang belakang atau punggung manusia. Seorang penderita skoliosis akan memiliki bentuk punggung yang tidak normal dimana susunan tulang belakang tidak lurus, sehingga punggungnya jadi melengkung dan membentuk huruf S atau C. Kelainan ini bisa dialami oleh anak-anak dan orang dewasa.

###### b. Lordosis

Lordosis merupakan kelainan tulang belakang yang menyebabkan tulang belakang bagian bawah melengkung atau bengkok ke depan. Tulang belakang normal juga memiliki lekukan di bagian bawah, tetapi penderita lordosis mempunyai lekukan tulang belakang terlalu berlebihan. Terdapat beberapa penyebab lordosis yaitu:

*Spondylolisthesis*, postur tubuh yang buruk, obesitas dan radang sendi tulang belakang.

c. Kifosis

Kifosis merupakan kondisi tulang belakang bagian atas condong ke belakang dengan lengkungan hingga lebih dari 50 derajat. Pengidap kifosis memiliki postur sangat bungkuk dan seakan memiliki punuk di punggungnya dan biasanya sering terjadi pada wanita lanjut usia. Terdapat beberapa penyebab kifosis yaitu: penuaan, kelemahan otot di punggung atas, penyakit *scheuermann*, radang sendi, osteoporosis, skoliosis dan cedera tulang belakang.

d. Fraktur

Fraktur atau yang biasa disebut patah tulang merupakan salah satu kelainan sistem rangka yang umum dialami oleh semua orang. Ketika tulang atau sendi tubuh terkena tekanan yang kuat, seperti saat kecelakaan maka fraktur terjadi. Tulang yang patah atau retak ini dapat menyebabkan sistem rangka manusia kurang berjalan dengan baik. Orang yang mengalami fraktur pada kaki maka akan mengalami kesulitan berjalan yang dapat menghambat aktivitas.

e. *Osteomyelitis*

*Osteomyelitis* merupakan peradangan pada jaringan tulang akibat infeksi bakteri *Staphylococcus*. Terdapat beberapa faktor pemicu terjadinya infeksi tulang seperti luka terbuka pada tulang, atau adanya komplikasi dari operasi tubuh. Gejala yang umumnya dirasakan penderita osteomyelitis antara lain demam, nyeri pada tulang, bengkak, dan lemas. Kelainan osteomyelitis dapat diatasi dengan pengobatan antibiotik atau melakukan operasi pada bagian tulang yang sudah terinfeksi.

f. *Rachitis*

*Rachitis* merupakan suatu kondisi dimana tulang-tulang mengalami perkembangan yang tidak normal. Tulang-tulang menjadi lunak, lemah, dan rapuh sehingga berisiko mengalami patah tulang. Penyebab utama terjadinya kelainan ini adalah kekurangan asupan vitamin D. Vitamin D mempunyai peran penting dalam proses penyerapan kalsium yaitu sebagai zat yang berfungsi untuk membentuk struktur tulang.

g. *Osteoporosis*

*Osteoporosis* merupakan suatu kondisi dimana kepadatan tulang sudah berkurang sehingga kekuatannya hilang dan mudah rapuh. Kondisi pada osteoporosis biasanya terjadi pada seseorang yang telah lanjut usia dan baru akan terlihat saat mengalami jatuh ringan tetapi tulangnya sudah retak atau patah. Selain faktor usia, osteoporosis juga dapat dialami oleh anak-anak muda yang keluarganya mempunyai riwayat penyakit tersebut (genetik), jarang berolahraga, dan memiliki indeks massa tubuh di bawah rata-rata normal.

h. *Akromegali*

*Akromegali* adalah gangguan hormon langka yang terjadi ketika kelenjar pituitari menghasilkan terlalu banyak hormon pertumbuhan (*growth hormone/GH*) setelah masa pubertas selesai. Kondisi ini menyebabkan pertumbuhan berlebihan pada jaringan lunak dan tulang. Penyebab paling umum akromegali adalah tumor jinak (*adenoma*) pada kelenjar pituitari yang menghasilkan hormon pertumbuhan berlebihan. Tumor ini biasanya tidak bersifat kanker (jinak).

i. *Fibrous Dysplasia*

*Fibrous dysplasia* adalah kelainan langka pada tulang dimana jaringan ikat (fibrosa) tumbuh berlebihan menggantikan tulang normal. Kondisi ini menyebabkan tulang menjadi lemah, rapuh, dan rentan terhadap patah tulang.

j. *Osteogenesis Imperfecta*

*Osteogenesis imperfecta* merupakan kelainan pada tulang manusia yang disebabkan faktor genetik yang diturunkan orangtua. *Osteogenesis imperfecta* membuat kondisi tulang menjadi rentan rapuh, patah dan bentuk formasinya pun tidak sempurna. Selain itu, penderita *osteogenesis imperfecta* juga cenderung mempunyai otot yang lemah, gigi yang mudah rapuh, tulang belakang yang melengkung, serta pendengaran dan pernapasan yang terganggu.

## k. Kanker Tulang

Kanker tulang merupakan kelainan yang terjadi akibat tumor kanker yang tumbuh dan berkembang dalam jaringan tulang. Gejala utama yang dirasakan oleh penderita kanker tulang berupa rasa nyeri pada tulang yang tak kunjung sembuh, adanya bengkak dan kemerahan pada area tulang tertentu, dan munculnya benjolan di tulang.

Umumnya kanker tulang berasal dari kanker pada organ lain, seperti prostat, paru-paru, ginjal, atau payudara, yang kemudian menyebar ke tulang.

## 2. Deformasi atau Kelainan Pada Otot

Kelainan pada otot merupakan kondisi ketika otot tidak dapat berfungsi dengan baik akibat berbagai faktor. Kelainan otot dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, mulai dari nyeri ringan hingga kelumpuhan. Terdapat beberapa gangguan dan kelainan yang terjadi pada sistem otot, antara lain:

### a. Keseleo

Keseleo merupakan kelainan pada otot yang paling umum dirasakan manusia, terutama dalam aktivitas berat. Kondisi ini terjadi ketika otot tiba-tiba ditarik atau dipelintir. Keseleo biasanya terjadi pada pergelangan tangan ataupun kaki. Keseleo mengakibatkan rasa Nyeri, Bengkak, Kesulitan bergerak di daerah yang terkena keseleo.

### b. Atrofi Otot

Atrofi otot merupakan kondisi dimana massa otot berkurang, biasanya disebabkan karena cedera otot atau penyakit yang membuat orang yang mengalaminya tidak dapat menggerakkan bagian tubuh tertentu dalam waktu lama.

### c. *Myositis*

*Myositis* merupakan peradangan otot yang menyerang serat otot dan menyebabkan kelemahan pada otot, biasanya hal ini disebabkan karena cedera, infeksi. Gejala yang dialami penderita seperti kelelahan saat berjalan ataupun berdiri, mudah jatuh, demam, ruam, bahkan kesulitan bernapas.

### d. Tenosinovitis

Tenosinovitis merupakan peradangan pada tendon yang dimana jaringan menghubungkan otot dengan tulang, biasanya hal ini disebabkan karena cedera akibat mengangkat benda berat atau melakukan suatu hal yang gerakannya berulang. Faktor yang meningkatkan resiko tendonitis adalah usia dan jenis kegiatan. Kelainan ini biasanya terjadi pada bahu, siku, lutut, pergelangan tangan dan kaki.

### e. Fibromyalgia

Fibromyalgia merupakan kondisi yang mengakibatkan rasa sakit di sebagian besar bagian tubuh. Keadaan ini diiringi dengan berbagai

penyakit lainnya seperti kesulitan tidur, kelelahan, sulit berkonsentrasi, kekakuan massa otot dan sakit kepala. Penyebab dari kelainan ini tidak diketahui, namun beberapa penelitian menunjukkan kelainan ini berupa kombinasi genetika dan beberapa faktor lain seperti infeksi dan gangguan stres pasca-trauma.

f. Spasme Otot

Spasme otot atau biasa disebut kram otot diakibatkan karena otot terlalu banyak melakukan kegiatan atau berkontraksi. Spasme biasanya terjadi dadakan pada otot betis ataupun suatu bagian otot tertentu dan menyebabkan kram.

g. *Stiff Neck*

Leher kaku biasanya disebabkan karena kejang pada otot leher yang diakibatkan oleh posisi tubuh yang tidak tepat. Gejalanya seperti nyeri otot pada selangkangan leher dan leher terasa kaku.

## E. Deformasi Sistem Peredaran Darah

Biomekanika adalah cabang ilmu yang mempelajari prinsip mekanika dalam sistem biologis, termasuk pergerakan dan gaya yang bekerja pada tubuh manusia. Biomekanika berperan dalam memahami bagaimana gaya, tekanan, dan resistensi mempengaruhi aliran darah dalam sistem kardiovaskular. Deformasi dalam peredaran darah mengacu pada perubahan bentuk dan struktur pembuluh darah serta sel darah akibat gaya biomekanis seperti tekanan, tegangan, dan gesekan. Deformasi peredaran darah berkaitan dengan elastisitas pembuluh darah, respons terhadap tekanan darah, dan perkembangan penyakit kardiovaskular seperti aneurisma, aterosklerosis, dan hipertensi. Gaya kontraksi jantung dan gaya tekanan darah merupakan bagian dari mekanisme biomekanika yang dapat menyebabkan deformasi dalam sistem peredaran darah. Berikut merupakan perubahan gerak atau deformasi pada jantung dan pembuluh darah.

1. Deformasi pada Kontraksi Jantung

Gaya kontraksi jantung berperan penting dalam mekanisme peredaran darah dengan menghasilkan tekanan yang mendorong darah ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah. Saat jantung berkontraksi (*sistole*), ventrikel kiri memompa darah ke aorta dengan tekanan tinggi hingga menyebabkan peningkatan aliran darah ke organ dan jaringan. Ketika jantung berelaksasi (*diastol*) tekanan menurun yang memungkinkan darah

mengisi kembali ruang jantung untuk siklus berikutnya. Elastisitas otot jantung sangat menentukan efisiensi pemompaan darah, dan setiap gangguan pada mekanisme ini dapat menyebabkan kondisi seperti gagal jantung atau hipertrofi ventrikel akibat peningkatan beban kerja jantung.

## 2. Deformasi pada Pembuluh Darah

Pembuluh darah yang elastis dapat meregang dan kembali ke bentuk semula untuk mengatur aliran darah sesuai dengan kebutuhan tubuh. Namun, jika tekanan darah terlalu tinggi dalam jangka panjang, maka dinding pembuluh darah dapat mengalami penebalan dan kehilangan elastisitasnya, sehingga berisiko menyebabkan hipertensi dan aneurisma. Tekanan darah yang terlalu rendah dapat menyebabkan kolapsnya kapiler dan menghambat suplai oksigen ke jaringan. Tekanan darah yang tinggi juga meningkatkan *shear stress* pada dinding pembuluh yang dapat merusak endotelium dan memicu pembentukan plak aterosklerosis. Perubahan tekanan pembuluh darah dapat mempengaruhi deformabilitas sel darah merah yang berdampak pada kelancaran aliran darah di kapiler kecil dan meningkatkan risiko gangguan mikrovaskuler.

Biomekanika berperan penting dalam perkembangan berbagai penyakit kardiovaskular dengan mempengaruhi deformasi dan fungsi pembuluh darah serta jantung. Gaya biomekanik seperti tekanan darah, gaya gesek (*shear stress*), dan tegangan dinding arteri dapat memicu perubahan struktural yang berkontribusi pada gangguan seperti aterosklerosis, aneurisma, dan hipertensi.

### 1. Aterosklerosis

Aterosklerosis adalah penebalan dan pengerasan dinding arteri yang disebabkan oleh penumpukan plak lemak, kolesterol, dan sel inflamasi dalam jaringan tubuh, sehingga dapat terjadi penyempitan atau penyumbatan pada pembuluh darah. Penyumbatan ini menimbulkan gangguan jantung berupa nyeri dada yang mencekam (angina pectoris) dan kerusakan otot jantung.

### 2. Aneurisma

Aneurisma arteri pulmonalis merupakan pelebaran arteri pulmonalis yang disebabkan oleh kerusakan jaringan elastis dan kolagen pada tunika intima, media dan adventisia. Ukuran normal dari cabang utama arteri pulmonalis adalah 29 mm, jika ukuran arteri pulmonalis lebih dari 29 mm disebut melebar. Lokasi tersering di daerah cabang utama arteri pulmonalis bagian proximal. Aneurisma adalah pelebaran abnormal

pembuluh darah akibat kelemahan dinding pembuluh darah. Tekanan darah yang tinggi dapat menyebabkan dinding pembuluh darah meregang dan melemah, meningkatkan risiko ruptur (pecah). Aneurisma terjadi ketika tekanan darah yang tinggi memberikan tekanan berlebih pada dinding pembuluh darah yang lemah. Risiko jangka panjang tekanan ini dapat menyebabkan deformasi struktural pada pembuluh darah, membuatnya semakin rapuh dan rentan pecah.

### 3. Hipertensi

Hipertensi merupakan penyakit karena adanya pengaruh peningkatan tekanan darah diatas normal secara menetap. Pada saat hipertensi keadaan tekanan darah sistolik meningkat lebih dari sama dengan 140 mmHG dan pada tekanan darah diastolik lebih dari sama dengan 90 mmHg setelah dua kali pengukuran secara terpisah. Penyakit hipertensi sering disebut sebagai "the silent disease" karena dapat berkembang tanpa gejala yang jelas tetapi meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular seperti stroke, serangan jantung, dan gagal jantung. Hipertensi terjadi ketika tekanan darah yang tinggi memberikan beban mekanis berlebih pada dinding pembuluh darah dan jantung. Tekanan darah yang semakin tinggi, maka semakin besar tegangan pada dinding arteri, yang dapat menyebabkan penebalan (*remodeling vaskular*) dan kekakuan pembuluh darah.

## F. Rangkuman

1. Biomekanika adalah ilmu yang mempelajari prinsip mekanika dalam sistem biologis, termasuk pergerakan makhluk hidup dan bagaimana gaya mempengaruhi tubuh manusia. Biomekanika mengkombinasikan ilmu mekanika, fisiologi, dan antropometri untuk memahami efisiensi gerakan serta mencegah cedera.
2. Sistem penggerak tubuh terdiri dari sistem rangka dan otot yang bekerja bersama untuk menghasilkan gerakan. Sistem rangka terdiri dari tulang panjang, pendek, pipih, dan tidak beraturan yang berperan dalam menopang tubuh, melindungi organ, serta membantu pergerakan. Sedangkan sistem otot terbagi menjadi otot polos, otot rangka, dan otot jantung, yang masing-masing memiliki peran berbeda dalam pergerakan dan fungsi tubuh.
3. Peredaran darah manusia bersifat tertutup dan ganda, yang terdiri dari peredaran darah kecil (pulmonal) dan peredaran darah besar (sistemik). Jantung berperan sebagai pompa utama yang menggerakkan darah

melalui pembuluh darah (arteri, vena, dan kapiler) untuk mendistribusikan oksigen dan nutrisi, serta mengangkut zat sisa metabolisme untuk dibuang.

4. Deformasi sistem penggerak tubuh adalah perubahan bentuk atau kelainan yang terjadi pada sistem rangka dan otot. Beberapa contoh deformasi pada sistem rangka adalah skoliosis, lordosis, kifosis, osteoporosis, dan fraktur. Sedangkan deformasi otot meliputi atrofi otot, *myositis*, *spasme* otot, dan *fibromyalgia*, yang dapat menyebabkan gangguan gerakan dan kelemahan tubuh.
5. Deformasi dalam sistem peredaran darah terjadi akibat tekanan darah, *shear stress*, dan elastisitas pembuluh darah. Gaya kontraksi jantung mempengaruhi tekanan darah yang bekerja pada dinding pembuluh, yang dalam jangka panjang dapat menyebabkan hipertensi, aterosklerosis, dan aneurisma. Aterosklerosis merupakan penyakit yang terjadi akibat penumpukan plak yang menyempitkan arteri dan meningkatkan risiko serangan jantung atau *stroke*. Aneurisma adalah pelebaran abnormal pembuluh darah yang dapat pecah dan menyebabkan perdarahan fatal. Hipertensi meningkatkan beban kerja jantung dan dapat menyebabkan hipertrofi ventrikel kiri serta gangguan vaskular lainnya.

## G. Soal Latihan


1. Apa yang dimaksud dengan biomekanika?
  - a. Ilmu yang mempelajari gerakan manusia tanpa memperhitungkan gaya
  - b. Ilmu tentang struktur tubuh manusia tanpa melibatkan fisika
  - c. Studi tentang cara kerja organ tubuh manusia tanpa hubungan dengan mekanika
  - d. Ilmu yang hanya mempelajari gerakan atlet dalam olahraga
  - e. Ilmu tentang pergerakan makhluk hidup dengan prinsip mekanika
2. Mengapa biomekanika penting dalam analisis gerakan manusia?
  - a. Untuk memahami prinsip gerakan dan meningkatkan efisiensi tubuh
  - b. Untuk mengurangi konsumsi energi manusia saat bergerak
  - c. Untuk mengontrol semua gerakan tubuh secara otomatis
  - d. Untuk menggantikan peran dokter dalam mendiagnosis penyakit
  - e. Untuk mengurangi kebutuhan manusia terhadap olahraga
3. Bagian utama yang berperan dalam sistem penggerak tubuh adalah...
  - a. Kulit dan pembuluh darah



- b. Sistem rangka dan sistem otot
  - c. Jantung dan paru-paru
  - d. Hati dan ginjal
  - e. Pembuluh darah dan sistem saraf
4. Berikut ini adalah fungsi utama sistem rangka, kecuali...
- a. Menyimpan mineral seperti kalsium
  - b. Melindungi organ dalam
  - c. Menghasilkan hormon insulin
  - d. Menopang tubuh dan memberikan struktur
  - e. Tempat melekatnya otot untuk pergerakan
5. Sistem peredaran darah manusia disebut sebagai sistem tertutup karena...
- a. Darah selalu mengalir dalam pembuluh darah
  - b. Jantung hanya memiliki satu jalur untuk mengalirkan darah
  - c. Darah bisa keluar dari pembuluh darah kapan saja
  - d. Darah dialirkan tanpa kontrol dari otak
  - e. Aliran darah tidak dapat berubah kecepatan
6. Apa yang terjadi dalam peredaran darah kecil (*pulmonal*)?
- a. Oksigen diangkut dari jantung ke seluruh tubuh
  - b. Jantung menghentikan aliran darah sementara
  - c. Sel darah putih diproduksi dalam jumlah banyak
  - d. Darah kaya karbon dioksida dipompa ke paru-paru untuk pertukaran gas
  - e. Tekanan darah meningkat hingga batas maksimal
7. Atrofi otot dapat terjadi karena...
- a. Cedera yang mengakibatkan otot tidak digunakan dalam waktu lama
  - b. Kelebihan konsumsi protein
  - c. Latihan fisik yang berlebihan
  - d. Kekurangan lemak dalam tubuh
  - e. Peningkatan kadar gula dalam darah
8. Spasme otot atau kram biasanya terjadi akibat...
- a. Kurangnya konsumsi makanan berlemak
  - b. Tidak cukup tidur di malam hari
  - c. Kontraksi otot yang terlalu sering tanpa istirahat
  - d. Tekanan darah yang terlalu rendah
  - e. Terlalu banyak konsumsi gula
9. Faktor biomekanik yang menyebabkan hipertensi adalah...
- a. Tekanan darah yang terus meningkat dalam jangka panjang

- b. Penurunan kadar gula darah
  - c. Peningkatan kadar oksigen dalam sel darah merah
  - d. Elastisitas pembuluh darah yang meningkat
  - e. Penurunan volume darah dalam tubuh
10. Apa yang menyebabkan aneurisma pada pembuluh darah?
- a. Penyempitan arteri akibat plak lemak
  - b. Pelebaran abnormal pembuluh darah akibat tekanan tinggi
  - c. Penggumpalan darah yang menyumbat aliran darah
  - d. Kekurangan oksigen dalam jaringan tubuh
  - e. Penurunan kadar hemoglobin dalam darah





## BAB IV

# RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT (RULA)

### **Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

Mampu memahami terkait dengan pengertian *rapid upper limb assessment* (RULA), memahami batasan penggunaan metode *rapid upper limb assessment* (RULA), memahami deskripsi posisi kerja, memahami analisis posisi kerja, serta memahami studi kasus. Sehingga pembaca dapat menerapkan metode RULA secara efektif untuk menilai dan memperbaiki postur kerja, mengidentifikasi tingkat risiko ergonomis pada aktivitas kerja, serta merancang rekomendasi perbaikan yang mendukung terciptanya lingkungan kerja yang lebih aman, nyaman, dan produktif.

### **Materi Pembelajaran**

- Pengertian *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA)
- Batasan Penggunaan Metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA)
- Deskripsi Posisi Kerja
- Analisis Posisi Kerja
- Studi Kasus
- Rangkuman
- Soal Latihan

### **A. Pengertian Rapid Upper Limb Assessment (RULA)**

Di dunia kerja, faktor ergonomi memiliki peran dalam menjaga kesehatan dan keselamatan kerja. Penerapan prinsip ergonomi yang tidak tepat dapat menyebabkan masalah kesehatan, seperti gangguan pada sistem otot- rangka. Penggunaan otot yang berlebihan secara terus-menerus tanpa disertai waktu istirahat yang cukup dapat meningkatkan risiko terjadinya gangguan pada sistem otot-rangka dalam jangka panjang. Gangguan otot rangka atau *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) merupakan cedera yang mempengaruhi otot, tendon, sendi, dan jaringan ikat akibat faktor ergonomi yang buruk. Gangguan ini terjadi pada bagian-bagian otot skeletal, yang

dapat menimbulkan keluhan mulai dari yang sangat ringan hingga nyeri yang cukup parah sehingga dapat mengganggu aktivitas sehari-hari.

Postur tubuh yang tidak ergonomis saat bekerja menjadi salah satu faktor utama yang menjadi penyebab *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). Posisi tubuh yang tidak tepat saat melakukan pekerjaan, seperti duduk membungkuk dalam waktu lama, berdiri tanpa tumpuan yang memadai, atau melakukan gerakan berulang dengan posisi yang salah, dapat memberikan tekanan berlebih pada otot dan sendi. Dalam jangka panjang, postur tubuh yang buruk tidak hanya menyebabkan ketidaknyamanan pada pekerja, tetapi juga dapat memperburuk kondisi otot-rangka yang mengakibatkan penurunan produktivitas kerja. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi dan penyesuaian postur kerja untuk mengurangi risiko yang dapat terjadi akibat penerapan ergonomi yang tidak tepat di lingkungan kerja.

*Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) merupakan metode evaluasi cepat ergonomi yang digunakan untuk menilai apakah suatu pekerjaan memiliki risiko gangguan otot-rangka dengan fokus penilaian pada lengan atas, lengan bawah pergelangan tangan, leher, tulang punggung, dan kaki pekerja saat bekerja. Metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) digunakan untuk mengidentifikasi potensi risiko ergonomi pada pekerjaan yang bersifat diam di tempat tanpa adanya perubahan posisi yang signifikan. Penilaian pada metode ini mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk tekanan biomekanik serta postur tubuh yang diperlukan saat melakukan suatu pekerjaan. Dalam penerapannya, metode RULA menilai posisi tubuh, kekuatan yang dibutuhkan, dan pergerakan tubuh untuk melakukan suatu pekerjaan. Pengembangan metode RULA memiliki tujuan sebagai berikut.

1. Menjadi metode evaluasi untuk menilai seberapa besar pekerja terpapar risiko gangguan muskuloskeletal pada ekstremitas akibat aktivitas kerja yang dilakukan.
2. Mengidentifikasi beban otot yang muncul akibat postur kerja yang kurang ideal dan penggunaan tenaga yang berlebihan saat melakukan pekerjaan yang bersifat statis dan berulang, yang dapat meningkatkan risiko kelelahan otot.
3. Memberikan sistem penilaian sederhana berbasis skor yang menentukan tingkat tindakan perbaikan ergonomi berdasarkan kondisi kerja yang dianalisis.

Pada penerapannya, metode RULA dapat dikombinasikan dengan metode-metode lainnya untuk memberikan informasi yang lebih lengkap.

Metode RULA digunakan untuk mengukur tingkat risiko gangguan sistem otot-rangka pada suatu pekerjaan tertentu, serta untuk membandingkan besar risiko ergonomi dari rancangan stasiun kerja sebelumnya dengan stasiun kerja yang telah diperbaiki. Pada proses penilaiannya, metode RULA menggunakan diagram postur tubuh untuk memudahkan analisisnya dengan melakukan pembagian segmen menjadi dua grup, yaitu grup A dan grup B. Penilaian postur tubuh pada grup A menggabungkan postur tubuh bagian atas, yaitu lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), pergelangan tangan (*wrist*), dan perputaran pergelangan tangan (*wrist twist*). Sementara itu, penilaian postur tubuh pada grup B terdiri dari leher (*neck*), batang tubuh (*trunk*), dan kaki (*legs*).

## **B. Batasan Penggunaan Metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA)**

Metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) merupakan salah satu teknik evaluasi ergonomi yang digunakan untuk menilai potensi risiko gangguan muskuloskeletal akibat postur tubuh yang tidak ergonomis dalam melakukan suatu pekerjaan. Meskipun metode ini cukup efektif dalam mengidentifikasi faktor risiko yang berkaitan dengan postur statis dan gerakan yang berulang, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam penerapannya. Berikut merupakan batasan yang perlu diperhatikan dalam menggunakan metode ini:

1. Tidak Mempertimbangkan Faktor Waktu dan Getaran.

Metode RULA tidak mempertimbangkan durasi tugas yang dilakukan pekerja, waktu pemulihan yang tersedia, atau dampak getaran pada tangan dan lengan. Hal ini mengartikan bahwa metode RULA hanya memberikan gambaran risiko ergonomi berdasarkan pada postur tubuh yang diamati saat evaluasi, tanpa mempertimbangkan efek akumulatif dari faktor waktu dan getaran.

2. Penilaian Terbatas Hanya Pada Postur yang Terburuk.

Evaluasi RULA hanya dapat dilakukan pada satu pekerja dalam satu waktu, dan hanya berfokus pada postur tubuh yang paling berisiko. Oleh karena itu, metode ini mengharuskan evaluator untuk memilih postur tubuh yang paling representatif untuk memastikan hasil penilaian yang akurat.

3. Memerlukan Penilaian Terpisah Untuk Sisi Kanan dan Kiri Tubuh.

Dalam penggunaannya, RULA memerlukan analisis terpisah untuk masing-masing sisi tubuh pekerja. Meskipun demikian, pada banyak kasus, evaluator dapat dengan cepat mengidentifikasi sisi tubuh mana yang memiliki risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) lebih besar dan dapat berfokus pada bagian tersebut.

Pada evaluasi risiko menggunakan metode RULA, tingkat risiko MSDs diklasifikasikan berdasarkan skor yang diperoleh. Skor ini memberikan gambaran tentang seberapa besar kemungkinan pekerja mengalami gangguan muskuloskeletal akibat postur kerja yang tidak ergonomis. Dengan memahami klasifikasi ini, evaluator dapat lebih mudah menentukan tindakan yang diperlukan untuk mengurangi risiko cedera. Berikut merupakan tabel yang menunjukkan tingkat risiko MSDs berdasarkan skor penilaian RULA.

**Tabel 4.1** Tingkat Risiko *Musculoskeletal Disorders* dengan Skor RULA

Skor RULA	Tingkat Risiko dan Tindak Lanjut
1-2	Risiko yang dapat diabaikan, tidak memerlukan tindakan apapun.
3-4	Risiko rendah, tindakan perubahan mungkin diperlukan.
5-6	Risiko sedang, perlu investigasi lebih lanjut dan perlu perubahan segera.
6+	Risiko sangat tinggi, lakukan perubahan sekarang/ secepatnya.

Skor akhir yang dihasilkan oleh penilaian RULA menunjukkan tingkat risiko gangguan muskuloskeletal pada pekerjaan yang dievaluasi. Skor ini memiliki rentan antara 1 sebagai nilai terendah hingga 7 sebagai nilai tertinggi. Tabel di atas menjelaskan deskripsi tingkat risiko MSDs berdasarkan RULA serta batas kategorinya.

### C. Deskripsi Posisi Kerja

Gambar 4.1 merupakan posisi seorang pekerja pabrik yang sedang memotong paralon plastik yang berdiameter 2,5 cm menggunakan gergaji manual. Pekerja terlihat dalam posisi membungkuk dengan leher pekerja

yang tampak condong ke depan untuk memusatkan fokus perhatiannya pada paralon. Lengan pekerja yang berada dalam posisi yang berbeda, dengan satu tangan lurus memegang paralon, sementara tangan lainnya memegang gergaji manual. Kaki pekerja berada dalam posisi yang tidak sejajar, dengan satu kaki sedikit lebih maju dibandingkan kaki lainnya. Pekerja melakukan pekerjaan dengan posisi tersebut dalam waktu 5-10 menit yang dilakukan secara berulang-ulang selama 3 jam dalam satu hari kerja. Berat alat yang digunakan untuk memotong paralon termasuk ke dalam kategori ringan, yaitu  $< 1$  kg.



**Gambar 4.1** Contoh Postur Kerja untuk Penilaian RULA

#### **D. Analisis Posisi Kerja**

Analisis menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dilakukan untuk mengevaluasi postur kerja dari risiko ergonomi, khususnya postur kerja yang tidak ergonomis yang dapat memicu kelelahan dan gangguan muskuloskeletal. Penilaian ini dilakukan dengan menggunakan lembar kerja RULA atau *RULA Employee Assessment Worksheet*, serta tabel skor RULA yang menunjukkan tingkat risiko MSDs. Berikut merupakan gambar dari lembar kerja RULA.



**ERGONOMICS** RULA Employee Assessment Worksheet Task Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

**A. Arm and Wrist Analysis**  
 Step 1: Locate Upper Arm Position:  
 \*1: 0° 2: 0°-45° 3: 45°-90° 4: 90°-135° 5: 135°-180°  
 Step 2: Locate Lower Arm Position:  
 \*1: 0° 2: 0°-45° 3: 45°-90° 4: 90°-135° 5: 135°-180°  
 Step 3: Locate Wrist Position:  
 \*1: 0° 2: 0°-45° 3: 45°-90° 4: 90°-135° 5: 135°-180°  
 Step 4: Wrist Twist:  
 \*1: 0° 2: 0°-45° 3: 45°-90° 4: 90°-135° 5: 135°-180°  
 Step 5: Look-up Posture Score in Table A:  
 Step 6: Add Muscle Use Score:  
 Step 7: Add Force/Load Score:  
 Step 8: Find Row in Table C:  
 Step 9: Neck, Trunk and Leg Analysis  
 Step 10: Locate Neck Position:  
 Step 11: Legs:  
 Step 12: Look-up Posture Score in Table B:  
 Step 13: Add Muscle Use Score:  
 Step 14: Add Force/Load Score:  
 Step 15: Find Column in Table C:  
 Final RULA Score: \_\_\_\_\_

**Scores**

Table A	Wrist Score
Upper Arm	Wrist
1	1 2 3 4 5
2	1 2 3 4 5
3	1 2 3 4 5
4	1 2 3 4 5
5	1 2 3 4 5

**Table B**

Neck	Trunk	Legs
1	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
2	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
3	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
4	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

**Table C**

Neck	Trunk	Legs
1	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
2	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
3	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
4	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

**Scoring (Final score from Table C)**  
 1-2 = acceptable posture  
 3-4 = further investigation, change may be needed  
 5-6 = further investigation, change must be made  
 7-8 = investigate and implement change

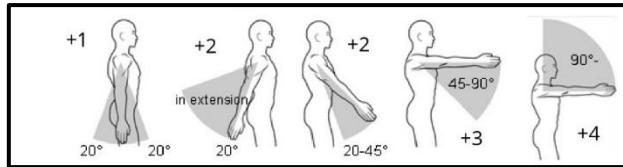
Gambar 4.2 Lembar Kerja RULA

Berdasarkan Gambar 4.2 Lembar Kerja RULA, terdapat bagian tubuh yang disertai dengan langkah-langkah untuk menentukan skor akhir RULA. Apabila telah mendapat skor akhir dari evaluasi RULA, maka dapat dilakukan analisis apakah perlu dilakukan perbaikan atau perubahan pada postur kerja yang telah dievaluasi untuk mengurangi risiko cedera muskuloskeletal. Penilaian postur tubuh pada metode RULA dibagi menjadi dua grup, yaitu grup A yang terdiri dari lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), pergelangan tangan (*wrist*), dan perputaran pergelangan tangan (*wrist twist*), serta penilaian postur tubuh pada grup B yang terdiri dari leher (*neck*), batang tubuh (*trunk*), dan kaki (*legs*). Mengacu pada Gambar 1 Contoh Postur Kerja untuk Penilaian RULA, tangan yang dominan digunakan adalah tangan kanan, sehingga analisis yang dilakukan hanya pada sisi kanan tubuh pekerja. Analisis kerja ini menggunakan metode RULA yang akan dijelaskan berikut ini.

### 1. Penilaian Postur Tubuh Grup A

Penilaian postur tubuh dalam metode RULA dimulai dengan mengevaluasi bagian tubuh yang termasuk dalam grup A, yaitu lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), pergelangan tangan (*wrist*), dan perputaran pergelangan tangan (*wrist twist*). Setiap bagian tubuh pada grup A akan dianalisis berdasarkan sudut, posisi, serta beban yang diberikan saat melakukan suatu tugas kerja. Langkah-langkah penilaiannya meliputi:

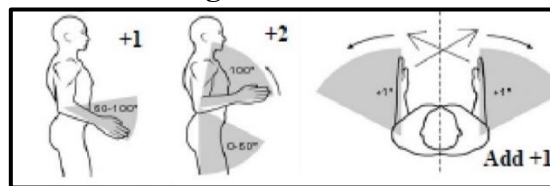
#### Langkah 1: Menilai Posisi Lengan Atas



**Gambar 4.3** Lembar Kerja RULA untuk Posisi Lengan Atas

Lengan atas pekerja terlihat terangkat dalam posisi yang membentuk sudut antara  $20^{\circ}$ - $45^{\circ}$  terhadap tubuh saat melakukan aktivitas. Pekerja menggunakan tangan kanannya untuk memegang gergaji manual, yang menyebabkan lengan terangkat ke posisi ini untuk menjaga keseimbangan dan stabilitas saat proses pemotongan berlangsung. Dalam kategori RULA, posisi ini termasuk ke dalam rentang dengan risiko sedang karena membutuhkan kerja otot yang terus-menerus dalam posisi angkat. Berdasarkan tabel RULA, posisi ini diberikan skor 2.

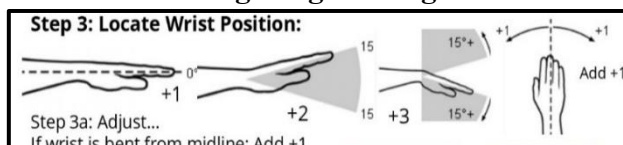
### Langkah 2: Menilai Posisi Lengan Bawah



**Gambar 4.4** Lembar Kerja RULA untuk Posisi Lengan Bawah

Lengan bawah pekerja berada pada posisi lebih dari  $60^{\circ}$ , yang menunjukkan bahwa pekerja harus menekuk lengannya saat memegang alat pemotong. Posisi ini meningkatkan beban otot pada lengan bawah karena postur kerja tersebut dipertahankan dalam waktu lama secara berulang-ulang. Berdasarkan tabel RULA, posisi ini diberikan skor 2.

### Langkah 3: Menilai Posisi Pergelangan Tangan



**Gambar 4.5** Lembar Kerja RULA untuk Pergelangan Tangan

Pergelangan tangan pekerja terlihat ditekuk ke atas membentuk sudut lebih dari  $15^{\circ}$ . Tekukan pergelangan ini terjadi akibat posisi pekerja memegang

gergaji manual dengan sudut yang tidak ergonomis. Pergelangan tidak hanya terangkat, tetapi juga berada dalam posisi yang membutuhkan penyesuaian terus-menerus selama proses pemotongan untuk menjaga alat tetap stabil. Namun, tidak ada tekukan ke samping yang signifikan pada pergelangan. Berdasarkan tabel RULA, posisi ini diberikan skor 3.

#### Langkah 4: Menilai Posisi Perputaran Pergelangan Tangan

Pergelangan tangan pekerja memutar setengah saat menggerakkan gergaji manual ke depan dan belakang. Berdasarkan tabel RULA, posisi ini mendapatkan skor 1.

#### Langkah 5: Mencari Skor Postur Pada Tabel A

Skor posisi tubuh yang telah didapatkan akan dimasukkan ke dalam tabel A untuk diketahui nilai keseluruhannya. Berikut merupakan Tabel 4.2 Skor Postur Tubuh Grup A.

**Tabel 4.2** Skor Postur Tubuh Grup A

Tabel A		Wrist Score							
		1		2		3		4	
Upper Arm	Lower Arm	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	3	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	6
	3	4	4	4	5	5	5	6	7
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

Tabel A		Wrist Score							
		1		2		3		4	
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist							
		1	2	1	2	1	2	1	2
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

### Langkah 6: Menambahkan Skor Penggunaan Otot dan Gaya Beban

**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.

Posture Score A

Muscle Use Score

Force / Load Score

Wrist & Arm Score

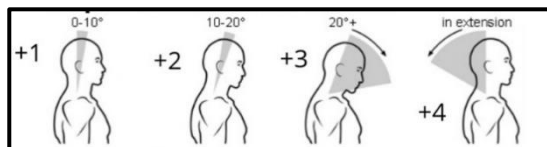
**Gambar 4.6** Lembar Kerja RULA untuk Penggunaan Otot dan Gaya Beban

Aktivitas ini dilakukan secara berulang-ulang selama 3 jam dengan durasi setiap siklus kerja berkisar antara 5-10 menit, maka diberikan skor 1. Beban alat yang digunakan termasuk ke dalam kategori ringan karena kurang dari 0,4 lbs, maka diberikan skor 0. Berdasarkan penjumlahan pada skor dari tabel A (3), skor penggunaan otot (1), dan skor gaya beban skor (0), maka postur tubuh grup A didapatkan skor 4.

### 2. Penilaian Postur Tubuh Grup B

Penilaian postur tubuh dalam metode RULA dimulai dengan mengevaluasi bagian tubuh yang termasuk dalam grup B, yaitu leher (*neck*), batang tubuh (*trunk*), dan kaki (*legs*). Setiap bagian tubuh pada grup B akan dianalisis berdasarkan sudut, posisi, serta beban yang diberikan saat melakukan suatu tugas kerja. Langkah-langkah penilaiannya meliputi.

#### Langkah 7: Menilai Posisi Leher

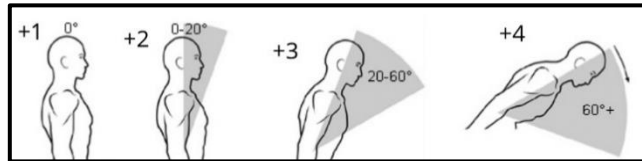


**Gambar 4.7** Lembar Kerja RULA untuk Posisi Leher

Posisi leher pekerja terlihat ditekuk ke depan lebih dari 20° untuk memusatkan perhatian pada paralon selama proses pemotongan. Leher yang terus-menerus dalam posisi membungkuk meningkatkan risiko

ketegangan otot leher dan gangguan muskuloskeletal. Berdasarkan tabel RULA, posisi ini diberikan skor 4.

### Langkah 8: Menilai Posisi Batang Tubuh



**Gambar 4.8** Lembar Kerja RULA untuk Posisi Batang Tubuh

Batang tubuh pekerja dalam posisi membungkuk dengan sudut lebih dari  $60^\circ$ , yang menunjukkan bahwa pekerja berada dalam postur kerja yang sangat membebani batang tubuh. Postur membungkuk seperti ini dilakukan untuk mencapai pipa paralon yang berada di bawah. Berdasarkan tabel RULA, posisi ini diberikan skor 4.

### Langkah 9: Menilai Posisi Kaki

Posisi kaki pekerja tidak sejajar, dengan satu kaki berada lebih maju dibandingkan kaki lainnya. Posisi ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan pada distribusi beban tubuh yang harus ditahan oleh kaki. Oleh karena itu, posisi ini diberikan nilai 2.

### Langkah 10: Mencari Skor Postur pada Tabel B

Skor posisi tubuh yang telah didapatkan akan dimasukkan ke dalam tabel B untuk diketahui nilai keseluruhannya. Berikut merupakan Tabel 3 Skor Postur Tubuh Grup B.

**Tabel 4.3** Skor Postur Tubuh Grup B

Tabel B	Trunk											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs											
Neck	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	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
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Langkah 11: Menambahkan Skor Penggunaan Otot dan Gaya Beban

**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.

+

Muscle Use Score

+

Force / Load Score

=

Neck, Trunk, Leg Score

**Gambar 4.9** Lembar Kerja RULA untuk Penggunaan Otot dan Gaya Beban

Aktivitas ini dilakukan secara berulang-ulang selama 3 jam dengan durasi setiap siklus kerja berkisar antara 5-10 menit, maka diberikan skor 1. Beban alat yang digunakan termasuk ke dalam kategori ringan karena kurang dari 0,4 lbs, maka diberikan skor 0. Berdasarkan penjumlahan pada skor dari tabel B (7), skor penggunaan otot (1), dan skor gaya beban skor (0), maka postur tubuh grup A didapatkan skor 8.

### Langkah 12: Mencari Skor Tabel C

Berdasarkan skor yang didapatkan pada penilaian posisi tubuh grup A dan grup B, maka akan didapatkan skor akhir RULA dengan melalui tabel C. Berikut merupakan Tabel 4.4 Skor Akhir RULA.

**Tabel 4.4** Skor Akhir RULA

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

Melalui tabel C dengan berdasarkan pada hasil skor penilaian posisi kerja grup A dan posisi kerja grup B, didapatkan skor akhir RULA sebesar 6

yang masuk ke dalam kategori tingkat risiko sedang dengan perlu dilakukan investigasi lebih lanjut dan segera dilakukan perubahan pada posisi kerja tersebut. Postur kerja seperti membungkuk, posisi leher yang terlalu condong ke depan, serta penggunaan lengan dan pergelangan tangan dalam posisi yang tidak ideal menjadi aspek yang menjadi perhatian terhadap risiko ergonomi. Jika postur ini dilakukan secara terus-menerus, pekerja berisiko mengalami gangguan muskuloskeletal seperti nyeri punggung, leher, dan pergelangan tangan.

## E. Studi Kasus

PT Ergonom adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur elektronik. Di perusahaan tersebut terdapat lini produksi perakitan *printed circuit board* (PCB), dimana seorang operator bernama Anna bekerja di stasiun soldering manual. Dalam melakukan pekerjaannya sehari-hari, Anna harus mengangkat tangan di atas bahu saat mengambil komponen dan sering melakukan gerakan menyilang ke samping tubuh untuk menjangkau komponen lainnya. Saat melakukan penyolderan, pergelangan tangannya melakukan gerakan memutar ringan untuk mengatur posisi yang tepat. Anna sering membungkukkan leher dan memutar kepalanya untuk memastikan hasil soldering dengan jelas. Posisi duduknya yang statis mengharuskan punggung untuk membungkuk ke depan dan sesekali berputar mengikuti gerakan kerja, meskipun kakinya tertopang dengan baik. Dalam menjalankan tugasnya, Anna melakukan gerakan berulang dalam menyolder komponen dengan beban solder seberat 0.5 kg. Setelah bekerja dengan postur dan kondisi tersebut selama 7 jam per hari dalam kurun waktu 3 bulan, Anna mulai mengeluhkan adanya nyeri pada bahu, leher, dan punggung. Berdasarkan kondisi tersebut, perlu dilakukan analisis ergonomi menggunakan metode RULA untuk mengevaluasi risiko postur kerja Anna.

Jawab.

Untuk menganalisis postur kerja operator Anna menggunakan metode RULA, dilakukan pengamatan dan penilaian secara sistematis. Dimulai dari Grup A yang mencakup analisis lengan dan pergelangan tangan, pertama-tama dilakukan penilaian posisi lengan atas (*upper arm*) dengan memperhatikan sudut elevasi dan penyesuaian postur. Kemudian dilanjutkan dengan analisis lengan bawah (*lower arm*) beserta penyesuaiannya ketika bekerja menyilang garis tengah tubuh. Selanjutnya dilakukan penilaian posisi

dan putaran pergelangan tangan (*wrist* dan *wrist twist*). Skor-skor ini dikombinasikan menggunakan Tabel A untuk mendapatkan skor postur Grup A.

Kemudian dilakukan analisis Grup B yang dimulai dari penilaian posisi leher (*neck*) beserta penyesuaiannya ketika terjadi gerakan memutar. Dilanjutkan dengan analisis postur batang tubuh (*trunk*) dan kondisi kaki (*legs*). Skor-skor ini kemudian dikombinasikan menggunakan Tabel B untuk mendapatkan skor postur Grup B. Setelah mendapatkan skor kedua grup, ditambahkan nilai penggunaan otot (*muscle use*) dan beban (*force*) pada masing-masing grup. Berikut merupakan gambar penyelesaian menggunakan metode RULA.

**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

4+1=5 Upper Arm Score

**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

1+1=2 Lower Arm Score

**Step 3: Locate Wrist Position:**

+1 -2 -3 -4

Step 3a: Adjust...  
If wrist is twisted in mid-range: +1  
If wrist is at or near end of range: +2

1+2=3 Wrist Twist Score

**Step 4: Wrist Twist:**

1 2

Wrist Twist Score

**Step 5: Look-up Posture Score in Table A:**

Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

6 Posture Score A

**Step 6: Add Muscle Use Score**

If posture mainly static (i.e. held >10 minutes):  
Or if action repeated occurs 40 per minute: +1

1 Muscle Use Score

**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

0 Force / Load Score

**Step 8: Find Row in Table C:**

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

7 Wrist & Arm Score

**Table A: Wrist Score**

Upper Arm	Lower Arm	Wrist	Wrist Twist	Wrist	Wrist Twist
1	1	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10

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

Neck	Trunk	Legs	Neck	Trunk	Legs
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10

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

Neck	Trunk	Legs	Neck	Trunk	Legs
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10

**Final Score:** 7

**Gambar 4.10** Lembar Jawaban Studi Kasus

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode RULA pada operator Anna diatas, ditemukan beberapa poin penting dalam penilaian postur kerjanya. Untuk analisis lengan atas (*upper arm*), postur kerja menunjukkan skor 4 dengan penyesuaian +1 karena bahu terangkat, sehingga total skor upper arm menjadi 5. Pada lengan bawah (*lower arm*), posisi kerja mendapat skor 1 dengan penyesuaian +1 karena bekerja menyilang garis tengah tubuh, menghasilkan total skor 2. Sementara itu, posisi pergelangan tangan (*wrist*) mendapat skor 2 dan *twist* (pergelangan tangan) mendapat skor 1. Dari kombinasi skor-skor tersebut pada Tabel A, diperoleh skor postur 6.

Pada analisis bagian leher (*neck*), postur operator menunjukkan skor 3 dengan penyesuaian +1 karena adanya *twist* (pergerakan ke kanan dan kiri),



sehingga total skor leher menjadi 4. Postur batang tubuh (*trunk*) mendapat skor 2 dengan penyesuaian +1 karena adanya *twist* (pergerakan ke kanan dan kiri), menghasilkan total skor 3. Posisi kaki (*legs*) mendapat skor 1 karena posisi duduk dengan kaki tertopang dengan baik. Kombinasi skor-skor ini pada Tabel B menghasilkan skor postur 6. Dalam penilaian penggunaan otot (*muscle use*), aktivitas operator mendapat skor +1 karena adanya gerakan berulang. Sementara untuk beban (*force/load*), skor yang diberikan adalah 0 karena beban solder kurang dari 2 kg. Setelah menggabungkan semua skor pada Tabel C, diperoleh skor RULA final sebesar 7.

Skor RULA 7 mengindikasikan bahwa postur kerja operator berada pada level risiko yang sangat tinggi dan memerlukan investigasi serta perubahan segera. Kondisi ini sejalan dengan keluhan nyeri yang dialami operator pada bahu, leher, dan punggung. Hasil analisis ini menunjukkan perlunya implementasi perbaikan segera pada stasiun kerja untuk mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal pada operator.

## F. Rangkuman

1. RULA merupakan metode evaluasi cepat ergonomi yang digunakan untuk menilai risiko gangguan *muskuloskeletal* dengan fokus pada anggota gerak atas.
2. Penilaian RULA berfokus pada postur tubuh yang meliputi lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, tulang punggung, dan kaki pekerja saat bekerja.
3. Metode ini digunakan untuk pekerjaan yang bersifat statis tanpa perubahan posisi yang signifikan.
4. RULA menggunakan sistem penilaian berbasis skor untuk menentukan tingkat tindakan perbaikan ergonomi.
5. Penilaian dibagi menjadi dua grup utama yaitu Grup A (lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, putaran pergelangan tangan) dan Grup B (leher, batang tubuh, kaki).
6. Setiap grup memiliki tabel penilaian tersendiri yang kemudian dikombinasikan untuk mendapatkan skor akhir.
7. Penggunaan otot dan beban kerja menjadi faktor tambahan dalam penilaian setiap grup.
8. Skor akhir RULA berkisar antara 1-7, dengan interpretasi risiko dari dapat diabaikan hingga sangat tinggi.

9. Metode RULA memiliki batasan seperti tidak mempertimbangkan faktor waktu dan getaran, serta hanya menilai postur terburuk.
10. RULA memerlukan penilaian terpisah untuk sisi kanan dan kiri tubuh untuk hasil yang akurat.
11. Hasil penilaian RULA dapat digunakan untuk membandingkan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan stasiun kerja.
12. Tindakan perbaikan ditentukan berdasarkan tingkat risiko yang diidentifikasi dari skor akhir.
13. RULA efektif untuk mengidentifikasi risiko ergonomi pada pekerjaan yang melibatkan postur statis dan gerakan berulang.
14. Metode RULA dapat dikombinasikan dengan metode evaluasi ergonomi lainnya untuk analisis yang lebih komprehensif.
15. Hasil evaluasi RULA dapat menjadi dasar untuk implementasi perbaikan ergonomi di tempat kerja.

## G. Soal Latihan

1. RULA adalah...
  - a. Metode penilaian ergonomi untuk mengevaluasi risiko gangguan *muskuloskeletal* pada anggota gerak bawah
  - b. Metode penilaian ergonomi untuk mengevaluasi risiko gangguan *muskuloskeletal* pada anggota gerak atas
  - c. Metode penilaian psikologis untuk mengevaluasi risiko stres kerja
  - d. Metode penilaian lingkungan untuk mengevaluasi risiko kecelakaan kerja
2. Kepanjangan dari RULA adalah...
  - a. *Rapid Upper Limb Assessment*
  - b. *Rapid Upper Limb Analysis*
  - c. *Rapid Upper Limb Arrangement*
  - d. *Rapid Upper Limb Assignment*
3. Pada penggunaan tenaga dengan beban < 4,4 lbs dan *intermittent*, skor yang didapat adalah...
  - a. +1
  - b. +2
  - c. +3
  - d. +0
4. Penyesuaian +1 pada bagian *neck* (leher) diberikan ketika...
  - a. Leher menunduk ke depan

- b. Leher menengadahkan ke atas
  - c. Leher berputar/berputar dan/atau membengkok ke samping
  - d. Leher dalam posisi normal
5. Final score RULA 7 menunjukkan...
- a. Risiko rendah, tidak perlu tindakan
  - b. Risiko sedang, perlu investigasi
  - c. Risiko tinggi, perlu perubahan
  - d. Risiko sangat tinggi dan memerlukan investigasi serta perubahan segera
6. Tujuan pengembangan metode RULA adalah...
- a. Hanya untuk menilai paparan risiko MSDs
  - b. Hanya untuk mengidentifikasi beban otot
  - c. Hanya untuk memberikan sistem penilaian
  - d. Menilai paparan risiko MSDs, mengidentifikasi beban otot, dan memberikan sistem penilaian untuk tindakan perbaikan
7. Batasan utama dari metode RULA adalah...
- a. Tidak mempertimbangkan faktor waktu dan getaran
  - b. Hanya bisa digunakan untuk pekerja laki-laki
  - c. Hanya bisa digunakan untuk pekerjaan berat
  - d. Tidak bisa digunakan untuk analisis postur tubuh
8. *Muscle use score* dalam RULA adalah...
- a. Skor untuk kekuatan otot
  - b. Skor tambahan untuk penggunaan otot yang berulang atau statis
  - c. Skor untuk massa otot
  - d. Skor untuk fleksibilitas otot
9. Rentang skor akhir dalam penilaian RULA adalah...
- a. 1-5
  - b. 1-6
  - c. 1-7
  - d. 1-8
10. Komponen yang dinilai dalam grup B meliputi...
- a. Lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan
  - b. Leher, batang tubuh, dan kaki
  - c. Kepala, bahu, dan pinggang
  - d. Tangan, siku, dan bahu







## BAB V

# RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT (REBA)

### **Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

Mampu memahami terkait dengan pengertian rapid entire body assessment (REBA), memahami batasan penggunaan metode *rapid entire body assessment* (REBA), memahami deskripsi posisi kerja, memahami analisis posisi kerja, serta memahami studi kasus. Sehingga pembaca dapat menggunakan metode REBA secara tepat untuk mengevaluasi keseluruhan postur kerja, mengurangi potensi cedera muskuloskeletal, dan meningkatkan keselamatan serta efisiensi dalam lingkungan kerja.

### **Materi Pembelajaran**

- Pengertian *Rapid Entire Body Assessment* (REBA)
- Batasan Penggunaan Metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA)
- Deskripsi Posisi Kerja
- Analisis Posisi Kerja
- Studi Kasus
- Rangkuman
- Soal Latihan

### **A. Pengertian Rapid Entire Body Assessment (REBA)**

*Rapid Entire Body Assessment* (REBA) merupakan salah satu metode evaluasi kerja untuk menghitung risiko gangguan pada otot-otot dan rangka dalam suatu pekerjaan. Metode ini digunakan untuk mengetahui tingkat risiko setiap gerakan kerja secara keseluruhan. *Rapid Entire Body Assessment* merupakan metode sistematis yang digunakan untuk mengevaluasi postur tubuh pekerja secara menyeluruh guna mengidentifikasi risiko gangguan muskuloskeletal (MSDs) serta potensi risiko lain yang berkaitan dengan pekerjaan. Dalam penerapannya, REBA menggunakan satu lembar peskoran untuk menganalisis postur tubuh, penggunaan tenaga, jenis gerakan, frekuensi pengulangan, serta kualitas pegangan (*coupling*). REBA dirancang agar mudah digunakan tanpa memerlukan keahlian khusus atau peralatan

mahal. Peskoran dengan menggunakan metode REBA tidak membutuhkan waktu yang lama untuk melengkapi dan melakukan *scoring* general pada daftar aktivitas yang memerlukan adanya pengurangan resiko yang disebabkan postur kerja dari operator.

Metode REBA digunakan untuk mengevaluasi postur, kekuatan, aktivitas dan faktor *coupling* yang dapat menimbulkan cedera akibat aktivitas yang berulang-ulang. Peskoran postur tubuh dengan cara memberi skor resiko antara satu sampai lima belas, dimana skor tertinggi akan menandakan level yang dapat mengakibatkan resiko yang besar (bahaya) yang dilakukan dalam bekerja, sedangkan skor terendah menandakan level yang dapat mengakibatkan resiko yang ringan untuk dilakukan dalam bekerja. Hal ini menunjukkan bahwa skor terendah akan menjamin pekerjaan yang diteliti bebas dari *ergonomic hazard*. REBA dikembangkan untuk menemukan postur kerja yang bersiko dan melakukan perbaikan secepatnya. REBA dikembangkan tanpa membutuhkan evaluasi khusus, ini dapat memudahkan dalam penelitian untuk dapat dilatih dalam melakukan pemeriksaan dan pengukuran tanpa biaya alat tambahan. Data yang diperlukan untuk menggunakan metode REBA ini adalah yang berkaitan dengan posisi tubuh, kekuatan otot yang digunakan, jenis pergerakan, banyaknya pengulangan, dan keberadaan pegangan. Terkait dengan data posisi tubuh yang diamati adalah bagian tubuh punggung, leher, lengan atas atau bahu lengan bawah atau siku, dan pergelangan tangan.

REBA dikembangkan untuk mendeteksi postur yang beresiko, memberikan peskoran objektif terhadap beban kerja fisik, serta merekomendasikan perbaikan guna mengurangi potensi cedera. Berikut merupakan tujuan pengembangan reba sebagai berikut:

1. Menyediakan metode analisis postur yang sederhana namun *sensitive* dalam mengidentifikasi resiko *musculoskeletal* pada berbagai jenis pekerjaan.
2. Membagi tubuh menjadi beberapa bagian untuk dievaluasi secara terpisah berdasarkan postur dan arah gerakan yang dilakukan.
3. Menyediakan sistem peskoran untuk aktivitas otot yang disebabkan oleh postur statis, dinamis, cepat berubah, atau tidak stabil.
4. Memasukkan faktor kopling (cara pegangan) sebagai variabel penting dalam proses penanganan beban.
5. Memberikan hasil peskoran dalam bentuk tingkat tindakan yang menunjukkan tingkat urgensi intervensi ergonomis.

6. Menyediakan alat peskoran yang mudah digunakan serta tidak membutuhkan waktu, tenaga, dan peralatan tambahan.

Pada penilaian REBA terdapat 4 tahapan yang dilakukan. Tahap pertama adalah pengambilan data postur tubuh dengan menggunakan foto atau video, tahap kedua adalah menentukan sudut-sudut dari bagian tubuh yang diteliti, tahap ketiga adalah penentuan berat benda yang diangkat, penentuan *coupling* dan penentuan aktivitas tubuh, tahap keempat adalah perhitungan skor REBA untuk postur yang diamati. Peskoran postur dan pergerakan kerja menggunakan metode REBA melalui tahapan-tahapan berikut.

1. Pengambilan data postur tubuh dengan bantuan foto atau video. Untuk mendapatkan gambarannya, postur tubuh dari leher, punggung, lengan, pergelangan tangan hingga kaki terperinci dilakukan dengan merekam atau memotret postur tubuhnya. Cara ini dilakukan agar peneliti mendapatkan data postur tubuh secara detail sehingga didapatkan data akurat untuk tahap perhitungan serta analisisnya.
2. Penentuan sudut-sudut dari bagian tubuh, setelah mendapatkan hasil rekaman dan foto postur tubuh, maka dilakukan perhitungan besar sudut dari masing-masing segmen tubuh seperti leher, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan dan kaki.

Postur tubuh yang tidak ergonomis dapat meningkatkan resiko gangguan muskuloskeletal (MSDs) yang berdampak pada kesehatan dan produktivitas pekerja. REBA merupakan satu metode ergonomi yang dirancang untuk meskor postur kerja secara cepat dan akurat. Berikut merupakan keuntungan menggunakan REBA.

1. Evaluasi cepat dan mudah.
2. Rasio efektivitas biaya bagus.
3. Mudah diterapkan, cukup pulpen dan kertas untuk mengumpulkan data, namun ada komputer atau aplikasi yang mempercepat penggunaanya.
4. Aspek ergonomis yang paling konflik diidentifikasi dari skor individu yang diperoleh setelah meskor setiap bagian tubuh.

## **B. Batasan Penggunaan Metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA)**

Batasan-batasan yang perlu diketahui serta level resiko untuk melakukan analisis pengukuran *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) sangat penting untuk dipahami guna memastikan evaluasi dan hasil yang



akurat. Level risiko dalam REBA ini dikategorikan berdasarkan skor yang diperoleh. Berikut merupakan batasan-batasan REBA yaitu sebagai berikut.

1. Tidak mempertimbangkan durasi tugas, waktu istirahat yang tersedia, dan risiko getaran pada lengan.
2. Hanya mengizinkan evaluator untuk menilai satu postur tubuh yang terburuk dari satu pekerja di satu waktu tertentu, sehingga perlu menggunakan postur yang mewakili.
3. Harus menilai sisi kanan dan kiri tubuh secara terpisah, meskipun biasanya dapat dengan cepat menentukan sisi mana yang lebih beresiko mengalami cedera otot dan sendi atau biasa disebut dengan *Musculoskeletal Disorders* (MSD).

Score	Level of MSD Risk
1	negligible risk, no action required
2-3	low risk, change may be needed
4-7	medium risk, further investigation, change soon
8-10	high risk, investigate and implement change
11+	very high risk, implement change

**Gambar 5.1** Batasan Skor REBA

Hasil dari penilaian REBA adalah skor REBA akhir, skor ini merupakan skor tunggal yang menunjukkan tingkat risiko MSD untuk tugas kerja yang sedang dinilai. Skor ini dapat menentukan seberapa besar potensi bahaya bagi pekerja dan apakah perlu dilakukan tindakan perbaikan untuk mengurangi risiko cedera. Skor REBA memiliki rentang nilai antara 1 (minimum) hingga 15 (maksimum). Tabel di atas menjelaskan tingkat risiko gangguan oto atau MSD berdasarkan skor REBA, serta batasan nilai yang menentukan tingkat risiko tersebut.

### C. Deskripsi Posisi Kerja



**Gambar 5.2** Posisi Kerja Operator Posisi Perakitan Motor

Gambar di atas merupakan salah satu posisi kerja seorang operator. Berdasarkan gambar di atas terdapat operator yang sedang bekerja merakit produk motor secara bersamaan. Posisi kerja operator yaitu posisi berdiri dengan tangan yang bekerja. Posisi kerja ini menggerakkan seluruh tubuh yaitu tubuh bagian atas dan bawah. Operator bekerja dalam postur tubuh tersebut dalam jangka waktu yang cukup lama dapat mengakibatkan berbagai risiko salah satunya rasa *fatigue*, untuk mengatasinya dapat digunakan analisis *Rapid Entire Body Assessment* (REBA).

#### **D. Analisis Posisi Kerja**

Analisis *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) ini dilakukan untuk menilai risiko ergonomi seperti bahaya postur tubuh kerja yang tidak ergonomis yang dapat menyebabkan *fatigue* dan cedera muskuloskeletal (MSDs). Penilaian analisis menggunakan metode REBA ini dilakukan pada lembar kerja REBA atau *Reba Employee Assessment Worksheet*. Berikut adalah gambar dari lembar kerja REBA.

**ERGONOMICS** REBA Employee Assessment Worksheet Task Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

**A. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 1: Locate Neck Position**  
 1. Neck Score: \_\_\_\_\_  
 2. Neck is twisted: +1  
 3. Neck is side bending: +1

**Step 2: Locate Trunk Position**  
 1. Trunk Score: \_\_\_\_\_  
 2. Trunk is twisted: +1  
 3. Trunk is side bending: +1

**Step 3: Legs**  
 1. Leg Score: \_\_\_\_\_  
 2. Leg is bent from midline or twisted: Add +1

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

**Step 5: Add Force/Load Score**  
 If load < 11 lbs: -1  
 If load > 22 lbs: +1  
 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 investigation. Change Score.  
 8-10 = High Risk. Investigate and implement Change.  
 11+ = Very High Risk. Implement Change.

**B. Arm and Wrist Analysis**

**Step 7: Locate Upper Arm Position**  
 1. Upper Arm Score: \_\_\_\_\_  
 2. If shoulder is raised: +1  
 3. If upper arm is abducted: +1  
 4. If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 8: Locate Lower Arm Position**  
 1. Lower Arm Score: \_\_\_\_\_  
 2. If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

**Step 9: Locate Wrist Position**  
 1. Wrist Score: \_\_\_\_\_  
 2. 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-ring 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 4x per minute)  
 +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

**Table A: Neck**

	1	2	3
Legs	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Trunk	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Neck	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4

**Table B: Lower Arm**

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

**Table C: Score**

Score A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
2	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4
3	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
4	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
5	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7
6	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8
7	6	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9
8	7	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10
9	8	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11
10	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
11	10	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13
12	11	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14

Table C Score + Activity Score = REBA Score

Gambar 5.3 REBA Employee Assessment Worksheet

Berdasarkan gambar REBA *Employee Assessment Worksheet*, terdapat beberapa informasi yaitu berupa langkah-langkah untuk menentukan skor. Skor akhir REBA menunjukkan apakah perbaikan atau perubahan perlu dilakukan untuk mengurangi risiko cedera. REBA *Employee Assessment Worksheet* terbagi menjadi dua bagian utama yaitu yang bagian A digunakan untuk analisis leher, punggung dan kaki kemudian bagian B digunakan untuk analisis lengan dan pergelangan tangan.



Gambar 5.4 Posisi Kerja Operator Posisi Perakitan Motor

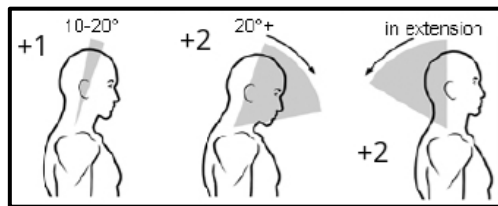
Berdasarkan gambar di atas dapat dilakukan analisis perhitungan menggunakan metode REBA, penilaian REBA terdapat 13 langkah penilaian. Perhitungan dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu yang pertama analisis

leher, punggung dan kaki kemudian yang kedua analisis lengan dan pergelangan tangan. Bagian pertama terdiri dari enam langkah.

1. *Neck, Trunk, And Leg Analysis* (Analisis Leher, Badan, Dan Kaki)

Terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan dalam analisis perhitungan *Rapid Entire Body Assessment* pada bagian A. Berikut merupakan perhitungan untuk postur tubuh operator di atas.

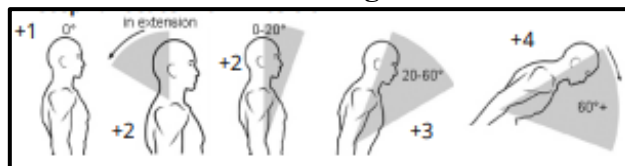
**Langkah 1: Menentukan Posisi Leher**



**Gambar 5.5** Menentukan Posisi Leher

Gambar di atas adalah langkah menilai posisi leher. Berdasarkan postur tubuh operator posisi leher lebih condong ke depan dengan sudut  $20^{\circ}+$ , maka didapatkan skor sebesar 2.

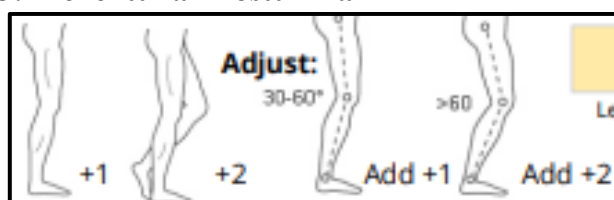
**Langkah 2: Menentukan Posisi Batang Tubuh**



**Gambar 5.6** Menentukan Posisi Batang Tubuh

Gambar di atas adalah langkah menilai posisi batang tubuh. Berdasarkan postur tubuh operator posisi batang tubuh lebih condong ke depan dengan sudut  $0^{\circ}$ - $20^{\circ}$ , maka didapatkan skor sebesar 2.

**Langkah 3: Menentukan Postur Kaki**



### Gambar 5.7 Menentukan Postur Kaki

Gambar di atas adalah langkah menilai posisi kaki. Berdasarkan postur tubuh operator posisi kaki berdiri dengan tegak lurus, maka didapatkan skor sebesar 1. Skor yang sudah diketahui akan dimasukkan pada tabel untuk menentukan nilai keseluruhan bagian A.

**Tabel 5.1** Skor Bagian A

Table A	Neck												
		1				2				3			
	Le gs	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
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	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

**Langkah 4-6: Menentukan Nilai yang Didapat pada Tabel A, Menambah Nilai Beban, dan Menggabungkan Nilai Keseluruhan yang Didapat pada Bagian A.**

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

Posture Score 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

Force / Load Score

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

Score A

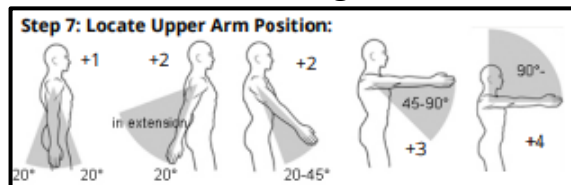
**Gambar 5.8** Menentukan Nilai Bagian A

Berdasarkan nilai yang didapat pada tabel A yaitu 3 yang kemudian ditambahkan dengan beban yang ada pada operator <11 lbs maka skor 0. Menentukan skor keseluruhan pada bagian A adalah dengan menjumlahkan nilai tabel A dengan skor beban, 3 ditambah dengan 0 dihasilkan skor 3.

## 2. Arm And Wrist Analysis (Analisis Lengan Dan Pergelangan Tangan)

Terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan dalam analisis perhitungan *Rapid Entire Body Assessment* pada bagian B. Berikut merupakan perhitungan untuk postur tubuh operator di atas.

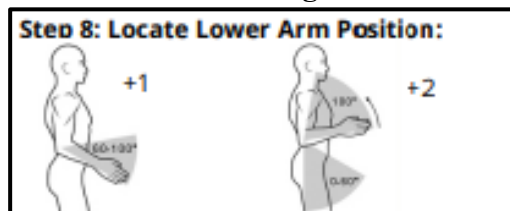
#### Langkah 7: Menentukan Posisi Lengan Atas



**Gambar 5.9** Menentukan Posisi Lengan Atas

Gambar di atas adalah langkah menilai posisi lengan atas. Berdasarkan postur tubuh operator posisi lengan atas lebih condong ke depan dengan sudut  $20^{\circ}$ - $45^{\circ}$ , maka didapatkan skor sebesar 2.

#### Langkah 8: Menentukan Posisi Lengan Bawah



**Gambar 5.10** Menentukan Posisi Lengan Bawah

Gambar di atas adalah langkah menilai posisi lengan atas. Berdasarkan postur tubuh operator posisi lengan bawah lebih sering bergerak ke atas dan bawah dengan sudut ke atas  $100^{\circ}$  dan ke bawah dengan sudut  $0^{\circ}$ - $60^{\circ}$ , maka didapatkan skor sebesar 2.

#### Langkah 9: Menentukan Posisi Pergelangan Tangan



**Gambar 5.11** Menentukan Posisi Pergelangan Tangan

Gambar di atas adalah langkah menilai pergelangan tangan. Berdasarkan postur tubuh operator posisi pergelangan tangan lebih sering bergerak ke atas dan bawah dengan sudut ke atas  $15^{\circ}+$  dan ke bawah dengan sudut  $15^{\circ}+$ , maka didapatkan skor sebesar 2.

Tabel 5.2 Skor Bagian B

Table B	Lower Arm						
		1			2		
Upper Arm	Wrist	1	2	3	1	2	3
	1	1	2	2	1	2	3
	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

**Langkah 10-13: Menentukan Nilai Tabel Bagian B, Menambahkan Skor Kopel, dan Menggabungkan Nilai Keseluruhan yang Didapat pada Bagian B.**

**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 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Posture Score B  
+  
  
Coupling Score  
=  
  
Score B

Gambar 5.12 Menentukan Nilai Bagian B

Berdasarkan nilai yang didapat pada tabel A yaitu 3 yang kemudian ditambahkan dengan beban yang ada pada operator <11 lbs maka skor 0. Menentukan skor keseluruhan pada bagian A adalah dengan menjumlahkan nilai tabel A dengan skor beban, 3 ditambah dengan 0 dihasilkan skor 3. Langkah selanjutnya adalah menentukan tabel C dan skor akhir REBA.

**Tabel 5.3 Skor C**

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

Skor akhir yang didapatkan adalah 4, yang diperoleh dari perhitungan penjumlahan skor pada tabel C sebesar 3 dan dijumlah dengan skor kegiatan sebesar 1. Skor akhir REBA 4 maka risiko sedang, akan diperiksa lebih lanjut dan akan segera diperbaiki.

## E. Studi Kasus

Keluhan nyeri pada otot rangka juga terjadi di UMKM Anisa Bakery yang memproduksi bolu dan kue. Salah satu pekerja di bagian produksi mengaku sering mengalami nyeri di bagian bahu, pinggang, lutut, dan paha. Kondisi ini tentu dapat berdampak negatif terhadap kinerja dan produktivitas



pekerja. proses produksi bolu dan kue masih bergantung pada tenaga manusia sekitar 60% proses produksi kue masih bergantung pada tenaga manusia sekitar. Setiap harinya terdapat target tertentu dan jika target harian telah selesai maka jam kerja dinyatakan selesai sehingga dalam sehari pekerja memiliki waktu kerja yang tidak tentu. Istirahat dilakukan setelah 1 jam kerja dan kemudian istirahat selama 1 jam secara bergantian atau dikenal dengan sistem rolling.

Berdasarkan keluhan yang dirasakan, dapat dilihat bahwa postur tubuh yang berkepanjangan dapat merusak tubuh pekerja. Selama proses pembuatan dan pencetakan adonan diambil, dan sudut badannya diidentifikasi. Dengan sikap kerja ini, evaluasi sikap kerja dilakukan dengan bantuan Lembar Kerja Evaluasi Karyawan REBA.

**Tabel 5.4** Perhitungan REBA Pembuatan Bolu dan Kue

No	Faktor	Pergerakan	Adjust	Skor
1.	Posisi Leher	Leher pekerja membentuk sudut 30°	-	2
2.	Posisi Punggung	Bagian punggung pekerja membentuk sudut 0°	-	1
3.	Kaki	Ketika perpindahan membentuk sudut antara 30-60°	1	2
4.	Skor Postur tubuh pada tabel A		-	2
5.	Tambahkan skor kekuatan/beban		-	0
6.	Nilai A, Baris dalam Tabel C		-	2
7.	Posisi Lengan Atas	Bagian lengan atas membentuk sudut 13°	1	2
8.	Posisi Lengan Bawah	Bagian lengan bawah membentuk sudut 60°	-	1
9.	Posisi	Bagian	2	3

	pergelangan tangan	pergelangan membentuk sudut 15°		
10.	Skor pada tabel B		-	3
11.	Skor <i>Coupling</i> (Pegangan)		-	0
12.	Nilai B, temukan pada tabel C		-	3
13.	Tabrl skor C		-	2
14.	Aktivitas skor		-	1
15.	Final REBA		-	3

Berdasarkan perhitungan REBA pada postur pekerja Anisa *Bakery* didapatkan hasil bahwa postur tubuh pekerja mendapatkan skor akhir REBA sebesar 3 yang berarti skor tersebut mempunyai level resiko rendah, namun tidak menutup kemungkinan adanya kelelahan pada pekerja. Untuk mencegah resiko lebih lanjut pada UMKM Anisa *Bakery* dapat diusulkan untuk membuat SOP (*Standard Operating Procedure*) berupa posisi kerja yang baik, melakukan peregangan yang baik disaat sedang bekerja, memberikan ruang tambahan serta menambahkan alat bantu seperti meja kerja pada pekerja penataan adonan yang sesuai dengan antropometri pekerja untuk membantu proses kerja pengguna, meningkatkan keselamatan, dan meminimalkan risiko posisi kerja pengguna.

## F. Rangkuman

1. *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) adalah metode evaluasi ergonomi yang digunakan untuk menilai risiko gangguan muskuloskeletal pada pekerja berdasarkan postur tubuh, kekuatan otot, dan frekuensi gerakan. Metode ini mirip dengan RULA dan dikembangkan oleh Hignett & McAtamney untuk mengidentifikasi tingkat risiko dari berbagai gerakan kerja. REBA mengevaluasi beberapa bagian tubuh, termasuk leher, punggung, lengan, kaki, serta pergelangan tangan. Meskipun metode ini efektif, terdapat beberapa keterbatasan, seperti tidak mempertimbangkan durasi tugas dan waktu istirahat, serta hanya menilai satu postur tubuh dalam satu waktu tertentu.
2. Proses analisis dengan REBA melibatkan 13 langkah yang terbagi menjadi dua bagian utama: analisis leher, punggung, dan kaki (bagian A) serta analisis lengan dan pergelangan tangan (bagian B). Setiap postur

diberi skor berdasarkan tingkat risiko, kemudian nilai akhir dihitung menggunakan tabel evaluasi. Dalam contoh studi kasus, seorang pekerja di UMKM Anisa *Bakery* di bagian produksi mengaku sering mengalami nyeri di bagian bahu, pinggang, lutut, dan paha dinilai menggunakan REBA. Hasil analisis menunjukkan skor akhir REBA sebesar 3, yang berarti skor tersebut mempunyai level resiko rendah, namun tidak menutup kemungkinan adanya kelelahan pada pekerja.

### G. Soal Latihan

1. Apa itu metode REBA dalam *ergonomic*?
  - a. Metode untuk meskor postur tubuh secara subjektif
  - b. Metode peskoran resiko ergonomi pada seluruh tubuh
  - c. Teknik olahraga untuk meningkatkan fleksibilitas tubuh
  - d. Proses produksi yang lebih efisien dengan tenaga manusia
2. Faktor utama yang diskor dalam metode REBA adalah...
  - a. Tingkat stres pekerja
  - b. Kecepatan kerja
  - c. Postur tubuh, gaya, dan beban kerja
  - d. Jenis pekerjaan
3. Manfaat utama dari REBA adalah...
  - a. Mencegah cedera akibat postur kerja yang buruk
  - b. Mengurangi tingkat produksi yang terlalu tinggi
  - c. Meningkatkan jumlah jam kerja karyawan
  - d. Memastikan pekerja tetap bekerja tanpa istirahat
4. Dalam metode REBA, postur tubuh yang dianalisis terbagi menjadi...
  - a. 2 bagian
  - b. 4 bagian
  - c. 5 bagian
  - d. 3 bagian
5. Apa yang menjadi tolak ukur utama dalam metode REBA?
  - a. Intensitas cahaya dalam tempat kerja
  - b. Posisi kepala, tangan, kaki, dan beban yang diangkat
  - c. Tingkat kebisingan dalam ruangan
  - d. Warna pakaian yang digunakan pekerja
6. Skor REBA tertinggi menunjukkan bahwa ...
  - a. Tidak ada resiko *ergonomic*
  - b. Pekerjaan tidak berbahaya bagi tubuh

- c. Resiko ergonomi sangat tinggi dan memerlukan tindakan segera
  - d. Postur kerja sangat ideal
7. Kapan metode REBA sebaiknya digunakan?
- a. Sebelum cedera terjadi untuk pencegahan
  - b. Saat terjadi cedera serius di tempat kerja
  - c. Setelah pekerja menyelesaikan jam kerja
  - d. Saat pekerja merasa bosan
8. Apa yang diskor dalam segmen tubuh atas dalam metode REBA?
- a. Paha dan lutut
  - b. Perut dan dada
  - c. Tungkai dan telapak kaki
  - d. Leher, punggung, dan lengan
9. Jika seorang pekerja memiliki skor REBA 10, maka tindakan yang harus dilakukan adalah ...
- a. Tidak perlu ada Tindakan
  - b. Evaluasi ergonomi dalam waktu dekat
  - c. Perubahan postur kerja segera diperlukan
  - d. Biarkan pekerja bekerja seperti biasa
10. Faktor apa yang dapat meningkatkan skor REBA?
- a. Postur kerja yang tidak ideal dan beban berat
  - b. Penggunaan alat bantu kerja yang ergonomis
  - c. Beban kerja yang lebih ringan
  - d. Pengurangan jam kerja





## BAB VI

# MANUAL MATERIAL HANDLING

### Kemampuan Akhir yang Diharapkan

Mampu memahami terkait dengan definisi manual material handling, memahami jenis perbaikan ergonomis, memahami pelatihan pekerja, serta memahami rencana aksi proaktif. Sehingga pembaca dapat mengidentifikasi potensi bahaya dalam aktivitas MMH, menerapkan solusi ergonomis yang sesuai, serta mengembangkan strategi pencegahan cedera melalui pendekatan manajemen keselamatan dan pelatihan berkelanjutan.

### Materi Pembelajaran

- Definisi Manual Material Handling
- Jenis Perbaikan Ergonomis
- Pelatihan Pekerja
- Rencana Aksi Proaktif
- Rangkuman
- Soal Latihan

### A. Definisi Manual Material Handling

Peran manusia sebagai tenaga kerja sangat penting dalam proses produksi terutama dalam kegiatan yang dilakukan secara manual. Salah satu bentuk peranan manusia yaitu aktivitas pengangkutan dan penanganan material secara manual atau *manual material handling*. *Manual material handling* menurut *American Material Handling Society* merupakan seni dan ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), pengepakan (*packaging*), penyimpanan (*storing*), dan pengawasan (*controlling*) dari material dengan segala bentuk. Pekerjaan yang berhubungan dengan *manual material handling* seperti pekerjaan pertukangan, bongkar muat barang, aktivitas di pasar dan kegiatan-kegiatan bisnis lainnya.

*Manual material handling* merupakan suatu aktivitas atau pekerjaan penanganan atau perpindahan material yang dilakukan dalam suatu pekerjaan secara manual oleh tenaga otot manusia. *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) mengklasifikasikan kegiatan pada *manual material*

*handling* terdiri dari beberapa kegiatan yaitu mengangkat/ menurunkan (*lifting/ lowering*), mendorong/ menarik (*push/ pull*), memutar (*twisting*), membawa (*carrying*), dan menahan (*holding*). Pemindahan material secara manual yang tidak dilakukan dengan memperhatikan prinsip ergonomi, dapat meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan kerja. Salah satu dampaknya adalah kerusakan pada jaringan tubuh akibat beban yang terlalu berat. Risiko cedera yang paling sering terjadi adalah *musculoskeletal disorders* (MSDs), yaitu gangguan pada sistem muskuloskeletal seperti otot, saraf, ligamen, tulang, sendi, dan tulang rawan. Cedera ini biasanya disebabkan oleh aktivitas kerja yang melibatkan postur tubuh yang salah, pengangkatan beban berlebih, atau gerakan berulang yang memberikan tekanan berlebih pada tubuh. Jika tidak ditangani dengan baik, cedera ini dapat berdampak pada kesehatan pekerja dan mengurangi produktivitas di tempat kerja.

*Manual material handling* memiliki keunggulan dibandingkan dengan penanganan material menggunakan alat bantu, yaitu fleksibilitas gerakan. Pekerja dapat dengan mudah menyesuaikan gerakan sesuai kebutuhan di berbagai kondisi kerja. Namun, di balik kelebihan ini terdapat kekurangan yaitu dalam hal keselamatan dan kesehatan kerja. Aktivitas *manual material handling* memiliki risiko kecelakaan yang tinggi karena adanya kontak langsung antara tubuh pekerja dan beban yang diangkat. Beban berat yang memberikan tekanan besar pada otot dan sistem skeletal dapat menyebabkan *overstrain*, khususnya pada otot leher, tulang belakang, dan bagian tubuh lainnya. Studi mengenai *manual material handling* bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab cedera serta mengawasi dan meminimalkan risiko tersebut dengan menerapkan pengendalian administratif dan pengendalian teknik.

## B. Jenis Perbaikan Ergonomis

Setiap aktivitas kerja melibatkan interaksi antara manusia, alat, lingkungan, dan tugas yang harus diselesaikan. Ketika elemen-elemen ini tidak sesuai satu sama lain, risiko cedera, kelelahan, dan penurunan produktivitas menjadi lebih besar. Masalah-masalah ini sering kali timbul akibat desain sistem kerja yang kurang memperhatikan prinsip ergonomi, yaitu kesesuaian antara pekerjaan dengan kemampuan manusia. Ergonomi memberikan solusi dengan menawarkan berbagai pendekatan untuk memperbaiki sistem kerja, sehingga tidak hanya meningkatkan kenyamanan

dan keselamatan pekerja, tetapi juga mendukung efisiensi dan kualitas kerja. Perbaikan ergonomis bertujuan untuk menghilangkan atau meminimalkan faktor risiko yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan atau menurunkan performa kerja. Untuk mencapai hasil yang optimal, upaya perbaikan dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu sebagai berikut.

1. Perbaikan Teknik

Perbaikan teknik adalah pendekatan ergonomis yang berfokus pada perubahan fisik atau teknis dalam sistem kerja untuk menciptakan kesesuaian yang lebih baik antara pekerja, alat, dan lingkungan. Tujuannya adalah untuk mengurangi beban fisik, meningkatkan efisiensi, dan mengurangi risiko cedera akibat faktor-faktor seperti postur yang tidak ergonomis, beban kerja yang berlebihan, atau penggunaan alat yang tidak sesuai. Perbaikan ini mencakup berbagai tindakan, seperti menata ulang tata letak area kerja, memodifikasi alat atau mesin, mendesain ulang stasiun kerja, menyediakan alat bantu, atau mengganti peralatan dan material yang tidak ergonomis. Misalnya, dalam tugas pengangkatan manual, perbaikan teknik dapat berupa pengadaan troli atau alat pengangkat otomatis untuk mengurangi beban fisik pekerja.

2. Perbaikan Administratif

Perbaikan administratif berfokus pada pengaturan waktu, tugas, dan proses kerja untuk mengurangi paparan pekerja terhadap faktor risiko. Contohnya adalah rotasi pekerjaan, yang membantu membatasi durasi pekerja melakukan tugas berat atau repetitif, sehingga mengurangi risiko cedera. Namun, perbaikan ini tidak sepenuhnya menghilangkan risiko, karena pekerja tetap terpapar selama tugas berlangsung. Oleh karena itu, pendekatan ini paling efektif bila dikombinasikan dengan perbaikan teknik, seperti memodifikasi alat atau praktik kerja, untuk secara permanen menghilangkan "pekerjaan bermasalah" dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman.

## C. Pelatihan Pekerja

Berbagai fasilitas seperti pengadaan, penerimaan, penyimpanan, hingga pengolahan material memiliki peran penting dalam industri berskala besar untuk mendukung kelancaran operasional. Proses dalam industri seringkali melibatkan aliran material, mulai dari bahan baku yang diolah sampai menjadi produk akhir yang siap dipasarkan. Untuk meningkatkan



profit, perusahaan selalu berupaya memperbaiki efisiensi diseluruh proses produksinya.

Prinsip utama dalam *material handling* adalah memilih peralatan yang tepat untuk berbagai jenis tugas di kondisi operasional yang berbeda. Agar pemindahan material dapat berjalan optimal, diperlukan penerapan metode khusus dalam *material handling*. Salah satu langkah penting adalah memberikan pelatihan kepada karyawan yang terlibat, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penanganan material. Tujuan pelatihan ini adalah untuk meningkatkan pemahaman dan wawasannya mengenai *material handling*, termasuk dalam aspek berikut.

1. Memilih alat bantu yang sesuai.
2. Mengelola proses penerimaan barang secara efisien.
3. Mengoptimalkan kegiatan penyimpanan dan pengelolaan gudang.

Meski demikian, pelatihan saja tidak cukup untuk meningkatkan ergonomi dan efisiensi kerja. Pelatihan perlu didukung dengan perubahan yang relevan di tempat kerja. Para pekerja harus mendapatkan pengalaman langsung dalam menggunakan peralatan, alat kerja, atau prosedur baru, agar keterampilan meningkat dan pekerjaan dapat dilakukan dengan aman serta efisien. Pelatihan yang efektif harus melibatkan interaksi aktif serta partisipasi penuh dari pekerja. Beberapa saran untuk pelatihan berdasarkan prinsip pembelajaran orang dewasa antara lain sebagai berikut.

1. Mengadakan diskusi kelompok kecil dan sesi pemecahan masalah untuk mendorong pembelajaran bersama.
2. Memberikan kesempatan kepada pekerja untuk bertanya dan mendalami materi yang disampaikan.
3. Memberikan pengalaman praktik langsung ketika peralatan, alat kerja, atau prosedur baru diperkenalkan.
4. Menggunakan media visual, seperti gambar, diagram, atau video, yang sesuai dengan tugas-tugas yang dilakukan di tempat kerja

Pelatihan yang terstruktur dan melibatkan interaksi aktif, perusahaan dapat meningkatkan kompetensi pekerja dalam menangani material secara efektif dan efisien. Pelatihan kerja juga membantu meningkatkan produktivitas dan keselamatan kerja secara keseluruhan.

## D. Rencana Aksi Proaktif

Pekerjaan *manual material handling* membutuhkan gerakan dan aktivitas fisik, seperti mengangkat, menurunkan, mengisi, mengosongkan, atau membawa. Aktivitas ini memerlukan kekuatan, ketangkasan, serta postur tubuh yang sesuai untuk mencegah cedera dan menjaga efisiensi kerja. Rencana aksi proaktif ini digunakan untuk mengidentifikasi dan mengelola faktor-faktor risiko, seperti beban kerja, postur tubuh, serta kondisi lingkungan kerja, guna menciptakan proses yang lebih aman dan produktif.

Tujuan dari rencana aksi proaktif *manual material handling* adalah untuk mengurangi risiko cedera, hambatan produksi, dan menurunkan kualitas produk akibat pekerjaan yang tidak terkelola dengan baik. Masalah di tempat kerja sering muncul karena tidak adanya kesesuaian antara tugas pekerjaan dan kemampuan pekerja, atau kurangnya evaluasi terhadap faktor risiko. Dengan menemukan dan menangani masalah sejak dini, perusahaan dapat mengurangi biaya kompensasi pekerja sekaligus meningkatkan keselamatan, efisiensi, dan kualitas layanan.

Sikap proaktif dalam memecahkan masalah melibatkan identifikasi masalah melalui pengamatan menyeluruh di tempat kerja sebelum masalah terjadi. Pendekatan ini mencakup penyesuaian pekerjaan dengan kemampuan pekerja melalui perubahan yang sesuai. Prosesnya melibatkan kolaborasi antara pekerja, manajer, dan supervisor, dengan langkah-langkah seperti pengamatan pekerjaan, analisis opsi, pengambilan keputusan, dan tindakan perbaikan untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih baik. Berikut merupakan tahapan dalam rencana aksi proaktif.

### 1. Mencari Sumber Masalah

Langkah awal dalam merancang rencana aksi proaktif untuk pekerjaan *manual material handling* adalah dengan mencari sumber masalah. Proses ini diperlukan agar tindakan yang diambil dapat secara efektif mengurangi risiko dan meningkatkan keselamatan kerja. Berikut merupakan hal yang perlu dilakukan untuk mencari sumber masalah.

#### a. Pemeriksaan Catatan Tertulis

Catatan tertulis dapat berupa OSHA Log 300, laporan atau keluhan dari pekerja, serta dokumen terkait kompensasi pekerja. Layanan manajemen risiko dari perusahaan asuransi kompensasi pekerja juga dapat dimanfaatkan, misalnya survei penilaian tempat kerja untuk mengidentifikasi potensi risiko atau masalah di lingkungan kerja.

Langkah ini membantu memperoleh gambaran yang jelas mengenai sumber permasalahan yang perlu diatasi.

b. Pengamatan Aktivitas Kerja Secara Langsung

Pengamatan aktivitas kerja dapat diawali dengan mengajak para pekerja, supervisor, dan manajer untuk berdiskusi tentang masalah yang dihadapi. Pahami pandangannya untuk mengerti kondisi dan tantangan yang ada. Setelah itu, perhatikan tanda-tanda yang menunjukkan adanya potensi masalah, yaitu sebagai berikut.

- 1) Risiko dalam pekerjaan, misalnya postur tubuh yang tidak nyaman, gerakan berulang, penggunaan tenaga yang berlebihan, tekanan pada tubuh, atau bekerja terlalu lama dalam posisi yang sama.
- 2) Tanda-tanda kelelahan atau ketidaknyamanan pada pekerja, termasuk laporan keluhan terkait kesehatan atau kondisi kerja.
- 3) Perilaku yang menunjukkan adanya rasa sakit, seperti membatasi gerakan, tidak menggerakkan bagian tubuh tertentu, atau sering memijat bagian tubuh seperti tangan, lengan, kaki, leher, atau punggung.
- 4) Pekerja yang melakukan penyesuaian sendiri terhadap alat, peralatan, atau tempat kerjanya agar lebih nyaman.
- 5) Masalah seperti meningkatnya ketidakhadiran, tingginya pergantian pekerja, atau keluhan dari pelanggan.
- 6) Penurunan kualitas produk atau layanan, rendahnya semangat kerja, serta meningkatnya kesalahan, kerusakan, atau pemborosan bahan.
- 7) Kendala produksi, seperti peralatan yang sering rusak, jadwal kerja yang terlambat, atau adanya proses kerja yang tidak efisien, seperti penanganan material atau produk yang berulang dan tidak diperlukan.

c. Penggunaan Alat Penilaian

Berbagai alat penilaian dapat digunakan untuk menganalisis dan mengidentifikasi masalah dalam pekerjaan yang melibatkan penanganan material secara manual. Alat penilaian terbagi menjadi dua, yaitu alat penilaian sederhana dan alat penilaian khusus. Berikut merupakan penjelasan mengenai alat penilaian sederhana dan khusus.

### 1) Alat Penilaian Sederhana

Alat penilaian sederhana digunakan untuk mengetahui masalah yang mungkin terjadi dalam pekerjaan yang melibatkan penanganan material secara manual. Selain itu, alat penilaian sederhana dapat membantu mengidentifikasi potensi risiko yang dapat membahayakan kesehatan pekerja. Berikut merupakan beberapa alat penilaian sederhana.

- a) Daftar Periksa Manual Penanganan Material NIOSH.
- b) Daftar Periksa Evaluasi Risiko NIOSH untuk Mengangkat, Mendorong, atau Menarik Beban.
- c) Lembar Kerja Kesadaran untuk Menemukan Petunjuk Risiko.
- d) Daftar Periksa Ergonomi dalam Penanganan Material.

### 2) Alat Penilaian Khusus

Alat penilaian khusus digunakan jika masalah yang ditemukan cukup rumit. *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) merupakan salah satu masalah yang rumit, sehingga penanganannya perlu menggunakan metode yang lebih canggih. Berikut merupakan beberapa alat penilaian khusus.

- a) Persamaan Pengangkatan NIOSH untuk Menilai Beban Angkat yang Aman.
- b) Nilai Ambang Batas (TLVs) dari *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) untuk Mengangkat Beban Manual.
- c) Program Prediksi Kekuatan Statis 3D dari Universitas Michigan untuk Analisis Posisi Tubuh.
- d) Monitor Gerakan Lumbar dari Universitas Negeri Ohio untuk Memantau Gerakan Punggung.
- e) Tabel Psikofisika Snook yang Menyediakan Panduan untuk Beban Kerja yang Aman.

## 2. Memprioritaskan Pekerjaan yang Perlu Dilakukan Perbaikan

Setelah masalah terdeteksi, langkah selanjutnya adalah menentukan tugas mana yang perlu diperbaiki dan memberikan prioritas pada tugas tersebut. Dengan demikian, perbaikan dapat dilakukan secara lebih terfokus dan memberikan dampak yang maksimal. Berikut merupakan beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan prioritas perbaikan.

- a. Seberapa sering faktor risiko yang telah teridentifikasi terjadi dan seberapa parah dampaknya terhadap kemungkinan cedera.

- b. Seberapa sering keluhan, gejala, atau cedera terjadi, serta tingkat keparahannya.
- c. Sumber daya yang tersedia, baik dari segi teknis maupun keuangan, untuk melakukan perbaikan.
- d. Pendapat atau ide-ide pekerja mengenai cara terbaik untuk melakukan perbaikan.
- e. Seberapa sulit untuk mengimplementasikan perbaikan yang direncanakan.
- f. Waktu yang dibutuhkan untuk menerapkan perbaikan.

### 3. Melakukan Perbaikan

Tujuan dari melakukan perbaikan adalah untuk memastikan bahwa pekerjaan yang diberikan sesuai dengan kemampuan pekerja. Salah satu langkah yang bisa diambil adalah dengan menggabungkan operasi dan proses yang ada, hal ini dilakukan agar dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan kebutuhan untuk menangani material atau produk secara manual yang tidak perlu, serta dapat meningkatkan efisiensi. Beberapa perubahan dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja dalam tugas tertentu, tergantung pada jenis pekerjaan dan karakteristik pekerja. Penyesuaian-penyesuaian tersebut perlu dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti tingkat keterampilan pekerja dan sifat pekerjaan, agar perubahan yang diterapkan lebih efektif dan dapat mencapai tujuan yang diinginkan. Berikut merupakan hal-hal yang perlu dipertimbangkan jika memerlukan bantuan tambahan dalam melakukan perbaikan.

Berbicara dengan berbagai karyawan, diskusikan dengan teknisi, teknisi pemeliharaan, manajer, dan pekerja produksi untuk mencari ide-ide baru.

- a. Menghubungi perusahaan lain dalam industri yang sama, perusahaan tersebut mungkin sudah memiliki solusi yang dapat diterapkan pada masalah penanganan material secara manual yang perlu diperbaiki atau dioptimalkan, sehingga bisa menghemat waktu, biaya, dan tenaga.
- b. Periksa katalog peralatan, fokuskan perhatian pada peralatan yang dapat membantu mengatasi masalah yang ingin diselesaikan.
- c. Berbicara dengan vendor peralatan, vendor tersebut mungkin memiliki ide atau solusi dari operasi serupa yang dapat diterapkan.

- d. Konsultasikan dengan ahli ergonomi, pakar ini dapat memberikan wawasan tentang berbagai perbaikan yang dapat diterapkan, biaya, dan potensi manfaatnya.
  - e. Menghubungi Layanan Konsultasi Cal/OSHA (hanya untuk bisnis di California), Cal/OSHA menyediakan layanan konsultasi dan saran gratis terkait keselamatan dan kesehatan kerja.
  - f. Mencari informasi di Internet, dapat mencari referensi di situs seperti *Material Handling Industry of America* atau *Material Handling Equipment Distributors Association*.
4. Menindaklanjuti
- Tindak lanjut sangat diperlukan untuk memastikan apakah perbaikan yang dilakukan berhasil. Setelah waktu yang cukup untuk penyesuaian, tetapkan tanggal untuk meninjau perubahan yang sudah dilakukan. Evaluasi setiap perbaikan secara terpisah juga perlu dilakukan untuk mengetahui apakah perubahan tersebut efektif. Berikut merupakan tujuan dilakukannya evaluasi.
- a. Menilai apakah perbaikan mengurangi atau menghilangkan rasa lelah, ketidaknyamanan, gejala, atau cedera.
  - b. Memastikan perbaikan diterima dengan baik oleh pekerja.
  - c. Menilai apakah perbaikan mengurangi atau menghilangkan sebagian besar atau seluruh faktor risiko.
  - d. Mengidentifikasi apakah perbaikan menimbulkan risiko baru, bahaya, atau masalah lainnya.
  - e. Memastikan perbaikan tidak menyebabkan penurunan produktivitas atau efisiensi.
  - f. Menilai apakah perbaikan mengurangi kualitas produk atau layanan.
  - g. Memastikan perbaikan sudah dilengkapi dengan pelatihan yang diperlukan agar efektif.

## E. Rangkuman

*Manual material handling* adalah aktivitas penanganan dan pemindahan material secara manual oleh tenaga manusia, seperti mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik, dan membawa. Jenis perbaikan ergonomis terbagi menjadi 2, yaitu pengendalian teknik dan pengendalian administratif. Pengendalian teknik berfokus pada perubahan fisik atau teknis dalam sistem kerja untuk menciptakan kesesuaian antara

pekerja, alat, dan lingkungan, sedangkan pengendalian administratif berfokus pada pengaturan waktu, tugas, dan proses kerja untuk mengurangi paparan risiko. Pelatihan pekerja bertujuan meningkatkan pemahaman dan keterampilan karyawan dalam memilih peralatan, mengelola barang, serta mengoptimalkan penyimpanan dan pengelolaan gudang. Pelatihan efektif melibatkan interaksi aktif, praktik langsung, media visual, dan diskusi kelompok untuk meningkatkan kompetensi, produktivitas, dan keselamatan kerja. Rencana aksi proaktif bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengelola faktor risiko, seperti beban kerja, postur tubuh, dan kondisi lingkungan kerja untuk meningkatkan keamanan dan produktivitas. Tahapan pertama adalah mencari sumber masalah melalui pemeriksaan catatan, pengamatan langsung, dan alat penilaian. Tahapan kedua adalah memprioritaskan pekerjaan yang perlu dilakukan perbaikan agar dapat memberikan dampak yang maksimal. Tahapan ketiga adalah melakukan perbaikan untuk menyesuaikan kemampuan pekerja dengan pekerjaannya. Tahapan terakhir adalah menindaklanjuti untuk mengevaluasi efektivitas perbaikan yang telah dilakukan.

## F. Soal Latihan

1. Apa definisi dari *manual material handling*?
  - a. Aktivitas menggunakan mesin otomatis untuk memindahkan material di tempat kerja.
  - b. Suatu aktivitas atau pekerjaan dalam penanganan atau perpindahan material yang dilakukan dalam suatu pekerjaan secara manual oleh tenaga otot manusia.
  - c. Kegiatan mengelola inventaris material menggunakan teknologi komputerisasi.
  - d. Proses pemindahan material menggunakan alat berat di pabrik atau gudang.
2. Perbaikan ergonomis dibagi menjadi dua yang utama yaitu?
  - a. Perbaikan fisik dan perbaikan jasmani.
  - b. Perbaikan proses dan perbaikan sistem.
  - c. Perbaikan teknik dan perbaikan administratif.
  - d. Perbaikan alat dan perbaikan lingkungan.
3. Apa tujuan utama dari rencana aksi proaktif dalam *manual material handling*?
  - a. Meningkatkan kualitas produksi.

- b. Mengurangi risiko cedera.
  - c. Menambah jumlah pekerja.
  - d. Menurunkan biaya produksi.
4. Apa langkah pertama dalam merancang rencana aksi proaktif untuk pekerjaan *manual material handling*?
- a. Memprioritaskan perbaikan.
  - b. Melakukan perbaikan.
  - c. Mencari sumber masalah.
  - d. Menindaklanjuti perbaikan.
5. Berikut ini yang bukan alat penilaian khusus adalah ...
- a. Lembar Kerja Kesadaran untuk Menemukan Petunjuk Risiko.
  - b. Persamaan Pengangkatan NIOSH untuk Menilai Beban Angkat yang Aman.
  - c. Program Prediksi Kekuatan Statis 3D dari Universitas Michigan untuk Analisis Posisi Tubuh.
  - d. Tabel Psikofisika Snook yang Menyediakan Panduan untuk Beban Kerja yang Aman.
6. Apa saja indikator utama yang menunjukkan adanya inefisiensi dalam sistem penanganan material di industri berskala besar?
- a. Jarak pengangkutan yang terlalu jauh antara gudang dan pabrik.
  - b. Kapasitas penanganan material yang berlebihan.
  - c. Biaya operasional peralatan angkut yang tinggi.
  - d. Pilihan a dan c benar.
7. Mengapa pelatihan yang interaktif dan melibatkan pengalaman langsung penting dalam meningkatkan efisiensi dan ergonomi kerja dalam *Material Handling*?
- a. Agar pekerja dapat memahami teori tanpa perlu praktik langsung.
  - b. Untuk memastikan pekerja memiliki keterampilan yang diperlukan untuk bekerja dengan aman dan efisien.
  - c. Karena pelatihan hanya memerlukan media visual tanpa interaksi langsung.
  - d. Untuk mengurangi keterlibatan pekerja dalam proses pelatihan.
8. Berikut ini adalah beberapa kegiatan pada *manual material handling* yang sering dilakukan dalam aktivitas industri, kecuali ...
- a. *Carrying Task*.
  - b. *Pulling Task*.
  - c. *Lifting Task*.



- d. *Pushing Task*.
  - e. *Blocking Task*.
9. Manakah dari pernyataan berikut yang merupakan contoh perbaikan teknik dalam ergonomi?
- a. Mengatur jadwal rotasi pekerjaan.
  - b. Memberikan pelatihan tambahan kepada pekerja.
  - c. Menyediakan troli untuk mengurangi beban angkat manual.
  - d. Menambah durasi istirahat saat bekerja.
  - e. Membatasi waktu kerja lembur.
10. Apa kekurangan dari perbaikan administratif dibandingkan dengan perbaikan teknik?
- a. Tidak memerlukan biaya tambahan.
  - b. Tidak sepenuhnya menghilangkan risiko pekerjaan.
  - c. Hanya dapat diterapkan pada pekerjaan tertentu.
  - d. Membutuhkan alat tambahan untuk implementasi.
  - e. Mengurangi fleksibilitas pekerja dalam melakukan tugas.



## **BAB VII**

# **LINGKUNGAN KERJA FISIK**

### **Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

Mampu memahami terkait dengan pengertian lingkungan kerja fisik, memahami iklim mikro, memahami kebisingan di tempat kerja, memahami penerangan di tempat kerja, memahami kualitas udara di tempat kerja, serta memahami cuaca kerja. Sehingga pembaca dapat menganalisis faktor-faktor fisik lingkungan kerja, menentukan langkah pengendalian yang tepat, dan merancang kondisi kerja yang aman, sehat, serta mendukung efisiensi dan kenyamanan pekerja.

### **Materi Pembelajaran**

- Pengertian Lingkungan Kerja Fisik
- Iklim mikro
- Kebisingan di Tempat Kerja
- Penerangan di Tempat Kerja
- Kualitas Udara di Tempat Kerja
- Cuaca Kerja
- Rangkuman
- Soal Latihan

### **A. Pengertian Lingkungan Kerja Fisik**

Lingkungan kerja fisik merupakan sumber inspirasi bagi pegawai dalam bekerja, karena dengan adanya lingkungan kerja yang baik dan mendukung sikap maupun tindakan pegawai dalam bekerja akan menjadi semakin terarah dan berkesinambungan dalam rangka mencapai tujuan organisasi yang telah ditetapkan sebelumnya. Secara umum, lingkungan kerja fisik dibagi menjadi dua jenis yaitu

1. Berhubungan langsung dengan karyawan, seperti kursi, meja, dan peralatan yang digunakan.
2. Tidak berhubungan langsung namun memengaruhi kondisi manusia, seperti penerangan, suhu, kelembaban, kebisingan, dan kebersihan.

Terdapat beberapa faktor yang sering menjadi indikator atau elemen dari lingkungan kerja fisik meliputi:

1. Pencahayaan/Penerangan merupakan tingkat dan kualitas cahaya di tempat kerja.
2. Suhu Udara dan Kelembapan merupakan kenyamanan suhu ruangan dan tingkat kelembapan udara
3. Sirkulasi Udara (Ventilasi) merupakan pertukaran udara yang memadai untuk menjaga kualitas udara dan ketersediaan oksigen
4. Kebisingan merupakan tingkat suara yang tidak diinginkan di tempat kerja, yang dapat mengganggu konsentrasi
5. Kebersihan merupakan kondisi kebersihan dan kerapian area kerja
6. Ruang Gerak merupakan ketersediaan ruang yang cukup untuk bergerak dan bekerja
7. Penataan dan Tata Letak merupakan pengaturan meja, kursi, peralatan, dan fasilitas kerja lainnya
8. Warna dan Dekorasi merupakan penggunaan warna dan elemen dekoratif yang dapat memengaruhi suasana hati dan psikologis
9. Fasilitas Penunjang merupakan ketersediaan dan kondisi fasilitas seperti kursi, meja, mesin, dan peralatan kerja
10. Keamanan Fisik merupakan kondisi yang menjamin keselamatan fisik dari bahaya atau kecelakaan kerja

## B. Mikroklimat

Ergonomi adalah ilmu yang sistematis yang memanfaatkan informasi tentang kemampuan dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja agar manusia dapat hidup dan bekerja dalam suatu sistem yang lebih baik berarti mencapai tujuan yang diinginkan melalui kerja yang efektif, efisien, aman dan nyaman. Mikroklimat dalam lingkungan kerja terdiri dari unsur suhu udara (kering dan basah), kelembaban nisbi, panas radiasi dan kecepatan gerakan udara. Mikroklimat didefinisikan sebagai perbedaan iklim yang terdapat dalam ruang yang kecil (*small space*), terdapat variasi skala kecil yang disebabkan oleh kemiringan tanah, orientasi matahari, jenis tanah, dan jenis vegetasi.

Zona nyaman yang disarankan pada musim dingin adalah 19-23°C dan kecepatan angin 0,1-0,2m/s, dan zona nyaman yang disarankan pada musim panas adalah 22-24°C dan kecepatan angin 0,1-0,2m/s. Sepanjang tahun, kecepatan angin berkisar antara 0,15 hingga 0,4 m/s dan tingkat kelembaban berkisar antara 40-60%. Batas toleransi suhu tinggi sebesar 35–

40°C. Kecepatan udara 0,2m/s, Kelembaban 40-50%, Perbedaan suhu permukaan <4°C. Lingkungan kerja adalah tempat dimana proses berlangsungnya seseorang melakukan aktivitas kerja. Hal ini meliputi keadaan dan kondisinya, pengaturan tempat duduk, bentuk kursi, berbagai macam alat perlengkapan yang tersedia. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai lingkungan kerja.

## **1. Lingkungan Kerja Panas**

Suhu tubuh manusia dipertahankan hampir menetap (*homoeothermic*) oleh suatu pengaturan suhu (*thermoregulatory system*). Suhu yang tetap ini dapat dipertahankan akibat keseimbangan di antara panas yang dihasilkan dari pertukaran panas antara tubuh dengan lingkungan sekitarnya. faktor-faktor yang menyebabkan pertukaran panas di antara tubuh dengan lingkungan sekitarnya adalah panas konduksi, panas konveksi, panas radiasi dan panas penguapan.

## **2. Pengaruh Fisiologis Akibat Tekanan Panas**

Tekanan panas mengharuskan tubuh bekerja lebih keras untuk menjaga keseimbangan suhu. Reaksi fisiologis tubuh (*Heat Strain*) oleh karena peningkatan temperatur udara di luar zona nyaman sebagai berikut.

- a. Vasodilatasi
- b. Denyut jantung meningkat
- c. Temperatur kulit meningkat
- d. Suhu inti tubuh yang awalnya turun kemudian meningkat, dll.

Apabila paparan terhadap tekanan panas berlangsung terus-menerus, risiko gangguan kesehatan akan semakin meningkat. Pekerja yang bekerja selama 8 jam per hari secara berurutan selama 6 minggu di ruangan dengan Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) antara 32,02-33,01°C mengalami penurunan berat badan sebesar 4,23%. Gangguan kesehatan akibat paparan suhu lingkungan panas yang berlebihan secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut.

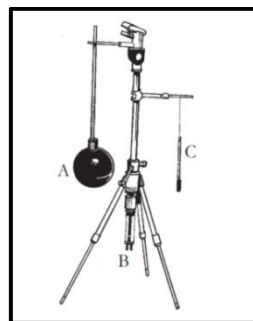
- a. Gangguan perilaku dan performansi kerja. Terjadinya kelelahan, sering melakukan istirahat curian dll.
- b. Dehidrasi. Dehidrasi terjadi akibat kehilangan cairan tubuh secara berlebihan, yang disebabkan oleh asupan cairan yang tidak mencukupi atau adanya gangguan kesehatan.

- c. *Heat Rash*. Kondisi seperti biang keringat atau iritasi kulit dapat terjadi akibat kulit yang terus-menerus lembab. Pekerja disarankan untuk beristirahat di tempat yang sejuk dan menggunakan bedak untuk mengurangi keringat.
- d. *Heat Cramps*. Kondisi berupa kejang otot pada tangan dan kaki yang terjadi akibat hilangnya natrium dari tubuh melalui keringat.
- e. *Heat Syncope* (Pingsan). Kondisi ini terjadi karena aliran darah ke otak tidak mencukupi, akibat sebagian besar darah mengalir ke permukaan kulit sebagai respons terhadap paparan suhu tinggi.
- f. *Heat Exhaustion*. Kondisi yang terjadi ketika tubuh kehilangan terlalu banyak cairan atau garam. Gejala yang muncul meliputi mulut kering, rasa haus yang berlebihan, kelemahan, dan kelelahan ekstrim.

### 3. Penilaian Lingkungan Kerja Panas

Metode terbaik untuk mengetahui tekanan panas di tempat kerja menyebabkan gangguan kesehatan adalah dengan mengukur suhu inti tubuh pekerja. Suhu inti normal adalah 37°C, namun dapat meningkat akibat akumulasi panas dari konveksi, konduksi, radiasi, dan metabolisme. Jika suhu inti tubuh rata-rata melebihi 38°C, maka perlu dilakukan pengukuran suhu lingkungan kerja.

Salah satu cara untuk mengukur suhu lingkungan panas adalah dengan menggunakan Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB), yang mencakup pengukuran suhu udara kering, suhu udara basah, dan suhu radiasi panas. Berikut merupakan Gambar 7.1 Termometer Pengukur Parameter ISSB.



**Gambar 7.1** Termometer Pengukur Parameter ISSB

Berdasarkan Gambar 7.1 Termometer Pengukur Parameter ISSB, secara manual ISSB dapat dihitung menggunakan beberapa rumus berikut.

1. Pekerjaan dilakukan di bawah paparan sinar matahari (*Outdoor*):  $ISBB = (0,7 \times \text{suhu basah}) + (0,2 \times \text{suhu radiasi}) + (0,1 \times \text{suhu kering})$ .

2. Pekerjaan dilakukan di dalam ruangan (*Indoor*):

$$ISBB = (0,7 \times \text{suhu basah}) + (0,3 \times \text{suhu radiasi}).$$

Adapun alat ukur ISSB yang lebih canggih, berikut merupakan Gambar 7.2 *Questemp Heat Stress Monitor*.



**Gambar 7.2** *Questemp Heat Stress Monitor*

Alat ini beroperasi secara digital untuk mengukur parameter seperti suhu basah, suhu kering, suhu radiasi, dan ISBB, dengan hasil yang dapat langsung dibaca pada layar alat hanya dengan menekan tombol operasional, menggunakan satuan °C atau °F.

#### **4. Pengendalian Lingkungan Kerja Panas**

Untuk mengendalikan dampak tekanan panas pada pekerja, perlu dilakukan perbaikan pada lingkungan kerja, pengelolaan sumber panas, dan penyesuaian aktivitas kerja. Penyesuaian tersebut bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem pengendalian yang telah diterapkan di setiap lokasi kerja. Secara garis besar, teknik pengendalian terhadap paparan tekanan panas di perusahaan sebagai berikut.

- a. Mengurangi beban kerja dengan menggunakan mekanisasi.
- b. Mengurangi paparan panas radiasi dengan cara:
  - 1) Menurunkan suhu udara yang dihasilkan oleh proses kerja.
  - 2) Memindahkan lokasi proses kerja yang menghasilkan panas.
  - 3) Menggunakan pelindung panas atau alat yang mampu memantulkan panas.
- c. Menurunkan suhu dan kelembapan udara.
- d. Hal ini dapat dilakukan dengan ventilasi pengenceran (*dilution ventilation*) atau pendinginan mekanis (*mechanical cooling*), yang terbukti efektif dalam mengurangi biaya.
- e. Meningkatkan sirkulasi udara.
- f. Peningkatan aliran udara melalui ventilasi buatan bertujuan memperluas pendinginan melalui evaporasi.
- g. Membatasi durasi paparan panas dengan cara:

- 1) Melakukan pekerjaan di area panas pada pagi atau sore hari.
- 2) Menyediakan ruang sejuk yang terpisah untuk pemulihan.
- 3) Mengatur jadwal kerja dan istirahat secara tepat berdasarkan beban kerja dan nilai ISBB.

### **C. Kebisingan di Tempat Kerja**

Kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki yang bersifat mengganggu pendengaran dan bahkan dapat menurunkan daya dengar seseorang yang terpapar. Adapun pengertian lain dari kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran.

#### **1. Sumber Kebisingan dan Cara Penilaiannya**

Kebisingan di perusahaan umumnya berasal dari mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi serta peralatan lain yang dipakai untuk menjalankan pekerjaan. Beberapa contoh sumber kebisingan di perusahaan, baik dari dalam maupun luar perusahaan sebagai berikut.

- a. Generator, mesin diesel untuk pembangkit listrik.
- b. Mesin-mesin produksi.
- c. Mesin potong, gergaji, serut di perusahaan kayu.
- d. Ketel uap.
- e. Alat-alat lain yang menimbulkan suara dan getaran.
- f. Kendaraan bermotor dari lalu lintas, dll.

Sumber-sumber suara perlu diidentifikasi dan dievaluasi keberadaannya secara rutin agar dapat dipantau sejak dini untuk mengendalikan dampak paparan kebisingan terhadap pekerja yang terpapar. Penilaian tingkat intensitas kebisingan di lingkungan perusahaan secara umum bertujuan untuk beberapa hal, yaitu:

- a. Mengumpulkan data mengenai tingkat kebisingan sumber suara.
- b. Mengumpulkan data mengenai tingkat kebisingan (pekerja dan masyarakat sekitar perusahaan).
- c. Mengevaluasi efektivitas sarana pengendalian kebisingan yang sudah ada serta merancang langkah pengendalian lain yang lebih efisien.
- d. Menurunkan tingkat kebisingan baik di sumber suara maupun penerima suara hingga mencapai batas yang diizinkan.

- e. Memfasilitasi pemilihan alat pelindung kebisingan yang sesuai dengan jenis kebisingan yang ada.

Pengukuran intensitas kebisingan secara langsung pada tempat-tempat yang dikehendaki perlu dilakukan. Adapun jenis-jenis pengukuran sebagai berikut.

1. Jenis Pengukuran pada Sumber Suara

Jenis pengukuran ini, alat yang digunakan adalah *Sound Level Meter*. Alat ini digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan sekitar 40-130 dB(A) dan frekuensi antara 20-20.000 Hz. *Sound Level Meter* perlu dikalibrasikan terlebih dulu untuk mengecek apakah tulisan yang ditampilkan benar. Berikut merupakan Gambar 7.3 *Sound Level Meter*.



Gambar 7.3 *Sound Level Meter*

2. Jenis Pengukuran pada Penerima Suara

Jenis pengukuran ini lebih bertujuan untuk meminimalkan dampak paparan kebisingan pada setiap individu. Pada pengukuran ini, alat yang digunakan adalah *Dosimeter*. Alat ini digunakan untuk mengukur paparan radiasi yang diterima oleh pekerja yang berada dalam lingkungan radiasi. Berikut merupakan Gambar 7.4 *Dosimeter*.



Gambar 7.4 *Dosimeter*

Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep.51/MEN/1999, besarnya rata-rata NAB kebisingan di tempat kerja untuk waktu kerja terus menerus (tidak lebih dari 8 jam/hari atau 40 jam/minggu) adalah 85 dB(A), untuk waktu kerja. Pengurangan waktu paparan dilakukan apabila tenaga kerja terkena paparan kebisingan lebih dari ketentuan yang sudah ditetapkan. Berikut merupakan Tabel 7.1 Batas Waktu



## Pemaparan Kebisingan Per Hari Kerja Berdasarkan Intensitas Kebisingan Yang Diterima Pekerja.

**Tabel 7.1** Batas Waktu Pemaparan Kebisingan Per Hari Kerja Berdasarkan Intensitas Kebisingan yang Diterima Pekerja

Batas Waktu Pemaparan Per Hari Kerja		Intensitas Kebisingan Dalam dB(A)
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
7,5		103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
28,12	Detik	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		135
0,11		139

**Catatan:** Tidak boleh terpapar lebih dari 140 dB(A) walaupun sesaat

## 2. Pengaruh Kebisingan

Pengaruh pemaparan kebisingan dapat dikategorikan menjadi dua yang pertama, pengaruh pemaparan kebisingan intensitas tinggi (di atas NAB) dan kedua, adalah pengaruh pemaparan kebisingan intensitas rendah (di bawah NAB).

### a. Pengaruh Kebisingan Intensitas Tinggi

- 1) Kebisingan intensitas tinggi dapat merusak pendengaran, mulai dari gangguan sementara hingga permanen (ketulian). Gangguan sementara biasanya muncul lebih dulu, mengganggu aktivitas kerja dan lingkungan sosial.
- 2) Dampak kebisingan lebih terasa jika bersifat terputus-putus dan sumbernya sulit dikenali.
- 3) Secara fisiologis, kebisingan tinggi dapat meningkatkan tekanan darah, denyut jantung, risiko serangan jantung, serta menyebabkan gangguan pencernaan.
- 4) Kebisingan yang ekstrem dari proses produksi dapat memicu protes masyarakat hingga penghentian aktivitas tersebut.

### b. Pengaruh Kebisingan Intensitas Rendah

Kebisingan dengan intensitas rendah sering dijumpai di lingkungan kerja seperti perkantoran dan ruang administrasi. Keberadaannya dapat menurunkan kinerja, menjadi salah satu pemicu stres, dan

menimbulkan berbagai gangguan kesehatan. Secara spesifik stres karena kebisingan tersebut dapat menyebabkan antara lain:

- 1) Stres yang memicu mudah marah, sakit kepala, dan gangguan tidur.
- 2) Gangguan pada response psikomotor.
- 3) Kesulitan menjaga konsentrasi.
- 4) Hambatan dalam komunikasi dengan lawan bicara.
- 5) Penurunan kinerja yang berujung pada berkurangnya efisiensi dan produktivitas kerja.

### **3. Rencana dan Langkah Pengendalian Kebisingan di Tempat Kerja**

Membuat rencana pengendalian yang didasarkan pada hasil penilaian kebisingan dan dampak yang ditimbulkan merupakan langkah pertama dalam pengendalian kebisingan. Rencana pengendalian dapat dilakukan dengan pendekatan berbasis manajemen risiko kebisingan. Tahapan dalam manajemen risiko kebisingan meliputi:

- a. Mengidentifikasi sumber kebisingan di tempat kerja yang berpotensi menyebabkan penyakit atau cedera kerja.
- b. Mengevaluasi risiko kebisingan yang dapat mengakibatkan dampak serius terhadap kesehatan dan keselamatan kerja.
- c. Melakukan tindakan yang tepat untuk mengendalikan atau mengurangi risiko kebisingan.

Setelah rencana disusun dengan cermat, tahap berikutnya adalah menerapkan langkah-langkah pengendalian kebisingan melalui dua pendekatan, yaitu pendekatan jangka pendek (*short-term gain*) dan jangka panjang (*long-term gain*) sesuai dengan hirarki pengendalian. Adapun pengendalian kebisingan dengan orientasi jangka panjang sebagai berikut.

- a. Eliminasi Sumber Kebisingan
  - 1) Teknik eliminasi dapat dilakukan dengan membangun tempat kerja atau pabrik baru untuk meminimalkan biaya pengendalian.
  - 2) Mesin yang ditenderkan harus memenuhi batas maksimum intensitas kebisingan.
  - 3) Bangunan pabrik dan instalasi mesin harus dirancang untuk meredam kebisingan semaksimal mungkin.
- b. Pengendalian Kebisingan secara Teknik
  - 1) Pengendalian kebisingan pada sumber suara. Pengendalian ini dapat dilakukan dengan menutup mesin sehingga terpisah dengan

pekerja. Teknik ini memerlukan biaya yang sangat besar sehingga dalam prakteknya sulit diimplementasikan.

- 2) Pengendalian kebisingan pada transmisi kebisingan. Jika pengendalian sumber suara sulit dilakukan, alternatifnya adalah memasang pembatas antara mesin dan pekerja atau melapisi dinding, plafon, dan lantai dengan peredam suara. Metode ini dapat mengurangi kebisingan sebesar 3-7 dB.
- c. Pengendalian Kebisingan secara Administratif  
Metode ini dilakukan apabila teknik pengendalian belum memungkinkan untuk dilakukan. Langkah yang dapat diambil adalah dengan mengatur perputaran kerja antara tempat kerja yang bising dengan tempat yang nyaman berdasarkan Tabel 7.1 Batas Waktu Pemaparan Kebisingan Per Hari Kerja Berdasarkan Intensitas Kebisingan Yang Diterima Pekerja.
- d. Pengendalian Kebisingan pada Penerima atau Pekerja  
Teknik ini dilakukan apabila tiga pengendalian diatas (eliminasi, pengendalian teknik dan administratif) belum memungkinkan untuk dilakukan. Pengendalian ini dapat dilakukan menggunakan pelindung telinga. Penggunaan sumbat telinga dapat mengurangi kebisingan sekitar  $\pm 30$  dB, sementara tutup telinga dapat meredam kebisingan sedikit lebih efektif, yaitu antara 40-50 dB.

#### **D. Penerangan di Tempat Kerja**

Penerangan di tempat kerja merupakan jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Penerangan yang baik adalah penerangan yang memungkinkan tenaga kerja dapat melihat objek-objek yang dikerjakan secara jelas, cepat dan tanpa upaya-upaya yang tidak perlu. Penerangan yang memadai dan diatur dengan baik tidak hanya mendukung efisiensi kerja tetapi juga menciptakan suasana kerja yang nyaman dan menyenangkan, yang dapat memelihara semangat kerja. Hampir semua jenis pekerjaan melibatkan fungsi penglihatan, sehingga kebutuhan akan tingkat penerangan tertentu menjadi sangat penting. Penyesuaian intensitas penerangan sesuai dengan jenis pekerjaan dapat meningkatkan produktivitas kerja secara signifikan. Hasil penelitian pada 15 perusahaan yang menunjukkan peningkatan hasil kerja antara 4-35% setelah penerangan diperbaiki. Namun, intensitas penerangan yang tidak sesuai dapat

menjadi masalah. Penerangan yang kurang memadai dapat mengakibatkan gangguan visibilitas dan kelelahan mata (*eyestrain*), sementara penerangan yang berlebihan dapat menyebabkan *glare*, pantulan cahaya (*reflections*), bayangan berlebihan (*excessive shadows*), serta masalah visibilitas lainnya.

Penerangan yang memadai dalam lingkungan kerja tidak hanya bertujuan untuk memastikan tenaga kerja dapat melihat objek yang dikerjakan dengan jelas, tetapi juga untuk memungkinkan pengamatan yang baik terhadap alat, benda, dan area sekitar yang berpotensi menimbulkan bahaya. Penerangan umum yang memadai sangat penting, terutama di pabrik yang memiliki banyak mesin dan proses kerja berbahaya. Desain pencahayaan harus dirancang dengan cermat untuk meminimalkan risiko kecelakaan kerja. Pekerjaan yang memiliki tingkat bahaya tinggi harus dilengkapi dengan penerangan yang memungkinkan pengamatan secara jelas dan cepat, karena banyak kecelakaan kerja disebabkan oleh kurangnya pencahayaan yang memadai. Sehingga penerangan yang baik menjadi salah satu upaya preventif dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman dan produktif.

#### **4. Pengaruh Penerangan di Tempat Kerja**

Jenis penerangan dalam lingkungan kerja umumnya terbagi menjadi dua, yaitu penerangan buatan (artifisial) dan penerangan alamiah yang berasal dari sinar matahari. Untuk efisiensi energi, penerangan alamiah sangat disarankan, namun penerangan buatan tetap diperlukan untuk situasi tertentu, seperti cuaca mendung atau pekerjaan di malam hari. Penting untuk menjaga penerangan buatan agar tetap optimal melalui perawatan rutin, karena lampu yang kotor dapat mengurangi intensitas cahaya hingga 30%. Tingkat penerangan yang diperlukan juga bervariasi tergantung pada jenis dan sifat pekerjaan. Misalnya, gudang hanya memerlukan intensitas penerangan yang rendah dibandingkan ruang kerja administrasi, yang membutuhkan pencahayaan lebih terang karena memerlukan ketelitian yang lebih tinggi.

Penerangan yang tidak didesain dengan baik akan menimbulkan gangguan atau kelelahan penglihatan selama kerja. Pengaruh dari penerangan yang kurang memenuhi syarat akan mengakibatkan:

- a. Kelelahan mata sehingga berkurangnya daya dan efisiensi kerja.
- b. Kelelahan mental.
- c. Keluhan pegal di daerah mata dan sakit kepala di sekitar mata.

- d. Kerusakan indra mara, dll.

Dampak lebih lanjut dari kelelahan mata ini dapat mempengaruhi performa kerja secara keseluruhan, akibatnya:

- a. Kehilangan produktivitas.
- b. Kualitas kerja rendah.
- c. Banyak terjadi kesalahan.
- d. Kecelakaan kerja meningkat.

## 5. Sistem Pendekatan Aplikasi Penerangan di Tempat Kerja

Pada penerapan sistem penerangan di tempat kerja, terdapat tiga pendekatan utama yang dapat digunakan untuk memastikan pencahayaan yang optimal dan mendukung kesehatan dan keselamatan kerja:

- a. Desain Tempat Kerja untuk Menghindari *Problem* Penerangan

Pada tahap awal perencanaan, kebutuhan intensitas penerangan bagi pekerja harus diperhitungkan secara cermat, mencakup desain bangunan, pemasangan mesin, alat, dan sarana kerja. Instalasi penerangan harus dirancang untuk meminimalkan potensi gangguan seperti kesilauan, pantulan, dan bayang-bayang. Tujuannya adalah menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman, sekaligus mendukung kesehatan serta keselamatan kerja.

- 1) Identifikasi dan Penilaian *Problem* dan Kesulitan Penerangan

Untuk menangani masalah penerangan yang mungkin muncul, diperlukan identifikasi dan penilaian menyeluruh terhadap faktor-faktor seperti sumber pencahayaan, jenis pekerjaan, cara pekerja bekerja, dan kondisi lingkungan kerja. Proses ini melibatkan berbagai langkah, antara lain:

- a) Konsultasi atau wawancara dengan pekerja dan supervisor untuk memahami kebutuhan pencahayaan dan tantangan yang dihadapi.
- b) Menganalisis laporan kecelakaan kerja untuk mengidentifikasi kemungkinan hubungan dengan kondisi pencahayaan.
- c) Mengukur aspek pencahayaan, seperti intensitas cahaya, tingkat kesilauan, pantulan, dan bayang-bayang di tempat kerja.
- d) Mempertimbangkan faktor tambahan, seperti postur kerja, durasi kerja, warna lingkungan, serta usia pekerja, yang semuanya dapat mempengaruhi efektivitas penerangan.

- 2) Pengembangan dan Evaluasi Pengendalian Risiko Akibat Penerangan  
Setelah masalah penerangan dan dampaknya di tempat kerja berhasil diidentifikasi dan dinilai, langkah berikutnya adalah menerapkan pengendalian risiko untuk mencegah gangguan kerja yang potensial. Pengendalian ini disesuaikan dengan kondisi spesifik di tempat kerja, tetapi secara umum mengikuti hirarki pengendalian risiko yang memprioritaskan metode paling efektif. Berikut merupakan langkah-langkah utama untuk mengatasi masalah penerangan di tempat kerja:
- 3) Modifikasi Sistem Penerangan  
Menyesuaikan atau memperbaiki sistem pencahayaan yang sudah ada agar sesuai dengan kebutuhan, antara lain:
  - a) Menyesuaikan ketinggian lampu berdasarkan posisi objek kerja.
  - b) Mengubah posisi lampu untuk menghindari kesilauan dan bayangan.
  - c) Menambah atau mengurangi jumlah lampu sesuai kebutuhan.
  - d) Mengganti jenis lampu dengan yang lebih efisien dan sesuai, seperti mengganti lampu pijar dengan lampu neon.
  - e) Mengganti tudung lampu untuk distribusi cahaya yang lebih baik.
  - f) Mengubah warna lampu untuk menyesuaikan dengan kebutuhan pekerjaan.
- 4) Modifikasi Pekerjaan  
Melakukan penyesuaian pada pekerjaan untuk mendukung penglihatan yang optimal, seperti:
  - a) Mendekatkan objek kerja ke mata agar dapat dilihat dengan lebih jelas.
  - b) Mengubah posisi kerja untuk menghindari bayang-bayang, pantulan, dan sumber kesilauan.
  - c) Memodifikasi objek kerja, misalnya dengan memperbesar huruf dan angka pada tombol atau perangkat kerja.
- 5) Pemeliharaan dan Pembersihan Lampu.  
Rutin membersihkan lampu dan melakukan perawatan untuk memastikan intensitas pencahayaan tetap optimal, menghindari penurunan kualitas penerangan akibat debu atau kotoran.
- 6) Penyediaan Penerangan Lokal.  
Menambahkan penerangan lokal (*task lighting*) di area kerja tertentu yang membutuhkan pencahayaan lebih terang untuk mendukung pekerjaan detail.

### 7) Penggunaan Gorden dan Perawatan Jendela

Menggunakan gorden atau tirai untuk mengatur masuknya cahaya alami dan membersihkan jendela secara rutin untuk memaksimalkan penerangan alami.

Untuk mengatasi masalah penerangan di tempat kerja, menyarankan beberapa pedoman desain sistem penerangan yang efektif. Pedoman ini bertujuan menciptakan lingkungan kerja yang nyaman, aman, dan produktif melalui pencahayaan yang optimal. Berikut langkah-langkahnya:

- a. Menghindari penempatan arah cahaya langsung dalam lapangan penglihatan tenaga kerja
- b. Menghindari penggunaan cat yang mengkilat (*glossy paint*) pada mesin atau meja dan tempat kerja.
- c. Menggunakan cahaya difusi (cahaya merata) untuk menyediakan atmosfer pekerjaan terbaik.
- d. Menggunakan lebih banyak lampu dengan daya kecil, daripada menggunakan lampu sedikit dengan daya besar.
- e. Menghindari lokasi pencahayaan dalam  $30^\circ$  dari garis normal lihat
- f. Menghindari sumber cahaya berkedip (*flicker*) dll.

### b. Penggunaan Warna di Tempat Kerja

Warna yang kita lihat dihasilkan oleh sifat molekul permukaan objek yang memantulkan cahaya tertentu dan menyerap yang lainnya. Sebagai contoh, sebuah mesin yang dicat hijau memantulkan cahaya hijau dan menyerap warna lain. Dalam lingkungan kerja, pemilihan warna seringkali dimaksudkan untuk alasan keselamatan, karena warna dapat dengan mudah dikenali oleh indera penglihatan. Warna yang mencolok membantu pekerja mengidentifikasi sumber bahaya dengan cepat. Selain itu, warna digunakan untuk menandai peralatan keselamatan dan fitur penting seperti pintu darurat. Penggunaan warna yang konsisten untuk menunjukkan bahaya tertentu dapat membantu menciptakan respons otomatis dari pekerja, sehingga meningkatkan efisiensi dalam situasi darurat. Beberapa warna yang umum digunakan sebagai kode keselamatan kerja meliputi:

- 1) Merah, digunakan untuk tanda bahaya, area terlarang, atau situasi darurat. Merah juga sering diasosiasikan dengan kebakaran, seperti tanda alat pemadam api dan peralatan darurat lainnya.

- 2) Kuning, biasanya dikombinasikan dengan hitam untuk memberikan peringatan tentang bahaya tabrakan, terpeleset, atau area yang memerlukan perhatian khusus (*look out*). Warna kuning-hitam sering ditemukan dalam konteks transportasi atau area dengan risiko tinggi.

Penggunaan warna di tempat kerja tidak hanya terbatas pada identifikasi bahaya, tetapi juga memiliki tujuan lain yang mendukung efisiensi dan keselamatan. Namun, penting untuk dicatat bahwa identifikasi bahaya tidak boleh bergantung semata-mata pada warna. Selain warna, elemen lain seperti simbol, alarm, lampu peringatan, dan tanda visual atau auditori juga harus digunakan. Semua pekerja perlu dilatih untuk mengenali dan memahami berbagai tanda tersebut. Hal ini penting karena warna benda dapat berubah tergantung pada jenis cahaya yang menyinarinya, sehingga mungkin tidak selalu terlihat jelas dalam kondisi tertentu. Selain untuk keselamatan, warna di tempat kerja memiliki fungsi tambahan, di antaranya:

- a. Penciptaan kontras warna untuk maksud tangkapan mata, sehingga semakin sedikit kontras warna akan semakin baik.
- b. Kerapian atau keteraturan dan sebagai alat bantu untuk identifikasi masalah pencahayaan di tempat kerja. Ruangan-ruangan tertentu, lantai atau bagian dari pabrik dapat diberikan kode warna, untuk membantu menjaga keseluruhan kerja berjalan sesuai rencana. Warna-warna yang berbeda dapat digunakan untuk mengenalkan tingkat keteraturan atau kerapian tertentu dan untuk memfasilitasi suplai dan pelayanan.
- c. Pengadaan lingkungan psikologis yang optimal (efek psikologis lihat tabel 7.2). Berikut ini merupakan Tabel 7.2 Reflektan Sebagai Persentase Cahaya.

**Tabel 7.2 Reflektan Sebagai Persentase Cahaya**

No.	Bahan Warna	Reflektan (%)
1	Putih	100
2	Aluminium, kertas putih	80-85
3	Warna gading, kuning lemon, kuning dalam, hijau muda, biru pastel, <i>pink pale</i> , krim	60-65



**Tabel 7.2** Reflektan Sebagai Persentase Cahaya (Lanjutan)

No.	Bahan Warna	Reflektan (%)
4	Hijau <i>lime</i> , abu-abu <i>plae</i> , <i>pink</i> , <i>orange</i> dalam, <i>blue grey</i>	50-55
5	Biru langit, kayu <i>pale</i>	40-45
6	<i>Pale oakwood</i> , semen kering	30-35
7	Merah dalam, hijau rumput, kayu, hijau daun, coklat	20-25
8	Biru gelap, merah purple, coklat tua	10-15
9	Hitam	0

c. Standar Penerangan di Tempat Kerja

Intensitas penerangan di tempat kerja harus disesuaikan dengan jenis dan sifat pekerjaan yang dilakukan. Pekerjaan yang membutuhkan ketelitian tinggi memerlukan penerangan lebih besar, sedangkan pekerjaan yang tidak memerlukan banyak detail membutuhkan intensitas penerangan yang lebih rendah. Di Indonesia, standar penerangan telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Perburuhan (PMP) No. 7 Tahun 1964, yang mengatur syarat-syarat kesehatan, kebersihan, dan penerangan di tempat kerja. Standar ini serupa dengan standar internasional, seperti AS 1680 di Australia, yang mengatur pencahayaan interior sesuai kebutuhan pekerjaan. Berikut merupakan ringkasan intensitas penerangan yang sesuai dengan jenis pekerjaan:

- 1) Penerangan untuk halaman dan jalan-jalan di lingkungan perusahaan harus mempunyai intensitas penerangan paling sedikit 20 luks.
- 2) Penerangan untuk pekerjaan-pekerjaan yang hanya membedakan barang kasar dan besar paling sedikit mempunyai intensitas penerangan 50 luks.
- 3) Penerangan yang cukup untuk pekerjaan yang membedakan barang-barang kecil secara sepintas lalu paling sedikit mempunyai intensitas penerangan 100 luks.
- 4) Penerangan untuk pekerjaan yang membeda-bedakan barang kecil agak teliti paling sedikit mempunyai intensitas penerangan 200 luks.

- 5) Penerangan untuk pekerjaan yang membedakan dengan teliti dari barang-barang yang kecil dan halus, paling sedikit mempunyai intensitas penerangan 300 luks.
- 6) Penerangan yang cukup untuk pekerjaan membeda-bedakan barang halus dengan kontras yang sedang dalam waktu yang lama, harus mempunyai intensitas penerangan paling sedikit 500 - 1.000 luks.
- 7) Penerangan yang cukup untuk pekerjaan membeda-bedakan barang yang sangat halus dengan kontras yang kurang dan dalam waktu yang lama, harus mempunyai intensitas penerangan paling sedikit 2.000 luks.

Lingkungan kerja yang sehat, aman, nyaman, dan produktif dapat tercipta melalui pengendalian faktor-faktor berbahaya di lingkungan kerja. Langkah ini bertujuan untuk menurunkan angka kecelakaan dan penyakit akibat kerja, sekaligus meningkatkan produktivitas tenaga kerja. Pencapaian kondisi tersebut memerlukan kebijakan manajemen yang tegas dan komitmen dari pihak pengurus untuk menangani lingkungan kerja secara berkelanjutan. Kerja sama antara pengusaha sebagai penyedia fasilitas dan tenaga kerja sebagai pengguna fasilitas juga menjadi kunci keberhasilan. Kedua belah pihak harus menyadari tanggung jawab masing-masing dalam menciptakan tempat kerja yang mendukung keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi kerja.

## **E. Kualitas Udara di Tempat Kerja**

Kemajuan teknologi global telah membawa perubahan besar dalam peradaban manusia, dari masyarakat agraris menjadi masyarakat industri, hingga kini memasuki era masyarakat informasi. Ciri khas masyarakat informasi adalah aktivitas yang sebagian besar dilakukan di dalam gedung modern dengan dukungan ventilasi buatan, seperti *Air Conditioning* (AC). Namun, terdapat pandangan yang keliru di masyarakat bahwa pekerjaan di dalam ruangan modern bebas risiko atau selalu aman dan nyaman. Faktanya, kualitas udara dalam ruangan merupakan faktor signifikan yang mempengaruhi kesehatan tenaga kerja. Beberapa faktor utama yang menyebabkan kualitas udara dalam ruangan menjadi isu penting meliputi:

1. Peningkatan jumlah orang yang menghabiskan waktu di dalam ruangan, sehingga kebutuhan udara bersih meningkat.
2. Desain bangunan tanpa jendela yang dapat dibuka, yang membatasi aliran udara segar secara alami.

3. Penggunaan teknologi baru dan bahan sintetis, yang dapat menghasilkan emisi zat berbahaya.
4. Penerapan sarana penghematan energi, yang mengurangi sirkulasi udara dari luar ke dalam ruangan.

Penelitian dari negara-negara maju menunjukkan bahwa kualitas udara dalam ruangan yang buruk dapat menyebabkan biaya yang signifikan, termasuk biaya pengobatan langsung, penurunan produktivitas kerja, serta kerusakan material dan peralatan. Kualitas udara buruk di dalam bangunan terkait erat dengan masalah *Sick Building Syndrome* (SBS) dan *Building Related Illness* (BRI). SBS didefinisikan oleh WHO sebagai keluhan tidak spesifik dengan gejala yang sering muncul, seperti iritasi pada mata, hidung, tenggorokan, dan saluran napas bawah; reaksi kulit; kelelahan; pusing; serta sakit kepala. Sebaliknya, BRI mencakup gangguan kesehatan yang lebih spesifik, seperti penyakit *legionnaire*, asma, atau dermatitis, yang diasosiasikan dengan paparan udara dalam ruangan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas udara dan menyebabkan masalah SBS maupun BRI meliputi:

1. Kontaminan udara dalam ruangan, seperti:
  - a. Kontaminasi biologis (jamur, bakteri, dll.).
  - b. Formaldehida.
  - c. Bahan kimia mudah menguap (VOC's).
  - d. Sisa pernapasan manusia.
  - e. Sisa pembakaran (seperti asap).
  - f. Partikel udara (debu, serat, dll.).
2. Faktor fisik, seperti:
  - a. Suhu udara yang tidak sesuai.
  - b. Kelembaban yang terlalu rendah atau tinggi.
  - c. Kecepatan gerakan udara yang mempengaruhi sirkulasi.
3. Sistem ventilasi udara yang digunakan, yang mempengaruhi pertukaran udara segar dan distribusi udara bersih dalam ruangan.

### 1. Pengertian Kualitas Udara dalam Ruang Kerja

Kualitas udara dalam ruangan mengacu pada udara yang terdapat di dalam bangunan yang dihuni atau ditempati selama minimal satu jam oleh individu dengan berbagai kondisi kesehatan. Pada ruang kerja yang dihuni banyak orang dengan kondisi kesehatan yang berbeda-beda, risiko terpapar infeksi melalui kontak antarindividu menjadi sangat tinggi. Risiko ini

semakin meningkat apabila ruang kerja terlalu padat, sistem AC tidak terawat, dan sirkulasi udara tidak memadai. Beberapa faktor yang dapat memperburuk kondisi tersebut antara lain:

- a. Keberadaan asap rokok di dalam ruangan.
- b. Emisi dari bahan bangunan, *furniture*, dan peralatan modern.
- c. Penggunaan produk pembersih ruangan.
- d. Polutan udara yang berasal dari luar ruangan.

Kualitas udara yang memenuhi standar kesehatan dan keselamatan menjadi kebutuhan utama bagi semua penghuni ruangan, terutama karyawan. Upaya menjaga dan mempertahankan kualitas udara yang nyaman untuk bekerja harus dilakukan secara terus-menerus guna mendukung kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas di lingkungan kerja.

## **2. Kontaminan Udara dalam Ruang Kerja**

Kontaminan udara dalam ruang kerja sering kali menjadi fokus observasi dan investigasi lapangan, terutama ketika kadar bahan kimia yang terdeteksi cukup tinggi sehingga dapat menyebabkan keracunan, penyakit serius, atau bahkan kematian. Namun, paparan terhadap kadar kontaminan yang rendah sering kali diabaikan meskipun memiliki potensi untuk menimbulkan gangguan kesehatan yang ringan. Masalah ini menjadi lebih serius ketika terjadi akumulasi kontaminan dalam kadar rendah yang berlangsung dalam jangka waktu lama. Akumulasi tersebut dapat menyebabkan gangguan kesehatan kronis yang berdampak negatif pada produktivitas dan kesejahteraan pekerja. Berikut ini merupakan beberapa jenis kontaminan atau bahan pencemar yang sering dapat menurunkan kualitas udara dalam suatu ruang kerja.

### **a. Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)**

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan hasil sisa pembakaran dari proses pernapasan manusia dan sering kali diabaikan sebagai bahan pencemar. Padahal, keberadaan CO<sub>2</sub> dalam jumlah yang berlebihan dapat mempengaruhi kenyamanan penghuni ruangan. Kadar CO<sub>2</sub> dapat digunakan sebagai indikator untuk menilai efektivitas sistem ventilasi dalam suatu ruangan. Batas aman kadar CO<sub>2</sub> adalah kurang dari 1.000 ppm. Jika kadar CO<sub>2</sub> melebihi angka tersebut, hal ini menunjukkan bahwa jumlah udara segar yang masuk melalui sistem ventilasi tidak mencukupi. Ruang kerja perkantoran sebaiknya memiliki aliran udara segar minimal 10 liter per detik per orang untuk

menjaga kadar CO<sub>2</sub> di bawah 1.000 ppm. Konsentrasi CO<sub>2</sub> di atas batas tersebut dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan mengurangi kenyamanan penghuni ruangan.

b. Produk Hasil Pembakaran

Produk sisa pembakaran seperti karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO dan NO<sub>2</sub>), dan hidrokarbon (HC) merupakan bahan pencemar udara yang dapat berasal dari dalam maupun luar bangunan. Sumber internal meliputi proses memasak, aktivitas merokok, dan emisi dari mesin seperti generator atau kompresor yang ditempatkan di dekat ruang kerja. Sementara itu, bahan pencemar eksternal dapat terbawa masuk melalui sistem ventilasi. CO yang terikat pada hemoglobin dalam darah dapat menghambat transportasi oksigen, yang pada kadar tinggi berpotensi menyebabkan kematian. NO dan NO<sub>2</sub> dapat menyebabkan iritasi pada mata dan saluran pernapasan. Oleh karena itu, mesin pembangkit energi harus ditempatkan di ruang terpisah dari gedung utama dan dipelihara dengan baik untuk meminimalkan paparan emisi berbahaya. Standar kadar gas di ruang kerja perkantoran untuk CO adalah 10 ppm selama 8 jam kerja, sesuai dengan rekomendasi WHO (1976) dan SAA (1980). Berdasarkan SK MEN-KLH No. 02 Tahun 1988, baku mutu udara mencakup CO (10.000 µg/Nm<sup>3</sup>/24 jam), NO<sub>2</sub> (150 µg/Nm<sup>3</sup>/24 jam), hidrokarbon (160 µg/Nm<sup>3</sup>/3 jam), dan Pb (2 µg/Nm<sup>3</sup>/24 jam).

c. Formaldehid

Formaldehid adalah gas tak berwarna dengan aroma tajam yang sering ditemukan di lingkungan kerja akibat emisi dari bahan bangunan seperti *plywood*, karpet, *furniture*, dan insulasi *Urea-Formaldehyde Foam Insulation* (UFFI). Gas ini memiliki potensi bahaya kesehatan meskipun pada kadar rendah. Paparan formaldehid pada konsentrasi 0,05–0,5 ppm dapat menyebabkan gejala seperti mata terbakar, iritasi pada saluran pernapasan atas, dan telah dicurigai memiliki sifat karsinogenik, yang berarti berpotensi menyebabkan kanker.

d. Ozon (O<sub>3</sub>)

Ozon adalah gas yang sangat beracun dan dapat terbentuk dari berbagai proses kerja atau peralatan yang menggunakan sinar ultraviolet (UV) atau menyebabkan ionisasi udara. Contoh peralatan yang dapat menghasilkan ozon meliputi printer laser, lampu UV,

mesin fotokopi, dan ioniser. Meskipun konsentrasi ozon yang dihasilkan biasanya rendah, gas ini tetap memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan. Paparan ozon dapat menyebabkan iritasi pada mata dan saluran pernapasan. Karena ozon adalah gas yang sangat reaktif, keberadaannya biasanya terbatas di sekitar sumbernya dan tidak menyebar luas di lingkungan udara dalam ruang kerja.

e. Partikel-Partikel dalam Udara Ruang Kerja

Partikel-partikel dalam udara ruang kerja dapat berasal dari berbagai sumber, seperti hasil pembakaran dari proses memasak dan merokok, debu dari pakaian, kertas, karpet, serat asbes dari bahan bangunan, hingga serat fiberglass yang terdapat dalam saluran pipa AC. Keberadaan partikel yang berlebihan di udara dapat memicu reaksi alergi, seperti mata kering, masalah pada penggunaan lensa kontak, iritasi hidung, tenggorokan, dan kulit, batuk-batuk, serta sesak napas. Berdasarkan penelitian, konsentrasi partikel debu di ruang perkantoran bervariasi, dengan area bebas asap rokok rata-rata memiliki kadar  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sedangkan area dengan aktivitas merokok memiliki kadar antara  $30\text{-}100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Standar yang ditetapkan untuk kadar debu dalam ruang kerja juga beragam. Rata-rata tahunan sebesar  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan kadar maksimum harian sebesar  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Rata-rata tahunan sebesar  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sementara rata-rata tahunan sebesar  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan kadar maksimum harian sebesar  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

f. Pencemaran Mikrobiologi

Pencemaran mikrobiologi di ruang kerja sering kali disebabkan oleh kelembaban udara yang tinggi, sirkulasi udara yang tidak seimbang, serta bangunan yang terlalu rapat satu sama lain. Sistem AC yang menggunakan air dan kondensasi juga dapat merangsang pertumbuhan mikroorganisme seperti virus, bakteri, jamur, dan protozoa. Mikroorganisme ini dapat menyebabkan infeksi dan reaksi alergi di lingkungan dalam ruangan tertutup. Contohnya, penyakit legionnaire yang disebabkan oleh bakteri tertentu dapat menyebar melalui sistem AC yang menggunakan cooling towers. Pemeliharaan yang buruk pada sistem ventilasi akan memperburuk kondisi ini, mendorong pertumbuhan mikroorganisme. Paparan jangka panjang terhadap jamur dan mikroorganisme lainnya dapat menimbulkan alergi atau reaksi asmaatik pada penghuni gedung ber-AC, sehingga

penting untuk menjaga kebersihan dan pemeliharaan sistem ventilasi agar dapat mencegah pencemaran mikrobiologi yang berbahaya.

### **3. Konsentrasi Oksigen (O<sub>2</sub>)**

Oksigen adalah salah satu komponen penting dalam udara yang berpengaruh terhadap kualitas udara dalam ruangan. Pada gedung-gedung yang menggunakan sistem pengatur suhu ruangan (AC) dengan sirkulasi udara tertutup, konsentrasi oksigen cenderung menurun seiring waktu. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan oksigen yang terus-menerus untuk proses pernapasan manusia. Secara normal, udara mengandung oksigen sekitar 20,9%. Konsentrasi oksigen minimum di ruang tertutup ber-AC adalah 19,5%. Jika kadar oksigen di bawah ambang batas tersebut, hal ini dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, seperti pusing, rasa mengantuk yang berlebihan, dan sesak napas. Oleh karena itu, menjaga kadar oksigen yang memadai dalam ruangan ber-AC sangat penting untuk mendukung kesehatan dan kenyamanan penghuni ruangan.

## **F. Cuaca Kerja**

Cuaca kerja merupakan gabungan dari suhu udara, kecepatan gerakan udara, dan kelembaban udara yang berperan penting dalam menentukan kualitas udara di dalam ruang kerja. Kombinasi komponen ini mempengaruhi kenyamanan penghuni, sehingga perlu dijaga dalam batas yang dapat diterima. Ketidaknyamanan suhu udara sering menjadi keluhan di gedung-gedung perkantoran, yang umumnya disebabkan oleh kelembaban dan gerakan udara yang berada di luar rekomendasi. Suhu udara yang ideal untuk kenyamanan berada pada kisaran 20–24 °C saat musim dingin dan 23–26 °C saat musim panas dengan kelembaban relatif 35–65%. Selain itu, kecepatan gerakan udara juga penting, dengan rata-rata tidak lebih dari 0,15 m/det di musim dingin dan 0,25 m/det di musim panas. Kecepatan udara yang terlalu rendah, di bawah 0,07 m/det, dapat menyebabkan rasa tidak nyaman pada tubuh. Kecepatan gerakan udara dan kelembaban yang harus disesuaikan dengan kondisi suhu udara setempat untuk mendapatkan udara yang nyaman. Berikut ini merupakan Tabel 7.3 Kecepatan Gerakan Udara Yang Direkomendasikan Untuk Ruang Kerja Yang Disesuaikan dengan Suhu dan Kelembaban Ruangan Setempat.

**Tabel 7.3** Kecepatan Gerakan Udara yang Direkomendasikan untuk Ruang Kerja yang Disesuaikan dengan Suhu dan Kelembaban Ruangan Setempat

SUHU		KELEMB ABAN (%)	KECEPATAN UDARA	
Suhu Kering (°C)	Suhu Basah (°C)		Minimu m (m/det)	Maksim um (m/det)
21	19	80	0,15	0,30
24	16	40	0,15	0,30
24	18	60	0,25	0,40
24	21	80	0,25	0,50
27	16	30	0,25	0,50
27	19	50	0,40	0,50
27	23	75	0,50	0,80
29	16	25	0,40	0,80
29	19	45	0,50	0,80
29	23	65	0,80	0,80
32	17	20	0,50	0,80
32	22	40	0,80	0,80
32	26	60	1,00	1,00

Indonesia sebagai daerah tropis dengan suhu udara yang lebih panas dan tingkat kelembaban yang lebih tinggi memerlukan penyesuaian terhadap rekomendasi suhu nyaman dari NIOSH (1984). Berdasarkan penelitian, untuk ruangan ber-AC, disarankan suhu diatur pada kisaran 24–26 °C agar tercipta kenyamanan, dengan perbedaan suhu antara dalam dan luar ruangan tidak melebihi 5 °C. Salah satu langkah untuk menciptakan udara ruangan yang nyaman adalah dengan menggunakan AC, baik jenis sentral maupun *split* (AC biasa). Kedua jenis AC ini memiliki perbedaan dalam prinsip pengaliran udara. AC *split* menghisap udara dari luar, mendinginkannya, lalu menghembuskannya ke dalam ruangan, dengan udara yang sudah dipakai keluar melalui celah-celah tertentu. Sementara itu, AC sentral mendinginkan udara di dalam ruangan, kemudian mengalirkannya kembali dalam sistem sirkulasi tertutup. Namun, pada AC sentral, terdapat risiko akumulasi polutan seperti CO<sub>2</sub> dari pernapasan, CO dari asap rokok, dan O<sub>3</sub> dari peralatan kerja. Meskipun konsentrasi polutan ini biasanya kecil, akumulasi dalam waktu lama dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi penghuni ruangan. Dari



uraian tersebut, secara ringkas dapat digambarkan tentang faktor-faktor yang biasanya dapat mempengaruhi atau menyebabkan rendahnya kualitas udara dalam ruangan kerja. Berikut ini merupakan Tabel 7.4 Kondisi Yang Dapat Mempengaruhi Kualitas Udara di Ruang Kerja.

**Tabel 7.4** Kondisi yang Dapat Mempengaruhi Kualitas Udara di Ruang Kerja

No.	Komponen	Contoh Kondisi yang Dapat Mempengaruhi Kualitas Udara
1	<i>Air Conditioning</i> (AC) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desain</li> <li>• Tahap operasional</li> <li>• Pemeliharaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapasitas pendingin tidak cukup.</li> <li>• Tidak dihidupkan sebelum karyawan masuk.</li> <li>• Filter tidak diganti.</li> </ul>
2	Material Bangunan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baru</li> <li>• Lama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cat, fabric, furnishing dapat melepas gas pencemar.</li> <li>• Tetesan air sering merusak karpet.</li> </ul>
3	Aktivitas Pekerjaan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotocopy</li> <li>• Pemeliharaan ruangan</li> <li>• Aktivitas dari tetangga</li> <li>• Proses pemanasan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melepas <i>ozone</i>.</li> <li>• Melepas debu dan partikel.</li> <li>• Asap dari proses memasak.</li> <li>• Oven dan pengeringan melepas gas sisa pembakaran</li> </ul>
4	Manusia	Merokok, bau badan dan parfum.
5	Udara Luar Ruangan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polutan ambien</li> <li>• Area parkir</li> <li>• Konstruksi bangunan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulfur dioksida, nitrogen dioksida, dll.</li> <li>• Asap kendaraan bermotor.</li> <li>• Debu dll.</li> </ul>

### 1. Pengujian Kualitas Udara

Pengujian kualitas udara bertujuan untuk menilai kondisi udara dalam ruangan berdasarkan parameter-parameter tertentu yang mengacu pada standar nasional maupun internasional yang berlaku. Pengujian ini melibatkan setidaknya dua parameter yang perlu diperiksa, yaitu faktor fisik lingkungan kerja dan kontaminan udara.

#### a. Faktor Fisik Lingkungan Kerja

Faktor-faktor ini mencakup parameter yang mempengaruhi kenyamanan dan efisiensi penghuni, antara lain:

- 1) Suhu (basah dan kering): Mengukur kondisi termal udara.
- 2) Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB): Indikator gabungan dari suhu, kelembaban, dan radiasi termal.
- 3) Kelembaban Relatif: Mengukur jumlah uap air di udara dibandingkan dengan kapasitas maksimumnya.
- 4) Kecepatan Gerakan Udara (m/det): Mengukur laju aliran udara dalam meter per detik.

b. Kontaminan Udara

Faktor ini berfokus pada identifikasi zat atau senyawa yang dapat mencemari udara, seperti:

- 1) Partikel Debu: Partikel halus yang melayang di udara.
- 2) Hasil Pernapasan ( $\text{CO}_2$ ): Konsentrasi karbon dioksida yang berasal dari aktivitas manusia.
- 3) Gas Pembakaran: Termasuk karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ), dan sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ).
- 4) Konsentrasi Oksigen ( $\text{O}_2$ ): Menilai kadar oksigen di udara untuk memastikan kecukupan bagi pernapasan.
- 5) Ozon ( $\text{O}_3$ ): Gas reaktif yang dapat muncul dari peralatan kerja atau proses kimia.
- 6) Formaldehid ( $\text{HCHO}$ ): Senyawa kimia yang dapat berasal dari bahan bangunan atau *furniture*.

Langkah-langkah Pengujian Kualitas Udara dilakukan secara sistematis untuk menganalisis kondisi udara dalam ruangan dan menentukan tindakan yang diperlukan. Proses ini bertujuan untuk memastikan lingkungan kerja yang sehat, nyaman, dan mendukung produktivitas karyawan. Berikut penjelasan langkah-langkahnya:

c. Survei Awal

Survei awal bertujuan untuk mengidentifikasi masalah dan mendapatkan gambaran umum terkait kualitas udara. Langkah-langkahnya meliputi:

- 1) Diskusi Masalah: Mendiskusikan keluhan terkait kualitas udara yang dirasakan oleh mayoritas karyawan.
- 2) Identifikasi Gejala dan Keluhan: Mencatat tanda-tanda atau gejala yang dialami oleh karyawan, seperti sakit kepala, kelelahan, atau gangguan pernapasan.
- 3) Penyebaran Kuesioner: Mengumpulkan data subjektif dari karyawan tentang pengalamannya terhadap kualitas udara dan dampaknya pada kesehatan.

- 4) Investigasi Sistem Ventilasi (AC): Mengevaluasi kondisi dan fungsi sistem ventilasi atau AC yang digunakan.
  - 5) Survei Tata Letak Ruang: Meninjau tata letak ruang dan stasiun kerja yang dapat mempengaruhi sirkulasi udara.
  - 6) Walk-Through Survey: Membuat sketsa ruangan, mencatat alat dan sarana kerja yang ada, serta mengidentifikasi material yang berpotensi menjadi sumber polusi udara.
  - 7) Pengujian Awal: Melakukan pengukuran awal terhadap suhu udara, kelembaban, dan sirkulasi udara untuk mendapatkan data awal.
- d. Survei Lengkap
- Survei lengkap bertujuan untuk mendapatkan data lebih detail mengenai kualitas udara. Tahapan ini meliputi:
- 1) Penilaian Ventilasi: Melakukan penilaian mendalam terhadap sistem ventilasi atau AC untuk mengevaluasi efisiensi dan potensi masalah.
  - 2) Pengujian Detail: Mengukur suhu udara, kelembaban, dan aliran udara secara akurat menggunakan alat yang sesuai.
  - 3) Pengambilan Sampel: Mengambil sampel udara untuk mengukur kadar gas seperti O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, formaldehid, dan partikel debu.
- e. Analisis Data
- Setelah data dikumpulkan, langkah berikutnya adalah analisis:
- 1) Pencocokan Standar: Membandingkan hasil pengukuran dengan standar nasional dan internasional untuk menilai apakah parameter udara memenuhi syarat.
  - 2) Korelasi Data dan Keluhan: Menghubungkan hasil pengukuran dengan keluhan karyawan untuk mengidentifikasi penyebab utama masalah.
- f. Rekomendasi
- Berdasarkan hasil analisis, langkah-langkah rekomendasi disusun:
- 1) Evaluasi dan Analisis: Menyusun rekomendasi yang didasarkan pada hasil evaluasi menyeluruh.
  - 2) Tindakan Prioritas: Mengambil langkah-langkah korektif sesuai skala urgensi, seperti perbaikan sistem ventilasi, pengaturan suhu, atau penggunaan alat pemurni udara.

## 2. Langkah-Langkah Alternatif Pengendalian

Langkah-langkah alternatif pengendalian kualitas udara dilakukan untuk mengatasi masalah kualitas udara di ruang kerja yang telah diidentifikasi dan dinilai. Pengendalian ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan nyaman bagi pekerja. Hierarki ini mencakup serangkaian langkah strategis yang dapat dilakukan, mulai dari mengurangi sumber pencemaran hingga pengelolaan administratif. Berikut ini merupakan penjelasan dari metode pengendalian yang sesuai dengan hierarki pengendalian.

### a. Pemindahan atau Penggantian Sumber Pencemaran

Pemindahan atau penggantian sumber pencemaran adalah langkah pengendalian yang bertujuan untuk mengurangi risiko pencemaran udara dengan cara mengganti bahan-bahan berbahaya dengan alternatif yang lebih aman. Selain itu, langkah ini juga melibatkan pemindahan peralatan yang berpotensi mencemari udara ke lokasi yang terpisah dari ruang kerja utama. Contohnya, mesin *diesel* yang menghasilkan gas emisi dapat dipindahkan ke tempat yang terpisah dari gedung induk, sehingga gas emisi tidak masuk dan mencemari udara di dalam ruangan kerja.

### b. Modifikasi Tempat atau Proses Kerja

Modifikasi tempat atau proses kerja dilakukan untuk mengurangi tingkat paparan pekerja terhadap bahan pencemar dalam lingkungan kerja. Langkah ini dapat mencakup perubahan tata letak atau penyesuaian proses kerja yang bertujuan meminimalkan kontak langsung dengan sumber polusi. Contoh sederhana adalah memindahkan mesin fotokopi dari area kerja yang padat ke lokasi yang lebih terisolasi, seperti ruangan khusus. Namun, dalam pelaksanaannya, modifikasi ini harus dilakukan dengan cermat agar tidak mengurangi kenyamanan dan efisiensi kerja.

### c. Desain Sistem Ventilasi Udara

Desain sistem ventilasi udara merupakan langkah penting untuk memastikan kualitas udara di dalam ruangan tetap terjaga. Ventilasi berfungsi sebagai sarana untuk menjaga aliran udara segar, sehingga udara yang tercemar dapat digantikan atau diencerkan. Hal ini dapat dilakukan dengan memastikan sumber udara bersih ditempatkan jauh dari area yang terkontaminasi. Jika di dalam ruangan terdapat sumber pencemaran, sistem ventilasi yang digunakan dapat berupa *Local Exhaust Ventilation* untuk menghisap dan mengeluarkan udara tercemar langsung dari sumbernya, *Dilution Ventilation* untuk mencampurkan udara segar

guna menurunkan konsentrasi polutan, atau *Air Cleaning* untuk menyaring udara dari partikel dan gas berbahaya.

d. Pengendalian Administrasi

Langkah administratif juga diperlukan untuk mendukung pengendalian kualitas udara, antara lain:

- 1) Mengembangkan komunikasi antara pekerja dan pimpinan untuk mengidentifikasi masalah dan solusi yang tepat.
- 2) Membersihkan tempat kerja secara teratur.
- 3) Melakukan perawatan rutin terhadap sistem ventilasi agar berfungsi optimal.
- 4) Menyediakan ruangan khusus untuk perokok yang terpisah dari ruangan ber-AC.
- 5) Melakukan kegiatan seperti pengecatan, pembersihan karpet, atau penyemprotan pestisida di luar jam kerja, dengan memastikan ventilasi aktif sebelum pekerja kembali.

## G. Rangkuman

Mikroklimat merupakan kondisi iklim mikro yang berbeda-beda dalam suatu area kecil yang disebabkan oleh faktor lingkungan setempat. Faktor seperti suhu, kelembaban, radiasi panas, dan kecepatan angin perlu dikelola dengan baik untuk menciptakan kondisi kerja yang optimal. Kebisingan di tempat kerja merupakan suara yang timbul tidak dikehendaki dari sumber alat kerja yang bersifat mengganggu pendengaran. Rata-rata NAB kebisingan untuk waktu kerja terus menerus adalah 85 dB(A) tidak lebih dari 8 jam per hari.

Pencahayaan di tempat kerja penting untuk mendukung produktivitas dan kenyamanan bagi pekerja. Selain itu, pencahayaan yang baik juga berkontribusi pada suasana kerja yang positif dan meningkatkan semangat kerja. Kualitas udara dalam ruangan di tempat kerja penting untuk diperhatikan. Ruang kerja yang penuh sesak, kurangnya perawatan AC, dan sirkulasi udara yang buruk dapat meningkatkan risiko penyebaran penyakit. Oleh karena itu, penting untuk memastikan kualitas udara di tempat kerja tetap terjaga demi kesehatan dan produktivitas pekerja.

## H. Soal Latihan

1. Apa saja unsur yang termasuk dalam mikroklimat di lingkungan kerja?
2. Suhu di lingkungan kerja dapat mempengaruhi kinerja dari pekerja. Bagaimana hal tersebut dapat terjadi? Jelaskan!
3. Apa saja risiko gangguan kesehatan akibat suhu lingkungan yang panas? Jelaskan!
4. Jelaskan definisi kebisingan di tempat kerja!
5. Sebutkan dan jelaskan pengendalian kebisingan di tempat kerja!
6. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep.51/MEN/1999, rata-rata NAB kebisingan di tempat kerja untuk waktu kerja terus menerus adalah 85 dB(A). Mengapa hal itu penting?
7. Sebutkan sumber kebisingan di tempat kerja!
8. Apa yang dimaksud dengan penerangan di tempat kerja? Mengapa hal itu penting?
9. Bagaimana cara menyesuaikan sistem pencahayaan berdasarkan kebutuhan pekerja? Jelaskan!
10. Penggunaan warna di tempat kerja memiliki berbagai fungsi, salah satunya adalah identifikasi bahaya. Selain identifikasi bahaya, fungsi lain dari penggunaan warna di tempat kerja apa saja? Jelaskan!
11. Kualitas udara dalam ruang kerja sangat mempengaruhi produktivitas pekerja. Salah satu kontaminan yang dapat menurunkan kualitas udara di ruang kerja adalah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Bagaimana hal tersebut dapat terjadi dan bagaimana cara mengatasinya?
12. Mengapa pemantauan kualitas udara secara teratur dalam ruang kerja itu penting?
13. Cuaca udara mempengaruhi kenyamanan pekerja, sehingga perlu dijaga dalam batas yang diterima. Apa yang dimaksud dengan batas yang diterima dari kalimat tersebut?
14. Bagaimana cara mengukur kualitas udara di tempat kerja?
15. Jelaskan kondisi yang mempengaruhi kualitas udara





## BAB VIII

## DISPLAY

### **Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

Mampu memahami terkait dengan pengertian dan jenis *display*, memahami prinsip-prinsip *display*, memahami kriteria pembuatan *display*, memahami penggunaan warna, memahami kelebihan dan kekurangan, serta memahami indikator *display*. Sehingga pembaca dapat merancang dan mengevaluasi sistem *display* yang informatif, efisien, dan mudah dipahami, sehingga dapat meningkatkan keselamatan, akurasi, serta produktivitas dalam aktivitas kerja.

### **Materi Pembelajaran**

- Pengertian dan Jenis *Display*
- Prinsip-Prinsip *Display*
- Kriteria Pembuatan *Display*
- Penggunaan Warna
- Kelebihan dan Kekurangan
- Indikator *Display*
- Rangkuman
- Soal Latihan

### **A. Pengertian dan Jenis *Display***

*Display* merupakan suatu alat buatan manusia yang berfungsi untuk menampilkan informasi yang dapat diproses oleh organ sensoris manusia. Dalam dunia desain dan teknologi, berbagai jenis *display* digunakan untuk menyampaikan informasi kepada pengguna. Jenis *display* ini dapat dibedakan berdasarkan tujuan, informasi yang disampaikan, lingkungan penggunaan, dan indera yang digunakan untuk menerima informasi. Jika dilihat dari tujuannya, *display* dibagi menjadi dua jenis yaitu:

#### **1. *Display* Umum**

*Display* yang digunakan untuk menyampaikan informasi atau peraturan yang bersifat umum atau penting untuk kepentingan publik seperti gambar di bawah ini.





**Gambar 8.1** *Display Umum*

## 2. *Display Khusus*

*Display* yang digunakan untuk menyampaikan informasi atau peraturan terkait keselamatan kerja khusus, seperti di lingkungan industri dan pekerjaan konstruksi seperti gambar di bawah ini.



**Gambar 8.2** *Display Khusus*

*Display* dapat dibedakan berdasarkan jenis informasi yang disampaikan menjadi tiga kategori yaitu kualitatif, kuantitatif, dan representative yaitu:

### 1. *Display Kualitatif*

*Display* yang menyederhanakan informasi dari bentuk data numerik menjadi bentuk yang lebih mudah dipahami, bertujuan untuk menunjukkan kondisi berbeda dalam suatu sistem. Contoh penggunaan *display* ini termasuk indikator *On-Off* pada generator atau tanda dingin, normal, dan panas pada pengukuran suhu. Dengan menggunakan *display* seperti ini, pengguna dapat dengan cepat memahami status atau kondisi sistem tanpa perlu menganalisis data numerik yang kompleks.

### 2. *Display Kuantitatif*

*Display* yang menampilkan informasi numerik, seperti angka atau nilai dari suatu variabel, dan biasanya disajikan dalam format digital atau analog untuk tampilan visual.



**Gambar 8.3** *Display* Kuantitatif

### 3. *Display* Representatif

Jenis *display* yang menyediakan pengguna atau pekerja dengan model kerja atau diagram tiruan dari sebuah mesin atau proses. *Display* ini sangat penting dalam sistem kontrol jarak jauh yang besar, karena memungkinkan pekerja untuk memantau tugas dari setiap bagian pekerjaan, serta mendeteksi lokasi atau penundaan dengan cepat. Contohnya diagram alur produksi di pabrik atau tampilan jaringan distribusi energi di pusat kendali listrik.

Tipe *display* berdasarkan lingkungan dapat dibagi menjadi dua macam yaitu:

#### 1. *Display* Dinamis

*Display* dinamis adalah jenis *display* yang menampilkan perubahan atau pergerakan yang terjadi seiring waktu. Contoh-contoh *display* dinamis termasuk mikroskop, yang memungkinkan pengguna untuk melihat objek dalam perbesaran yang berubah-ubah, serta speedometer pada kendaraan, yang menunjukkan kecepatan kendaraan saat bergerak. *Display* ini membantu pengguna atau operator untuk mengamati dan memahami dinamika atau perubahan yang terjadi dalam konteks tertentu.



**Gambar 8.4** *Display* Dinamis

#### 2. *Display* Statis

*Display* statis menyediakan informasi yang tetap dan tidak bergantung pada waktu, seperti gambaran atau peta sebuah kota. *Display* ini menampilkan data atau informasi yang stabil dan tidak mengalami perubahan secara dinamis seiring waktu. Contoh lain dari *display* statis

termasuk papan informasi di museum yang menampilkan layout galeri atau informasi historis, serta papan petunjuk di kota yang menunjukkan peta lokasi atau informasi turistik. Keunggulan dari *display* statis adalah kemampuannya untuk memberikan referensi yang konsisten dan tidak berubah terhadap pengguna tanpa mempertimbangkan waktu saat penggunaannya.



**Gambar 8.5** *Display Statis*

Tipe *display* berdasarkan panca indera yang digunakan untuk menerimanya yaitu:

1. *Visual Display*

*Visual display* merupakan jenis *display* yang informasinya dapat dipahami melalui penggunaan indera penglihatan, yaitu mata. *Display* ini memanfaatkan kemampuan mata untuk menafsirkan dan memproses informasi visual, baik dalam bentuk gambar, teks, grafik, atau kombinasi di antaranya. Penggunaannya meliputi berbagai teknologi mulai dari layar komputer, televisi, hingga tanda-tanda di jalan raya yang menyampaikan informasi visual yang penting bagi pengguna.



**Gambar 8.6** *Visual Display*

2. *Auditory Display*

*Auditory display* adalah jenis *display* yang menggunakan suara atau bunyi untuk menyampaikan informasi kepada pengguna melalui indera pendengaran, yaitu telinga. Contohnya termasuk alarm kebakaran, notifikasi suara pada perangkat elektronik, atau instruksi verbal dalam sistem navigasi. *Display* ini memungkinkan pengguna untuk menerima informasi tanpa harus bergantung pada penglihatannya, cocok untuk situasi di mana visualisasi tidak praktis atau diharapkan.



**Gambar 8.7** *Auditory Display*

3. *Tactual Display*

*Tactual display* adalah jenis *display* yang dapat diraba atau disentuh dengan menggunakan indera peraba, yaitu kulit. Contohnya termasuk layar sentuh pada perangkat elektronik dan tombol-tombol pada *keyboard*, memungkinkan pengguna untuk berinteraksi langsung dengan sistem melalui sentuhan fisik. *Display* ini penting dalam situasi di mana interaksi langsung dan respons cepat dibutuhkan.



**Gambar 8.8** *Tactual Display*

4. *Taste Display*

*Taste display* adalah jenis *display* yang menggunakan indera pengecap (lidah) untuk merasakan atau mencicipi informasi, seperti simulasi rasa pada aplikasi makanan *virtual* atau teknologi sensor elektronik. *Display* ini memungkinkan pengalaman sensoris yang langsung melalui rasa.

5. *Olfactory Display*

*Olfactory display* adalah jenis *display* yang informasinya dapat dicium atau diindra melalui penggunaan indera penciuman, yaitu hidung. *Display* ini memanfaatkan aroma atau bau untuk menyampaikan informasi atau pengalaman sensoris kepada pengguna. Contoh *olfactory display* dalam kehidupan sehari-hari salah satunya adalah parfum, pewangi ruangan, dan aroma terapi. Penggunaan indera penciuman memungkinkan pengguna untuk merasakan lingkungan atau situasi secara lebih mendalam melalui aspek sensoris yang khusus ini.



**Gambar 8.9** *Olfactory Display*

## B. Prinsip-Prinsip *Display*

Prinsip-prinsip *display* merupakan suatu pernyataan yang dijadikan sebuah pedoman dalam membuat atau melakukan sesuatu. Terdapat 4 prinsip-prinsip mendesain visual *display*. Berikut ini merupakan penjabaran keempat prinsip tersebut.

### 1. Prinsip *Proximity* (Kedekatan Elemen)

Jarak terhadap susunan *display* yang disusun secara bersama-sama dan saling memiliki dapat membuat suatu perkiraan atau pernyataan. Artinya, dalam pembuatan *display* harus sangat jelas dan mudah dipahami oleh orang walaupun tidak dilihat secara langsung. Contoh dari prinsip *proximity* ini ialah bunyi sirine ambulan, perlintasan kereta api, dll

### 2. Prinsip *Similarity* (Kesamaan/Kemiripan Elemen)

Prinsip ini menyatakan bahwa elemen-elemen yang sama akan disatukan menjadi kelompok yang sama (bentuk, warna, ukuran, dst). Namun, *display* tidak diperbolehkan menggunakan lebih dari 3 warna.

### 3. Prinsip *Symmetry* (Simetris)

Pada prinsip ini menjelaskan perancangan untuk memaksimalkan *display*. Artinya, elemen dalam merancang *display* lebih baik berbentuk simetris yang dimana penyajian gambar dan tulisan harus seimbang.

### 4. Prinsip *Continuity* (Kesinambungan Pola)

Prinsip ini menjelaskan sistem perseptual yang mengekstrakan informasi kualitatif menjadi satu kesatuan yang utuh. Pada prinsip ini, hubungan antara satu *display* dengan yang lain saling berkelanjutan membentuk satu kesatuan.

## C. Kriteria Pembuatan *Display*

Kriteria merupakan suatu ukuran yang menjadi dasar penetapan maupun penilaian sesuatu. Pada pembuatan *display* terdapat beberapa kriteria yang perlu diterapkan. Kriteria tersebut dibagi menjadi tiga bagian. Berikut ini merupakan kriteria pembuatan *display*.

1. Pendeteksian

Kemampuan dasar dari *display* untuk dapat diketahui keberadaannya atau fungsinya. Pada *visual display* harus dapat dibaca dan untuk *auditory display* harus bisa didengar.

2. Pengenalan

Setelah *display* terdeteksi, pesan dari *display* tersebut harus bisa dibaca atau didengar.

3. Pemahaman

Pembuatan *display* tidak cukup hanya memenuhi 2 kriteria di atas, *display* yang baik harus dapat dipahami dengan sebaik mungkin sesuai dengan pesan yang disampaikan oleh *display* tersebut. Pemahaman terhadap *display* dibagi menjadi 2 *level* yaitu:

- a. Kata-kata atau simbol yang digunakan dalam *display* mungkin terlalu sulit untuk dipahami oleh pengguna atau pekerja  
Contoh: “*VELOCITY*” dan “*COOLANT*” mungkin kurang bisa dipahami daripada “*SPEED*” dan “*WATER*”
- b. Pemahaman mungkin menjadi lebih sulit apabila pengguna memiliki kesulitan dalam memahami kata-kata dasar.

## D. Penggunaan Warna

Penggunaan warna pada *display* harus dilakukan dengan cermat dan mempertimbangkan berbagai faktor seperti psikologi warna, keharmonisan warna, keterbacaan, dan aplikasi pada media yang digunakan. Warna yang tepat pada *display* dapat menjadi lebih informatif, menarik, dan efektif dalam menyampaikan pesannya. Warna pada *display* harus bisa dibedakan serta tidak mempengaruhi kontras karena kondisi terang atau gelapnya lingkungan sekitar dapat berpengaruh.

Manusia memiliki sensitivitas warna pada mata seperti, biru-kuning-hijau. Ketika kondisi lingkungan gelap, warna biru lebih sensitif dibanding warna merah, dan mata lebih sensitif dengan warna kuning atau hijau. Namun, warna hijau dalam kondisi lingkungan gelap lebih mempengaruhi sensitivitas mata. Penggunaan warna pada *display* harus sesuai kesepakatan

umum, seperti warna merah untuk penanda peringatan, warna hijau untuk sistem yang berjalan normal, dan lainnya. Sebaiknya warna yang digunakan pada *display* tidak lebih dari lima warna karena adanya orang-orang yang memiliki keterbatasan penglihatan atau terdapat gangguan dengan indra penglihatannya.

Gangguan atau keterbatasan ini biasanya terjadi pada buta warna karena ketidakmampuan dalam membedakan warna. Buta warna umumnya spesifik terhadap beberapa warna, seperti warna merah-hijau karena tidak mampu untuk melihat titik merah di antara titik-titik hijau. Adapun strategi untukantisipasi kemungkinan terjadi keterbatasan dalam membedakan warna adalah dengan tidak menjadikan warna sebagai pembeda. Suatu gambar atau grafik jika dicetak berwarna hitam atau putih harus diantisipasi agar dapat dipahami, misalnya rambu lalu lintas terdapat tiga lampu untuk warna yang berbeda, hal ini disebut juga dengan *design for redundancy*.

## E. Kelebihan dan Kekurangan

Penggunaan warna pada *display* dapat memberikan kelebihan dan kekurangan. Penting untuk mempertimbangkan kelebihan dan kekurangan penggunaan warna pada *display* ergonomis sebelum memutuskan untuk menggunakannya. Selain itu, terdapat faktor lain seperti pencahayaan, kontras, dan ukuran teks untuk memastikan bahwa *display* ergonomis nyaman digunakan dan tidak menyebabkan ketegangan mata atau kelelahan. Warna harus dipilih dengan hati-hati dan sesuai dengan kebutuhan dan preferensi pengguna. Terdapat tiga warna yang harus diperhatikan saat pembuatan *display* yaitu:

1. Merah yang berarti larangan.
2. Biru yang berarti petunjuk.
3. Kuning yang berarti perhatian.

Selain makna pada warna yang digunakan, terdapat kelebihan dan kekurangan pada pembuatan *display*. Berikut merupakan Tabel 1 Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Warna pada Pembuatan *Display*.

**Tabel 8.1** Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Warna pada Pembuatan *Display*

Kelebihan	Kekurangan
Tanda untuk data spesifik	Tidak bermanfaat bagi buta warna
Informasi yang muda diterima	Menyebabkan kelelahan/ <i>fatigue</i>
Mengurangi tingkat kesalahan	Membingungkan
Natural	Menyebabkan timbul reaksi yang salah
Memberikan dimensi lain	Informal

Berdasarkan Tabel 8.1 Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Warna pada Pembuatan *Display*, diketahui terdapat 5 kelebihan dan kekurangannya. Kelebihan pertama yaitu tanda untuk data spesifik memiliki kekurangan tidak bermanfaat bagi buta warna. Kelebihan kedua yaitu informasi yang muda diterima memiliki kekurangan menyebabkan kelelahan/*fatigue*. Kelebihan ketiga yaitu mengurangi tingkat kesalahan memiliki kekurangan membingungkan. Kelebihan keempat yaitu natural memiliki kekurangan menyebabkan timbul reaksi yang salah. Kelebihan kelima yaitu memberikan dimensi lain memiliki kekurangan informal.

## F. Indikator *Display*

Indikator merupakan suatu hal yang dapat menunjukkan keterangan atau informasi untuk mengukur suatu variabel atau fenomena tertentu. Indikator *display* adalah elemen penting dalam dunia retail yang berperan sebagai alat ukur untuk menilai efektivitas *display* produk dalam menarik perhatian konsumen. Berikut merupakan jenis indikator *display*.

### 1. Digital *display*

Indikator yang memiliki tingkat pembacaan yang lebih presisi dan cara pembacaan yang lebih cepat dibandingkan dengan analog.



## 2. Analog *display*

Indikator yang memiliki cara pembacaan yang lebih sulit karena pembaca harus menduga posisi dari jarum skala/pointer, hasil pembacaan kurang akurat/presisi.

Indikator *display* yang efektif memiliki karakteristik tertentu sehingga dapat menarik perhatian lebih banyak konsumen dan juga membangun citra toko yang positif. Karakteristik indikator *display* produk yang baik terdiri dari sebagai berikut.

### 1. Mudah Dilihat, Dicari, dan Dijangkau

Indikator *display* yang baik memiliki karakteristik yang mudah dilihat pada saat pembaca melihat indikator tersebut. Selain itu, *display* dengan karakteristik yang mudah dicari dan dijangkau akan sangat membantu pembaca dalam menerjemahkan maksud informasi *display* tersebut.

### 2. Rapi dan Bersih

Indikator *display* yang baik memiliki karakteristik yang rapi dan bersih sehingga dapat menarik perhatian pembaca untuk mencari lebih dalam mengenai informasi yang disampaikan.

### 3. Lokasi yang Tepat

Indikator *display* yang baik memiliki penempatan yang sesuai dengan informasi yang akan disampaikan ke khalayak umum.

### 4. Aman

Indikator *display* yang baik membuat pembaca merasa aman saat membaca informasi yang ada sehingga tidak takut terjadi yang tidak diinginkan.

### 5. Menarik

Indikator *display* yang baik juga memiliki daya tarik yang tinggi guna mengundang pembaca untuk mencari lebih dalam mengenai informasi yang disampaikan.

## G. Rangkuman

1. *Display* digunakan untuk menyampaikan informasi kepada pengguna. Tipe-tipe *display* ini dapat dibedakan berdasarkan tujuan, informasi yang disampaikan, lingkungan penggunaan, dan indera yang digunakan untuk menerima informasi.
2. *Display* memiliki empat prinsip yaitu *proximity* (kedekatan elemen), *similarity* (kesamaan/kemiripan elemen), *symmetry* (simetris), dan *continuity* (kesinambungan pola).

3. Kriteria pembuatan *display* yaitu pendeteksian untuk diketahui eksistensinya, pengenalan agar dapat dibaca atau didengar, dan pemahaman.
4. Penggunaan warna pada *display* harus cermat. Warna yang tepat pada *display* dapat menjadi lebih informatif, menarik, dan efektif dalam menyampaikan pesannya. Manusia memiliki sensitivitas warna pada mata seperti, biru-kuning-hijau.
5. Terdapat tiga warna yang harus diperhatikan saat pembuatan *display* yaitu merah yang berarti larangan, biru yang berarti petunjuk, dan kuning yang berarti perhatian.
6. *Display* memiliki dua indikator yaitu digital *display* dan analog *display*. Karakteristik yang dimiliki indikator *display* yaitu mudah dilihat, dicari, dan dijangkau, rapi dan bersih, lokasi yang tepat, aman, dan menarik.

## H. Soal Latihan

1. Apa yang dimaksud dengan *display*?
2. Sebutkan prinsip-prinsip dalam *display*!
3. Mengapa penting untuk mempertimbangkan faktor ergonomi dalam desain *display*?
4. Bagaimana cara memilih jenis *display* yang sesuai dengan kebutuhan pengguna?
5. Bagaimana cara mengatur pencahayaan untuk *display* agar tidak menimbulkan kelelahan mata?
6. Apa peran warna dalam desain *display*?
7. Apa saja elemen yang diperhatikan dalam *display* visual?
8. Mengapa kontras warna penting dalam *display*?
9. Jelaskan prinsip *proximity* (kedekatan) dapat diterapkan dalam desain *display* yang efektif!
10. Mengapa *eye tracking* dapat menjadi alat yang berguna dalam mengevaluasi *display* ergonomis?
11. Apakah penting untuk menghindari penggunaan banyak warna pada *display*? Mengapa?
12. Apa yang dimaksud dengan *human error* dalam penggunaan *display*?
13. Apa saja standar internasional yang mengatur desain *display*?
14. Bagaimana cara merancang *display* untuk pengguna dengan disabilitas seperti buta warna?
15. Apa yang dimaksud dengan *information overload*?





## **BAB IX**

# **ERGONOMI KANTOR**

### **Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

Mampu memahami terkait dengan konsep keseimbangan kerja dalam ergonomi, memahami kapasitas kerja, memahami pertimbangan antropometri dalam desain, memahami desain stasiun kerja dan sikap kerja duduk, memahami desain stasiun kerja dan sikap kerja berdiri, serta memahami desain stasiun kerja dan sikap kerja dinamis. Sehingga pembaca dapat merancang lingkungan dan tata letak kerja yang ergonomis, meningkatkan kenyamanan dan efisiensi, serta meminimalkan risiko kelelahan dan gangguan muskuloskeletal pada pekerja.

### **Materi Pembelajaran**

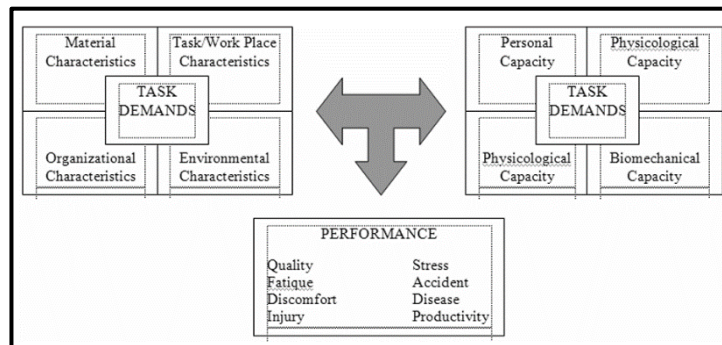
- Konsep Keseimbangan Kerja dalam Ergonomi
- Kapasitas Kerja
- Pertimbangan Antropometri dalam Desain
- Desain Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Duduk
- Desain Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Berdiri
- Desain Stasiun Kerja dan Sikap kerja Dinamis
- Rangkuman
- Soal Latihan

### **A. Konsep Keseimbangan Kerja dalam Ergonomi**

Ergonomi adalah ilmu, teknologi dan seni yang berupaya menyesuaikan alat, cara dan lingkungan kerja terhadap kemampuan dan batasan manusia untuk terwujudnya kondisi lingkungan kerja yang sehat, aman, nyaman dan efisien demi tercapainya produktivitas yang setinggi-tingginya. Ergonomi merupakan suatu aturan atau norma dalam sistem kerja yang membahas tentang optimalisasi fungsi manusia terhadap aktivitas yang dilakukan atau dikerjakan. Secara umum ergonomi membahas berbagai permasalahan mengenai hubungan antara pekerja dengan tugas-tugas dan pekerjaannya serta desain dari objek yang digunakannya. Setiap aktivitas atau pekerjaan yang apabila tidak dilakukan secara ergonomis akan memberikan dampak negatif terhadap ketidaknyamanan, biaya tinggi, kecelakaan dan

penyakit akibat kerja meningkat, performansi menurun yang berakibat pada penurunan efisiensi dan daya kerja atau produktivitas kerja.

Untuk memastikan tenaga kerja mencapai tingkat keselarasan yang optimal, sehingga kesehatan dan produktivitas kerja dapat terjaga pada level tertinggi, diperlukan keseimbangan yang baik antara faktor-faktor yaitu, beban kerja, beban tambahan yang disebabkan oleh lingkungan kerja, dan kemampuan kerja.



**Gambar 9.1** Konsep Dasar Keseimbangan Ergonomi

Berdasarkan Gambar 9.1 Konsep Dasar Keseimbangan Ergonomi dapat disimpulkan bahwa tuntutan tugas (*task demands*) dan kemampuan kerja (*work capacity*) harus berada di garis yang sama dan sejajar, berarti tuntutan kerja tidak boleh terlalu rendah (*underload*) dan tidak boleh terlalu berlebihan (*overload*). Tuntutan tugas (*task demands*) dan kemampuan kerja (*work capacity*) yang seimbang akan menciptakan performansi kerja yang optimal.

Dilihat dari sudut pandang ergonomi, antara tuntutan tugas dengan kemampuan kerja harus selalu dalam garis keseimbangan sehingga dicapai performa yang tinggi. Sehingga bisa dikatakan bahwa tuntutan tugas pekerjaan tidak boleh terlalu rendah (*underload*) dan juga tidak terlalu tinggi (*overload*) karena keduanya akan menyebabkan stres. Berdasarkan Gambar 9.1 Konsep Dasar Keseimbangan Ergonomi berikut merupakan penjelasan dari ketiga bagian yaitu kemampuan kerja (*work capacity*), tuntutan tugas (*task demands*) dan performansi (*performance*).

## 1. Kemampuan Kerja (*Work Capacity*)

Setiap individu memiliki keunikan berupa kelebihan dan kekurangan, sehingga kemampuan antarorang dapat bervariasi. Beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan seseorang meliputi:

- a. Kemampuan pribadi (*kemampuan pribadi*), mencakup faktor usia, jenis kelamin, ukuran tubuh (antropometri), pendidikan, pengalaman, status sosial, agama atau kepercayaan, kondisi kesehatan, tingkat kebugaran, serta faktor lain yang berkaitan dengan karakteristik individu.
- b. Kemampuan fisiologis (*physiological capacity*), melibatkan daya tahan sistem kardiovaskular, saraf dan otot, fungsi pancaindra, serta kemampuan organ tubuh lainnya.
- c. Kemampuan psikologis (*psychological capacity*), mencakup kemampuan mental, kecepatan reaksi, kemampuan beradaptasi, stabilitas emosional, dan aspek psikologis lainnya.
- d. Kemampuan biomekanik (*biomechanical capacity*), berhubungan dengan kekuatan serta daya tahan sendi, tendon, dan struktur tulang.

## **2. Tuntutan Tugas (*Task Demands*)**

Faktor-faktor yang menentukan tuntutan tugas pekerjaan atau aktivitas meliputi:

- a. Karakteristik tugas dan material (*task and material characteristics*), berkaitan dengan jenis peralatan, mesin yang digunakan, tipe pekerjaan, kecepatan, dan ritme kerja.
- b. Karakteristik organisasi (*organization characteristics*), mencakup jam kerja, jam istirahat, sistem kerja malam atau bergilir, jadwal cuti, serta manajemen organisasi.
- c. karakteristik lingkungan (*environmental characteristics*), melibatkan kondisi seperti suhu, kelembapan, tingkat kebisingan, getaran, penerangan, norma sosial, budaya, adat kebiasaan, serta keberadaan bahan pencemar.

## **3. Performansi (*Performance*)**

Kinerja seseorang bergantung pada keseimbangan antara tuntutan tugas dan kemampuan individu. Berikut adalah kaitannya:

- a. Jika tuntutan tugas melebihi kemampuan individu (*overload*), kondisi ini dapat menyebabkan ketidaknyamanan, stres berlebihan (*overstress*) kelelahan, kecelakaan, cedera, rasa sakit, penyakit, hingga menurunnya produktivitas.

- b. Jika tuntutan tugas terlalu rendah dibandingkan kemampuan individu *underload*, situasi ini dapat menimbulkan kebosanan, kejenuhan, rasa lesu, hingga penyakit, yang juga berdampak pada produktivitas yang rendah.
- c. Jika terdapat keseimbangan dinamis antara tuntutan tugas dan kemampuan individu, hal ini menciptakan lingkungan kerja yang sehat, aman, nyaman, dan produktif, sehingga menghasilkan performa kerja yang optimal.

## B. Kapasitas Kerja

Keserasian antara pekerja dan pekerjaannya perlu diperhatikan sehingga pekerja dapat bekerja sesuai dengan kemampuan dan kapasitasnya. kemampuan dan keterbatasan manusia ditentukan oleh berbagai faktor yaitu, usia, jenis kelamin, ras, antropometri, status kesehatan, gizi, kesegaran jasmani, pendidikan, keterampilan, budaya, tingkah laku, kebiasaan, dan kemampuan beradaptasi. Kapasitas Kerja merupakan kemampuan suatu individu dalam mengerjakan pekerjaan yang dipengaruhi oleh enam faktor karakteristik individu, sebagai berikut:

### 1. Umur

Seiring bertambahnya usia, kapasitas fisik seseorang cenderung meningkat hingga mencapai puncaknya pada usia sekitar 25 tahun. Namun, setelah itu, terjadi penurunan secara bertahap. Pada rentang usia 50-60 tahun, kekuatan otot biasanya berkurang sekitar 25%, dan kemampuan sensoris-motoris menurun hingga 60%. Setelah usia 60 tahun, kemampuan kerja fisik seseorang hanya mencapai sekitar 50% dibandingkan dengan yang berusia 25 tahun. Bertambahnya usia juga mempengaruhi beberapa aspek lainnya, seperti penurunan VO2 max (kapasitas tubuh menggunakan oksigen), ketajaman penglihatan, pendengaran, kecepatan dalam membedakan sesuatu, pengambilan keputusan, dan kemampuan mengingat jangka pendek. Oleh karena itu, faktor usia perlu dipertimbangkan dengan serius dalam menentukan jenis pekerjaan yang sesuai untuk seseorang.

### 2. Jenis Kelamin

Secara umum, kekuatan fisik wanita hanya sekitar dua pertiga dari kekuatan fisik atau otot pria. Namun, wanita cenderung lebih teliti dibandingkan pria dalam beberapa hal. Oleh karena itu, untuk mencapai

produktivitas kerja yang optimal, pembagian tugas antara pria dan wanita sebaiknya disesuaikan dengan kemampuan dan kelebihan masing-masing.

### 3. Antropometri

Antropometri melibatkan pengukuran ukuran tubuh pekerja yang harus sesuai dengan desain pekerjaan dan alat kerja yang digunakan. Data ini berperan penting dalam menentukan peralatan yang tepat dan cara penggunaannya. Hubungan yang sesuai antara ukuran tubuh pekerja dan alat kerja akan mempengaruhi kenyamanan posisi kerja, tingkat kelelahan, kemampuan, serta produktivitas. Selain itu, antropometri juga menjadi pertimbangan dalam seleksi tenaga kerja. Sebagai contoh, orang dengan tubuh gemuk mungkin kurang cocok untuk pekerjaan di lingkungan bersuhu panas atau pekerjaan yang membutuhkan gerakan cepat.

### 4. Status kesehatan dan nutrisi.

Kesehatan dan nutrisi saling berkaitan erat dan berpengaruh besar terhadap produktivitas serta efisiensi kerja. Tubuh membutuhkan energi untuk beraktivitas, dan jika kebutuhan energi ini tidak terpenuhi baik dari segi jumlah maupun kualitas, kemampuan kerja akan terganggu. Penting untuk menjaga keseimbangan antara energi yang masuk dengan energi yang dikeluarkan. Namun, asupan nutrisi yang baik saja tidak cukup; tubuh juga perlu dalam kondisi sehat agar nutrisi dapat dicerna dan disalurkan dengan baik oleh organ tubuh.

### 5. Kesegaran Jasmani

Kesegaran jasmani adalah kemampuan tubuh untuk beradaptasi dengan beban fisik yang dihadapi tanpa menyebabkan kelelahan berlebihan, sehingga masih memiliki energi cadangan untuk melanjutkan aktivitas berikutnya. Dalam setiap pekerjaan, penting bagi tenaga kerja untuk memiliki kesegaran jasmani yang baik agar tidak mudah lelah dan mampu menjaga kinerja tetap stabil dalam jangka waktu yang cukup lama.

### 6. Kemampuan Kerja Fisik

Kemampuan kerja fisik adalah kemampuan seseorang untuk melakukan pekerjaan tertentu yang membutuhkan aktivitas otot dalam jangka waktu tertentu. Durasi aktivitas ini bisa berbeda-beda, mulai dari beberapa detik (untuk pekerjaan yang membutuhkan kekuatan) hingga beberapa jam (untuk pekerjaan yang membutuhkan ketahanan). Komponen dari



kemampuan kerja fisik dan kesegaran jasmani seseorang ditentukan oleh kekuatan otot, daya tahan otot, dan daya tahan kardiovaskular.

a. **Kekuatan Otot**

Tenaga maksimum yang dapat dikeluarkan oleh sekelompok otot dalam kondisi tertentu. Terdapat dua jenis kekuatan otot, yaitu kekuatan otot statis dan dinamis. Kekuatan otot statis tidak melibatkan gerakan selama pengerahan tenaga, sementara kekuatan otot dinamis memerlukan tenaga yang dikeluarkan selama proses gerakan. Kekuatan otot dinamis merujuk pada beban maksimum yang dapat ditangani seseorang dalam waktu yang tepat atau dalam beberapa kali repetisi tanpa istirahat diantara setiap repetisi. Kekuatan otot berpengaruh besar terhadap performa seseorang dalam berbagai aktivitas pekerjaan.

b. **Ketahanan Otot**

Kemampuan sekelompok otot untuk terus bekerja hingga seseorang tidak lagi mampu mempertahankan pekerjaan tersebut. Ketahanan otot bisa diukur berdasarkan waktu bertahan, yaitu berapa lama seseorang dapat mempertahankan beban kerja secara terus-menerus.

c. **Ketahanan Kardiovaskular**

Mengukur kemampuan sistem kardiovaskular dalam melakukan pekerjaan secara terus-menerus sampai kelelahan terjadi. Ketahanan kardiovaskular menunjukkan kemampuan tubuh untuk bekerja dalam waktu lama tanpa kelelahan setelah menyelesaikan tugas. Secara umum, ketahanan kardiovaskular diartikan sebagai daya tahan terhadap kelelahan dan kemampuan untuk pulih setelahnya. Ketahanan kardiovaskular yang baik dapat mempertahankan performa atau penampilan dalam waktu yang relatif lama secara terus-menerus.

### **C. Pertimbangan Antropometri dalam Desain**

Setiap desain produk, baik yang sederhana maupun sangat kompleks, perlu didasarkan pada prinsip-prinsip antropometri yang relevan dengan kebutuhan pengguna. Antropometri adalah ilmu yang mempelajari pengukuran dimensi tubuh manusia dan karakteristik fisik lainnya yang berkaitan dengan desain alat atau produk yang digunakan oleh manusia. Dengan kata lain, penerapan antropometri bertujuan untuk menciptakan

produk yang sesuai dengan ukuran, kenyamanan, dan kemampuan fisik pengguna. aplikasi ergonomi dalam konteks antropometri terbagi menjadi dua bidang utama, yang masing-masing berfokus pada aspek tertentu dari penyesuaian desain terhadap kebutuhan pengguna yaitu:

1. Ergonomi Berhadapan dengan Tenaga Kerja

Bidang ini berfokus pada interaksi antara tenaga kerja, mesin, peralatan, serta lingkungan kerja. Tujuan utamanya adalah menciptakan kondisi kerja yang ideal untuk mendukung kesehatan fisik dan mental pekerja. Dengan demikian, efisiensi, produktivitas, dan kualitas hasil kerja dapat meningkat secara optimal. Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi risiko cedera atau kelelahan akibat pekerjaan serta menciptakan suasana kerja yang lebih nyaman dan aman.

2. Ergonomi Berhadapan dengan Karakteristik Produk Untuk Konsumen

Bidang kedua lebih berorientasi pada interaksi antara konsumen dengan produk yang dihasilkan oleh pabrik. Tujuan dari pendekatan ini adalah memastikan bahwa desain produk yang digunakan oleh konsumen dapat memenuhi kebutuhan dan kenyamanan pengguna, sehingga menghasilkan pengalaman yang lebih baik. Dengan mempertimbangkan dimensi tubuh dan preferensi pengguna, desain produk dapat lebih mudah diakses, aman, dan nyaman saat digunakan.

Penentuan ukuran stasiun kerja, alat kerja, dan produk pendukung lainnya sangat bergantung pada data antropometri tenaga kerja. Menegaskan bahwa pemahaman terhadap ukuran antropometri tenaga kerja memungkinkan terciptanya desain alat kerja yang sesuai. Hal ini bertujuan untuk memberikan kenyamanan, menjaga kesehatan, meningkatkan keselamatan, serta memperhatikan aspek estetika dalam lingkungan kerja. Faktor manusia harus selalu menjadi pertimbangan utama dalam desain produk dan stasiun kerja. Pendekatan ini didasarkan pada beberapa alasan penting berikut:

1. Setiap individu memiliki perbedaan fisik, seperti tinggi badan, usia, berat badan, serta kondisi fisik tertentu (misalnya cacat fisik). Namun, desain stasiun kerja sering kali mengadopsi pendekatan "satu ukuran untuk semua," yang tidak ideal untuk semua pengguna. Contohnya *"Orang tua mungkin memiliki kekuatan fisik dan kesehatan yang lebih rendah dibandingkan individu yang lebih muda. Meskipun memiliki pengalaman dan keahlian yang tinggi, desain alat atau stasiun kerja sering kali tidak memperhitungkan kebutuhannya, sehingga produktivitasnya tidak*

*optimal.” Contoh lain “Tinggi meja kerja yang hanya disesuaikan dengan rata-rata tinggi tenaga kerja dapat menyebabkan masalah ergonomi. Orang bertubuh pendek harus mengangkat bahu atau leher, sementara orang bertubuh tinggi cenderung membungkuk, yang dapat memicu kelelahan atau cedera.”.*

2. Pendekatan selanjutnya adalah keterbatasan manusia manusia memiliki keterbatasan baik secara fisik maupun mental, yang harus dipertimbangkan dalam desain produk. Contoh keterbatasan fisik manusia antara lain *“Tombol kontrol pada mesin yang dirancang berdasarkan jangkauan orang bertubuh tinggi (seperti standar Eropa atau Amerika) sering kali sulit dijangkau oleh individu bertubuh pendek (seperti kebanyakan orang Asia). Hal ini memaksa pekerja untuk mengambil posisi tubuh yang tidak alami, meningkatkan risiko cedera dan kesalahan operasi.”* Selanjutnya keterbatasan mental manusia *“Kapasitas manusia dalam memproses informasi memiliki batas. Ketika beban informasi melampaui kemampuannya, kesalahan atau keputusan yang tidak tepat lebih mungkin terjadi.”.*
3. Intuisi dan harapan manusia juga merupakan hal yang perlu dipertimbangkan dalam penyusunan stasiun kerja. Manusia memiliki harapan dan prediksi terhadap lingkungan sekitarnya berdasarkan pengalaman sehari-hari. Misalnya, warna merah sering diasosiasikan dengan larangan atau berhenti, sedangkan warna hijau berarti aman atau lanjut. Saklar lampu yang dioperasikan ke bawah biasanya diharapkan sebagai posisi menyala. Jika desain produk atau stasiun kerja tidak sesuai dengan harapan ini, pekerja atau pengguna bisa mengalami kebingungan, yang dapat mengakibatkan kesalahan. Oleh karena itu, elemen-elemen desain harus diselaraskan dengan harapan dan prediksi manusia untuk meningkatkan kenyamanan dan mengurangi potensi kesalahan.

Untuk merancang peralatan dan stasiun kerja, penting untuk mempertimbangkan keterbatasan manusia, selain kemampuan dan keahliannya, mengingat setiap individu memiliki perbedaan fisik dan karakteristik yang unik. Oleh karena itu, aplikasi data antropometri dalam desain produk dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan, seperti desain untuk orang ekstrem (menggunakan data terkecil atau terbesar), desain individual yang disesuaikan untuk pengguna tertentu, desain dengan kisaran yang dapat diatur (*adjustable range*) menggunakan data persentil ke-5 hingga persentil ke-95, dan desain untuk ukuran rata-rata berdasarkan persentil ke-

50. Namun, agar desain yang dihasilkan lebih inklusif dan efektif, data antropometri yang digunakan harus memperhitungkan variabilitas populasi pengguna, termasuk perbedaan ukuran tubuh secara umum, variasi jenis kelamin, usia, serta ras atau etnik. Dengan demikian, desain yang dihasilkan tidak hanya ergonomis tetapi juga mampu memenuhi kebutuhan berbagai kelompok pengguna secara optimal.

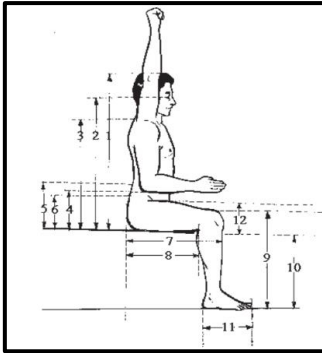
## 1. Jenis Pengukuran Antropometri

Pengukuran antropometri secara umum dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu antropometri statis dan antropometri dinamis. Dalam pembahasan ini, fokus diberikan pada pengukuran antropometri statis. Pemilihan parameter pengukuran, baik statis maupun dinamis, harus disesuaikan dengan fungsi dan tujuan pengukurannya, apakah mencakup sebagian atau keseluruhan data antropometri. Untuk melakukan pengukuran antropometri, alat utama yang digunakan adalah antropometer, yang dirancang khusus untuk mendapatkan data dimensi tubuh dengan presisi tinggi. Saat melakukan pengukuran dalam posisi duduk, perlu disediakan bangku atau kursi dengan dimensi standar 40 x 40 x 40 cm, tanpa sandaran pinggang, untuk memastikan postur tubuh dalam kondisi netral dan konsisten selama pengukuran. Pengaturan ini bertujuan untuk mendapatkan data yang akurat dan representatif, sehingga hasil pengukuran dapat digunakan sebagai dasar yang andal dalam berbagai aplikasi desain produk dan lingkungan kerja. Pengukuran yang dilakukan dengan cara ini sangat penting untuk memahami dimensi tubuh manusia dalam keadaan diam, yang kemudian dapat digunakan untuk mendukung perancangan alat, *furniture*, atau ruang yang sesuai dengan kebutuhan ergonomis pengguna. Pengukuran antropometri statis merupakan jenis pengukuran yang biasanya dilakukan dalam dua posisi yaitu posisi duduk di kursi dan berdiri. Titik pengukuran antropometri statis antara lain meliputi:

Posisi Duduk:

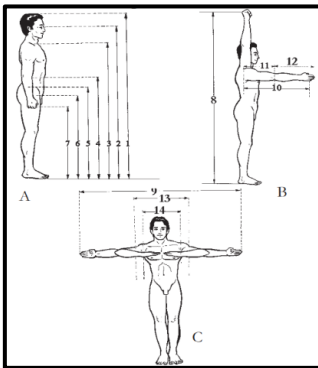
### Keterangan:

1. Tinggi kepala
2. Tinggi mata
3. Tinggi bahu
4. Tinggi siku
5. Tinggi pinggang
6. Tinggi tulang pinggul
7. Panjang *buttock*-lutut
8. Panjang *buttock-popliteal* (lekuk lutut)
9. Tinggi telapak kaki-lutut
10. Tinggi telapak kaki-*popliteal* (lekuk lutut)
11. Panjang kaki (tungkai-ujung jari kaki)
12. Tebal paha dll



**Gambar 9.2** Pengukuran Antropometri Posisi Duduk

Posisi Berdiri:



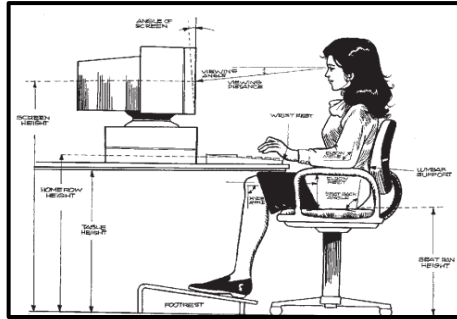
**Keterangan:**

- |                                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| 1. Tinggi badan                      | 13. Lebar bahu |
| 2. Tinggi mata                       | 14. Lebar dada |
| 3. Tinggi bahu                       |                |
| 4. Tinggi siku                       |                |
| 5. Tinggi pinggang                   |                |
| 6. Tinggi tulang pinggul             |                |
| 7. Tinggi kepalan tangan posisi siap |                |
| 8. Tinggi Jangkauan atas             |                |
| 9. Panjang depa                      |                |
| 10. Panjang lengan                   |                |
| 11. Panjang lengan atas              |                |
| 12. Panjang lengan bawah             |                |

**Gambar 9.3** Pengukuran Antropometri Berdiri

## D. Desain Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Duduk

Posisi tubuh saat bekerja sangat dipengaruhi oleh jenis pekerjaan yang dilakukan. Setiap posisi kerja memberikan dampak yang berbeda-beda pada tubuh, baik secara fisik maupun ergonomis. Posisi kerja duduk memiliki sejumlah keuntungan, seperti mengurangi beban pada kaki, menekan kebutuhan energi, dan memperlancar sirkulasi darah. Namun, bekerja dalam posisi duduk untuk waktu yang terlalu lama juga dapat menimbulkan efek negatif. Misalnya, otot perut dapat melemah, tulang belakang berisiko melengkung, dan tubuh menjadi cepat lelah. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun posisi duduk memiliki manfaat, penggunaannya harus diatur dengan baik untuk menghindari dampak buruk.



**Gambar 9.4** Stasiun Kerja Sifat Duduk yang Benar

Desain stasiun kerja yang dirancang khusus untuk posisi duduk memberikan stabilitas tubuh yang lebih baik, mengurangi rasa lelah, dan meminimalkan keluhan fisik, terutama jika pekerjaan berlangsung lebih dari dua jam. Selain itu, posisi duduk memungkinkan pekerja untuk mengontrol gerakan kaki dengan lebih baik. Contoh desain ergonomis dari stasiun kerja duduk dapat dilihat pada gambar 5.1 yang menunjukkan penyesuaian yang optimal untuk kenyamanan dan efisiensi kerja. Posisi duduk memiliki keuntungan sekaligus kerugian, penting untuk mempertimbangkan jenis pekerjaan yang paling sesuai untuk dilakukan dengan posisi ini. Pekerjaan yang ideal dilakukan dengan posisi duduk meliputi:

1. Tugas yang memerlukan kontrol teliti menggunakan kaki.
2. Pekerjaan utama seperti menulis atau aktivitas lain yang membutuhkan ketelitian tangan.
3. Pekerjaan yang tidak membutuhkan tenaga dorong besar.
4. Penanganan objek yang tidak memerlukan kerja tangan pada ketinggian lebih dari 15 cm dari meja kerja.
5. Tugas yang membutuhkan stabilitas tubuh yang tinggi.
6. Pekerjaan yang berlangsung dalam durasi waktu lama.
7. Aktivitas di mana seluruh objek yang dikerjakan atau disuplai masih dalam jangkauan posisi duduk.

## 1. Prinsip dan Pedoman

Pada pekerjaan yang dilakukan dengan posisi duduk, desain tempat duduk memiliki peran penting untuk mendukung kenyamanan dan efisiensi. Tempat duduk harus memungkinkan pengguna untuk melakukan variasi posisi agar tubuh tetap rileks dan mengurangi risiko kelelahan. Dimensi kursi perlu disesuaikan dengan ukuran antropometri individu, sehingga pengguna dapat duduk dengan posisi ideal. Fleksi lutut sebaiknya membentuk sudut

90°, dengan telapak kaki bertumpu pada lantai atau pijakan. Jika meja kerja terlalu rendah, punggung cenderung membungkuk ke depan, meningkatkan tekanan pada tulang belakang. Sebaliknya, jika meja terlalu tinggi, bahu akan terangkat dari posisi rileks, sehingga menimbulkan ketegangan pada bahu dan leher. Berikut merupakan sejumlah pedoman untuk memastikan ketinggian landasan kerja sesuai dengan ergonomi posisi duduk:

a. Meja yang Dapat Disesuaikan Tingginya

Sebisa mungkin, gunakan meja kerja yang memungkinkan pengaturan ketinggian agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan individu. Hal ini memberikan fleksibilitas untuk mengakomodasi berbagai dimensi tubuh dan jenis pekerjaan.

b. Posisi Lengan yang Rileks

Landasan kerja harus memungkinkan lengan menggantung secara alami dari bahu, dengan lengan bawah berada mendekati posisi horizontal atau sedikit menurun. Posisi ini membantu mengurangi ketegangan pada otot bahu dan lengan.

c. Minimalkan Fleksi Tulang Belakang

Ketinggian meja harus dirancang sedemikian rupa sehingga pekerja tidak perlu terlalu membungkuk atau melengkungkan punggung secara berlebihan. Postur ini penting untuk menjaga kesehatan tulang belakang dan mencegah kelelahan otot.

## **E. Desain Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Berdiri**

Sikap berdiri mencerminkan kesiapan fisik dan mental, sehingga aktivitas kerja dapat dilakukan dengan lebih cepat, kuat, dan teliti. Seperti halnya posisi duduk, bekerja dalam posisi berdiri memiliki keuntungan dan kekurangan. Namun, beralih dari posisi duduk ke berdiri sambil menggunakan alat kerja yang sama dapat menyebabkan kelelahan. Secara umum, berdiri memang lebih melelahkan dibandingkan duduk, dan energi yang dibutuhkan untuk berdiri lebih banyak sekitar 10-15% dibandingkan saat duduk.

Berdasarkan pada desain stasiun kerja berdiri, jika pekerja harus bekerja dalam waktu yang lama, faktor kelelahan menjadi sangat penting. Untuk mengurangi dampak kelelahan dan keluhan subjektif, pekerjaan harus dirancang sedemikian rupa agar tidak memerlukan terlalu banyak jangkauan, membungkuk, atau melakukan gerakan dengan posisi kepala yang tidak

alami. Berikut adalah pertimbangan mengenai jenis pekerjaan yang paling baik dilakukan dalam posisi berdiri.

1. Tidak tersedia tempat untuk kaki dan lutut

Ketika ruang kerja tidak memungkinkan untuk posisi duduk yang nyaman, seperti saat tidak ada tempat untuk mengistirahatkan kaki atau lutut, posisi berdiri menjadi pilihan yang lebih praktis. Ini memungkinkan pekerja tetap aktif dan bergerak meskipun dalam ruang terbatas.

2. Harus memegang objek yang berat (lebih dari 4,5 kg)

Pekerjaan yang membutuhkan pengangkatan atau pemindahan objek berat lebih efisien dilakukan dalam posisi berdiri. Dengan posisi ini, pekerja dapat memanfaatkan kekuatan tubuh bagian bawah untuk mendukung beban, sehingga mengurangi risiko cedera yang dapat terjadi saat duduk.

3. Sering menjangkau ke atas, ke bawah, dan ke samping

Pekerjaan yang melibatkan banyak gerakan menjangkau, baik ke atas, ke bawah, maupun ke samping, lebih efektif dilakukan dalam posisi berdiri. Posisi ini memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam bergerak dan mengakses berbagai area kerja tanpa harus berulang kali bangkit dari posisi duduk.

4. Sering dilakukan pekerjaan dengan menekan ke bawah

Aktivitas yang memerlukan tekanan ke bawah, seperti mengebor atau memotong, lebih baik dilakukan saat berdiri. Dalam posisi ini, pekerja dapat menggunakan berat tubuhnya untuk memberikan tekanan lebih besar, meningkatkan efisiensi kerja.

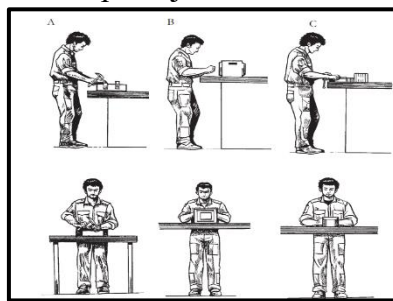
5. Diperlukan mobilitas tinggi

Pekerjaan yang memerlukan mobilitas tinggi, seperti dalam lingkungan produksi atau gudang, sangat cocok dilakukan dalam posisi berdiri. Pekerja dapat bergerak dengan cepat antara berbagai lokasi, meningkatkan responsivitas dan produktivitas dalam tugas yang harus diselesaikan.

Untuk merancang ketinggian landasan kerja untuk posisi berdiri, prinsipnya hampir sama dengan desain ketinggian landasan kerja untuk posisi duduk. Berikut adalah rekomendasi ergonomis mengenai ketinggian landasan kerja untuk posisi berdiri berdasarkan tinggi siku saat berdiri.



1. Untuk pekerjaan yang memerlukan tekanan yang kuat, ketinggian landasan kerja idealnya 15-40 cm di bawah tinggi siku saat berdiri.
2. Untuk pekerjaan yang memerlukan ketelitian dan bertujuan untuk mengurangi beban statis pada otot punggung, ketinggian landasan kerja sebaiknya 5-10 cm di atas tinggi siku saat berdiri.
3. Dalam pekerjaan manual yang sering membutuhkan ruang untuk peralatan, material, dan kontainer dari berbagai jenis, ketinggian landasan kerja disarankan 10-15 cm di bawah tinggi siku saat berdiri. Ketinggian landasan kerja untuk posisi berdiri dapat diilustrasikan dalam Gambar 9.5 Landasan Kerja untuk Sikap Kerja Berdiri.



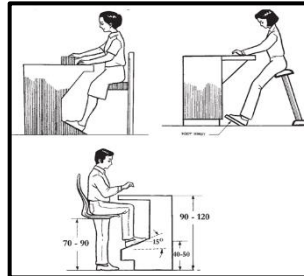
**Gambar 9.5** Landasan Kerja untuk Sikap Kerja Berdiri

## **F. Desain Stasiun Kerja dan Sikap kerja Dinamis**

Desain stasiun kerja sangat dipengaruhi oleh jenis dan sifat pekerjaan yang dilakukan. Baik untuk posisi duduk maupun berdiri, masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan yang perlu dipertimbangkan. Dalam upaya meningkatkan efisiensi dan kenyamanan, dapat dilakukan dengan memanfaatkan keuntungan dari kedua posisi tersebut dengan menggabungkan desain stasiun kerja untuk posisi duduk dan berdiri menjadi satu desain yang memiliki batasan tertentu. Pendekatan ini tidak hanya dapat mengurangi kelelahan pekerja, tetapi juga meningkatkan produktivitas. Berikut adalah keuntungan dari kombinasi desain stasiun kerja duduk dan berdiri dengan batasan sebagai berikut.

1. Pekerjaan dilakukan dengan cara bergantian antara posisi duduk dan berdiri pada waktu yang berbeda.
2. Diperlukan jangkauan lebih dari 40 cm ke depan atau 15 cm di atas landasan kerja.
3. Ketinggian landasan kerja yang ideal berkisar antara 90-120 cm, yang cocok untuk kedua posisi, baik duduk maupun berdiri. Stasiun kerja

untuk sikap kerja yang dinamis (duduk pada satu waktu dan berdiri pada waktu lainnya) dapat dilihat pada gambar Gambar 9.5 Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Dinamis.



**Gambar 9.6** Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Dinamis

Posisi duduk-berdiri adalah posisi yang paling baik dan lebih diinginkan dibandingkan hanya duduk atau berdiri saja. Hal ini karena memungkinkan pekerja untuk mengganti posisi kerja, sehingga dapat mengurangi kelelahan otot akibat berada dalam satu posisi yang kaku.

Penetapan ukuran ketinggian landasan kerja untuk pekerjaan yang memerlukan sedikit tekanan, yaitu 15 cm di bawah tinggi siku untuk kedua posisi kerja. Selanjutnya, dirancang kursi tinggi yang menyesuaikan dengan ketinggian landasan kerja pada posisi berdiri, dilengkapi dengan sandaran kaki agar kaki tidak menggantung. Mengingat bahwa dimensi tubuh manusia bervariasi, desain stasiun kerja harus selalu mempertimbangkan aspek antropometri pengguna (*user oriented*). Selain itu, pemilihan posisi kerja juga harus sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan.

Dapat disimpulkan bahwa posisi duduk-berdiri merupakan pilihan terbaik karena memungkinkan pekerja untuk berganti posisi, sehingga mengurangi kelelahan otot akibat postur yang statis. Selain itu, untuk mendukung kenyamanan dan ergonomi, ketinggian landasan kerja sebaiknya ditetapkan 15 cm di bawah tinggi siku, dengan kursi tinggi yang dilengkapi sandaran kaki. Desain stasiun kerja harus mempertimbangkan variasi dimensi tubuh manusia, serta pemilihan posisi kerja yang sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan. Berikut merupakan Tabel 9.1 Pemilihan Sikap Kerja terhadap Jenis Pekerjaan yang Berbeda-beda.

**Tabel 9.1** Pemilihan Sikap Kerja terhadap Jenis Pekerjaan yang Berbeda-beda

Jenis Pekerjaan	Sikap Kerja yang dipilih	
	Pilihan Pertama	Pilihan Kedua
Mengangkat >5 kg	Berdiri	Duduk – berdiri
Bekerja dibawah tinggi siku	Berdiri	Duduk – berdiri
Menjangkau horizontal di luar daerah jangkauan optimum	Berdiri	Duduk – berdiri
Pekerjaan ringan dengan pergerakan berulang	Duduk	Duduk – berdiri
Pekerjaan perlu ketelitian	Duduk	Duduk – berdiri
Inspeksi dan monitoring	Duduk	Duduk – berdiri
Sering berpindah-pindah	Duduk – berdiri	Berdiri

Posisi duduk-berdiri yang telah banyak diterapkan di industri menunjukkan keuntungan biomekanis, di mana tekanan pada tulang belakang dan pinggang berkurang hingga 30% dibandingkan dengan posisi duduk atau berdiri secara terus-menerus. Hal ini seharusnya dipertimbangkan dalam intervensi ergonomi, sehingga penerapan posisi kerja duduk-berdiri dapat memberikan manfaat bagi sebagian besar tenaga kerja. Dari penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa desain produk harus berfokus pada pengguna (*human centered*). Untuk mencapai sikap kerja yang lebih dinamis saat menyetrika, diperlukan desain stasiun kerja yang memungkinkan pekerja untuk beralih antara posisi duduk, berdiri, atau kombinasi keduanya.

## G. Rangkuman

1. Keseimbangan kerja dalam ergonomi merupakan kondisi tuntutan tugas (*task demands*) dan kemampuan kerja (*work capacity*) harus berada di garis yang sama dan sejajar. Jika tuntutan kerja terlalu rendah (*underload*) atau terlalu tinggi (*overload*), maka dapat menyebabkan stres dan menurunkan performa kerja. Keseimbangan yang tepat membuat performa kerja akan optimal dan risiko kelelahan atau cedera dapat diminimalkan.
2. Kapasitas kerja adalah kemampuan individu dalam melaksanakan pekerjaan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti usia, jenis kelamin, antropometri, status kesehatan, nutrisi, kesegaran jasmani, dan kemampuan kerja fisik. Faktor-faktor tersebut menentukan seberapa efektif seseorang dapat bekerja tanpa mengalami kelelahan berlebihan. Kapasitas kerja juga mencakup kekuatan otot, ketahanan otot, dan ketahanan kardiovaskular, yang berperan dalam menjaga produktivitas dan efisiensi kerja.
3. Antropometri dalam desain digunakan dalam hal mempertimbangkan data ukuran tubuh manusia untuk menyesuaikan desain pekerjaan, alat, dan lingkungan kerja agar sesuai dengan karakteristik fisik pekerja. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan, efisiensi, dan produktivitas kerja serta mengurangi risiko kelelahan dan cedera. Pertimbangan variasi ukuran tubuh dapat menghasilkan desain yang ergonomis dan memastikan bahwa pekerja dapat bekerja dalam posisi nyaman dan optimal sesuai dengan kapasitas fisiknya.
4. Desain stasiun kerja dan sikap kerja duduk pada perancangan tempat kerja yang ergonomis diperlukan untuk mendukung kenyamanan, efisiensi, dan kesehatan pekerja dalam posisi duduk. Posisi kerja duduk memiliki keuntungan seperti mengurangi beban pada kaki dan menekan kebutuhan energi, tetapi juga dapat menimbulkan dampak negatif jika dilakukan terlalu lama, seperti kelelahan otot dan tekanan pada tulang belakang. Desain stasiun kerja yang baik harus memperhatikan dimensi kursi, ketinggian meja, dan posisi tubuh agar sesuai dengan ukuran antropometri pekerja. Prinsip ergonomi, seperti sudut lutut 90°, penyesuaian ketinggian meja, serta posisi lengan yang rileks, membantu menjaga postur tubuh yang sehat dan mengurangi risiko cedera atau ketegangan otot.

5. Desain stasiun kerja dan sikap kerja berdiri diperlukan untuk merancang tempat kerja yang ergonomis untuk mendukung efisiensi dan kenyamanan pekerja dalam posisi berdiri. Posisi berdiri memungkinkan mobilitas yang lebih tinggi, meningkatkan kekuatan dalam mengangkat atau menekan objek, serta mempermudah akses ke area kerja yang luas. Namun, berdiri terlalu lama dapat menyebabkan kelelahan dan meningkatkan kebutuhan energi hingga 10-15% lebih banyak dibandingkan posisi duduk. Desain stasiun kerja berdiri harus mempertimbangkan tinggi landasan kerja yang sesuai dengan tinggi siku pekerja, mengurangi jangkauan yang berlebihan, serta menghindari postur yang membungkuk atau tidak alami. Pekerjaan yang membutuhkan tekanan kuat, landasan kerja sebaiknya lebih rendah dari tinggi siku, sedangkan untuk pekerjaan yang memerlukan ketelitian, ketinggian meja sebaiknya sedikit lebih tinggi. Penerapan desain ergonomis ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko cedera akibat kelelahan atau postur kerja yang tidak ideal.
6. Desain stasiun kerja dan sikap kerja dinamis merupakan pendekatan ergonomis dalam merancang tempat kerja yang memungkinkan pekerja bergantian antara posisi duduk dan berdiri untuk mengurangi kelelahan dan meningkatkan produktivitas. Kombinasi kedua posisi ini memberikan fleksibilitas, mengurangi tekanan pada tulang belakang dan pinggang hingga 30%, serta mencegah ketegangan akibat postur statis yang berkepanjangan. Desain stasiun kerja dinamis harus memperhatikan ketinggian landasan kerja yang ideal, yaitu sekitar 15 cm di bawah tinggi siku, serta menyediakan kursi tinggi dengan sandaran kaki agar pekerja tetap nyaman saat duduk. Pendekatan ini berfokus pada pengguna (*human-centered design*) dengan mempertimbangkan variasi antropometri tubuh manusia dan jenis pekerjaan yang dilakukan. Penerapan desain ini dalam berbagai industri terbukti meningkatkan efisiensi kerja dan kesehatan pekerja dalam jangka panjang.

## H. Soal Latihan

1. Apa saja faktor yang mempengaruhi kemampuan kerja seseorang?
2. Jelaskan akibat dari tuntutan kerja terlalu rendah (*underload*) dibandingkan kemampuan individu!

3. Jelaskan mengapa keserasian antara pekerja dan pekerjaan sangat penting dalam dunia kerja!
4. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan dan keterbatasan manusia!
5. Bagaimana usia mempengaruhi kapasitas kerja seseorang? Berikan penjelasannya!
6. Apa saja yang menentukan kemampuan kerja fisik dan kesegaran jasmani seseorang?
7. Apa yang dimaksud dengan antropometri dalam desain pekerjaan?
8. Mengapa antropometri penting dalam meningkatkan kenyamanan dan produktivitas kerja?
9. Bagaimana status kesehatan dan nutrisi berperan dalam menentukan produktivitas serta efisiensi kerja seseorang?
10. Jelaskan keuntungan dan kerugian dari posisi kerja duduk serta bagaimana desain ergonomis stasiun kerja duduk dapat mengurangi dampak negatifnya?
11. Sebutkan jenis pekerjaan yang paling cocok dilakukan dalam posisi duduk dan berikan alasannya!
12. Apa saja pertimbangan jenis pekerjaan yang paling baik dilakukan dalam posisi berdiri?
13. Bagaimana ketinggian landasan kerja yang ideal untuk posisi berdiri berdasarkan jenis tugas yang dilakukan?
14. Mengapa desain stasiun kerja dinamis dianggap lebih baik dibandingkan hanya duduk atau berdiri saja? Jelaskan berdasarkan prinsip ergonomi!
15. Apa yang dimaksud dengan pendekatan *Human-Centered Design* dalam perancangan stasiun kerja?





## BAB X

# SHIFT KERJA

### **Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

Mampu memahami terkait dengan definisi shift kerja, memahami pengaruh shift kerja terhadap kesehatan fisik, memahami circadian rhythm, memahami standar internasional untuk pekerja malam, memahami pengaruh shift kerja terhadap kualitas tidur, memahami pengaruh shift kerja terhadap stres, gairah kerja, dan kinerja, serta memahami kelelahan fisik akibat adanya sistem shift kerja. Sehingga pembaca dapat mengevaluasi dan merancang sistem shift kerja yang ergonomis dan berkelanjutan, sehingga mampu menjaga keseimbangan antara produktivitas, kesehatan, dan kesejahteraan pekerja.

### **Materi Pembelajaran**

- Definisi Shift Kerja
- Pengaruh Shift Kerja Terhadap Kesehatan Fisik
- Circadian Rhythm
- Standar Internasional untuk Pekerja Malam
- Pengaruh Shift Kerja Terhadap Kualitas Tidur
- Pengaruh Shift Kerja Terhadap Stres, Gairah Kerja, dan Kinerja
- Kelelahan Fisik Akibat Adanya Sistem Shift Kerja
- Rangkuman
- Soal Latihan

### **A. Definisi Shift Kerja**

*Shift* kerja merupakan suatu sistem pembagian waktu kerja yang dilakukan secara bergantian dalam waktu 24 jam. *Shift* kerja biasanya diartikan sebagai pergantian atau penetapan jam kerja pada karyawan, secara umum waktu kerja maksimum pekerja di Indonesia adalah 8 jam sehari, biasanya dari jam 8 pagi sampai jam 4 sore. *Shift* kerja diartikan sebagai pekerjaan pada jam tertentu yang diupayakan perusahaan untuk memaksimalkan produktivitas. Hal ini dimaksudkan untuk memenuhi permintaan konsumen, serta memberi keuntungan perusahaan seperti, efisiensi kerja dan meminimalkan penambahan jumlah tenaga kerja. *Shift*



kerja merupakan pola waktu kerja yang diberikan pada tenaga kerja untuk mengerjakan sesuatu oleh perusahaan dan biasanya dibagi atas kerja pagi, sore dan malam. Berdasarkan pengertian di atas, penulis dapat menyimpulkan bahwa *shift* kerja adalah suatu periode waktu yang menuntut tugas kerja pekerja secara teratur yang dilakukan secara berkelompok dalam *shift* selama 24 jam.

*Shift* kerja diterapkan dalam industri manufaktur dan jasa untuk memastikan operasional yang berkelanjutan dan memenuhi kebutuhan pasar yang terus berkembang. Dalam industri manufaktur, penggunaan *shift* kerja memungkinkan peningkatan produktivitas optimalisasi penggunaan mesin, serta pemenuhan target produksi tanpa adanya *downtime* yang signifikan. Sementara itu, di sektor jasa seperti kesehatan, transportasi, dan perbankan, *shift* kerja diperlukan untuk menyediakan layanan yang dapat diakses oleh masyarakat selama 24 jam. Dengan adanya sistem *shift*, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya operasional akibat *idle time*, serta memenuhi tuntutan konsumen yang semakin mengharapkan ketersediaan layanan sepanjang waktu.

Seiring dengan kemajuan teknologi dan perubahan pola kerja, sistem *shift* kerja mengalami berbagai perkembangan. Dahulu, *shift* kerja umumnya diterapkan dalam pola tetap (*fixed shifts*), namun kini banyak perusahaan mulai menerapkan *shift* kerja fleksibel dan sistem rotasi untuk mengurangi dampak negatif terhadap kesehatan pekerja. Teknologi juga berperan dalam mengotomatisasi jadwal kerja, memungkinkan sistem *shift* yang lebih adil dan efisien dengan mempertimbangkan preferensi pekerja. Selain itu, beberapa negara dan perusahaan telah mengadopsi model kerja *hybrid* yang mengkombinasikan kerja *shift* dengan sistem kerja jarak jauh (*remote work*), terutama di sektor jasa berbasis digital. Dengan inovasi ini, efektivitas kerja dapat ditingkatkan tanpa mengorbankan kesejahteraan pekerja.

## B. Pengaruh *Shift* Kerja Terhadap Kesehatan Fisik

Perbandingan antara *shift* pagi, *shift* malam berdampak negatif terhadap kondisi pekerja karena orang biasanya menggunakan pola siklus hidup malam hari untuk istirahat. Namun, tubuh harus mengikutinya karena bekerja *shift* malam. Kesalahan aktivitas, kecelakaan, dan ketidakhadiran relatif lebih mungkin terjadi sebagai akibat dari hal ini. Kerja *shift* malam, terutama masalah aksesoris tubuh yang mengakibatkan penurunan akurasi,

masalah fisiologis dan intelektual seperti penurunan nafsu makan, kurang fokus, penyakit jantung, tekanan darah tinggi, stres, dan gangguan pencernaan, dapat meningkatkan risiko kecelakaan aktivitas. *Shift* malam membutuhkan perhatian karena aksen fisiologis seseorang yang stagnan (ritme sirkadian), ketidakmampuan untuk mengatur metabolisme tubuh, kelelahan, kurang tidur, pencernaan yang tidak tepat, munculnya respon intelektual, dan efek akumulasi.

Penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa penerapan *shift* kerja, terutama *shift* malam, berdampak signifikan terhadap kesehatan fisik pekerja. Sebuah studi di PT. Berkat Karunia Surya (BKS) Kota Banjar mengungkapkan bahwa *shift* malam berpengaruh negatif terhadap kesehatan fisik, mental, dan sosial pekerja. Gangguan yang dialami meliputi gangguan tidur, kelelahan berkepanjangan, serta peningkatan risiko kecelakaan kerja akibat kelelahan kronis. Selain itu, penelitian di RSUD Kota Madiun menemukan bahwa perawat yang bekerja dalam sistem *shift* mengalami kelelahan kerja yang signifikan, yang dapat menurunkan produktivitas dan kualitas pelayanan kesehatan. Faktor-faktor seperti gangguan ritme sirkadian, kurangnya waktu istirahat yang cukup, dan beban kerja yang tinggi berkontribusi terhadap penurunan kondisi fisik pekerja. Oleh karena itu, diperlukan manajemen *shift* kerja yang efektif dan perhatian khusus terhadap kesehatan pekerja untuk meminimalkan dampak negatif tersebut.

### C. Circadian Rhythm

Ritme sirkadian adalah perubahan fisik, mental, dan perilaku yang mengikuti siklus 24 jam. Proses alami ini merespons terutama terhadap terang dan gelap dan mempengaruhi sebagian besar makhluk hidup, termasuk hewan, tumbuhan, dan mikroba. Ritme sirkadian mengacu pada ritme fisiologis, metabolisme, dan perilaku 24 jam endogen tubuh. Ritme sirkadian dikendalikan oleh pengatur pusat atau jam utama yang terletak di nukleus suprakiasmatik hipotalamus anterior dan sangat dipengaruhi oleh cahaya dan lingkungan.

Berdasarkan pengertian dari kedua ahli diatas ritme sirkadian adalah siklus biologis 24 jam yang mengatur berbagai fungsi fisiologis dan perilaku pada makhluk hidup. Siklus ini dikendalikan oleh jam biologis internal yang sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti cahaya dan lingkungan. Pemahaman tentang ritme sirkadian penting untuk memahami bagaimana

organisme beradaptasi dengan siklus harian dan menjaga keseimbangan fisiologis.

#### **D. Standar Internasional untuk Pekerja Malam**

Pekerja *shift* malam dapat diartikan sebagai individu yang bekerja di luar jam kerja normal, biasanya dimulai pada malam hari dan berakhir di pagi hari. Kerja malam adalah “Semua pekerjaan yang dilakukan selama periode tidak kurang dari tujuh jam berturut-turut, termasuk interval dari tengah malam hingga pukul 5 pagi”. Istilah pekerja malam berarti orang yang dikerjakan dan pekerjaannya menuntut pelaksanaan beberapa jam kerja malam yang melebihi batas yang ditetapkan. Jadwal kerja ini seringkali berotasi sehingga pekerja harus beradaptasi dengan perubahan waktu tidur dan bangun tidur secara teratur. Pekerja malam dilakukan untuk meningkatkan produktivitas mesin atau peralatan produksi agar dapat digunakan secara terus-menerus tanpa harus berhenti. Namun, pekerja malam juga memiliki dampak negatif bagi kesehatan pekerja seperti mudah lelah, karena waktu yang seharusnya digunakan untuk tidur dan istirahat, justru digunakan untuk bekerja dan hal ini sangat bertentangan dengan irama sirkadian tubuh. Berikut adalah beberapa poin penting yang diatur dalam standar ini.

##### **1. Jam Kerja**

Pekerja malam biasanya bekerja antara pukul 23.00 hingga 07.00, dan telah ditetapkan bahwa pekerja malam harus diberikan waktu istirahat yang cukup untuk mengurangi risiko kelelahan dan gangguan kesehatan.

##### **2. Kesehatan dan Keselamatan**

Pekerja malam harus mendapatkan perlindungan kesehatan dan keselamatan yang memadai. Ini termasuk pemeriksaan kesehatan secara berkala untuk memastikan bahwa ia tidak mengalami gangguan kesehatan akibat bekerja pada malam hari.

##### **3. Kompensasi**

Pekerja malam berhak mendapatkan kompensasi tambahan atau tunjangan khusus sebagai pengganti kerja malam. Hal ini untuk mengimbangi ketidaknyamanan dan risiko kesehatan yang mungkin timbul.

#### 4. Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja untuk pekerja malam harus aman dan nyaman. Pencahayaan yang memadai, ventilasi yang baik, dan fasilitas istirahat yang memadai sangat penting untuk menjaga kesehatan dan kesejahteraan pekerja malam.

#### 5. Perlindungan Khusus

Pekerja perempuan yang bekerja pada malam hari harus mendapatkan perlindungan khusus, termasuk keamanan dan keselamatan di tempat kerja, serta fasilitas transportasi yang aman jika diperlukan.

### E. Pengaruh *Shift* Kerja Terhadap Kualitas Tidur

Kualitas tidur adalah suatu keadaan yang menunjukkan adanya kemampuan individu untuk tidur dan memperoleh jumlah istirahat sesuai dengan kebutuhannya. Kualitas tidur yang baik akan ditandai dengan tidur yang tenang, merasa segar pada pagi hari, dan merasa semangat untuk melakukan aktivitas. Jam tidur yang harus dimiliki setiap orang dewasa disarankan untuk tidur antara 7 hingga 9 jam per malam.

*Shift* kerja, terutama *shift* malam, memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan dan kesejahteraan pekerja. Perubahan jadwal tidur yang drastis dapat mengganggu ritme sirkadian tubuh. Ritme sirkadian dapat diartikan sebagai jam internal tubuh yang mengatur siklus tidur dan bangun manusia. Ketika kita bekerja pada malam hari dan tidur di siang hari, kita melawan ritme alami tersebut. Akibatnya, kualitas tidur menjadi terganggu dan berbagai masalah kesehatan pun muncul.

*Shift* kerja merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas tidur pekerja. Berbagai efek lain yang dapat ditimbulkan oleh pembagian *shift* kerja seperti efek fisiologis, gangguan konsentrasi, hingga berdampak pada kualitas hidup. Setiap hari rata-rata 6000 orang meninggal akibat sakit dan kecelakaan kerja atau 2,2 juta orang per tahun. Sebanyak 350.000 orang per tahun di antaranya meninggal akibat kecelakaan kerja.

### F. Pengaruh *Shift* Kerja Terhadap Stres, Gairah Kerja, dan Kinerja

Persaingan dalam industri manufaktur semakin ketat seiring dengan globalisasi dan perkembangan teknologi. Perusahaan-perusahaan manufaktur dituntut untuk terus berinovasi dan meningkatkan efisiensi agar tetap mampu

bersaing di pasar yang dinamis. Untuk bertahan menghadapi persaingan dibutuhkan cara alternatif salah satu nya dengan meningkatkan kinerja karyawan. Kinerja merupakan hasil kerja secara kualitas dan kuantitas yang dicapai oleh seorang karyawan dalam melaksanakan tugasnya sesuai dengan tanggung jawab yang diberikan kepada pekerja. *Shift* kerja adalah faktor pertama yang mempengaruhi kinerja karyawan. Kegunaan sistem *shift* adalah cara yang sesuai diterapkan untuk perusahaan yang menjalankan produksi secara penuh selama 24 jam, yang memungkinkan perusahaan untuk tetap menjalankan produksi secara penuh, namun beberapa karyawan mungkin sulit untuk menyesuaikan diri dengan sistem *shift* kerja. *Shift* kerja dapat memiliki dampak signifikan terhadap stres, gairah kerja, dan kinerja karyawan. Dampak *shift* kerja dapat dirasakan antara lain.

#### 1. Dampak terhadap Fisiologis

- a. Kualitas tidur: Tidur siang tidak seefektif tidur malam, banyak gangguan dan biasanya diperlukan waktu istirahat untuk menebus kurang tidur selama kerja malam.
- b. Menurunnya kapasitas kerja fisik akibat timbulnya perasaan mengantuk dan lelah.
- c. Menurunnya nafsu makan dan gangguan pencernaan.

#### 2. Dampak terhadap Psikososial

Dampak psikososial menunjukkan masalah lebih besar dari dampak fisiologis, antara lain adanya gangguan kehidupan keluarga, hilangnya waktu luang, kecil kesempatan untuk berinteraksi dengan teman, dan mengganggu aktivitas kelompok dalam masyarakat. Pekerjaan malam berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat yang biasanya dilakukan pada siang atau sore hari. Sementara pada saat itu bagi pekerja malam dipergunakan untuk istirahat atau tidur, sehingga tidak dapat beradaptasi aktif.

#### 3. Dampak terhadap Kinerja

Kinerja menurun selama kerja *shift* malam yang diakibatkan oleh efek fisiologis dan psikososial. Menurunnya kinerja dapat mengakibatkan kemampuan mental menurun yang berpengaruh terhadap perilaku kewaspadaan pekerjaan seperti kualitas kendali dan pemantauan.

#### 4. Dampak terhadap kesehatan *shift* kerja menyebabkan gangguan gastrointestinal, masalah ini cenderung terjadi pada usia 40-50 tahun. *Shift* kerja juga dapat menjadi masalah terhadap keseimbangan kadar gula dalam darah bagi penderita diabetes.

5. Dampak terhadap keselamatan kerja survei pengaruh *shift* kerja terhadap kesehatan dan keselamatan kerja yang dilakukan Smith et. al, melaporkan bahwa frekuensi kecelakaan paling tinggi terjadi pada akhir rotasi *shift* kerja (malam) dengan rata-rata jumlah kecelakaan 0,69% per tenaga kerja. Tetapi tidak semua penelitian menyebutkan bahwa kenaikan tingkat kecelakaan industri terjadi pada *shift* malam. Terdapat suatu kenyataan bahwa kecelakaan cenderung banyak terjadi selama *shift* pagi dan lebih banyak terjadi pada *shift* malam.

Pekerja *shift* cenderung mengalami tingkat stres yang lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja yang memiliki jadwal kerja reguler. Stres yang berkepanjangan dapat menurunkan gairah kerja, mengurangi konsentrasi, dan berdampak negatif pada kinerja. Pengertian stres sebagai respon fisik serta emosional yang beresiko yang diakibatkan oleh ketidakseimbangan antara tuntutan yang diterima serta sumber energi yang dirasa dan kemampuan individu untuk mengatasi tuntutan. Beratnya beban kerja yang diberikan kepada karyawan dapat menyebabkan stres dan kelelahan hingga mengakibatkan kurangnya konsentrasi pada karyawan yang mengalami stres. faktor yang menyebabkan stres pada karyawan, yaitu.

1. Beban Kerja yang Sulit dan Berlebihan  
Banyaknya tugas akan menjadi sumber stres bagi karyawan bila tidak sebanding dengan kemampuan fisik maupun keahlian dan waktu yang tersedia bagi karyawan.
2. Tekanan dan Sikap Pimpinan yang Kurang Adil dan Wajar  
Konflik ini terjadi ketika pimpinan dengan bawahan mengalami hubungan yang kurang baik, seperti seorang pimpinan memberikan pekerjaan kepada karyawan yang tidak pada bidangnya, dan pekerjaan tersebut harus diselesaikan dengan waktu yang terbatas.
3. Waktu dan Peralatan yang Kurang Memadai  
Karyawan biasanya mempunyai kemampuan normal menyelesaikan tugas kantor/ perusahaan yang dibebankan kepadanya, peralatan berkaitan dengan keahlian, pengalaman, dan waktu yang dimiliki.
4. Konflik antar Pribadi dengan Pimpinan  
Terdapat dua tipe umum konflik peran, yaitu konflik peran intersender dan konflik peran intrasender. Konflik peran intersender di mana pegawai berhadapan dengan harapan organisasi terhadapnya yang tidak konsisten dan tidak sesuai. Konflik peran intrasender dimana banyak terjadi pada karyawan atau manajer yang menduduki jabatan di dua struktur.

Akibatnya, jika masing-masing struktur memprioritaskan pekerjaan yang tidak sama, akan berdampak pada karyawan atau manajer yang berada pada posisi dibawahnya, terutama jika harus memilih salah satu alternatif.

#### 5. Balas Jasa yang Terlalu Rendah

Bila karyawan yang menerima balas jasa yang memadai sesuai dengan apa yang telah dilakukan untuk perusahaan maka akan dapat bekerja dengan tenang dan tekun, serta selalu berusaha bekerja dengan sebaik-baiknya. Akan tetapi, bila karyawan merasa balas jasa yang diterimanya jauh dari memadai maka akan dapat menimbulkan stres kerja dalam diri karyawan.

### G. Kelelahan Fisik Akibat Adanya Sistem *Shift* Kerja

Salah satu faktor penyebab utama kecelakaan kerja yang disebabkan oleh manusia adalah stres dan kelelahan. Kelelahan kerja memberi kontribusi 50% bagi terjadinya kecelakaan kerja. Kelelahan sendiri dapat disebabkan oleh kondisi tubuh yang lelah, baik secara fisik maupun mental sehingga mengakibatkan kualitas kerja menurun, kinerja menjadi lambat, susah menyelesaikan masalah dan mengalami kesulitan untuk fokus.

Kerja *shift* menyebabkan kelelahan pada 63% pekerja, yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Kelelahan individu akibat pergeseran aktivitas, penurunan nafsu makan, masalah pencernaan, dan nyeri pada saluran pencernaan adalah beberapa gejalanya. masalah tidur mempengaruhi antara 60% dan 70% pekerja *shift* malam. Perbandingan antara *shift* pagi, *shift* malam berdampak negatif terhadap kondisi pekerja karena orang biasanya menggunakan pola siklus hidup malam hari untuk istirahat. Namun, tubuh harus mengikutinya karena bekerja *shift* malam. Kesalahan aktivitas, kecelakaan, dan ketidakhadiran relatif lebih mungkin terjadi sebagai akibat dari hal ini. Kerja *shift* malam, terutama masalah aksen tubuh yang mengakibatkan penurunan akurasi, masalah fisiologis dan intelektual seperti penurunan nafsu makan, kurang fokus, penyakit jantung, tekanan darah tinggi, stres, dan gangguan pencernaan, dapat meningkatkan risiko kecelakaan aktivitas.

Pada setiap rumah sakit, industri, dan sektor lainnya mengalami pergeseran aktivitas secara teratur, dan jika laju pembangunan dan kemajuan pabrik terus berlanjut, hal ini mutlak diperlukan di masa mendatang. Banyak pabrik di seluruh dunia yang menerapkan *shift* kerja dengan tujuan

memaksimalkan sumber daya manusia dan memastikan kelangsungan operasi pabrik dan fasilitas produksi lainnya.

Berkaca dari meningkatnya risiko kecelakaan kerja, kelelahan akibat *shift* kerja menjadi faktor utama yang memberikan kontribusi cukup signifikan. Faktor utama penyebab kelelahan meliputi perubahan siklus tidur, gangguan fisiologis seperti penurunan nafsu makan dan masalah pencernaan, serta penurunan kinerja kognitif dan fisik. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pekerja *shift* mengalami gangguan tidur (60-70%), kelelahan (63%), serta peningkatan risiko kesalahan kerja, kecelakaan, dan ketidakhadiran. Meskipun sistem kerja *shift* diperlukan untuk menjaga kelangsungan operasional di berbagai sektor, dampak negatifnya terhadap kesehatan dan keselamatan kerja perlu mendapatkan perhatian serius melalui pengelolaan yang tepat.

**Tabel 10.1** Penelitian Terakhir *Shift* Kerja

No	Judul Penelitian	Tahun	Kesimpulan Penelitian
1.	Pengaruh Jam Kerja dan Sistem Kerja <i>Shifting</i> terhadap Kinerja Karyawan pada Rumah Buah Jakarta Barat	2024	Kesimpulan dari penelitian ini memberikan wawasan penting mengenai hubungan jam kerja dan sistem kerja <i>shifting</i> terhadap kinerja karyawan pada Rumah Buah Jakarta Barat, analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem kerja <i>shifting</i> memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja karyawan yang menandakan bahwa peluang pertumbuhan dan kemajuan karir dapat meningkatkan keterikatan dan komitmen karyawan terhadap perusahaan. Sebaliknya jam kerja tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kinerja karyawan dalam penelitian ini, meskipun tetap diakui bahwa jam kerja yang teratur dan adil adalah aspek penting dalam manajemen sumber daya manusia.



**Tabel 10.1** Penelitian Terakhir *Shift* Kerja (Lanjutan)

No	Judul Penelitian	Tahun	Kesimpulan Penelitian
			Penelitian ini juga mengungkapkan bahwa kedua variabel, yaitu jam kerja dan sistem kerja <i>shifting</i> , dengan bersama berdampak secara signifikan kepada kinerja karyawan di Rumah Buah Jakarta Barat. menunjukkan bahwa kombinasi kedua faktor tersebut penting untuk diperhatikan dalam strategi sumber daya manusia guna memperkuat kinerja karyawan.
2.	Hubungan <i>Shift</i> Kerja Dan Beban Kerja Dengan Kelelahan Kerja Pada Perawat Di Rumah Sakit Islam Malahayati Medan	2024	<p>Berdasarkan hasil penelitian mengenai hubungan <i>shift</i> kerja dan beban kerja dengan kelelahan kerja pada perawat di RSI. Malahayati Medan, penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ditemukan bahwa sebagian perawat mengalami beban kerja rendah adalah 6 orang (7,8%). Sementara itu, 71 responden (92,2%) yang mengalami beban kerja sedang-berat.</li> <li>2. Terdapat responden yang menghadapi tingkat kelelahan rendah 10 orang (13,0%), responden yang menghadapi kelelahan sedang-tinggi sebanyak 67 orang (87,0%).</li> <li>3. Hasil analisis menunjukkan adanya hubungan antara <i>shift</i> kerja dengan tingkat kelelahan kerja pada perawat di RSI. Malahayati Medan yang ditandai dengan <math>H_0</math> ditolak dan <math>H_a</math> diterima dengan nilai <math>p\text{-value} = 0,000</math>.</li> <li>4. Terdapat hubungan yang signifikan antara beban kerja dengan</li> </ol>

**Tabel 10.1** Penelitian Terakhir *Shift* Kerja (Lanjutan)

No	Judul Penelitian	Tahun	Kesimpulan Penelitian
			tingkat kelelahan kerja pada perawat di RSI. Malahayati Medan dengan nilai <i>p-value</i> = 0,031.
3.	Hubungan <i>Shift</i> Kerja dan Karakteristik Individu dengan Kelelahan Kerja pada Pekerja di PT Pertamina Patra Niaga Regional Sulawesi ITM	2024	Analisis data menggunakan analisis univariat dan bivariat. Hasil. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat satu variabel yang berhubungan yaitu variabel <i>shift</i> kerja. Hasil uji menunjukkan ( $p=0,001$ ) <i>shift</i> kerja memiliki hubungan yang signifikan dengan kelelahan kerja pada pekerja. Sedangkan variabel ritme sirkadian ( $p=0,423$ ), status gizi ( $p=1,00$ ) dan masa kerja ( $p=0,226$ ) tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kelelahan kerja pada pekerja PT Pertamina Regional Sulawesi ITM. Kesimpulan. <i>Shift</i> kerja memiliki hubungan yang signifikan dengan kelelahan kerja. Sehingga disarankan sebaiknya pekerja yang bekerja secara <i>shift</i> disarankan untuk tidur siang serta menyelesaikan pekerjaan sebelum jam 4 pagi, bagi perusahaan sebaiknya membuat kebijakan terkait <i>shift</i> kerja dengan pola rotasi maju dengan waktu libur rata-rata 1 hari/minggu.
4.	Pengaruh <i>Shift</i> Kerja Terhadap Kelelahan Kerja Perawat di RSUD Kota Madiun Tahun 2023		Hasil uji kelelahan kerja pada perawat di unit rawat inap RSUD Kota Madiun tahun 2023 menunjukkan bahwa uji Anova dengan hasil <i>p-value</i> = 0,000 mengindikasikan bahwa $H_0$ ditolak, yang berarti <i>shift</i> kerja berpengaruh terhadap kelelahan kerja. Kelelahan di

**Tabel 10.1** Penelitian Terakhir *Shift* Kerja (Lanjutan)

No	Judul Penelitian	Tahun	Kesimpulan Penelitian
			tempat kerja dapat dikurangi melalui berbagai upaya untuk meningkatkan kesehatan secara keseluruhan serta memperbaiki lingkungan fisik di tempat kerja. Beberapa langkah yang dapat dilakukan antara lain penyediaan variasi jam kerja, kesempatan istirahat yang cukup untuk mengurangi kelelahan kerja, penyediaan ruang untuk bersantai, serta waktu berlibur yang memadai.
5.	Pengaruh Beban <i>Shift</i> Kerja Terhadap Beban Kerja Karyawan Sekuriti PT Pupuk Sriwidjaja Palembang Dengan Menggunakan Metode SWAT ( <i>Subjective Assessment Workload Technique</i> )	2024	Pekerjaan adalah suatu tindakan yang dilakukan manusia setiap manusia untuk memenuhi kebutuhan. Beban kerja merupakan salah satu bagian penting dari proses suatu pekerjaan. Sebab Dengan Mengukur beban pekerjaan, perusahaan dapat menilai jumlah kontribusi dalam meningkatkan produktivitas dalam meningkatkan kinerja karyawan dan perusahaan. Kerja <i>Shift</i> adalah suatu pekerjaan yang dilakukan dengan bergantian sesuai jam tugas dinas di perusahaan tersebut. Sekuriti merupakan suatu pekerjaan yang memiliki waktu kerja 1x24 jam dengan sistem <i>shift</i> 3 waktu antara lain: pagi (07.00-15:00), sore (15:00-23:00), dan malam (23:00-07:00). Dengan <i>shift</i> kerja: pagi,sore, dan malam dengan jumlah waktu 1 x 24 jam dengan terbagi waktu menjadi 8 jam per <i>shift</i> dapat meringankan beban kerja tersebut. Salah satu metode adalah

**Tabel 10.1** Penelitian Terakhir *Shift* Kerja (Lanjutan)

No	Judul Penelitian	Tahun	Kesimpulan Penelitian
			SWAT ( <i>Subjective Workload Assessment Technique</i> ) telah menyediakan scalar subjektif sederhana dan mudah digunakan untuk mengukur beban kerja/ aktivitas yang dilakukan oleh pekerja. SWAT menampilkan multi dimensi.
6.	Hubungan Stres Pekerjaan, Kelelahan Kerja, <i>Shift</i> Kerja, dan Intensitas Beban Kerja Perawat Dengan Kejadian Insiden Keselamatan Pasien di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung	2024	Responden mengalami stres sedang (57,3%), merasa lelah (44,6%), bekerja <i>shift</i> pagi (46,5%), beban kerja berat (54,8%), dan kejadian IKP terbanyak di bagian anak (50%). Berdasarkan analisis, ada hubungan antara stres pekerjaan ( $p=0,001$ ; 95% CI=1,688-6,693), kelelahan kerja ( $p=0,002$ ; 95% CI=1,873-17,284), <i>shift</i> kerja ( $p=0,001$ ; 95% CI=0,560- 2,015), dan intensitas beban kerja ( $p=0,025$ ; 95% CI=1,155-4,297) dengan kejadian IKP. Terdapat hubungan bermakna antara stres, kelelahan, <i>shift</i> kerja, dan intensitas beban kerja perawat dengan kejadian IKP.
7.	Perbedaan Stres Kerja Ditinjau dari <i>Shift</i> Kerja Pagi dan Malam Pada Perawat Rawat Inap RSUD Dr. Pirngadi Medan	2024	Berdasarkan temuan penelitian penulis, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:  Berdasarkan temuan analisis teknik uji T, perawat rawat inap RSUD Dr. Pirngadi Medan mengalami tingkat stres kerja yang berbeda-beda tergantung pada apakah bekerja <i>shift</i> pagi atau malam. Nilai selisih $t = 3,859$ dengan signifikansi $p = 0,000 < 0,05$ menunjukkan hasil tersebut.

**Tabel 10.1** Penelitian Terakhir *Shift* Kerja (Lanjutan)

No	Judul Penelitian	Tahun	Kesimpulan Penelitian
			<p>Berdasarkan hasil nilai Levene Statistic dari variabel stres kerja adalah 62,379. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variabel stres kerja hanya berdistribusi sebesar 62,379%.</p> <p>Berdasarkan hasil uji mean hipotetik dengan mean empirik maka diketahui bahwa stres kerja pada <i>shift</i> pagi tergolong sedang hal ini dapat dilihat dari nilai mean hipotetik 40 dan mean empirik 42,76. Dengan nilai mean hipotetik sebesar 40 dan mean empiris maka dapat disimpulkan bahwa stres kerja pada <i>shift</i> malam relatif tinggi, 47,98.</p>
8.	Analisis Peran <i>Shift</i> Kerja, Lingkungan Kerja terhadap Kinerja Karyawan di PT. Matahari Store IP Palembang	2024	<p>Pembagian <i>shift</i> yang fleksibel memiliki dampak positif terhadap kinerja karyawan. Memberikan waktu istirahat yang cukup akan meningkatkan produktivitas, sedangkan bekerja terlalu lama dalam satu hari dapat menyebabkan kelelahan dan penurunan kinerja. Kinerja karyawan yang baik sangat penting bagi kesuksesan perusahaan, karena hal itu dapat meningkatkan penjualan dan omset. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk memperhatikan lingkungan kerja yang mendukung, karena lingkungan yang baik dapat mendorong kinerja yang lebih baik pula. Untuk masa depan, disarankan agar pembagian <i>shift</i> disesuaikan dengan kondisi fisik dan usia karyawan,</p>

**Tabel 10.1** Penelitian Terakhir *Shift* Kerja (Lanjutan)

No	Judul Penelitian	Tahun	Kesimpulan Penelitian
			misalnya dengan tidak memberikan jadwal kerja <i>shift</i> malam kepada karyawan yang sedang hamil.
9.	Hubungan Jam Kerja dan Beban Kerja Terhadap Kejadian Kelelahan Kerja Pada Pekerja Bagian Operator di SPBU H. Romi Herton Soekarno Hatta dan Demang Lebar Daun di Kota Palembang	2023	Analisis data dilakukan secara univariat dan bivariat menggunakan uji <i>chi-square</i> . Hasil bivariat menunjukkan tidak terdapat hubungan jam kerja ( <i>p-value</i> = 0,195), terdapat hubungan beban kerja ( <i>p-value</i> = 0,000) pada SPBU H. Romi Herton Soekarno Hatta dan tidak terdapat hubungan jam kerja ( <i>p-value</i> = 0,452), terdapat hubungan beban kerja ( <i>p-value</i> = 0,001) pada SPBU H. Romi Herton Demang Lebar Daun. Untuk dapat mencegah kelelahan kerja pada operator dapat dilakukan dengan menetapkan rotasi <i>shift</i> kerja, membatasi kewajiban yang dimiliki oleh pekerja, melakukan peregangan, dan tidur terlebih dahulu pada mess yang disediakan setelah bekerja.
10.	Hubungan Pengaruh Kelelahan Kerja Terhadap <i>Shift</i> Kerja Pada Karyawan Pabrik Industri	2023	Salah satu penyebab kelelahan adalah gangguan tidur yang antara lain dapat dipengaruhi oleh kekurangan waktu tidur dan gangguan pada circadian rhythms akibat jet lag atau <i>shift</i> kerja (Barness, 2008). Kostreva et. al (2002, dalam Ramdan, 2007) mendukung hasil penelitian Czeisler yang menyatakan bahwa perubahan <i>shift</i> kerja harus perlahan, dan pola rotasi maju dengan waktu rotasi 2 minggu dengan waktu libur rata-rata 2 hari/minggu. Untuk mengurangi tingkat kesalahan,

**Tabel 10.1** Penelitian Terakhir *Shift* Kerja (Lanjutan)

No	Judul Penelitian	Tahun	Kesimpulan Penelitian
	Kelelahan Kerja Terhadap <i>Shift</i> Kerja Pada Karyawan Pabrik Industri		Berger dan Hobbs (2009) menyarankan untuk melakukan tidur siang pada pekerja <i>shift</i> malam, menghilangkan kerja lembur hingga lebih 12 jam dan mengerjakan tugas sebelum jam 4 pagi untuk <i>shift</i> malam.

## H. Rangkuman

1. *Shift* kerja adalah suatu sistem pembagian waktu kerja yang dilakukan secara bergantian dalam waktu 24 jam. *Shift* kerja biasanya diartikan sebagai pergantian atau penetapan jam kerja pada karyawan, secara umum waktu kerja maksimum pekerja di Indonesia adalah 8 jam sehari, biasanya dari jam 8 pagi sampai jam 4 sore.
2. Pengaruh *shift* kerja terhadap kesehatan fisik sangat berdampak terutama yang untuk yang kerja malam atau jadwal tidak teratur. Pengaruhnya meliputi gangguan tidur, peningkatan risiko penyakit jantung, obesitas, diabetes, gangguan pencernaan, dan masalah otot atau persendian.
3. *Circadian rhythm* adalah pola biologis tubuh yang berulang setiap 24 jam, yang mengatur berbagai fungsi tubuh seperti tidur, bangun, suhu tubuh, dan produksi hormon. Ritme ini dipengaruhi oleh faktor eksternal, terutama cahaya dan gelap, yang membantu tubuh menyesuaikan diri dengan siklus siang dan malam.
4. Standar internasional untuk pekerja malam bertujuan untuk melindungi kesehatan dan kesejahteraan pekerja yang bekerja pada malam hari. Telah diatur agar pekerja malam diberikan perlindungan khusus, termasuk waktu istirahat yang cukup, pengawasan medis, serta fasilitas untuk tidur yang memadai.
5. *Shift* kerja dapat mempengaruhi stres, gairah kerja, dan kinerja karyawan. Pekerja *shift*, terutama yang bekerja malam atau dengan jadwal tidak teratur, cenderung mengalami peningkatan stres akibat gangguan pola tidur, kelelahan, dan ketidakseimbangan kehidupan kerja-pribadi.
6. Kelelahan fisik akibat sistem *shift* kerja terjadi karena gangguan pada ritme sirkadian tubuh, yang mengatur siklus tidur dan bangun. Pekerja

*shift*, terutama yang bekerja malam, cenderung mengalami tidur yang kurang berkualitas dan waktu istirahat yang tidak memadai. Hal ini menyebabkan kelelahan fisik, penurunan energi, serta peningkatan risiko masalah kesehatan seperti gangguan tidur, stres, dan penurunan daya tahan tubuh.

## I. Soal Latihan

1. Apa keuntungan utama dari sistem kerja *shift* bagi perusahaan?
  - a. Meningkatkan biaya operasional
  - b. Meningkatkan fleksibilitas dan kontinuitas produksi
  - c. Mengurangi jam kerja karyawan
  - d. Menurunkan tingkat produktivitas
2. Faktor apa yang paling penting dalam merancang jadwal *shift* kerja yang optimal?
  - a. Preferensi pribadi pekerja
  - b. Efisiensi operasional dan kesejahteraan pekerja
  - c. Hanya produktivitas perusahaan
  - d. Pemilihan hari libur secara acak
3. Dampak negatif dari kerja *shift* terhadap kesehatan pekerja meliputi, kecuali:
  - a. Gangguan tidur
  - b. Peningkatan risiko penyakit jantung
  - c. Meningkatkan konsentrasi kerja
  - d. Gangguan pencernaan
4. Strategi yang dapat diterapkan perusahaan untuk mengurangi dampak negatif kerja *shift* adalah:
  - a. Memberikan jam kerja yang lebih panjang tanpa istirahat
  - b. Menghilangkan rotasi *shift* kerja
  - c. Menyediakan fasilitas kesehatan dan ruang istirahat yang memadai
  - d. Mengurangi gaji karyawan untuk mengurangi stres kerja
5. Apa perbedaan utama antara *shift* tetap dan *shift* bergilir?
  - a. *Shift* tetap memiliki jadwal yang berubah-ubah, sedangkan *shift* bergilir memiliki jadwal yang sama setiap hari.
  - b. *Shift* tetap memiliki jadwal tetap, sedangkan *shift* bergilir mengubah jadwal kerja secara berkala
  - c. *Shift* tetap hanya digunakan dalam industri kecil, sedangkan *shift* bergilir digunakan di perusahaan besar



- d. Tidak ada perbedaan antara keduanya
- 6. Bagaimana sistem kerja *shift* dapat mempengaruhi produktivitas perusahaan?
  - a. Meningkatkan output produksi dengan memastikan operasi berjalan 24 jam
  - b. Mengurangi fleksibilitas dalam penjadwalan karyawan
  - c. Menurunkan efisiensi karena pekerja lebih banyak beristirahat
  - d. Mengurangi keuntungan perusahaan
- 7. Berdasarkan prinsip ergonomi, bagaimana cara menyesuaikan *shift* kerja agar lebih ramah terhadap ritme biologis pekerja?
  - a. Memperpendek *shift* malam dan memberikan waktu istirahat yang cukup
  - b. Meningkatkan jam kerja malam untuk meningkatkan produksi
  - c. Memaksa pekerja untuk beradaptasi dengan jadwal *shift* yang berubah setiap hari
  - d. Menghilangkan waktu istirahat agar pekerja lebih cepat menyelesaikan tugas
- 8. Apa yang dimaksud dengan ‘jet lag sosial’ dalam konteks kerja *shift*?
  - a. Perasaan lelah akibat perjalanan jauh menggunakan pesawat
  - b. Gangguan tidur akibat ketidaksesuaian antara jadwal kerja dan ritme biologis tubuh
  - c. Ketidakmampuan pekerja dalam memahami sistem *shift* kerja
  - d. Peningkatan produktivitas akibat kerja *shift*
- 9. Bagaimana cara terbaik untuk menjaga kesehatan saat bekerja dalam sistem *shift* 3x8 jam?
  - a. Mengurangi waktu tidur agar bisa beradaptasi lebih cepat
  - b. Mengatur pola tidur yang teratur sesuai dengan jadwal *shift*
  - c. Mengonsumsi kafein dalam jumlah berlebihan untuk tetap terjaga
  - d. Mengabaikan pola makan dan tidur yang sehat
- 10. Bagaimana teknologi dan otomasi dapat membantu mengurangi dampak negatif dari kerja *shift*?
  - a. Menggantikan semua pekerja manusia dengan robot
  - b. Meningkatkan efisiensi dan membantu mengurangi beban kerja fisik pekerja *shift*
  - c. Memperpanjang jam kerja agar produksi meningkat
  - d. Menghilangkan waktu istirahat untuk mengoptimalkan tenaga kerja



## BAB XI

# ERGONOMI KOGNITIF

### **Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

Mampu memahami terkait dengan definisi ergonomi kognitif, memahami sejarah ergonomi kognitif, memahami proses kognitif (proses berpikir), memahami pentingnya ergonomi kognitif, memahami fungsi dan kemampuan ergonomi kognitif, serta memahami penerapan ergonomi kognitif. Sehingga pembaca dapat mengintegrasikan prinsip-prinsip ergonomi kognitif untuk meningkatkan kejelasan informasi, mengurangi beban mental, dan mendukung performa manusia dalam berbagai konteks pekerjaan berbasis teknologi.

### **Materi Pembelajaran**

- Definisi Ergonomi Kognitif
- Sejarah Ergonomi Kognitif
- Proses Kognitif (Proses Berpikir)
- Pentingnya Ergonomi Kognitif
- Fungsi dan Kemampuan Ergonomi Kognitif
- Penerapan Ergonomi Kognitif
- Rangkuman
- Soal Latihan

### **A. Definisi Ergonomi Kognitif**

Istilah ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu *ergos* (kerja) dan *nomos* (hukum alam), yang didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerja yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, teknik, manajemen dan perancangan. Bidang ergonomi merupakan ilmu yang membahas mengenai hubungan pekerjaan manusia dengan lingkungannya. Aspek ergonomi terdiri dari dua bagian besar, yaitu fisik dan kognitif ergonomi. Kognitif merupakan suatu aktivitas mental yang melibatkan proses akuisisi (*acquisition*), penyimpanan (*storage*), pemanggilan (*retrieval*), dan penggunaan (*use*) pengetahuan maupun informasi. Proses kognitif terlibat dalam menerjemahkan, mengelola, mengingat kembali dan mengubah bentuk informasi.

Menurut Asosiasi Internasional Ergonomi, definisi *Cognitive Ergonomic* (CE) atau ergonomi kognitif adalah cabang ergonomi yang berkaitan dengan proses mental manusia, termasuk di dalamnya terdiri dari persepsi, ingatan, dan reaksi sebagai akibat dari interaksi manusia terhadap pemakaian elemen sistem. Ergonomi kognitif mempelajari kognisi dalam sistem kerja terutama yang berkaitan dengan setelan operasi, dalam rangka mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan performa sistem. Ergonomi kognitif berusaha menyelidiki proses-proses mental di dalam diri manusia dengan cara objektif dan ilmiah. Ergonomi kognitif adalah cabang dari ergonomi yang membahas tentang kerja mental manusia. Ergonomi kognitif didefinisikan sebagai ilmu yang memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia dari sisi kognitif untuk mendapatkan suatu sistem kerja yang terbaik.

## B. Sejarah Ergonomi Kognitif

Bidang ergonomi kognitif secara resmi terbentuk dengan kemajuan komputer dan perangkat lunak. Desainer industri mulai mengembangkan minat pada prinsip-prinsip ergonomi, dan dua buku penting karya Henry Dreyfuss berjudul *Measure of Man* dan Niels Diffrient berjudul *Humanscale*, diterbitkan. Buku-buku ini menyajikan penemuan-penemuan ergonomi yang rumit dengan cara yang dapat diakses oleh desainer lain. Ergonomi kognitif mulai berkembang pada tahun 1970-an, seiring dengan kemunculan komputer pribadi dan kemajuan dalam psikologi kognitif. Ergonomi kognitif memiliki perbedaan mendasar dibandingkan dengan ergonomi fisik. Sebagai disiplin ilmu terapan, desain ergonomi kognitif telah mengalami perkembangan pesat selama 27 tahun terakhir, khususnya dalam kemajuan teknologi. Tahun 1970-an juga menandai dimulainya kesadaran bahwa bahkan dengan interaksi manusia yang dirancang terbaik dengan mesin dan peralatan, lingkungan dan perangkat lunak, masih mungkin ada masalah dengan sistem atau organisasi secara keseluruhan. Studi ergonomi makro lahir sebagai perbaikan teknik.

Pada 1980-an, terjadi perubahan global dalam pendekatan metodologi desain. Para ahli mulai merancang metode desain yang lebih sistematis dengan mempertimbangkan perspektif pengguna. Enid Mumford merupakan salah satu perintis dalam pengembangan sistem interaktif, beberapa model

telah dikembangkan untuk menentukan standar teknologi yang ramah pengguna. Pada saat ini, penelitian neuroergonomi di Universitas Iowa berfokus pada peningkatan mobilitas lansia serta menganalisis kemampuan kognitif melalui navigasi di lingkungan virtual abstrak.

### C. Proses Kognitif (Proses Berpikir)

Menurut Bloom, sebagaimana yang dikutip dalam buku Anas Sudjiono “Pengantar Evaluasi Pendidikan” segala upaya yang menyangkut aktivitas otak adalah termasuk dalam ranah kognitif. Dalam ranah kognitif terdapat enam jenjang proses berpikir, mulai dari jenjang terendah sampai dengan jenjang yang paling tinggi. Berikut penjelasan dari keenam proses berpikir.

#### 1. Pengetahuan (*Knowledge*)

Pengetahuan adalah kemampuan seseorang untuk mengingat-ingat kembali atau mengenali kembali tentang fakta nama, istilah, ide, gejala, rumus-rumus dan sebagainya tanpa mengharapakan kemampuan untuk menggunakannya. Pengetahuan atau ingatan ini merupakan proses berpikir yang paling rendah.

#### 2. Pemahaman (*Comprehension*)

Pemahaman adalah kemampuan seseorang untuk mengerti atau memahami sesuatu itu diketahui dan diingat. Dengan kata lain, memahami adalah mengetahui tentang sesuatu dan dapat melihatnya dari berbagai segi. Seorang peserta didik dapat dikatakan memahami sesuatu, apabila ia dapat memberikan penjelasan atau uraian yang lebih rinci tentang hal itu dengan menggunakan kata-katanya sendiri. Pemahaman lebih tinggi dari ingatan atau hafalan.

#### 3. Penerapan (*Application*)

Penerapan adalah kesanggupan seseorang untuk menerapkan atau menggunakan ide-ide umum, tata cara ataupun metode-metode, prinsip-prinsip, rumus-rumus, teori-teori dan sebagainya, dalam situasi yang baru dan konkret. Aplikasi atau penerapan ini merupakan proses berpikir setingkat lebih tinggi ketimbang pemahaman.

#### 4. Analisis (*Analysis*)

Analisis adalah kemampuan seseorang untuk merinci atau menguraikan suatu bahan atau keadaan menurut bagian-bagian yang lebih kecil dan mampu memahami hubungan-hubungan diantara bagian-bagian atau

faktor-faktor yang satu dengan faktor yang lainnya. Jenjang analisis kedudukannya setingkat lebih tinggi ketimbang jenjang aplikasi.

#### 5. Sintesis (*Synthesis*)

Sintesis adalah kemampuan berpikir yang merupakan kebalikan dari proses berpikir analisis. Sintesis merupakan suatu proses yang memadukan bagian-bagian atau unsur-unsur secara logis sehingga menjelma menjadi suatu pola yang berstruktur atau berbentuk pola baru. Jenjang sintesis kedudukannya setingkat lebih tinggi ketimbang jenjang analisis.

#### 6. Penilaian (*Evaluation*)

Penilaian adalah merupakan jenjang berpikir yang paling tinggi dalam ranah kognitif menurut Taxonomi Bloom. Penilaian atau evaluasi di sini merupakan kemampuan seseorang untuk membuat pertimbangan terhadap suatu situasi, nilai atau ide, misalnya jika seseorang dihadapkan pada beberapa pilihan yang terbaik, sesuai dengan patokan-patokan atau kriteria-kriteria yang ada.

Proses berpikir dalam pendekatan psikologi kognitif dapat dijelaskan sebagai serangkaian tahapan mental yang melibatkan persepsi, atensi, memori, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan. Psikologi kognitif berfokus pada bagaimana manusia memperoleh, menyimpan, dan menggunakan informasi untuk memahami dunia serta bertindak sesuai dengan situasi yang dihadapi. Pendekatan psikologi kognitif ini dapat dikaitkan dengan film "*Inside Out*" yang menggambarkan bagaimana emosi berperan dalam pengambilan keputusan dan pembentukan ingatan seseorang. Dalam film tersebut, karakter utama yang bernama Riley dikendalikan oleh lima emosi utama, yaitu *joy* (kebahagiaan), *sadness* (kesedihan), *fear* (ketakutan), *anger* (kemarahan) dan *disgust* ( jijik) yang bekerja di pusat kendali pikirannya. Film ini menunjukkan bahwa setiap emosi memiliki peran penting dalam proses berpikir dan pembentukan identitas seseorang. Misalnya, pada awalnya *joy* berusaha mendominasi sistem kendali pikiran Riley dengan menghindari pengaruh *sadness*, tetapi seiring berjalannya waktu, ia menyadari bahwa kesedihan juga berperan penting dalam membentuk kedewasaan dan pemahaman emosi yang lebih dalam. Hal ini selaras dengan teori psikologi kognitif yang menyatakan bahwa emosi dapat mempengaruhi perhatian, memori, serta proses pengambilan keputusan manusia.

Dengan film "*Inside Out*", kita dapat memahami bahwa proses berpikir tidak hanya bersifat rasional, tetapi juga dipengaruhi oleh pengalaman emosional yang membentuk cara seseorang merespons berbagai situasi dalam hidupnya. Dalam konteks psikologi kognitif, film ini menggambarkan bagaimana ingatan emosional dapat mempengaruhi keputusan dan perilaku seseorang, serta bagaimana interaksi antara berbagai emosi membantu seseorang dalam beradaptasi dengan perubahan lingkungan. Oleh karena itu, pemahaman tentang psikologi kognitif dan peran emosi dalam berpikir menjadi sangat penting dalam memahami dinamika mental manusia, baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam konteks yang lebih luas, seperti pendidikan, pekerjaan, dan hubungan sosial.

#### **D. Pentingnya Ergonomi Kognitif**

Ergonomi kognitif berperan penting dalam meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan keselamatan dalam interaksi manusia dengan sistem atau teknologi. Dengan memahami bagaimana manusia memproses informasi, membuat keputusan, serta berinteraksi dengan lingkungan kerja, ergonomi kognitif membantu merancang sistem yang lebih intuitif dan mudah digunakan. Dalam berbagai sektor, seperti industri, kesehatan, dan teknologi, penerapan ergonomi kognitif dapat mengurangi beban mental, menghindari kesalahan kerja, serta meningkatkan produktivitas dan kepuasan pengguna. Selain itu, ergonomi kognitif juga berkontribusi pada pengembangan teknologi yang lebih ramah pengguna, seperti antarmuka komputer, peralatan kerja otomatis, dan sistem navigasi yang lebih efektif. Berikut merupakan poin penting dalam ergonomi kognitif, yaitu.

##### **1. Mengurangi Beban Kognitif**

- a. Ergonomi kognitif membantu mengurangi jumlah informasi yang harus diproses oleh pengguna, sehingga menghindari kelelahan mental.
- b. Desain yang intuitif, seperti tata letak *dashboard* kendaraan yang jelas atau antarmuka perangkat lunak yang *user-friendly*, membantu pengguna memahami sistem dengan lebih cepat. Sistem kerja yang dirancang dengan baik dapat mengurangi stres akibat beban informasi yang berlebihan.

2. Meningkatkan Efisiensi Kerja
  - a. Penggunaan ergonomi kognitif memungkinkan pekerja menyelesaikan tugas dengan lebih cepat dan akurat tanpa membuang waktu untuk memahami sistem yang rumit.
  - b. Dalam industri manufaktur dan layanan pelanggan, desain sistem yang baik membantu mempercepat pengambilan keputusan dan menyederhanakan alur kerja.
  - c. Dengan otomatisasi yang ergonomis, pekerja dapat lebih fokus pada tugas utamanya tanpa terganggu oleh antarmuka yang sulit digunakan.
3. Mencegah Kesalahan Manusia
  - a. Sistem yang dirancang dengan ergonomi kognitif mempertimbangkan bagaimana manusia dapat membuat kesalahan dan mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan tersebut.
  - b. Dalam bidang medis, tampilan monitor pasien yang jelas dan intuitif membantu tenaga medis mengambil keputusan dengan cepat dan akurat, mengurangi risiko kesalahan yang berakibat fatal.
  - c. Antarmuka kendaraan yang baik dapat membantu pengemudi lebih fokus dan mengurangi potensi kecelakaan akibat gangguan visual atau kebingungan dalam mengoperasikan fitur mobil.
4. Meningkatkan Keselamatan dan Kenyamanan
  - a. Dalam lingkungan kerja yang berisiko tinggi, seperti di pabrik atau industri penerbangan, ergonomi kognitif memastikan bahwa pekerja dapat memahami instruksi dan sistem kerja dengan baik untuk menghindari kecelakaan.
  - b. Penggunaan warna, suara, dan simbol dalam sistem peringatan dibuat sedemikian rupa agar mudah dipahami dalam situasi darurat.
  - c. Penerapan ergonomi dalam desain alat kerja, seperti komputer atau mesin, membantu mengurangi kelelahan dan cedera akibat beban mental yang tinggi.
5. Mendukung Inovasi Teknologi
  - a. Ergonomi kognitif berkontribusi pada pengembangan teknologi yang lebih mudah digunakan oleh berbagai kalangan, termasuk lansia dan penyandang disabilitas.
  - b. Antarmuka pengguna (UI) dan pengalaman pengguna (UX) dalam perangkat lunak dan aplikasi dibuat berdasarkan prinsip ergonomi untuk memastikan aksesibilitas yang lebih baik.

- c. Sistem berbasis kecerdasan buatan (AI) dan otomatisasi yang ergonomis membantu meningkatkan pengalaman pengguna dalam berbagai aspek kehidupan, mulai dari pekerjaan hingga hiburan.

## **E. Fungsi dan Kemampuan Ergonomi Kognitif**

Tujuan utama ergonomi kognitif difokuskan pada peningkatan fungsi kerja dan mengurangi kesalahan manusia dengan cara merancang kondisi dan lingkungan kerja yang meningkatkan fungsi kognitif dan kinerja manusia di tempat kerja, sehingga mampu meningkatkan produktivitas, keselamatan, dan kesehatan di tempat kerja. Ergonomi kognitif merupakan bidang aplikasi ergonomi yang bertujuan untuk menjelaskan bagaimana seseorang mengartikulasikan proses kognitif yang berhubungan dengan situasi penyelesaian masalah di berbagai tingkat kompleksitas. Ergonomi kognitif bertujuan untuk meningkatkan kinerja kognitif dengan cara intervensi, termasuk: Interaksi antara manusia-mesin dan interaksi manusia-komputer. Desain sistem teknologi informasi yang mendukung tugas-tugas kognitif misalnya kognitif artefak dan pengembangan program pelatihan. Bekerja mendesain ulang untuk mengelola beban kerja kognitif dan meningkatkan keandalan manusia.

Kognitif manusia dapat dipecah menjadi beberapa fungsi yang merangsang kinerja manusia yang optimal sehingga harus menjadi perhatian bahwa fungsi kognitif berhubungan dengan bagaimana memastikan keamanan suatu lingkungan kerja cocok dengan beban kerja yang ada. Kemampuan dalam ergonomi kognitif berfokus pada bagaimana manusia memproses informasi, mengambil keputusan, dan berinteraksi dengan sistem kerja untuk mencapai efisiensi, kenyamanan, dan keselamatan. Salah satu kemampuan utama dalam ergonomi kognitif adalah memahami bagaimana otak memproses informasi melalui persepsi, atensi, dan memori sehingga sistem yang dirancang dapat disesuaikan dengan keterbatasan dan kelebihan kognitif manusia. Ergonomi kognitif juga menuntut kemampuan dalam menganalisis beban kerja, pengambilan keputusan dan stres kerja.

### **1. Beban Kerja**

Analisis beban kerja merupakan salah satu subbagian dalam melakukan perancangan kerja. Beban kerja harus dianalisis agar sesuai dengan kemampuan dari pekerja itu sendiri. *Workload* atau beban kerja merupakan usaha yang harus dikeluarkan oleh seseorang untuk



memenuhi permintaan dari pekerjaan tersebut. Sementara itu, kapasitas adalah kemampuan manusia. Kapasitas dapat diukur dari kondisi fisik maupun mental seseorang, seperti halnya mesin, jika beban yang diterima melebihi kapasitasnya, maka akan menurunkan usia pakai mesin tersebut, bahkan dapat menjadi rusak. Hal itu juga terjadi pada manusia, jika ia diberikan beban kerja yang berlebihan, maka akan menurunkan kualitas hidup dan kualitas kerja orang tersebut (tingginya *error rate*, dsb) juga dapat mempengaruhi keselamatan dan kesehatan kerja.

## 2. Pengambilan Keputusan

Pengambilan keputusan merupakan suatu hasil atau keluaran dari proses mental atau kognitif yang membawa pada pemilihan suatu jalur tindakan diantara beberapa alternatif yang tersedia. Setiap proses pengambilan keputusan selalu menghasilkan satu pilihan final. Keluarannya bisa berupa suatu tindakan (aksi) atau suatu opini terhadap pilihan. Dihubungkan dengan ergonomi kognitif, pekerja akan berpikir terlebih dahulu untuk melakukan suatu pekerjaan. **Stres Kerja**

Stres dapat menimbulkan banyak dampak negatif bagi tubuh dan kesehatan, serta dapat menjadi penyebab utama sakit jangka panjang terutama dikalangan para pekerja. Stres yang terlalu lama juga bisa memicu seseorang untuk melakukan hal-hal yang membahayakan dirinya, seperti mengkonsumsi alkohol berlebih, pola tidur yang terganggu, merokok dan mengkonsumsi makanan berlemak yang bisa memicu munculnya penyakit. Ketika stres, tubuh akan melepaskan hormon kortisol, serta memerangi hormon epinefrin dan norepinefrin yang nantinya dapat menurunkan sistem kekebalan tubuh (mudah terkena infeksi) serta mengganggu kerja jantung dan proses metabolisme. Selain berdampak terhadap kesehatan, stres juga seringkali memiliki dampak negatif bagi pekerjaan yang bisa mengakibatkan hilangnya produktivitas dari karyawan yang nantinya mempengaruhi kemajuan perusahaan.

## F. Penerapan Ergonomi Kognitif

Ergonomi kognitif diterapkan dalam kehidupan sehari-hari untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi dalam berbagai aktivitas manusia. Implementasi ini mencakup beberapa aspek utama, di antaranya.

### 1. Standarisasi (*Standardize*)

Standarisasi mengacu pada aturan formal yang telah diterima secara luas

untuk mengurangi inkonsistensi dan meningkatkan efisiensi. Contoh penerapannya adalah penggunaan warna tertentu dalam sistem kelistrikan, seperti kabel merah untuk arus positif atau warna-warna tertentu dalam pipa gas, minyak, dan air agar lebih mudah dikenali.

2. Penggunaan Stereotipe (*Use Stereotype*)

Stereotipe merupakan kebiasaan yang berkembang dari pengalaman dan menciptakan respons refleks yang terjadi secara otomatis. Misalnya, warna merah sering dikaitkan dengan perintah "berhenti" atau putaran ke kanan sering digunakan untuk meningkatkan kecepatan atau mengencangkan mur dan baut. Jika suatu sistem tidak mengikuti stereotipe yang sudah umum, maka pengguna cenderung membutuhkan lebih banyak waktu untuk menyesuaikan diri, meningkatkan kemungkinan kesalahan, dan meningkatkan tingkat kelelahan.

3. Keterkaitan Tindakan dengan Persepsi (*Link Actions with Perceptions*)

Ergonomi kognitif memastikan bahwa tindakan yang dilakukan sesuai dengan ekspektasi pengguna. Misalnya, ketika pengguna memutar tombol ke kanan, indikator harus menunjukkan peningkatan yang sesuai, seperti peningkatan volume pada perangkat audio atau suhu pada pemanas.

4. Penyediaan Umpan Balik Instan (*Provide Instantaneous Feedback*)

Umpan balik yang cepat dan jelas sangat penting dalam interaksi manusia dengan sistem. Contoh penerapan prinsip ini adalah suara "klik" pada *keyboard* yang memberi tahu pengguna bahwa tombol telah ditekan dengan benar atau indikator bahan bakar mobil yang menunjukkan kapan pengisian diperlukan.

5. Pemberian Stimulus yang Variatif (*Provide Variable Stimulus*)

Agar lebih efektif, sistem perlu memberikan variasi dalam stimulus untuk menarik perhatian pengguna. Misalnya, lampu peringatan darurat yang berkedip atau sirine pemadam kebakaran yang memiliki pola suara berbeda dari suara lingkungan sekitarnya akan lebih mudah dikenali oleh manusia.

## G. Rangkuman

1. Ergonomi kognitif adalah cabang ergonomi yang berfokus pada proses mental manusia, seperti persepsi, ingatan, dan pengambilan keputusan, dalam interaksi dengan sistem kerja.

2. Sejarah ergonomi kognitif dimulai pada tahun 1970-an seiring dengan perkembangan komputer dan psikologi kognitif, yang kemudian berkembang pesat dalam desain sistem yang ramah pengguna.
3. Proses kognitif meliputi enam jenjang berpikir menurut Bloom, yaitu pengetahuan, pemahaman, penerapan, analisis, sintesis, dan evaluasi, yang semuanya berperan dalam cara manusia berpikir dan membuat keputusan.
4. Pentingnya ergonomi kognitif terletak pada kemampuannya untuk mengurangi beban mental, meningkatkan efisiensi kerja, mencegah kesalahan manusia, meningkatkan keselamatan, dan mendukung inovasi teknologi.
5. Fungsi ergonomi kognitif mencakup analisis beban kerja untuk menyesuaikan tugas dengan kemampuan manusia, membantu pengambilan keputusan yang lebih baik, serta mengelola stres kerja agar tidak berdampak negatif pada produktivitas.
6. Penerapan ergonomi kognitif melibatkan berbagai aspek, seperti standarisasi aturan kerja, penggunaan stereotipe untuk mempermudah pemahaman, keterkaitan tindakan dengan persepsi agar sistem lebih intuitif, penyediaan umpan balik instan untuk menghindari kesalahan, dan pemberian stimulus variatif agar informasi lebih mudah dipahami.
7. Ergonomi kognitif sangat penting dalam berbagai bidang, termasuk industri, kesehatan, dan teknologi, untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman, nyaman, dan efisien.

## **H. Soal Latihan**

1. Apa yang dimaksud dengan ergonomi kognitif?
  - a. Ilmu yang mempelajari hubungan manusia dengan lingkungan fisik dalam bekerja.
  - b. Cabang ergonomi yang berfokus pada proses mental manusia dalam berinteraksi dengan sistem kerja.
  - c. Studi tentang desain tempat kerja berdasarkan faktor-faktor biologis.
  - d. Cabang ergonomi yang hanya berfokus pada kenyamanan fisik .
2. Kapan ergonomi kognitif mulai berkembang pesat?
  - a. 1960-an dengan berkembangnya industri manufaktur.
  - b. 1970-an seiring kemajuan komputer dan psikologi kognitif.1980-an dengan munculnya revolusi industri keempat.
  - c. 2000-an saat teknologi AI mulai berkembang.

3. Berikut ini adalah contoh proses kognitif menurut Bloom, kecuali?
  - a. Pengetahuan.
  - b. Pemahaman.
  - c. Persepsi.
  - d. Evaluasi.
4. Salah satu tujuan utama ergonomi kognitif adalah?
  - a. Meningkatkan berat beban kerja.
  - b. Mencegah interaksi manusia dengan sistem.
  - c. Mengurangi beban mental dan meningkatkan efisiensi kerja.
  - d. Menghilangkan semua jenis interaksi manusia dalam sistem kerja.
5. Penerapan ergonomi kognitif dapat membantu dalam hal berikut, kecuali?
  - a. Mencegah kesalahan manusia dalam pengoperasian sistem.
  - b. Meningkatkan efisiensi kerja dengan desain sistem yang lebih intuitif.
  - c. Mengurangi kenyamanan dalam lingkungan kerja.
  - d. Mendukung pengembangan teknologi yang lebih ramah pengguna.
6. Dalam ergonomi kognitif, pengambilan keputusan didefinisikan sebagai?
  - a. Pemilihan tindakan terbaik dari beberapa alternatif yang tersedia. Proses mengingat informasi tanpa menggunakannya.
  - b. Aktivitas otak yang tidak mempengaruhi kerja manusia.
  - c. Proses yang hanya terjadi dalam pekerjaan manual.
7. Analisis beban kerja dalam ergonomi kognitif bertujuan untuk?
  - a. Menambah jumlah informasi yang harus diproses oleh pekerja.
  - b. Menyesuaikan tugas dengan kapasitas mental dan fisik manusia.
  - c. Meningkatkan kesalahan manusia dalam bekerja.
  - d. Mengurangi efisiensi kerja dengan meningkatkan stres mental.
8. Salah satu contoh penerapan ergonomi kognitif dalam kehidupan sehari-hari adalah?
  - a. Penggunaan warna merah pada lampu lalu lintas untuk berhenti.
  - b. Menghapus semua umpan balik dari sistem teknologi.
  - c. Menghilangkan standar dalam penggunaan peralatan kerja.
  - d. Mendesain sistem yang memerlukan lebih banyak waktu untuk dipahami pengguna.
9. Salah satu faktor yang mempengaruhi stres kerja dalam ergonomi kognitif adalah?
  - a. Beban kerja yang tidak sesuai dengan kapasitas individu.
  - b. Lingkungan kerja yang bebas dari tuntutan mental.
  - c. Sistem kerja yang sepenuhnya otomatis tanpa keterlibatan manusia.

10. Penghapusan semua aturan ergonomi dalam tempat kerja. Ergonomi kognitif berperan penting dalam berbagai bidang, kecuali?
- a. Industri.
  - b. Kesehatan.
  - c. Teknologi.
  - d. Seni lukis.



## **BAB XII**

# **FISIOLOGI KERJA**

### **Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

Mampu memahami terkait dengan pendahuluan fisiologi kerja, memahami aplikasi fisiologi kerja, memahami jenis kerja, memahami proses metabolisme, serta memahami penilaian beban kerja berdasarkan denyut nadi. Sehingga pembaca dapat menganalisis dan mengelola beban kerja secara fisiologis agar tercipta keseimbangan antara kapasitas tubuh dan tuntutan pekerjaan, sehingga produktivitas dan kesehatan pekerja dapat terjaga secara optimal.

### **Materi Pembelajaran**

- Pendahuluan Fisiologi Kerja
- Aplikasi Fisiologi Kerja
- Jenis Kerja
- Proses Metabolisme
- Penilaian Beban Kerja Berdasarkan Denyut Nadi
- Rangkuman
- Soal Latihan

### **A. Pendahuluan Fisiologi Kerja**

Di dunia industri, perkembangan globalisasi yang semakin cepat banyak menghasilkan jenis pekerjaan serta teknologi yang baru. Perkembangan yang semakin luas ini akan selalu membutuhkan ilmu ergonomi yang merupakan suatu ilmu penting dalam dunia kerja hingga pendidikan, dikarenakan dapat berpengaruh kepada kesehatan serta produktivitas seseorang. Memahami prinsip ergonomi akan mempermudah evaluasi setiap tugas atau pekerjaan, meskipun ilmu pengetahuan dalam ergonomi terus mengalami kemajuan dan teknologi yang digunakan dalam pekerjaan tersebut terus berubah, namun ergonomi selalu berkaitan erat dengan segala jenis aktivitas, ergonomi memiliki beberapa prinsip diantaranya ialah, bekerja dengan posisi atau postur normal, mengurangi beban kerja berlebihan, mengatur posisi peralatan tetap dalam jangkauan, bekerja sesuai tinggi dimensi tubuh, mengurangi gerakan berulang dan berlebihan, meminimalkan gerakan statis, meminimalkan titik beban,

mencangkup jarak ruang, menciptakan lingkungan kerja yang nyaman, peregangan saat bekerja, mudah dipahami dengan ilustrasi, mengurangi stres kerja.

Fisiologi kerja merupakan salah satu cabang dari ilmu ergonomi yang membahas terkait pengukuran energi yang dikeluarkan atau energi yang dikonsumsi oleh manusia yang terjadi karena adanya proses metabolisme di dalam otot yang dibantu oleh sistem *cardiovascular* serta sistem pernafasan yang ada di dalam tubuh manusia. Manusia terdiri dari banyak organ tubuh yang membentuk suatu sistem. Sistem tubuh ini saling berhubungan dan bergantung satu sama lain dalam fungsinya. Sistem-sistem dalam tubuh manusia memiliki hubungan nya masing-masing seperti, sistem saraf dan otak akan bekerja sama untuk memerintahkan untuk melakukan jantung berdetak di dalam tubuh seseorang, sistem kerangka dapat bergerak tergantung pada nutrisi yang diterima melalui sistem pencernaan. Fisiologi kerja didukung secara langsung oleh beberapa sistem yang ada pada manusia diantaranya seperti, sistem peredaran darah (*circulatory*), sistem pernafasan, sistem rangka manusia, sistem otot manusia, *muscular*, dan *skeletal*.

## B. Aplikasi Fisiologi Kerja

Tubuh manusia dirancang untuk dapat melakukan aktivitas kerja. Manusia memiliki massa otot yang mencapai hampir separuh berat tubuh sehingga memungkinkan manusia untuk terus melakukan pekerjaan sepanjang hari. Semakin besar tingkat produktivitas manusia bekerja, maka tubuh akan menerima beban dari luar tubuhnya. Beban tersebut dapat berupa beban fisik maupun beban mental atau biasa disebut kognitif. Dalam ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh tubuh manusia harus seimbang dengan kemampuan fisik. Kemampuan kerja seorang tenaga kerja berbeda dari satu kepada yang lainnya dan sangat tergantung dari tingkatan keterampilan, kesegaran jasmani, keadaan gizi, jenis kelamin, usia, dan ukuran tubuh dari pekerjaan yang bersangkutan. Secara garis besar, kegiatan manusia dapat digolongkan dalam dua komponen utama, yaitu kerja fisik (menggunakan otot sebagai kegiatan sentral) dan kerja mental (menggunakan otak sebagai pencetus utama). Kedua kegiatan ini tidak dapat dipisahkan secara sempurna mengingat terhadap hubungan yang erat antara satu dengan yang lainnya. Pengaplikasian fisiologi kerja dapat dilakukan di berbagai bidang, yaitu sebagai berikut.

1. Bidang industri, dapat meningkatkan keselamatan dan kesehatan pekerja di pabrik, pertambangan, dan konstruksi.
2. Kantor, dapat mendesain tempat kerja yang ergonomis untuk pekerja kantoran sehingga dapat mengurangi kelelahan dan meningkatkan produktivitas.
3. Rumah sakit, membantu dalam perawatan pasien, seperti rehabilitasi fisik dan ergonomi pasien.
4. Olahraga, membantu atlet untuk meningkatkan performa dan mencegah cedera.

### C. Jenis Kerja

Secara umum, jenis kerja dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu kerja fisik dan kerja mental. Dari kedua jenis kerja dapat mengetahui dan mengoptimalkan bagaimana cara kerja serta menjaga kesehatan pekerja. Berikut merupakan penjelasan dari jenis-jenis kerja.

#### 1. Kerja Fisik

Kerja fisik merupakan pekerjaan yang dilakukan dengan menggunakan anggota tubuh sehingga akan mengakibatkan perubahan pada fungsi alat-alat tubuh yang dapat dideteksi melalui perubahan yang dapat diukur. Kerja fisik akan mengeluarkan energi didalam tubuh yang berhubungan dengan konsumsi energi. Berikut merupakan alat-alat tubuh yang dapat dideteksi melalui perubahan.

- a. Konsumsi oksigen.
- b. Denyut jantung.
- c. Peredaran darah dalam paru-paru.
- d. Temperatur tubuh.
- e. Konsentrasi asam laktat dalam darah.
- f. Komposisi kimia dalam darah dan air seni.
- g. Tingkat penguapan.

Selain itu, beban fisik juga dapat diukur. Pengukuran beban kerja fisik merupakan pengukuran beban kerja yang dilakukan secara objektif, dimana data-data yang akan dihitung merupakan data kualitatif, seperti:

- a. Perhitungan denyut nadi atau denyut jantung untuk mengetahui beban yang dilakukan oleh gerakan otot, di mana semakin besar denyutnya, semakin besar aktivitas otot; salah satu cara untuk merekamnya adalah dengan menggunakan *electromyography* (EMG).



- b. Konsumsi oksigen yang dilakukan manusia sangat dipengaruhi oleh konsumsi oksigen, yang dapat dibandingkan dengan kapasitas kerja fisik.

## 2. Kerja Mental

Kerja mental merupakan suatu beban kerja yang terdapat tuntutan beban kerja dari suatu tugas dengan kapasitas maksimum beban mental seseorang dalam kondisi termotivasi. Beban kerja mental seseorang dalam menghadapi suatu pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

- a. Situasi dalam bekerja dan jenis aktivitas.
- b. Waktu respon dan waktu dalam penyelesaian masalah.
- c. Faktor individu seperti tingkat motivasi, keahlian, kelelahan/kejenuhan.
- d. Toleransi performansi yang diizinkan.

Pengukuran beban kerja mental dapat dilakukan dengan beberapa cara. Berikut merupakan penjelasan pengukuran beban kerja mental.

- a. Pengukuran beban mental secara teoritis mencakup pengukuran proses persepsi, neuromotorik, biomekanik, serta level kelelahan/kejenuhan pekerja.
- b. Pengukuran beban kerja mental secara objektif yaitu pengukuran beban kerja dengan sumber data kuantitatif, seperti denyut jantung, cairan tubuh, dan waktu kedipan mata.
- c. Pengukuran beban kerja secara subjektif menggunakan data kualitatif dan merupakan pendekatan psikologi dengan skala psikometri untuk mengukur beban kerja mental.

## D. Proses Metabolisme

Metabolisme merupakan energi total yang dikeluarkan ketika proses basal metabolik (energi yang dikeluarkan ketika sedang istirahat total), energi yang berfungsi untuk dapat menyerap dan mencerna makanan, serta energi yang dikeluarkan ketika sedang melakukan aktivitas fisik. Pada umumnya, unit energi yang digunakan berbentuk Kilocalorie (kcal), Newton metre (Nm), dan kilojoule (kJ). Besaran konversi pada setiap unit energi adalah sebagai berikut.

$$1 \text{ KJ} = 0,239 \text{ kcal} = 1000 \text{ Nm}.$$

Metabolisme pada manusia terdiri dari 3 jenis, yaitu metabolisme basal, metabolisme aktivitas, dan metabolisme pencernaan.

#### 1. Metabolisme Basal

Metabolisme basal merupakan metabolisme yang diperlukan supaya tubuh dapat berfungsi walaupun tubuh dalam keadaan sedang tidak melakukan suatu aktivitas seperti ketika tubuh manusia sedang beristirahat setelah makan. Energi ini berguna agar dapat memompa darah dan untuk pernafasan. Metabolisme basal (MB) termasuk energi minimal yang dibutuhkan tubuh untuk mempertahankan proses-proses hidup yang dasar dalam satuan kalori per satuan waktu.

MB laki-laki = Berat badan (kg) X 1 Kkal/jam.

MB perempuan = Berat badan (kg) X 0,9 Kkal/jam.

Kerja sedang = Pekerjaan yang membutuhkan kalori untuk pengeluaran energi lebih besar dari 200 Kkal/jam sampai 350 Kkal/jam.

Kerja berat = Pekerjaan yang membutuhkan kalori untuk pengeluaran energi lebih besar dari 350 Kkal/jam sampai 500 Kkal/jam.

#### 2. Metabolisme Aktivitas

Metabolisme aktivitas merupakan suatu energi yang diperuntukkan untuk *physical activity* seperti kegiatan bekerja maupun sedang olahraga, di mana energi ini membantu tubuh untuk bergerak, mempertahankan stamina, dan meningkatkan efisiensi selama beraktivitas.

#### 3. Metabolisme Pencernaan

Metabolisme pencernaan merupakan energi yang diperlukan untuk dapat mencerna makanan. Seiring bertambahnya umur, manusia akan mengurangi energi yang dibutuhkan untuk dapat mencerna dengan melakukan pengurangan sebesar 2% pada setiap kenaikan 10 tahun.

### E. Penilaian Beban Kerja Berdasarkan Denyut Nadi

Denyut jantung atau denyut nadi digunakan untuk mengukur beban dinamis yang diberikan pada seseorang sebagai ekspresi pergerakan otot. Seiring meningkatnya aktivitas otot, fluktuasi pergerakan detak jantung pun meningkat. Beban kerja dapat diukur dengan menggunakan denyut nadi kerja. Selain itu, denyut nadi juga dapat digunakan untuk menilai kondisi fisik dan kekuatan fisik seseorang. Denyut jantung (diukur setiap menit) dapat digunakan untuk mengukur tingkat kelelahan seseorang. Metode lain

untuk mencatat detak jantung seseorang saat bekerja adalah *electromyography* (EMG).

Mengukur detak jantung selama menjalankan aktivitas kerja adalah salah satu cara untuk menilai *cardiovascular strain*. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk menghitung denyut nadi adalah telemetri dengan menggunakan stimulasi *Electrocardiogram* (ECG). Namun, apabila peralatan ini tidak tersedia maka dapat dicatat secara manual menggunakan *stopwatch* dengan metode 10 denyut (Kilbon, 1992). Penggunaan menggunakan metode 10 denyut, tenaga kerja dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Denyut nadi (denyut/menit)} = \frac{\text{Jumlah denyut}}{10} \times 60 \frac{\text{Jumlah denyut}}{10} \times 60$$

Peningkatan denyut jantung berperan sangat penting dalam meningkatkan *cardiac output* dari istirahat hingga aktivitas lainnya yang maksimal. Potensi peningkatan denyut jantung dari istirahat hingga latihan maksimal didefinisikan sebagai cadangan denyut jantung (*HR Reserve*). *HR Reserve* dinyatakan dalam persentase yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\% \text{ HR Reserve} = \frac{\text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat}}{\text{Denyut nadi maksimal}} \times 100$$

Tahapan penilaian beban kerja berdasarkan denyut nadi lebih lanjutnya adalah dengan menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja dibandingkan dengan denyut maksimal akibat beban kardiovaskular (*cardiovaskular load* = % *CVL*), tahapan akhir ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\% \text{ CVL} = \frac{100 \times \text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat}}{\text{Denyut nadi maksimal} - \text{Denyut nadi istirahat}}$$

Denyut nadi maksimal adalah (220 - umur) untuk laki-laki dan (200 - umur) untuk perempuan. Hasil perhitungan % *CVL* menunjukkan nilai dibandingkan dengan klasifikasi yang ditentukan sebagai berikut.

1. <30% = Tidak terjadi kelelahan.
2. 30 s.d. <60% = Diperlukan perbaikan.
3. 60 s.d. <80% = Kerja dalam waktu singkat.
4. 80 s.d. <100% = Diperlukan tindakan segera.

5. >100% = Tidak diperbolehkan beraktivitas.

## F. Rangkuman

Fisiologi kerja merupakan salah satu cabang ilmu ergonomi yang mempelajari tentang pengukuran energi yang dikeluarkan atau energi yang dikonsumsi oleh manusia melalui proses metabolisme, sistem *cardiovascular*, dan sistem pernafasan pada tubuh manusia. Secara umum, kerja terbagi menjadi kerja fisik yang melibatkan aktivitas otot dan kerja mental yang berkaitan dengan beban kognitif. Proses metabolisme yang berkontribusi dalam aktivitas kerja terdiri dari metabolisme basal (energi minimal saat istirahat), metabolisme aktivitas (energi untuk kerja dan olahraga), serta metabolisme pencernaan (energi untuk mencerna makanan). Beban kerja dapat dinilai melalui denyut nadi, dengan klasifikasi yang menunjukkan tingkat kelelahan, dari tidak terjadi kelelahan hingga kondisi tidak diperbolehkan beraktivitas. Pengukuran denyut nadi dapat dilakukan menggunakan *electrocardiogram* (ECG), *electromyography* (EMG), atau dengan metode manual.

## G. Soal Latihan

1. Apa yang dimaksud dengan fisiologi kerja?
  - a. Ilmu yang mempelajari tentang mekanisme sistem kerja tubuh manusia.
  - b. Ilmu yang mempelajari tentang hukum-hukum fisika dan mekanika teknik pada manusia.
  - c. Ilmu yang mempelajari tentang pengukuran dimensi tubuh manusia.
  - d. Ilmu yang mempelajari tentang cara kerja otak dan penekanan khusus pada kognitif manusia.
2. Fisiologi kerja didukung secara langsung oleh beberapa sistem yang ada pada manusia diantaranya, yaitu?
  - a. Sistem rangka dan sistem otak.
  - b. Sistem pernafasan dan sistem sosial.
  - c. Sistem pencernaan dan sistem lingkungan.
  - d. Sistem peredaran darah dan sistem pernafasan.
3. Apa contoh pengaplikasian fisiologi kerja di bidang industri?
  - a. Mendesain tempat kerja yang ergonomis.

- b. Meningkatkan keselamatan dan kesehatan pekerja di pabrik, pertambangan, dan konstruksi.
  - c. Membantu dalam perawatan pasien, seperti rehabilitasi fisik dan ergonomi pasien.
  - d. Membantu atlet untuk meningkatkan performa dan mencegah cedera.
4. Berikut merupakan alat-alat tubuh yang dapat dideteksi melalui perubahan, kecuali?
- a. Denyut jantung.
  - b. Peredaran darah dalam paru-paru.
  - c. Konsentrasi asam laktat dalam darah.
  - d. Konsumsi gula.
5. Beban kerja mental seseorang dalam menghadapi suatu pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor, kecuali?
- a. Situasi dalam bekerja dan jenis aktivitas.
  - b. Waktu tunggu dan waktu dalam penyelesaian masalah.
  - c. Faktor individu seperti tingkat motivasi, keahlian, kelelahan/kejenuhan.
  - d. Toleransi performansi yang diizinkan.
6. Apa saja yang termasuk dalam pengukuran beban kerja mental?
- a. Pengukuran beban mental secara teoritis dan objektif.
  - b. Pengukuran beban mental secara teoritis dan aplikatif.
  - c. Pengukuran beban mental secara subjektif dan persuasif.
  - d. Pengukuran beban mental secara subjektif dan aplikatif.
7. Besaran konversi pada 1 Kilojoule adalah?
- a. 0,241 kcal.
  - b. 0,240 kcal.
  - c. 0,239 kcal.
  - d. 0,238 kcal.
8. Pada proses metabolisme, unit energi apa saja yang biasanya digunakan?
- a. Kilocalorie (kcal) dan Meter (m).
  - b. Kilogram (kg) dan Centimeter (cm).
  - c. Kilojoule (kj) dan Kilogram (kg).
  - d. Kilocalorie (kcal) dan Newton metre (Nnm).
9. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk menghitung denyut nadi adalah?
- a. *Electrocardiogram* (ECG).
  - b. *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS).

- c. *Electrothermal*.
  - d. *Electrocution*.
10. Berikut merupakan pernyataan yang tidak benar mengenai klasifikasi hasil perhitungan % *CVL* adalah?
- a.  $<30\%$  = Tidak terjadi kelelahan.
  - b. 30 s.d.  $<60\%$  = Diperlukan perbaikan.
  - c. 60 s.d.  $<80\%$  = Tidak diperlukan kegiatan.
  - d. 80 s.d.  $<100\%$  = Diperlukan tindakan segera.





## **BAB XIII**

# **BEBAN KERJA**

### **Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

Mampu memahami terkait dengan pengertian beban kerja, memahami jenis-jenis beban kerja, memahami faktor-faktor yang mempengaruhi beban kerja, memahami alat ukur atau instrumen beban kerja, memahami hubungan beban kerja dengan faktor psikologi, serta memahami penelitian terakhir tentang beban kerja. Sehingga pembaca dapat menilai, menganalisis, dan mengendalikan beban kerja secara komprehensif untuk menciptakan sistem kerja yang seimbang, efisien, dan berorientasi pada kesehatan serta produktivitas pekerja.

### **Materi Pembelajaran**

- Pengertian Beban Kerja
- Jenis-Jenis Beban Kerja
- Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja
- Alat Ukur atau Instrumen Beban Kerja
- Hubungan Beban Kerja dengan Faktor Psikologi
- Penelitian Terakhir Tentang Beban Kerja
- Rangkuman
- Soal Latihan

### **A. Pengertian Beban Kerja**

Beban kerja adalah jumlah pekerjaan yang dibebankan dan menjadi tanggung jawab tenaga kerja baik secara fisik ataupun mental. Setiap pekerjaan yang dilakukan merupakan beban bagi pelakunya dan setiap pekerja mempunyai kemampuan masing-masing dalam mengatasi beban kerja tersebut, yang dapat berupa beban kerja fisik, mental, atau sosial. Pekerja berat seperti yang melakukan pekerjaan bongkar dan muat barang di pelabuhan, menghadapi beban fisik yang lebih besar dibandingkan dengan beban mental atau sosial. Di sisi lain bagi wirausahawan, tanggung jawab tersebut merupakan beban mental yang relatif penuh tekanan karena jauh lebih besar. Misalnya, seorang petugas sosial yang menghadapi tekanan sosial yang lebih besar, lebih banyak menghadapi beban-beban sosial.



Seorang pekerja memiliki keterampilannya masing-masing pada hubungan beban kerjanya. Beberapa di antaranya lebih cocok menghadapi beban fisik, mental, atau sosial. Terdapat kesamaan umum dalam standar beban kerja, di mana setiap orang hanya dapat membawa beban sampai dengan jumlah beban tertentu. Beban kerja yang dirasa optimal bagi pekerja jika penempatan pekerja yang tepat ditugaskan pada pekerjaan yang tepat, atau jika pekerja yang paling sehati untuk pekerjaan yang paling sehat maka beban kerja akan dianggap optimal bagi orang tersebut. Tingkat keakuratan suatu tawaran pekerjaan mencakup kesesuaian seperti pengalaman, keterampilan, dan motivasi.

Tubuh manusia dirancang untuk dapat melakukan aktivitas kerja sehari-hari. Kehadiran massa otot yang beratnya hampir lebih dari separuh berat badan kita memungkinkan kita untuk dapat menggerakkan tubuh dan melakukan pekerjaan. Di sisi lain bekerja penting untuk kemajuan dan peningkatan kinerja, sehingga mencapai kehidupan produktif merupakan salah satu tujuan hidup. Sebaliknya, bekerja berarti menyerap beban dari luar dengan kata lain seluruh pekerja menjadi beban bagi yang bersangkutan. Beban tersebut bisa bersifat beban fisik ataupun psikologis.

Analisis beban kerja merupakan salah satu sub bagian dari pelaksanaan desain pekerjaan. Beban kerja perlu dianalisis terlebih dahulu agar sesuai dengan kemampuan pekerja yang dilakukan. *Workload* atau beban kerja mengacu pada upaya yang harus dikeluarkan seseorang untuk memenuhi persyaratan suatu pekerjaan. Di sisi lain kapasitas mengacu pada kemampuan manusia. Kemampuan ini dapat diukur berdasarkan keadaan fisik dan mental dari seseorang. Sama halnya seperti mesin apapun, jika beban mesin melebihi kapasitasnya, maka masa pakai mesin akan diperpendek dan dalam beberapa kasus kerusakan mungkin akan terjadi nanti pada mesin tersebut. Demikian pula dengan manusia, beban kerja manusia yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan kualitas hidup (misalnya mudah kelelahan) dan kualitas dalam bekerja (misalnya tingkat kesalahan yang tinggi), dan juga dapat mempengaruhi keselamatan dan kesehatan kerja dari pekerja tersebut. Analisis beban kerja ini banyak digunakan, antara lain dapat digunakan dalam menentukan kebutuhan tenaga kerja (perencanaan tenaga kerja), analisis ergonomis, analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), perencanaan penggajian, dan lainnya. Perhitungan beban kerja setidaknya dapat dilihat berdasarkan dari tiga aspek yaitu fisik, mental, dan

waktu. Aspek fisik membahas mengenai penghitungan beban kerja berdasarkan standar fisik tubuh manusia.

Aspek mental membahas mengenai perhitungan beban kerja dengan cara mempertimbangkan dari aspek mental (psikologis). Terkait cara seseorang memanfaatkan waktunya, kini lebih banyak penekanan yang diberikan pada cara seseorang menggunakan waktu untuk bekerja. Secara umum beban kerja fisik dapat dilihat berdasarkan dari dua aspek yaitu secara fisiologis dan biomekanika. Aspek fisiologis dapat dilihat dari kemampuan kerja manusia dari aspek fisiologis tubuh (*faal* tubuh), antara lain detak jantung, pernafasan, dan lain-lain. Aspek biomekanika sebaliknya, yang mana lebih mementingkan aspek yang berkaitan dengan proses mekanisme dalam tubuh manusia, seperti kekuatan otot. Waktu menghitung beban kerja berdasarkan penggunaan waktu, dapat dibedakan menjadi pekerjaan yang dapat berulang (*repetitif*) dan pekerjaan yang tidak dapat berulang (*non-repetitif*). Pekerjaan yang berulang (*repetitif*) biasanya terjadi secara bersamaan dalam pekerjaan dengan siklus kerja yang pendek dan berulang. Contohnya seperti seorang operator mesin di sebuah pabrik. Sebaliknya pekerjaan yang tidak berulang (*non-repetitif*) menunjukkan pola yang relatif tidak dapat diprediksi. Contohnya seperti pekerjaan administrative, tata usaha, pekerja kantoran umum, dan lain sebagainya.

## **B. Jenis-Jenis Beban Kerja**

Di dunia kerja, setiap individu menghadapi berbagai tuntutan yang berkontribusi terhadap beban kerja. Beban kerja ini tidak hanya sebatas jumlah tugas yang harus diselesaikan, tetapi juga mencakup aspek fisik, mental, hingga emosional yang dapat mempengaruhi produktivitas dan kesejahteraan seseorang. Secara umum, beban kerja dapat dikategorikan ke dalam beberapa jenis, yaitu sebagai berikut.

### **1. Beban Kerja Fisik**

Beban kerja fisik merupakan perbedaan antara tuntutan pekerjaan dan kemampuan karyawan untuk memenuhi tuntutan pekerjaan secara fisik. Tingkatan beban ini lebih mudah ditentukan karena dapat diukur secara langsung berdasarkan kondisi fisik tubuh pekerja dan dapat diukur secara subjektif dari status kesehatan pekerja yang bersangkutan.

## 2. Beban Kerja Mental

Beban kerja mental merupakan beban kerja yang dihadapi oleh seorang pekerja dapat berupa beban fisik, beban mental atau psikologis, dan beban sosial atau moral yang diakibatkan karena lingkungan kerja. Banyaknya pekerja bergantung pada kemampuan, serta keterbatasan kondisi fisik dan mental pekerja. Oleh karena itu, informasi tentang beban kerja yang telah diberikan melalui pengukuran itu sangatlah penting. Beban kerja mental merupakan penilaian terhadap beban *attentional* (antara kemampuannya memotivasi dan tuntutan tugas yang ada) ketika pekerja termotivasi dan melaksanakan pekerjaannya dengan cukup baik. Beban kerja mental bersangkutan dengan kebutuhan mental dan adanya sumber daya otak manusia. Tuntutan atau kebutuhan mental mengacu pada proses mental yang diperlukan untuk suatu aktivitas. Sumber daya disisi lain mengacu pada kekuatan pemrosesan otak yang tersedia untuk melakukan aktivitas tertentu. Konsep dasar dari beban kerja mental yaitu mengacu pada perbedaan antara sumber daya pemrosesan yang tersedia bagi pekerja dan permintaan sumber daya yang dibutuhkan oleh tugas tersebut. Pada dasarnya, beban kerja mewakili interaksi antara operator yang melakukan tugas dan tugas itu sendiri. Dapat disimpulkan bahwa istilah beban kerja menggambarkan perbedaan antara kapasitas sistem pemrosesan informasi manusia yang diharapkan dapat memenuhi ekspektasi kinerja dan kapasitas yang tersedia bagi manusia.

Beban kerja mental didefinisikan sebagai penilaian operator terhadap beban marginal (perbedaan antara kemampuan untuk memotivasi dan tugas yang ada) ketika melakukan tugas dengan cukup baik sambil tetap termotivasi. Konsep yang dijelaskan disini merupakan beban kerja marginal yang mewakili perbedaan antara beban kerja yang diperlukan oleh suatu tugas dan beban mental maksimum (termotivasi) beban mental seorang individu dalam keadaan termotivasi. Konsep dan pengukuran beban kerja mental sangatlah kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor multidimensi. Beban mental yang dibebankan pada seseorang ketika menyelesaikan suatu tugas tergantung pada jenis aktivitas dan situasi kerja, reaksi yang tersedia dan waktu penyelesaian, tingkat motivasi, kemampuan profesional, kelelahan atau kejenuhan, dan toleransi kinerja yang dapat diterima. Terdapat beberapa faktor yang berdampak besar pada beban kerja mental, yaitu terdiri dari tiga faktor yaitu kerja mental seseorang dalam menyelesaikan suatu tugas. Hal ini mencakup pada jenis pekerjaan, situasi

kerja, waktu reaksi, kemungkinan waktu penyelesaian, dan faktor pribadi (motivasi, keahlian, kelelahan, tingkat kebosanan, dan mengizinkan toleransi kinerja) ada beberapa tujuan praktis di mana beban mental dapat diterapkan:

- a. Menetapkan fungsi dan tugas kepada operator berdasarkan perkiraan beban kerja.
- b. Membandingkan perangkat alternatif dan desain tugas dalam hal dampak beban kerja yang dipengaruhinya.
- c. Pilih operator dengan sumber daya dengan kapasitas lebih besar untuk melakukan tugas yang berdampak lebih besar pada beban kerja. Pantau operator peralatan kompleks yang beradaptasi dengan tugas sulit dan kondisi *multitasking* seiring dalam menerima penurunan dan peningkatan dalam beban kerja mental.

### C. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja

Beban kerja seseorang dalam menangani pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Terdapat dua faktor yang mempengaruhi beban kerja, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Berikut merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi beban kerja.

#### 1. Faktor Internal

Faktor internal adalah faktor yang muncul di dalam tubuh sebagai tanggapan terhadap stres dari luar, termasuk faktor somatis (seperti jenis kelamin, umur, kondisi kesehatan dan lain-lain) dan faktor psikis (termasuk persepsi, motivasi, kepercayaan, keinginan, kepuasan dan lain-lain). Indikator yang mengarah pada faktor psikologis akan digunakan untuk mengukur faktor psikologis.

#### 2. Faktor Eksternal

Faktor eksternal adalah faktor yang berasal dari luar tubuh pekerja, di antaranya yaitu:

##### a. Tugas (*Task*)

Tugas dapat berupa stasiun kerja, tata ruang tempat kerja, kondisi ruang kerja, kondisi lingkungan kerja, sikap kerja, transportasi dan beban yang diangkat. Sedangkan tugas yang bersifat mental berupa tanggung jawab, kompleksitas dan emosi yang berkaitan dengan pekerjaan.

b. Organisasi Kerja

Organisasi kerja dapat berupa lamanya waktu kerja, waktu istirahat, shift kerja, sistem kerja dan lain sebagainya.

c. Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja dapat menyebabkan stress tambahan. Lingkungan kerja dapat berupa lingkungan kerja fisik, lingkungan kerja biologis dan lingkungan kerja psikologis.

Terdapat faktor-faktor yang dapat mempengaruhi beban kerja, di antaranya yaitu.

1. Faktor Internal

Faktor internal adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh yang diakibatkan dari reaksi beban kerja eksternal. Reaksi tubuh disebut strain, berat ringannya strain dapat dinilai secara objektif atau subjektif. Faktor internal terdiri dari faktor somatis (jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, status gizi, kondisi kesehatan) dan faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan dan kepuasan).

2. Faktor Eksternal

Faktor eksternal adalah beban yang berasal dari luar tubuh pekerja, di antaranya yaitu:

- a. Tugas-tugas yang bersifat fisik seperti stasiun kerja, tata ruang, tempat kerja, alat dan sarana kerja, kondisi kerja, sikap kerja. Sedangkan tugas-tugas yang bersifat mental seperti kompleksitas pekerjaan, tingkat kesulitan pekerjaan, pelatihan atau pendidikan yang diperoleh dan tanggung jawab pekerjaan.
- b. Organisasi kerja seperti masa waktu kerja, waktu istirahat, kerja bergilir, kerja malam, sistem pengupahan, model struktur organisasi, pelimpahan tugas dan wewenang.
- c. Lingkungan kerja meliputi lingkungan kerja fisik (penerangan, kebisingan dan getaran mekanis), lingkungan kerja kimiawi (debu dan gas pencemar udara), lingkungan kerja biologis (bakteri, virus dan parasit) dan lingkungan kerja psikologis (penempatan tenaga kerja).

#### **D. Alat Ukur atau Instrumen Beban Kerja**

Pengukuran beban kerja fisik dapat dilakukan dengan mengukur jumlah energi yang dikonsumsi dan atau tingkat konsumsi oksigen selama aktivitas berlangsung. Sementara itu, beban kerja mental dapat diukur dengan

melalui berbagai pendekatan. Metode pengukuran yang digunakan dapat bersifat objektif dan subjektif. Berikut merupakan metode pengukuran beban kerja:

#### 1. Metode Pengukuran Objektif

Beban kerja mental dapat diukur menggunakan pendekatan fisiologis, yang disebut sebagai metode objektif. Kelelahan mental pada pekerja terjadi akibat respons fungsional tubuh dan pusat kesadaran terhadap beban kognitif yang dialami. Pendekatan yang dapat dilakukan antara lain.

##### a. Pengukuran Selang Waktu Kedipan Mata (*Eye Blink Rate*)

Durasi kedipan mata dapat menjadi indikator tingkat beban kerja yang dialami oleh seseorang. Orang yang mengalami kerja berat dan mengalami kelelahan cenderung memiliki durasi kedipan mata yang lebih lama. Sebaliknya, orang yang bekerja ringan tanpa tekanan mental atau psikologis, durasi kedipan matanya lebih singkat.

##### b. *Flicker Test*

Alat ini dapat menunjukkan perbedaan kinerja mata manusia dengan mengukur variasi nilai *flicker* pada setiap individu. Perbedaan nilai *flicker* ini umumnya sangat dipengaruhi oleh berat atau ringannya pekerjaan. Khususnya yang berhubungan dengan kerja mata.

##### c. Pengukuran Kadar Asam Saliva

Memasang alat khusus untuk mengetahui beban kerja yang dialami pekerja yang melibatkan mulut, terutama yang dihasilkan oleh tiga pasang kelenjar liur utama yang terletak di luar rongga mulut.

#### 2. Metode Pengukuran Subjektif

Metode subjektif dalam pengukuran beban kerja mental dapat dilakukan berdasarkan persepsi individu terhadap tingkat beban yang dirasakan selama bekerja. Pendekatan ini bergantung pada penilaian pribadi responden atau pekerja terhadap tekanan mental yang dialami. Berikut merupakan beberapa jenis metode yang digunakan dalam pengukuran beban kerja secara subjektif.

##### a. *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index* (NASA-TLX)

NASA-TLX merupakan metode kuesioner. Metode ini menilai beban kerja berdasarkan enam dimensi, yaitu *mental demand*, *physical demand*, *temporal demand*, *effort*, *performance*, dan *frustration level*. Prosedur ini memerlukan perbandingan yang berbentuk pasangan

antara dua dimensi sebelum penilaian beban kerja. Perbandingan berpasangan memerlukan responden untuk memilih dimensi yang lebih relevan dengan beban kerja di semua pasang keenam dimensi tersebut.

b. *Subjective Workload Assessment Technique (SWAT)*

Metode SWAT merupakan skala multidimensional yang digunakan untuk menilai beban kerja. Dalam model SWAT, kinerja manusia diklasifikasikan ke dalam tiga dimensi utama yang berkaitan dengan tingkat beban kerja dan performa, yaitu.

- 1) *Time load* atau beban waktu yang menunjukkan jumlah waktu yang tersedia dalam perencanaan, pelaksanaan dan monitoring tugas.
- 2) *Mental effort* atau beban usaha mental, yang berarti banyaknya usaha mental dalam melaksanakan suatu pekerjaan.
- 3) *Psychological stress* atau beban tekanan psikologis yang menunjukkan tingkat risiko pekerjaan, kebingungan, dan frustrasi.

c. *Modified Cooper Harper Scale*

*Modified cooper harper scale* merupakan metode yang menggabungkan skala beban kerja fisik dan mental dalam satu pendekatan. Metode ini bersifat sederhana, efisien, dan dapat diterapkan pada berbagai jenis pekerjaan, terutama pada sistem manusia-mesin yang menuntut keterampilan persepsi, monitoring, evaluasi, komunikasi, serta pengambilan keputusan oleh manusia.

d. *Multidescriptor Scale*

*Multidescriptor scale* merupakan metode untuk mengukur beban kerja berdasarkan tujuh deskriptor yang diukur secara independen. Deskriptor tersebut meliputi *attentional demand*, *error level*, *difficulty*, *task complexity*, *mental workload*, *stress level*, dan *overload level*.

e. *Rating Scale Mental Effort (RSME)*

*Rating scale mental effort* merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi beban kerja mental pekerja yang menjalankan berbagai tugas dalam pekerjaannya. Metode ini menggunakan skala penilaian atau skor untuk mengukur tingkat beban mental yang dialami selama aktivitas kerja.

## E. Hubungan Beban Kerja dengan Faktor Psikologi

Secara umum, terdapat batasan standar mengenai beban kerja yang dapat diterima oleh individu sebelum menimbulkan dampak negatif terhadap kesejahteraan dan produktivitasnya. Beban kerja yang ideal bagi seseorang dapat dicapai melalui penempatan tenaga kerja yang sesuai dengan karakteristik pekerjaan yang tersedia. Artinya, proses seleksi dan penempatan tenaga kerja harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti pengalaman, keterampilan, motivasi, serta kondisi fisik dan mental pekerja.

Tekanan hidup, khususnya dalam pekerjaan, berperan sebagai pemicu *burnout*. *Burnout* adalah kondisi psikologis yang ditandai dengan kelelahan emosional, hilangnya motivasi, dan perasaan hampa dalam pekerjaan. Seseorang yang mengalami *burnout* cenderung merasa pekerjaannya kehilangan kepuasan dan makna. Tugas yang dulu menarik kini terasa membebani, monoton, dan membosankan, sehingga menurunkan keterlibatan dan semangat kerja. Semakin tinggi tingkat *burnout*, semakin berat hari kerja dirasakan, penuh tekanan dan frustrasi. Dampaknya tidak hanya pada kesehatan mental individu, tetapi juga menurunkan produktivitas serta meningkatkan kemungkinan absen dan *turnover* karyawan.

Stres kerja yang timbul akibat tekanan mental dan emosional dari tuntutan pekerjaan, lingkungan sosial, atau peristiwa yang sulit diatasi dapat berdampak negatif terhadap kesejahteraan individu. Faktor-faktor seperti beban kerja berlebihan, ketidakjelasan peran, konflik interpersonal, serta kurangnya dukungan sosial berkontribusi pada meningkatnya tingkat stres dalam dunia kerja. Ketika individu menghadapi stres yang berkepanjangan tanpa mekanisme koping yang efektif, berisiko mengalami gangguan kesehatan mental, termasuk kecemasan, depresi, serta *burnout*, yang dapat diperparah oleh masalah fisik seperti gangguan tidur dan kelelahan kronis. Akumulasi stres ini pada akhirnya dapat menurunkan produktivitas dan efektivitas kerja, serta mempengaruhi keseimbangan antara kehidupan profesional dan pribadi.

Dengan seiring meningkatnya tingkat stres, individu mengalami gangguan konsentrasi, fokus, serta kontrol emosional, yang menyebabkan kebingungan, ketakutan, dan frustrasi dalam menyelesaikan tugas. Pada tahap awal, stres yang rendah memungkinkan individu tetap rileks dan produktif, tetapi ketika stres meningkat ke tingkat sedang atau tinggi, individu mulai mengalami kecemasan berlebih, kesulitan mengambil keputusan, serta



kehilangan motivasi kerja. Dalam situasi yang lebih ekstrim, stres yang tidak dikelola dapat mengarah pada frustrasi mendalam dan ketidakmampuan dalam menjalankan tugas dengan baik, sehingga diperlukan strategi pengelolaan stres yang efektif. Upaya seperti manajemen beban kerja, peningkatan keterampilan, dukungan sosial, serta penciptaan lingkungan kerja yang kondusif menjadi solusi penting dalam mengurangi dampak negatif dari stres psikologis, sekaligus meningkatkan kesejahteraan dan produktivitas individu.

Beban kerja berperan penting dalam menentukan sejauh mana seseorang dapat bekerja tanpa mengalami kelelahan atau gangguan kesehatan. Beban kerja yang berlebihan berisiko mempercepat kelelahan fisik dan mental, yang pada akhirnya dapat menurunkan produktivitas dan kesejahteraan pekerja. Selain itu, masa kerja juga menjadi faktor yang berkontribusi terhadap tingkat kelelahan, terutama jika pekerja berada dalam lingkungan kerja yang kurang mendukung. Semakin lama seseorang bekerja dalam kondisi yang tidak nyaman, semakin besar kemungkinan terjadinya akumulasi kelelahan yang dapat berkembang menjadi kelelahan kronis.

Beban kerja yang tinggi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap aspek psikologis karyawan, terutama dalam hal penurunan motivasi kerja. Beberapa penelitian menunjukkan adanya hubungan negatif antara tingkat beban kerja dan motivasi karyawan, yang berarti bahwa semakin besar tuntutan pekerjaan yang harus diselesaikan, semakin rendah tingkat motivasi individu dalam bekerja. Hal ini disebabkan oleh kelelahan fisik dan mental, stres yang meningkat, serta kurangnya keseimbangan antara tuntutan pekerjaan dan kapasitas individu untuk menyelesaikan tugas secara ideal.

Beban kerja yang berlebihan juga memberikan dampak kumulatif terhadap motivasi kerja dalam jangka panjang. Ketika seseorang terus-menerus berada dalam kondisi kerja yang menuntut tanpa adanya dukungan psikologis, insentif yang memadai, atau kesempatan untuk beristirahat, lebih rentan mengalami burnout, stres kronis, dan bahkan penurunan keterlibatan dalam pekerjaan. Sebaliknya, pengelolaan beban kerja yang lebih seimbang dapat berkontribusi pada peningkatan kepuasan kerja, motivasi intrinsik, serta efektivitas kerja. Oleh karena itu, organisasi perlu mengoptimalkan distribusi tugas, memberikan dukungan psikologis yang cukup, serta menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan produktif guna menjaga motivasi kerja karyawan tetap tinggi.

*Work-life balance* mengacu pada kemampuan karyawan dalam mengelola keseimbangan antara tanggung jawab pekerjaan dan aspek

kehidupan pribadi. Karyawan yang memiliki *work-life balance* yang baik umumnya lebih produktif, memiliki tingkat kepuasan kerja yang lebih tinggi, serta menunjukkan kreativitas dan kebahagiaan dalam bekerja. Semakin besar beban kerja yang dialami oleh karyawan, semakin berkurang tingkat keseimbangan antara kehidupan kerja dan pribadi (*work-life balance*) yang dirasakan. Hal ini terjadi karena waktu yang seharusnya digunakan untuk keluarga atau keperluan pribadi menjadi terbatas akibat tingginya tuntutan pekerjaan. Beban kerja meliputi berbagai aspek, seperti tekanan tugas, durasi kerja, kondisi lingkungan, lokasi pekerjaan, keterampilan yang dibutuhkan, serta persepsi individu terhadap pekerjaannya. Salah satu faktor utama yang menyebabkan tingginya beban kerja adalah tuntutan untuk mencapai target yang tinggi dalam waktu yang terbatas. Dengan demikian, beban kerja dapat diartikan sebagai efek yang dirasakan individu akibat rutinitas dan intensitas pekerjaan yang dijalankan setiap hari.

Berdasarkan pemaparan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa beban kerja yang tinggi memiliki dampak signifikan terhadap kesejahteraan psikologis dan produktivitas karyawan, terutama dalam hal motivasi kerja, keseimbangan kehidupan kerja, serta risiko stres dan burnout. Ketidakseimbangan antara tuntutan pekerjaan dan kapasitas individu dalam mengelola tugas dapat menyebabkan kelelahan fisik dan mental yang berakibat pada menurunnya motivasi serta efektivitas kerja. Selain itu, stres yang berkepanjangan akibat tekanan kerja berlebihan dapat memicu kecemasan, frustrasi, serta ketidakpuasan dalam bekerja, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan absensi dan *turnover* karyawan. *Work-life balance* menjadi salah satu faktor kunci dalam menjaga kesejahteraan dan kinerja optimal, di mana keseimbangan antara kehidupan profesional dan pribadi dapat mengurangi dampak negatif dari beban kerja yang berlebihan. Oleh karena itu, strategi manajemen beban kerja yang efektif, dukungan psikologis dari organisasi, serta penciptaan lingkungan kerja yang sehat sangat diperlukan untuk meningkatkan kesejahteraan dan produktivitas individu dalam jangka panjang.

## **F. Penelitian Terakhir Tentang Beban Kerja**

Penelitian terdahulu merupakan kajian atau studi yang telah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain terkait dengan suatu topik tertentu. Penelitian ini digunakan sebagai dasar atau referensi dalam penelitian baru untuk

memahami perkembangan konsep, menemukan celah penelitian, serta memperkuat argumentasi teori yang digunakan. Beban kerja merujuk pada jumlah tugas yang harus diselesaikan oleh tenaga kerja, baik dalam aspek fisik maupun mental, serta menjadi tanggung jawabnya. Setiap pekerjaan memberikan tuntutan tertentu bagi individu yang menjalankannya, di mana setiap pekerja memiliki kapasitas tersendiri dalam mengelola beban tersebut. Beban kerja dapat mencakup aspek fisik, mental, maupun sosial. Berdasarkan penelitian, menemukan bahwa terdapat hubungan positif antara beban kerja mental dan stres kerja pada tenaga kerja, hal ini menunjukkan bahwa semakin besar beban kerja mental yang dialami oleh tenaga kerja, semakin tinggi pula tingkat stres yang dirasakan. Stres yang berkepanjangan pada karyawan dapat mendorong keinginan untuk keluar dari perusahaan, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Pengembangan karier, budaya organisasi dan beban kerja berpengaruh terhadap kepuasan kerja karyawan.

Bahwa baik secara simultan maupun parsial, faktor lingkungan kerja, kompensasi, dan beban kerja memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja karyawan. Ketidakseimbangan dalam pemberian tugas yang terlalu berat serta kompensasi yang tidak sebanding dengan beban kerja menyebabkan karyawan merasa terbebani. Terdapat hubungan yang signifikan dengan arah positif antara beban kerja dan *burnout* pada karyawan, artinya, semakin besar beban kerja yang dialami karyawan, semakin tinggi pula tingkat *burnout* yang dirasakan. Sebaliknya, ketika beban kerja menurun, tingkat *burnout* juga cenderung lebih rendah. Namun, hal ini ditentang bahwa beban kerja dan *burnout* tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap kinerja karyawan. Namun, kepemimpinan berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja karyawan. Hal ini menekankan pentingnya peran kepemimpinan dalam meningkatkan kinerja karyawan di perusahaan.

## G. Rangkuman

1. Beban kerja adalah tanggung jawab fisik, mental, atau sosial yang harus ditangani oleh pekerja sesuai dengan kemampuan, pengalaman, dan motivasi.
2. Beban kerja terdiri dari beban fisik yang berkaitan dengan tuntutan fisik pekerjaan dan kondisi tubuh pekerja, serta beban mental yang melibatkan proses pemrosesan informasi otak, motivasi, dan kemampuan individu dalam menghadapi tuntutan tugas, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor

seperti jenis pekerjaan, situasi kerja, waktu penyelesaian, dan kondisi pribadi.

3. Faktor Internal yang mempengaruhi beban kerja terdiri dari kondisi somatis (jenis kelamin, usia, kesehatan, ukuran tubuh, status gizi) dan psikis (motivasi, persepsi, keinginan, kepuasan).
4. Faktor Internal yang mempengaruhi beban kerja terdiri dari tugas fisik dan mental (kompleksitas pekerjaan, tanggung jawab), organisasi kerja (waktu kerja, istirahat, sistem kerja), dan lingkungan kerja (fisik, kimiawi, biologis, psikologis).
5. Beban kerja yang tinggi berdampak signifikan terhadap kesejahteraan psikologis dan produktivitas karyawan, menyebabkan stres, burnout, dan penurunan motivasi, yang dapat diperburuk oleh ketidakseimbangan antara tuntutan pekerjaan dan kapasitas individu.

## H. Soal Latihan

1. Jenis-jenis beban kerja dibagi menjadi 2, yaitu....
  - a. Beban kerja mental dan pasif
  - b. Beban kerja pasif dan aktif
  - c. Beban kerja fisik dan mental
  - d. Beban kerja fisik dan non fisik
2. Lingkungan kerja dapat memberikan beban tambahan bagi seorang pekerja. Berikut merupakan kriteria lingkungan kerja yang dapat memberikan beban tambahan, kecuali...
  - a. Lingkungan kerja fisik
  - b. Lingkungan kerja biologis
  - c. Lingkungan kerja psikologis
  - d. Lingkungan kerja jasmani
3. Apa yang dimaksud dengan beban kerja?
  - a. Tanggung jawab tenaga kerja dalam menyelesaikan pekerjaan yang diberikan.
  - b. Jumlah pekerjaan yang menjadi tanggung jawab tenaga kerja, baik secara fisik maupun mental.
  - c. Segala jenis pekerjaan yang dilakukan seseorang tanpa mempertimbangkan tanggung jawab.
  - d. Aktivitas fisik yang dilakukan pekerja dalam menyelesaikan tugasnya.
4. Faktor apa yang dapat membuat beban kerja optimal bagi pekerja?

- a. Menugaskan pekerja secara acak pada pekerjaan yang tersedia.
  - b. Menugaskan pekerja pada pekerjaan tanpa mempertimbangkan keterampilannya.
  - c. Menempatkan pekerja yang tepat pada pekerjaan yang sesuai dengan keterampilannya.
  - d. Mengurangi jumlah pekerjaan tanpa mempertimbangkan keahlian pekerja.
5. Mengapa beban kerja fisik lebih mudah ditentukan dibandingkan dengan beban kerja mental?
- a. Karena dapat diukur langsung berdasarkan kondisi fisik tubuh pekerja.
  - b. Karena hanya bergantung pada motivasi pekerja.
  - c. Karena tidak memerlukan pengukuran status kesehatan pekerja.
  - d. Karena tidak berhubungan dengan kemampuan fisik pekerja.
6. Apa perbedaan utama antara beban kerja fisik dan beban kerja mental?
- a. Beban kerja fisik lebih berkaitan dengan tuntutan fisik, sedangkan beban kerja mental terkait dengan kapasitas kognitif dan psikologis pekerja.
  - b. Beban kerja mental hanya dialami oleh pekerja kantor.
  - c. Beban kerja fisik tidak mempengaruhi kesehatan pekerja.
  - d. Beban kerja mental lebih mudah diukur dibandingkan beban kerja fisik.
7. Apa yang termasuk dalam faktor internal yang mempengaruhi beban kerja?
- a. Tata letak tempat kerja dan kondisi lingkungan kerja.
  - b. Jenis kelamin, usia, dan kondisi kesehatan.
  - c. Sistem pengupahan dan waktu kerja.
  - d. Hubungan sosial antar pekerja.
8. Faktor yang berasal dari luar tubuh pekerja dan dapat menyebabkan stres tambahan adalah...
- a. Faktor psikis.
  - b. Faktor somatis.
  - c. Faktor internal.
  - d. Faktor eksternal.
9. Mengapa beban kerja yang tinggi dapat meningkatkan tingkat *turnover* karyawan?
- a. Karena karyawan merasa tertantang untuk bekerja lebih giat.

- b. Karena tekanan kerja yang berlebihan dapat menyebabkan stres dan kelelahan, sehingga karyawan memilih keluar.
  - c. Karena perusahaan memberikan lebih banyak bonus kepada karyawan dengan beban kerja tinggi.
  - d. Karena beban kerja yang tinggi membuat karyawan lebih kompetitif.
10. Apa yang terjadi jika beban kerja seseorang terus meningkat tanpa adanya dukungan psikologis?
- a. Meningkatnya kepuasan kerja.
  - b. Risiko mengalami *burnout*, stres kronis, dan kehilangan keterlibatan dalam pekerjaan.
  - c. Peningkatan motivasi kerja tanpa batas.
  - d. Peningkatan produktivitas jangka panjang.





## BAB XIV

# STANDART NORDIC QUESTIONNAIRE (SNQ)

### **Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

Mampu memahami terkait dengan pengertian *standard nordic questionnaire* (SNQ), memahami penilaian kuesioner, memahami perkembangan *standard nordic questionnaire* (SNQ), serta memahami penilaian dengan *standard nordic questionnaire* (SNQ). Sehingga pembaca dapat menerapkan metode SNQ dalam evaluasi kondisi ergonomis di tempat kerja, menganalisis hasilnya secara objektif, dan memberikan rekomendasi perbaikan yang mendukung kesehatan serta kenyamanan pekerja.

### **Materi Pembelajaran**

- Pengertian *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ)
- Penilaian Kuesioner
- Perkembangan *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ)
- Penilaian dengan *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ)
- Rangkuman
- Soal Latihan

### **A. Standard Nordic Questionnaire (SNQ)**

*Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) merupakan alat yang dapat mengetahui bagian bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari tidak sakit (TS), agak sakit (AS), sakit (S) dan sangat sakit (SS). Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. SNQ merupakan suatu instrumen untuk menilai segmen-segmen tubuh yang dirasakan operator (menurut persepsi operator), apakah sangat sakit, sakit, agak sakit, dan tidak sakit. Pekerjaan ini dilakukan secara manual dengan sikap kerja yang tidak alamiah serta dilakukan dalam waktu yang lama.

Pendekatan ergonomi dalam perancangan stasiun atau fasilitas kerja di industri mengubah rancangan sistem kerja manusia-mesin yang awalnya



bersifat rasional-mekanistik menjadi lebih manusiawi. Faktor-faktor yang berhubungan dengan fisik (fisiologi) dan perilaku (psikologi) manusia saat berinteraksi dengan mesin dalam sebuah sistem kerja manusia-mesin serta lingkungan kerja fisik menjadi pertimbangan utama. Persoalan perancangan tata cara kerja di rantai produksi diarahkan pada upaya untuk mengimplementasikan konsep "*human-centered engineered systems*" dalam perancangan teknologi produk maupun proses, dengan mempertimbangkan faktor manusia di dalamnya.

Pendekatan ergonomi dalam perancangan sistem produksi di rantai produksi bertujuan untuk menghasilkan rancangan sistem manusia-mesin yang sesuai dengan ekspektasi pekerja, tanpa menyebabkan beban kerja yang melebihi ambang batas (fisik maupun psikologis) yang bisa ditoleransi manusia. Dalam hal ini, informasi mengenai kekuatan dan keterbatasan manusia akan diterapkan dalam perancangan sistem kerja, yang meliputi desain produk (benda buatan manusia), mesin dan fasilitas kerja, serta lingkungan kerja fisik yang lebih efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien (ENASE). Produktivitas merupakan rasio antara keluaran dan masukan, yang dapat dirumuskan sebagai:

Produktivitas = Keluaran / Masukan

Produktivitas dikatakan meningkat jika:

1. Volume atau kuantitas keluaran meningkat tanpa ada penambahan masukan.
2. Volume atau kuantitas keluaran tetap, tetapi jumlah masukan berkurang.
3. Volume atau kuantitas keluaran meningkat sementara masukan berkurang.
4. Jumlah masukan meningkat, asalkan volume atau kuantitas keluaran meningkat secara signifikan.

Istilah antropometri berasal dari kata "anthro" yang berarti manusia dan "metri" yang berarti ukuran. Secara definitif, antropometri dapat dinyatakan sebagai studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Antropometri secara luas digunakan untuk mempertimbangkan aspek ergonomis dalam perancangan produk maupun sistem kerja yang memerlukan interaksi manusia. Aspek-aspek ergonomi dalam proses perancangan fasilitas merupakan faktor penting dalam mendukung peningkatan pelayanan dan produksi.

Antropometri adalah pengukuran dimensi tubuh atau karakteristik fisik lain yang relevan dengan desain sesuatu yang dipakai manusia. Tujuan

dari antropometri adalah untuk menciptakan keserasian antara manusia dengan sistem kerja (sistem manusia-mesin), sehingga tenaga kerja dapat bekerja dengan nyaman, baik, dan efisien. Oleh karena itu, perancangan tempat kerja dan peralatan pendukungnya sangat penting agar sisi negatif pada setiap produk dapat diminimalkan.

## B. Penilaian Kuesioner

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif dengan analisis pekerjaan. Tujuannya adalah untuk memberikan deskripsi, gambaran yang sistematis, faktual, dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat, serta hubungan antar fenomena yang diselidiki. Kemudian, data tersebut dianalisis, diinterpretasi, dan digeneralisasi untuk menetapkan sifat-sifat dan kriteria pekerjaan yang baik. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi:

1. Observasi

Studi yang disengaja dan sistematis tentang fenomena sosial dan gejala-gejala fisik dengan cara mengamati dan mencatat. Dalam penelitian ini, peneliti mengamati postur kerja operator di PT. Florindo Makmur.

2. Survei dengan kuesioner

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan memberikan seperangkat pertanyaan tertulis kepada responden untuk dijawab. Kuesioner ini berisi pertanyaan yang berkaitan dengan masalah yang diteliti dalam proses penelitian. Adapun jenis kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ)

- b. Kuesioner tertutup dan terbuka, yaitu kuesioner yang berisi pernyataan mengenai atribut fasilitas kerja dan karakteristik produk yang dibutuhkan dan diinginkan oleh pekerja.

3. Metode wawancara, teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan wawancara secara langsung kepada pemilik industri dan para pekerja untuk mendapatkan informasi yang diperlukan untuk menunjang penyelesaian masalah.

4. Metode Pengukuran Antropometri, adalah pengukuran terhadap dimensi tubuh pekerja dan dimensi kaki mahasiswa, dimana dimensi-dimensi tersebut digunakan pada produk yang akan dirancang

Kuesioner adalah lembar atau *form* yang berisi pertanyaan-pertanyaan kepada responden tentang keluhan apa saja yang dialami oleh teknisi pada

saat bekerja. Syarat yang dibutuhkan untuk mengisi kuesioner ini adalah pertanyaannya harus jelas dan sesuai dengan tujuan penelitian.

1. Pendapat personel

Mendefinisikan variansi aktual dan harapan. Pada tahapan ini dikumpulkan data-data dari penilaian postur kerja teknis. Membuat Matriks Variansi pada tahapan ini tidak dilakukan oleh peneliti karena hanya berupa usulan yang akan diberikan ke perusahaan.

2. Pendapat *stakeholder*

- a. Menganalisa peran personil. Pada tahapan ini mengidentifikasi permasalahan sebelumnya kemudian dihubungkan dengan peran personel.
- b. Mengalokasikan fungsi dan penggabungan desain. Pada tahapan ini peneliti menentukan rancangan desain yang akan dibuat.
- c. Menganalisis persepsi dan tanggung jawab Pada tahapan ini peneliti melakukan analisis pendapat dari manager.

3. Poster Kerja

Penilaian postur kerja melibatkan berbagai posisi tubuh saat bekerja, termasuk berdiri, duduk di kursi atau alas duduk lain, berlutut, jongkok, menjangkau objek, menekuk atau memuntir tubuh, dan lain-lain. Umumnya, operator bekerja dalam posisi duduk atau berdiri. Ketika berdiri tegak, bagian lumbar tulang belakang secara alami membentuk sudut cekung (konkaf), sedangkan saat duduk tegak, lumbar membentuk sudut cembung (konveks). Posisi berdiri menyebabkan beban fisiologis lebih besar dibandingkan posisi duduk. Apabila dilakukan dalam jangka waktu lama tanpa gerakan kaki, peredaran darah dapat terhambat dan terakumulasi di kaki. Sebaliknya, posisi duduk memungkinkan pengurangan beban statis pada segmen tubuh tertentu dan memperbaiki sirkulasi darah, meskipun duduk dalam waktu lama juga dapat menimbulkan kerugian.

Postur kerja yang tidak optimal dapat menyebabkan masalah kesehatan kerja. Area kerja, desain fasilitas, dan tata letak objek yang digunakan dalam bekerja akan mempengaruhi postur kerja. Dalam aktivitas kerja manual, pengendalian biasanya dilakukan dengan tangan atau kaki. Postur tangan atau kaki akan mempengaruhi postur segmen tubuh lainnya dan sebaliknya. Oleh karena itu, diperlukan perancangan dan pengaturan stasiun kerja yang sesuai untuk menghasilkan postur kerja yang optimal.

Sikap dalam bekerja diklasifikasikan menjadi tiga yaitu Sikap Kerja Duduk, Sikap Kerja Berdiri, dan Sikap Kerja Duduk Berdiri. Penilaian postur kerja dilakukan menggunakan metode REBA.

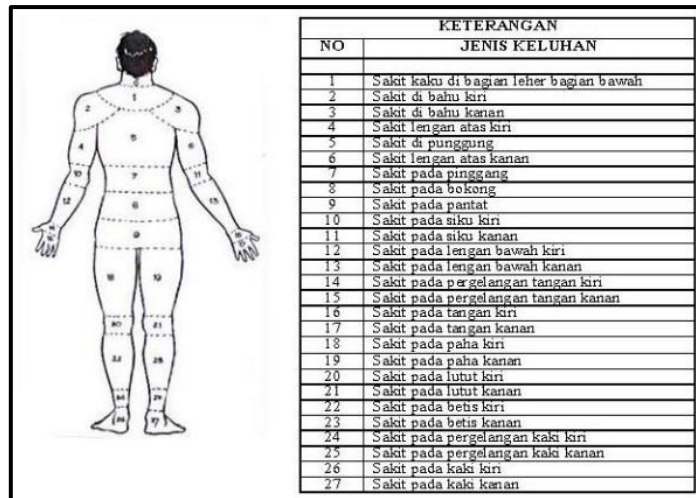
### C. Perkembangan Standard Nordic Questionnaire (SNQ)

*Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) merupakan alat yang dapat mengetahui bagian bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari tidak sakit (TS), agak sakit (AS), sakit (S) dan sangat sakit (SS). Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. SNQ merupakan suatu instrumen untuk menilai segmen-segmen tubuh yang dirasakan operator (menurut persepsi operator), apakah sangat sakit, sakit, agak sakit, dan tidak sakit. Pekerjaan ini dilakukan secara manual dengan sikap kerja yang tidak alamiah serta dilakukan dalam waktu yang lama.

*Musculoskeletal Disorders* (MSDs) MSDs merupakan gangguan yang terjadi pada tubuh manusia akibat dari kegiatan tubuh selama bergerak terlalu menerima beban berat yang dapat menyebabkan kelelahan otot. Kondisi manusia dikatakan tidak aman bila kesehatan dan keselamatan pekerja mulai terganggu. Dengan keluhan pada musculoskeletal merupakan salah satu indikasi adanya gangguan kesehatan dan keselamatan kerja.

### D. Penilaian dengan Standard Nordic Questionnaire (SNQ)

Keluhan *muskuloskeletal* adalah keluhan pada bagian otot rangka yang dirasakan oleh seseorang, mulai dari keluhan sangat ringan hingga sangat sakit. Beban statis yang diterima otot secara berulang dalam waktu yang lama dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen, dan tendon. Keluhan hingga kerusakan ini biasanya disebut *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) atau cedera pada sistem *muskuloskeletal*. Jika pekerjaan berulang dilakukan dengan cara yang nyaman, sehat, dan sesuai standar ergonomis, maka gangguan *muskuloskeletal* dapat dihindari, sehingga pekerjaan dapat berlangsung dengan efektif dan efisien. Dengan menganalisis peta tubuh seperti pada Gambar 1, dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot rangka yang dirasakan oleh pekerja.

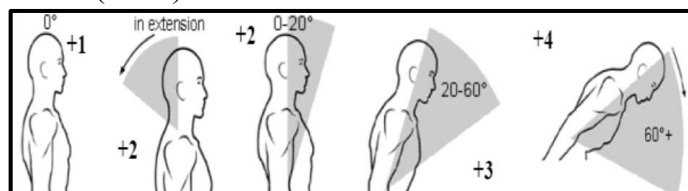


**Gambar 14.1** *Standard Nordic Questionnaire (SNQ) Postur Kerja*

Di dunia industri khususnya industri manufaktur yang banyak menggunakan tenaga manusia (*manual work*), produktivitas kerja sangat dipengaruhi oleh performansi tenaga kerja.

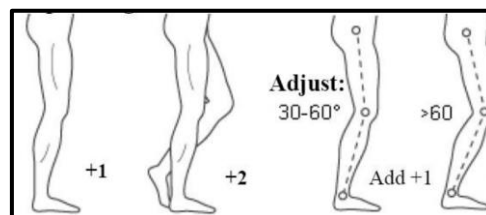
REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) merupakan suatu metode penilaian postur untuk menilai faktor resiko gangguan tubuh keseluruhan. Faktor postur tubuh kiri dan kanan dari batang tubuh (*trunk*) dan leher (*neck*). Pada masing-masing grup diberikan suatu skala postur tubuh dan suatu pernyataan tambahan. Diberikan juga faktor beban/kekuatan dan *coupling*. Berikut ini adalah faktor-faktor yang dinilai pada metode REBA.

#### 1. Batang Tubuh (*trunk*)



**Gambar 14.2** Postur Batang Tubuh REBA

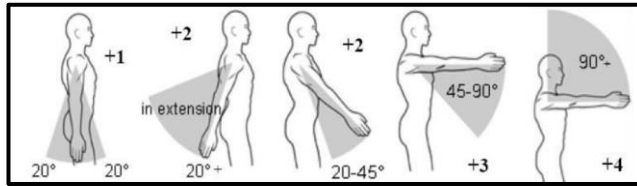
#### 2. Kaki (*legs*)



**Gambar 14.3** Postur Kaki REBA

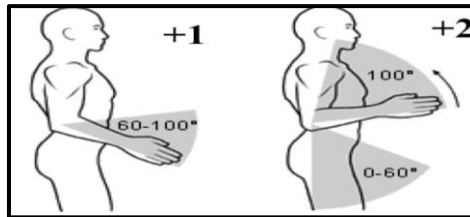
### 3. Beban (*load*)

#### a. Lengan atas (*upper arm*)



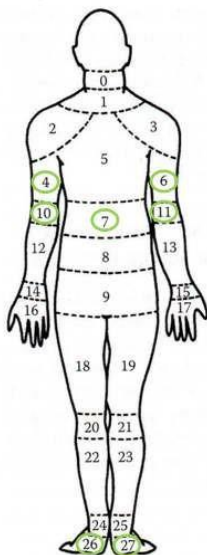
**Gambar 14.4** Postur Lengan Atas REBA

#### b. Lengan bawah (*lower arm*)



**Gambar 14.5** Postur Lengan Bawah REBA


Data SNQ digunakan untuk melihat persentase keluhan bagian tubuh operator produksi yang mengalami keluhan setelah bekerja. Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) berdasarkan *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) dapat dilihat pada gambar berikut:



Keterangan:

= Tidak sakit

= Agak sakit

 = Sakit

 = Sangat sakit



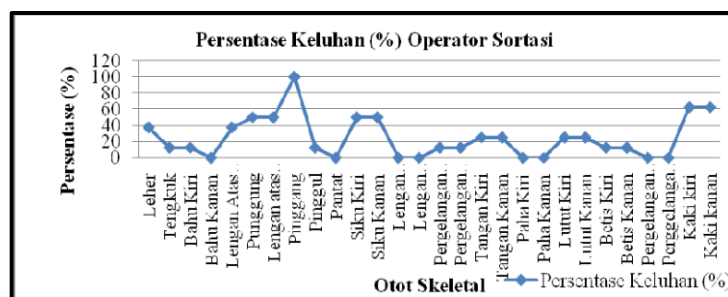
**Gambar 14.6** Keluhan MSDs

### 1. Studi Kasus

PT. Bumi Sama Ganda merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan minyak kelapa sawit menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel Oil* (PKO). PT. Bumi Sama Ganda berada di Jln.

penyortiran TBS, menaikkan buah mentah atau Buah busuk ke atas truk dengan beban yang diangkat rata-rata 15-20 Kg. Operator memilah TBS untuk dibawa ke stasiun selanjutnya dengan postur membungkuk dan berdiri sekitar 15-20 menit untuk penyortiran satu truk TBS, lalu dibawa ke stasiun *loading ramp*, kemudian mengisi TBS kedalam lori untuk diproses selanjutnya sampai menjadi CPO. Postur kerja operator dengan tubuh membungkuk dan berdiri memiliki frekuensi pergerakan 70 kali per operator setiap hari dan dilakukan berulang-ulang.

Berdasarkan keluhan yang dirasakan oleh operator sortasi yang diperoleh dari pengumpulan data kuesioner SNQ, persentase bobot keluhan yang dirasakan setiap operator sortasi dapat dilihat pada gambar 8 berikut.



**Gambar 14.7** Persentase Keluhan (%) Operator Sortasi

Gambar 14.8 Menunjukkan bahwa persentase keluhan operator sortasi tertinggi adalah 100% pada otot skeletal pinggang. Berikut rekapitulasi persentase bobot keluhan operator sortasi dapat dilihat pada tabel dibawah.

**Tabel 14.1** Rekapitulasi Persentase Bobot Keluhan Operator Sortasi

No	Otot Skeletal	Persentase Keluhan (%)
0	Leher	37,5%
1	Tengkuk	12,5%
2	Bahu Kiri	12,5%
3	Bahu Kanan	0%
4	Lengan Atas Kiri	37,5%
5	Punggung	50%
6	Lengan atas kanan	50%
7	Pinggang	100%
8	Pinggul	12,5%

9	Pantat	0%
10	Siku Kiri	50%
11	Siku Kanan	50%
12	Lengan bawah kiri	0%
13	Lengan bawah kanan	0%
14	Pergelangan tangan Kiri	12,5%
15	Pergelangan tangan kanan	12,5%
16	Tangan Kiri	25%
17	Tangan Kanan	25%
18	Paha Kiri	0%
19	Paha Kanan	0%
20	Lutut Kiri	25%
21	Lutut Kanan	25%
22	Betis Kiri	12,5%
23	Betis Kanan	12,5%
24	Pergelangan kaki kiri	0%
25	Pergelangan Kaki kanan	0%
26	Kaki kiri	62,5%
27	Kaki kanan	62,5%

Tabel 14.1 Menunjukkan bahwa persentase bobot keluhan operator sortasi tertinggi adalah keluhan pada otot skeletal 7 (pinggang) sebesar 100%, semua operator yang bekerja pada stasiun sortasi merasakan sakit pada otot skeletal tersebut.

## E. Rangkuman

1. *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ) adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi keluhan otot skeletal pada pekerja berdasarkan tingkat keparahan (tidak sakit, agak sakit, sakit, dan sangat sakit).



2. Pendekatan ergonomi dalam perancangan sistem kerja bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih manusiawi dengan mempertimbangkan faktor fisik dan psikologis pekerja. Pengukuran antropometri juga digunakan untuk memastikan desain tempat kerja yang sesuai dengan dimensi tubuh pekerja. Penelitian ini bersifat deskriptif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi, kuesioner SNQ, wawancara, dan pengukuran antropometri. Studi kasus di PT. Bumi Sama Ganda menunjukkan bahwa postur kerja membungkuk dan berdiri dalam waktu lama meningkatkan risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs), terutama pada bagian pinggang dengan keluhan mencapai 100%.
3. Metode REBA digunakan untuk menilai faktor risiko postur kerja dan memberikan rekomendasi perbaikan ergonomis untuk mengurangi beban kerja dan meningkatkan kenyamanan serta produktivitas pekerja.

## F. Soal Latihan

1. Apa tujuan utama dari *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ)?
  - a. Menilai produktivitas pekerja
  - b. Mengidentifikasi keluhan otot skeletal pekerja
  - c. Mengukur kapasitas kerja mesin
  - d. Menentukan efisiensi penggunaan energi pekerja
2. Mengapa pendekatan ergonomi penting dalam perancangan sistem kerja?
  - a. Untuk meningkatkan keuntungan perusahaan
  - b. Agar pekerja dapat bekerja lebih cepat
  - c. Untuk menciptakan lingkungan kerja yang nyaman, aman, dan efisien
  - d. Agar perusahaan dapat mengurangi jumlah pekerja
3. Metode apa yang digunakan untuk menilai faktor risiko postur kerja dalam penelitian ini?
  - a. REBA
  - b. SNQ
  - c. SWOT
  - d. DMAIC
4. Bagian tubuh mana yang mengalami keluhan tertinggi dalam studi kasus PT. Bumi Sama Ganda?
  - a. Leher
  - b. Lengan bawah
  - c. Pinggang
  - d. Pergelangan kaki

5. Apa dampak dari postur kerja yang tidak optimal dalam jangka panjang?
  - a. Meningkatkan efisiensi kerja
  - b. Mengurangi risiko kecelakaan kerja
  - c. Memicu gangguan muskuloskeletal seperti MSDs
  - d. Mempercepat waktu produksi
6. Apa yang dimaksud dengan Musculoskeletal Disorders (MSDs)?
  - a. Penyakit yang disebabkan oleh virus
  - b. Gangguan pada sistem otot dan rangka akibat beban kerja berulang
  - c. Cedera akibat kecelakaan kerja
  - d. Penyakit pernapasan akibat lingkungan kerja yang buruk
7. Apa teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini?
  - a. Observasi, kuesioner, wawancara, dan pengukuran antropometri
  - b. Survei online, eksperimen, dan simulasi
  - c. Focus group discussion dan wawancara
  - d. Studi pustaka dan analisis data sekunder
8. Apa manfaat utama dari pengukuran antropometri dalam desain tempat kerja?
  - a. Untuk meningkatkan estetika ruang kerja
  - b. Agar desain tempat kerja sesuai dengan dimensi tubuh pekerja
  - c. Mengurangi biaya produksi
  - d. Memastikan semua pekerja memiliki ukuran tubuh yang sama
9. Apa yang dimaksud dengan REBA dalam penelitian ergonomi?
  - a. Metode untuk mengukur efektivitas kerja
  - b. Metode untuk menilai risiko postur tubuh secara keseluruhan
  - c. Sistem penilaian kinerja karyawan
  - d. Model pengukuran kesejahteraan pekerja
10. Apa rekomendasi utama untuk mengurangi risiko keluhan otot skeletal pada pekerja?
  - a. Meningkatkan jam kerja pekerja
  - b. Menggunakan metode ergonomi dalam perancangan tempat kerja
  - c. Menghilangkan seluruh pekerjaan manual
  - d. Meningkatkan beban kerja agar pekerja lebih terbiasa





## DAFTAR PUSTAKA

- Asih, Gusti Yuli., et al. 2018. Stres Kerja. Semarang: Semarang University Press.
- Chapanis, A. 1991. Psychology of system design. Elsevier.
- Dul, J., & Weerdmeester, B. 1993. Ergonomics for beginners: A quick reference guide. London, England: Elsevier.
- ErgoPlus Industrial. 2017. Step-by-Step Guides to Recommended Ergonomic Assessment Tools.
- Hancock, P. A., & Parasuraman, R. 2010. The Future of Neuroergonomics: Brain at Work in the 21st Century. Theoretical Issues in Ergonomics Science.
- Handayani, Sri. 2021. Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia. Bandung: CV. Media Sains Indonesia.
- Hasanah, U., Supinganto, A., Ariza, D., La Ode Marsudi, S., Sukmana, D. J., Alvionita, D. N., & Ka'bah, S. S. 2023. Buku Ajar Anatomi Fisiologi Manusia. Yogyakarta: Samudra Biru.
- Heizer, J., & Render, B. 2016. Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management (12th Edition). Boston: Pearson Education.
- Hendrick, H. W. 1997. Human factors and ergonomics in manufacturing. Wiley.
- Howard dan Welsh. 2007. Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling. California Department of Industrial Relations.
- Hutabarat, J. 2018. Kognitif Ergonomi: Aplikasi pada Pencantingan Batik Tulis dan Sopir Angkutan Kota. Malang: Mitra Gajayana.
- Hutabarat, Yulianus. 2017. Dasar dasar pengetahuan ergonomi. Malang. Media Nusa Creative
- Hutagaol, Rutmauli, dkk. 2022. Buku Ajar Anatomi Fisiologi. Yogyakarta: Zahir Publishing
- Ikawati, Y., dkk. 2001. Bagaimana Jantung Anda Diselamatkan. 2001. Jakarta: MAPIPTEK dan Pusat Jantung Nasional “Harapan Kita”.
- Iridiastadi, Hardianto dan Yassierli. 2015. Ergonomi Suatu Pengantar. Bandung: PT Remaja
- McAtamney, L., & Hignett, S. 2000. Rapid Entire Body Assessment (REBA). Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods.

- Mulcahy, D. E. 2007. *Materials Handling Handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Musa, S. M., Afrilia, E. M., & Lestari, M. 2024. *Fisika Kesehatan*. Pekalongan: Penerbit NEM.
- Nurmianto. 2003. *Pengantar ergonomi*. Jakarta, Indonesia.
- Parasuraman, R., & Rizzo, M. 2008. *Neuroergonomics: The Brain at Work*. Oxford University Press.
- Pheasant, S. 1991. *Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and the design of work*. Elsevier.
- Presser, H. B. 2003. *Working in a 24/7 Economy: Challenges for American Families*. Russell Sage Foundation.
- Pulat, B. M. 1992. *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Prentice Hall.
- Salvendy, G. 1997. *Handbook of human factors and ergonomics*. Wiley.
- Sanders, M. S., & McCormick, E. J. 1993. *Human factors in engineering and design*. McGraw-Hill.
- Schultz, D. P. 1982. *Psychology and Industry Today: An Introduction to Industrial and Organizational Psychology*. Macmillan Publishing Co.
- Sudjiono, Anas. 2005. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Sugiono, Putro, Wisnu, Wijayanto, Sari, Sylvie Indah Kartika. 2018. *Ergonomi Untuk Pemula (Prinsip dasar & Aplikasinya)*. Malang: UB Press
- Suma'mur, P. K. 1993. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. Jakarta: CV. Sagung Seto.
- Suma'mur, P. K. 2013. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*, Edisi Kedua. Jakarta: CV. Agung Seto.
- Suriya, Melti & Zuriati. 2019. *Buku Ajar Asuhan Keperawatan Medikal Bedah Gangguan pada Sistem Muskuloskeletal Aplikasi Nanda NIC & NOC*. Padang: Pustaka Galeri Mandiri.
- Susanti, Lusi dkk. 2015. *Pengantar Ergonomi Industri*. Padang: Andalas University Press.
- Tarwaka. 2004. *Ergonomi dalam Desain*. Bandung, Indonesia.
- Tim Dosen Laboratorium Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja Program Studi Teknik Industri. 2009. *Buku Ajar Ergonomi dan Perancangan Sistem*. Surabaya: Universitas Wijaya Putra

- Wargiono, D. (2021). *Desain Kursi Belajar Ergonomis (Studi Kasus di SMK Brantas Karangates Kabupaten Malang)*. Malang: Institut Nasional Nasional Malang.
- Wickens, C. D. (2008). *Engineering Psychology and Human Performance*. Pearson Education.
- Wickens, C. D., & Hollands, J. G. (2000). *Engineering psychology and human performance*. Prentice-Hall.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 1996. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2000. *Prinsip-prinsip Perancangan Berbasiskan Dimensi Tubuh (Antropometri) dan Perancangan Stasiun Kerja*. ITS: Surabaya
- Wilson, J. R., & Corlett, E. N. (1995). *Evaluation of human work*. CRC Press.
- Yassierli, Pratama, B.G., Pujiartati, A.D., Yamin, R.A.P. (2020). *Ergonomi Industri*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.





# GLOSARIUM

- Akromion** : Titik pada tulang bahu bagian atas yang digunakan sebagai acuan dalam pengukuran antropometri.
- Antropometri** : Ilmu yang mempelajari ukuran dan proporsi tubuh manusia untuk keperluan desain sistem kerja dan produk.
- Biomekanika** : Ilmu yang mengkaji gaya dan gerakan tubuh manusia dengan pendekatan mekanika.
- Dactylion** : Titik pengukuran antropometri di ujung jari tangan.
- Deformasi** : Perubahan bentuk atau struktur tubuh karena tekanan, beban, atau kelainan tertentu.
- Dinamometer** : Alat ukur gaya atau kekuatan otot, digunakan dalam ergonomi kerja fisik.
- Ektomorf** : Tipe tubuh dengan ciri kurus, kecil, dan sedikit lemak tubuh.
- Endomorf** : Tipe tubuh dengan ciri gemuk, bulat, dan lemak tubuh tinggi.
- Ergonomi** : Ilmu yang mempelajari penyesuaian antara manusia, alat, dan lingkungan kerja.
- Ergonomika** : Nama lain dari ergonomi, sering digunakan untuk menyebut bidang keilmuan ergonomi secara luas.
- Fibromyalgia** : Gangguan otot dan jaringan lunak yang menyebabkan nyeri menyebar dan kelelahan.
- Fibrous Dysplasia** : Penyakit tulang langka di mana jaringan fibrosa menggantikan jaringan tulang normal.
- Hemopoiesis** : Proses pembentukan sel-sel darah dalam tubuh, khususnya di sumsum tulang.
- Hypertrofi Ventrikel** : Penebalan otot jantung yang berlebihan, umumnya pada ventrikel kiri.
- Kinesiologi** : Studi tentang gerakan tubuh manusia, mencakup anatomi dan fisiologinya.
- Lordosis** : Lengkungan tulang belakang ke arah depan secara berlebihan, sering terjadi di punggung bawah.
- Mesomorf** : Tipe tubuh atletis, berotot, dan simetris.
- Myositis** : Peradangan pada jaringan otot yang menyebabkan



	rasa sakit dan kelemahan.
<b>Osteogenesis Imperfecta</b>	: Kelainan genetik yang membuat tulang menjadi sangat rapuh dan mudah patah.
<b>Osteomielitis</b>	: Infeksi pada tulang akibat bakteri atau jamur, menyebabkan nyeri dan pembengkakan.
<b>Osteon (Sistem Havers)</b>	: Unit struktural dasar dari tulang keras yang terdiri dari kanal Havers dan lamella.
<b>Persentil (P5, P50, P95)</b>	: Ukuran statistik dalam antropometri untuk mendesain berdasarkan distribusi ukuran tubuh.
<b>Popliteal</b>	: Area belakang lutut, digunakan dalam pengukuran tinggi duduk.
<b>Postur Statik</b>	: Posisi tubuh yang dipertahankan dalam waktu lama, misalnya berdiri atau duduk terlalu lama.
<b>Postur Dinamis</b>	: Posisi tubuh yang berubah-ubah, seperti saat berjalan atau bekerja bergerak.
<b>Psikofisik</b>	: Hubungan antara faktor psikologis dan respons fisik tubuh dalam ergonomi.
<b>Rakhitis</b>	: Kelainan tulang akibat kekurangan vitamin D, kalsium, atau fosfat, umumnya pada anak-anak.
<b>Shear Stress</b>	: Gaya geser yang bekerja di sepanjang pembuluh darah atau jaringan tubuh.
<b>Spasme Otot</b>	: Kontraksi otot yang tiba-tiba dan tidak terkendali, biasanya disertai nyeri.
<b>Tenosinovitis</b>	: Peradangan pada selubung tendon, umumnya karena aktivitas berulang.
<b>Trabekula</b>	: Jaringan penyusun tulang spons yang menyerupai jaring-jaring.
<b>Workload</b>	: Beban kerja fisik maupun mental yang harus dilakukan seseorang dalam sistem kerja.
<b>Zona Netral</b>	: Wilayah kerja ergonomis di mana gerakan tubuh dilakukan dengan minimal ketegangan otot.

# INDEKS

## A

akademik, 28  
aksesibilitas, 176  
aktivitas, xi, xii, xiii, xiv, 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 28,  
35, 37, 45, 46, 51, 58, 64, 65, 79, 80, 83,  
84, 87, 88, 89, 93, 95, 98, 107, 110, 111,  
115, 121, 133, 135, 137, 138, 143, 144,  
154, 157, 158, 160, 165, 171, 173, 178,  
183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190,  
194, 196, 198, 200, 212, 226  
antropometri, i, xi, xiv, 3, 4, 6, 11, 12, 13, 14,  
19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 40, 75, 133,  
135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143,  
147, 149, 150, 151, 210, 211, 218, 219,  
225, 226

## B

biomekanika, i, xii, 3, 4, 7, 27, 28, 38, 41,  
195

## D

data, xi, 6, 11, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 64, 65,  
96, 115, 116, 122, 123, 129, 139, 140,  
141, 149, 163, 167, 185, 186, 211, 212,  
216, 218, 219  
desain, i, xi, xiv, 2, 3, 4, 5, 8, 11, 23, 80, 102,  
104, 121, 131, 133, 137, 138, 139, 140,  
141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149,  
150, 151, 172, 176, 180, 181, 194, 197,  
210, 212, 218, 219, 225, 232  
distribusi, 21, 54, 103, 108, 123, 202, 226

## E

E-Business, xi  
emisi, 108, 110, 117  
empiris, 166  
ergonomi, i, xi, xiv, xv, 1, 2, 3, 5, 8, 9, 12, 23,  
45, 46, 47, 49, 56, 58, 59, 65, 67, 75, 76,  
77, 80, 82, 87, 89, 90, 131, 133, 134, 139,  
140, 144, 147, 148, 149, 151, 170, 171,  
172, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181,  
182, 183, 184, 185, 189, 190, 209, 210,  
218, 219, 221, 222, 225, 226, 232

## F

*Feedback*, 179

fisik, i, xii, xiii, xv, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 14,  
27, 28, 34, 42, 64, 81, 83, 87, 88, 91, 92,  
108, 114, 125, 136, 137, 138, 139, 140,  
142, 143, 144, 149, 151, 153, 155, 158,  
159, 160, 161, 164, 166, 168, 170, 171,  
172, 178, 180, 181, 184, 185, 186, 187,  
189, 190, 193, 194, 195, 196, 198, 200,  
201, 202, 203, 204, 205, 206, 210, 211,  
218, 225, 226, 232  
fisiologi, i, xvi, 2, 3, 7, 27, 40, 171, 183, 184,  
189, 210  
fleksibilitas, 60, 76, 80, 90, 144, 145, 150,  
169, 170  
fluktuasi, 187

## G

genetika, 38  
globalisasi, 157, 183

## I

inklusif, 141  
integrasi, 3, 6  
interaktif, 89, 172

## K

kerja, i, iv, xi, xii, xiii, xiv, xv, xvi, xvii, 1, 2, 3,  
4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 19,  
20, 23, 24, 27, 28, 31, 32, 39, 41, 45, 46,  
47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58,  
59, 63, 64, 65, 66, 67, 74, 75, 76, 77, 79,  
80, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 91, 92,  
93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102,  
103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110,  
111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118,  
119, 121, 122, 123, 133, 134, 135, 136,  
137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144,  
145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153,  
154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161,  
162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169,  
170, 171, 172, 175, 176, 177, 178, 179,  
180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187,  
188, 189, 190, 193, 194, 195, 196, 197,  
198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205,  
206, 207, 209, 210, 211, 212, 213, 214,  
216, 218, 219, 225, 226, 232  
kesehatan, xv, xvi, xvii, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 37,  
45, 65, 80, 81, 84, 85, 87, 93, 94, 99, 102,  
106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113,  
115, 118, 119, 134, 135, 136, 137, 139,  
144, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156,

157, 158, 159, 161, 164, 168, 169, 170,  
175, 177, 178, 180, 183, 185, 190, 193,  
194, 195, 197, 198, 201, 202, 205, 206,  
209, 212, 213  
kolaborasi, 3, 83  
kompensasi, 83, 156, 204  
komprehensif, 6, 20, 59, 232  
konkret, 173

## L

lingkungan, i, xi, xii, xiii, xiv, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,  
8, 9, 11, 12, 45, 46, 59, 63, 80, 81, 83, 88,  
91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 101, 102,  
104, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 114,  
115, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 125,  
127, 130, 133, 134, 135, 136, 137, 139,  
140, 141, 145, 149, 155, 164, 166, 171,  
172, 173, 175, 176, 177, 179, 180, 181,  
184, 189, 196, 197, 198, 201, 202, 203,  
204, 205, 206, 210, 218, 219, 225

## M

manufaktur, 56, 154, 157, 176, 180, 214  
manusia, i, xi, xv, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11,  
12, 13, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30,  
31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42,  
74, 76, 79, 80, 87, 88, 91, 92, 93, 107,  
108, 109, 112, 115, 121, 133, 136, 138,  
139, 140, 141, 147, 149, 150, 151, 157,  
160, 161, 162, 164, 170, 171, 172, 174,  
175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184,  
186, 187, 189, 194, 195, 196, 199, 200,  
209, 210, 213, 214, 225  
material, xiii, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86,  
87, 88, 89, 108, 116, 135, 146  
mekanisme, xii, 3, 7, 23, 27, 28, 33, 38, 189,  
195, 201  
metodologi, 172  
mikroorganisme, 111

## N

Nutrisi, 13

## P

pekerja, i, xii, xiii, xiv, xv, xvi, xvii, 2, 3, 5, 6,  
7, 8, 10, 12, 14, 27, 46, 47, 48, 50, 51, 52,  
53, 54, 56, 58, 60, 63, 65, 66, 73, 74, 75,  
76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87,  
88, 89, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 100, 102,  
104, 105, 109, 117, 118, 119, 123, 127,  
133, 136, 137, 139, 140, 143, 144, 145,  
146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154,

155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 163,  
165, 167, 168, 169, 170, 176, 177, 178,  
181, 183, 185, 186, 190, 193, 194, 195,  
196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 204,  
205, 206, 209, 210, 211, 213, 217, 218,  
219

pekerjaan, i, xi, xv, xvi, 1, 5, 6, 7, 8, 13, 19,  
24, 46, 47, 48, 49, 58, 59, 60, 63, 64, 76,  
79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 90,  
96, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107,  
122, 123, 133, 134, 135, 136, 137, 138,  
139, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 149,  
150, 151, 153, 156, 158, 159, 160, 163,  
164, 165, 171, 175, 177, 178, 181, 183,  
184, 185, 186, 190, 193, 194, 195, 196,  
197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204,  
205, 206, 207, 211, 213, 219

pelatihan, xiii, 28, 79, 82, 87, 89, 90, 177,  
198

perancangan, i, xi, xii, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10,  
11, 12, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24,  
25, 27, 126, 141, 149, 151, 171, 177,  
209, 210, 211, 212, 218, 219, 232

*Persepsi*, 179, 181

posisi, xii, xiii, 5, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19,  
20, 21, 22, 27, 28, 38, 45, 46, 48, 50, 51,  
52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 63, 64, 67,  
69, 70, 71, 75, 84, 103, 130, 137, 140,  
141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148,  
149, 150, 151, 160, 183, 212

postur, i, xii, xiii, 4, 5, 6, 12, 13, 30, 31, 35,  
45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56,  
57, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70,  
71, 74, 75, 76, 77, 80, 81, 83, 84, 88, 102,  
141, 147, 149, 150, 183, 211, 212, 214,  
216, 218, 219, 232

## R

rasional, 210  
revolusi, 180

## S

*shift*, i, xv, 9, 153, 154, 155, 156, 157, 158,  
159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166,  
167, 168, 169, 170, 198

sistem, i, xi, xii, xiv, xv, xvi, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,  
8, 9, 10, 23, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35,  
37, 38, 40, 41, 42, 45, 46, 47, 58, 60, 64,  
74, 80, 81, 87, 88, 89, 92, 95, 102, 103,  
104, 109, 110, 111, 112, 113, 116, 117,  
118, 119, 121, 122, 123, 124, 125, 126,  
128, 133, 135, 138, 153, 154, 155, 158,  
161, 162, 164, 168, 169, 170, 172, 174,  
175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184,

189, 193, 196, 198, 200, 205, 209, 210,  
211, 213, 218, 219, 225, 226, 232  
stabilitas, 51, 135, 143  
stakeholder, 212

## T

tulang, 4, 7, 13, 15, 18, 19, 29, 30, 31, 32, 34,  
35, 36, 37, 40, 46, 58, 80, 135, 142, 144,  
148, 149, 150, 212, 225, 226, 229



## BIOGRAFI PENULIS



**Dr. Syarifuddin Nasution, S.Pi., MT**

Dosen dan peneliti di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma. Gelar doktor diraih dari Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB) tahun 2015. Gelar magister diraih dari Teknik dan Manajemen Industri, Institut Teknologi Bandung (ITB) tahun 2001. Gelar sarjana diraih dari Institut Pertanian Bogor (IPB) tahun 1994. Saat ini beliau menjabat sebagai Kepala Laboratorium Teknik Industri Menengah yang berfokus pada bidang ergonomi dan perancangan sistem kerja. Fokus penelitian selain di bidang ergonomi, yaitu pemodelan dan simulasi sistem dan *system dynamics*.



**Ainul Haq Parinduri, ST., MMSI**

Lulus Sarjana Teknik Industri tahun 2004 dan Magister Sistem Informasi pada tahun 2009 di Universitas Gunadarma. Sejak tahun 2009, penulis menjadi dosen tetap di jurusan Teknik Industri, Universitas Gunadarma. Saat ini beliau menjabat sebagai Wakil Kepala Laboratorium Teknik Industri Menengah. Penulis terlibat dalam penelitian dan pengabdian kepada masyarakat baik didanai oleh institusi maupun dana mandiri. Penelitian yang dilakukan adalah di bidang Ergonomi, Pengendalian Kualitas dan Perancangan Produk.



**Dr. Moehamad Adi Rochmat ST., MMSI**

Menyelesaikan pendidikan Diploma III pada program studi Teknik Mekanik Umum Politeknik Manufaktur Bandung pada tahun 2001. Pada tahun 2007 melanjutkan program pendidikan Ekstensi S1 Teknik Industri di Universitas Indonesia dan lulus pada tahun 2010. Gelar magister di Universitas Gunadarma pada program studi Manajemen Sistem Informasi dan selesai pada tahun 2016. Ketertarikan dengan ergonomi dan teknologi informasi menjadikan kedua pembahasan tersebut sebagai objek penelitiannya dalam program pendidikan Doktoral Teknologi Informasi Universitas Gunadarma yang diselesaikan pada tahun 2023. Hingga saat ini masih aktif sebagai Dosen Tetap Program Studi Teknik Industri Universitas Gunadarma dan Staff Laboratorium Teknik Industri Menengah.



**Ir. Stephanus Benedictus Bera Liwun, S.T., M.Si., IPM**

Memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada tahun 2011 pada Program Studi Teknik Industri, Universitas Gunadarma. Gelar Magister Sains (M.Si.) pada tahun 2014 di Program Studi Psikologi Industri dan Organisasi. Pada tahun 2024, beliau melanjutkan studi pada Program Profesi Insinyur di Institut Pertanian Bogor dan lulus di tahun yang sama dengan predikat *cum laude*. Saat ini beliau aktif mengajar sebagai dosen tetap di jenjang sarjana Program Studi Teknik Industri, Universitas Gunadarma. Beliau juga menjadi staf Laboratorium Menengah Teknik Industri yang berfokus pada bidang ergonomi dan perancangan sistem kerja. Fokus penelitian selain di bidang ergonomi, yaitu agroindustri.



# **PENGANTAR ERGONOMIKA**

Buku ajar “Pengantar Ergonomika” disusun sebagai panduan dasar yang komprehensif dalam memahami prinsip-prinsip ergonomi. Ergonomi bukan sekedar ilmu tentang kenyamanan kerja, tetapi juga strategi penting dalam meningkatkan efisiensi, keselamatan, dan produktivitas di tempat kerja. Buku ini membahas secara sistematis aspek fisik, kognitif, dan organisasi dalam ergonomi mulai dari pengukuran kerja, analisis postur, desain alat kerja, hingga evaluasi beban kerja mental. Setiap bab dilengkapi dengan ilustrasi dan latihan soal untuk memperkuat pemahaman. Disusun berdasarkan pengalaman dan literatur penulis, buku ini diharapkan dapat menjadi referensi utama dalam perkuliahan maupun sumber bacaan bagi siapa saja yang tertarik terhadap perancangan sistem kerja dan ergonomi, serta sebagai bekal awal untuk riset-riset lanjutan di bidang ergonomi industri.