

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa teori atau referensi yang digunakan untuk menjadi dasar dalam pengerjaan penelitian ini. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai beberapa landasan teori yang mendukung pembahasan dan berguna dalam menganalisis dan mengolah data dalam penelitian ini.

### 2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian terdahulu yang mendasari penelitian ini antara lain:

1. Abbaszadeh, Zokaei, Zakerian dan Hassani (2012), melakukan penelitian untuk menilai risiko pada tugas repetitif yang dilakukan pekerja bagian perakitan di industri elektrik menggunakan *ART Tool*. Sebanyak 20 stasiun kerja perakitan dipilih untuk dinilai, namun sebelumnya peneliti melakukan *job analysis* dengan menggunakan *Hierarchical Task Analysis* (HTA). *ART Tool* digunakan untuk mengidentifikasi risiko pada tugas repetitif perakitan yang dapat berkontribusi dalam terjadinya *Upper Limb Disorders* (ULDs). Hasil penelitian menunjukkan bahwa 15% tugas memiliki risiko rendah, 55% memiliki risiko medium dan 35% memiliki risiko tinggi. Faktor risiko yang menyumbangkan risiko tinggi pada semua tugas adalah faktor genggaman tangan dan istirahat. Selain itu, faktor psikososial berupa sifat monotonis pekerjaan juga dikeluhkan pada semua tugas. Berdasarkan hasil tersebut, dibutuhkan perbaikan sesuai prinsip ergonomi untuk mengurangi tingkat risiko. Penggunaan *ART Tool* sangat sesuai dan tepat digunakan untuk menilai tugas repetitif yang dapat membantu perancangan sesuai dengan prinsip ergonomi.
2. McLeod, Zochowska, Leonard, Crow, Jacklin dan Franklin (2011), melakukan penelitian menggunakan *ART Tool* untuk membandingkan risiko *Upper Limb Disorders* (ULDs) pada pekerja peracikan *cytotoxic* manual dengan pekerja peracikan *cytotoxic* otomatis. Penelitian dilakukan pada unit farmasi rumah sakit di UK dengan melibatkan 21 sesi pengerjaan manual dan 4 sesi pengerjaan otomatis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui rata-rata skor paparan ULDs secara keseluruhan, mengetahui kategori tingkat paparan keseluruhan dan rata-rata skor risiko pada masing-masing 12 domain yang dinilai. Berdasarkan penilaian dengan *ART Tool*, diperoleh hasil bahwa aktivitas peracikan *cytotoxic*

dengan cara manual memiliki rata-rata skor paparan ULDs lebih tinggi yaitu 9,8 dibandingkan dengan cara otomatis yaitu 1. Seluruh sesi pengerjaan dengan cara otomatis yang diamati menghasilkan risiko ULDs rendah, sedangkan untuk manual terdapat 14 sesi yang memiliki risiko ULDs rendah dan 7 sesi sisanya medium. Secara keseluruhan, terdapat 8 domain pada sesi manual yang memiliki skor lebih tinggi daripada sesi otomatis. Domain yang memiliki risiko tinggi pada sesi manual adalah kepala/leher, tangan/genggaman tangan, kecepatan kerja dan faktor lainnya. Perbedaan yang signifikan antara manual dengan otomatis adalah pada domain gaya, pergerakan lengan dan postur lengan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah peracikan *cytotoxic* secara otomatis memiliki risiko ULDs rendah jika dibandingkan dengan cara manual. Selain itu, *ART Tool* tepat digunakan untuk membandingkan risiko ULDs untuk pengerjaan manual dan otomatis.

3. Tint, Traumann, Pille, Leisi dan Tuulik (2009), melakukan penelitian untuk memperbaiki lingkungan kerja operator komputer menjadi lebih ergonomis. Penelitian yang dilakukan meliputi penilaian terhadap risiko akibat kerja monotonis serta pengaruh kondisi iklim ruangan terhadap gangguan kesehatan pekerja. Penilaian terhadap kerja monotonis dilakukan dengan *ART Tool* pada 6 tempat kerja komputer. Hasil penilaian pada tempat kerja 1 adalah tingkat risiko ULDs medium pada tangan kanan dan kiri. Tempat kerja 2 dan 4 memiliki risiko ULDs tinggi pada tangan kanan dan medium pada tangan kiri, sedangkan tempat kerja 3, 5 dan 6 memiliki risiko ULDs medium pada tangan kanan dan rendah pada tangan kiri.
4. Muslim dan Rossary (2007), melakukan penelitian untuk mengidentifikasi masalah pada pekerjaan ringan yang berulang dengan menggunakan metode OCRA (*Occupational Repetitive Action*). Metode OCRA merupakan metode kuantitatif untuk mengidentifikasi cara kerja yang digunakan dalam pekerjaan berulang khusus alat gerak tubuh bagian atas. Penelitian dilakukan pada lini *packaging* detergen di PT X. Hasil penilaian kondisi awal, indeks OCRA menunjukkan angka 3,7 untuk alat gerak tubuh bagian atas kanan (berisiko) dan 3,32 untuk alat gerak tubuh bagian atas kiri (agak berisiko). Upaya penurunan risiko tersebut dilakukan dengan mengurangi tindakan teknis dan mengeliminasi postur tubuh yang tidak ergonomis dan membuat desain stasiun kerja baru.

Penilaian risiko dengan OCRA dilakukan kembali untuk membandingkan kondisi awal dengan kondisi setelah perbaikan. Hasilnya, indeks OCRA turun menjadi 0,72 untuk kedua alat gerak tubuh bagian atas.

Penelitian terdahulu tersebut menjadi dasar perbedaan serta masukan antara penelitian ini dengan penelitian terdahulu yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut ini.

**Tabel 2.1** Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Metode			Lingkup Industri	Rekomendasi Perbaikan
	HTA	OCRA	ART Tool		
Abbaszadeh, dkk. (2012)	√	-	√	Industri elektronik	Tidak
McLeod, dkk. (2011)	-	-	√	Unit farmasi	Tidak
Tint, dkk. (2009)	-	-	√	Perkantoran	Tidak
Muslim dan Rossary (2007)	-	√	-	Perusahaan detergen	Ya
Nafidah (2015)	-	-	√	Industri <i>catering</i> maskapai penerbangan	Ya

Seperti tiga penelitian terdahulu tersebut, pada penelitian ini identifikasi risiko ULDs dilakukan dengan menggunakan ART *Tool*. Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian terdahulu yang juga menggunakan ART *Tool* adalah objek dan lingkup penelitian serta pemberian rekomendasi perbaikan untuk mengurangi risiko ULDs. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan pada penelitian terdahulu dengan metode OCRA dapat menjadi pertimbangan dalam memberikan rekomendasi perbaikan pada penelitian ini.

## 2.2 ERGONOMI

Istilah “ergonomi” berasal dari bahasa latin yaitu *Ergon* (Kerja) dan *Nomos* (Hukum Alam) yang dapat didefinisikan sebagai suatu studi tentang pekerjaan. Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif, aman dan nyaman (Sutalaksana, 2006). Ergonomi merancang pekerjaan sesuai dengan pekerja, bukan memaksa pekerja untuk menyesuaikan diri dengan pekerjaan. Penerapan

ilmu ergonomi tersebut dapat membantu mengurangi stres dan menghilangkan berbagai potensi gangguan ergonomis.

Berbagai masalah ergonomi saat ini disebabkan oleh tuntutan tugas khusus yang membutuhkan peningkatan aktivitas berulang serta kurangnya teknologi yang dirancang secara ergonomis (Vogelbaum, 2005). Tugas khusus tersebut membutuhkan gerakan tangan, pergelangan tangan, lengan, bahu, punggung dan kaki yang akan berulang selama hari kerja. Beberapa pekerjaan di industri menyebabkan pekerja terpapar getaran yang berlebihan, kebisingan, ketegangan mata, gerakan berulang dan angkat berat. Selain itu, suhu kerja seperti dingin dan panas ekstrem dapat memperburuk dan meningkatkan stres ergonomis. Menyadari bahaya ergonomis di tempat kerja merupakan langkah pertama yang penting dalam memperbaiki dan meningkatkan perlindungan pekerja terhadap paparan bahaya.

### **2.3 UPPER LIMB DISORDERS (ULDS)**

*Upper Limb Disorders* (ULDs) merupakan gangguan fungsional yang dikarenakan kelelahan neuromuskuler akibat posisi tubuh yang statis atau karena gerakan yang berulang-ulang dalam waktu lama dari anggota tubuh bagian atas. ULDs mempengaruhi otot, tendon, ligamen, saraf atau jaringan lunak lainnya dan sendi pada ekstremitas atas termasuk leher, bahu, lengan, pergelangan tangan, tangan dan jari-jari (*Health and Safety Executive*, 2002).

Cedera ini berkembang secara bertahap tanpa adanya gejala yang jelas, namun tiba-tiba muncul dan berkembang dengan cepat. Ketidaknyamanan selama bekerja akan memperburuk secara bertahap hingga menyebabkan penghentian bekerja. Gangguan otot ini hanya membutuhkan beberapa hari untuk berkembang, namun akan memberikan dampak hingga berminggu-minggu, berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun (Simoneau, 2003).

Terdapat tiga jenis utama dari gangguan otot skeletal pada ekstremitas atas atau ULDs yaitu sebagai berikut.

1. *Tendon disorders* (*Tendinitis, Tenosynovitis, DeQuervain's disease, Ganglion Cyst dan Epicondylitis*)
2. *Nerve disorders dan neuro vascular disorders* (*Carpal tunnel syndrome, cubital tunnel syndrome, thoracic outlet syndrome dan hand arm vibration*)
3. *Back disorders*

Jika pekerjaan yang membawa risiko ULDs tidak dikelola dengan baik maka konsekuensi yang akan diterima perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Biaya akibat sakit yang dialami pekerja
2. Hilangnya pendapatan
3. Hilangnya kemampuan untuk bekerja
4. Permasalahan *quality control* dan produktivitas
5. Penurunan efisiensi
6. Biaya penggantian staf dan pelatihan
7. Risiko litigasi
8. Risiko citra buruk
9. Kenaikan asuransi dan biaya kompensasi untuk pekerja yang terluka

### 2.3.1 Faktor Risiko ULDs

Terdapat beberapa faktor risiko yang dapat menciptakan risiko ULDs di tempat kerja. Faktor risiko utama ULDs menurut *Health and Safety Executive* (2002) adalah seperti pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Faktor Risiko ULDs

Faktor risiko utama	Klasifikasi faktor risiko
Faktor pekerjaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pengulangan</li> <li>✓ Postur kerja</li> <li>✓ Kekuatan</li> <li>✓ Durasi paparan</li> </ul>
Faktor lingkungan kerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lingkungan kerja</li> <li>✓ Faktor psikososial</li> </ul>
Faktor pekerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Perbedaan individu</li> </ul>

Sumber: *Health and Safety Executive* (2002)

Faktor-faktor risiko tersebut dapat berinteraksi satu sama lain dalam menciptakan risiko ULDs secara keseluruhan. Berikut ini merupakan penjelasan lebih rinci tentang faktor-faktor risiko ULDs.

#### 1. Pengulangan

Pekerjaan dikatakan repetitif atau berulang-ulang ketika membutuhkan kelompok otot yang sama untuk digunakan secara berulang-ulang selama hari kerja atau ketika membutuhkan gerakan yang harus sering dilakukan untuk jangka waktu yang lama. Cepat atau lamanya pengulangan tidak memberikan waktu yang cukup untuk *recovery* dan dapat menyebabkan kelelahan otot. Hal ini disebabkan karena

menipisnya energi dan meningkatnya sisa metabolisme. Beban berulang dari jaringan lunak dapat menyebabkan peradangan, degenerasi dan perubahan mikroskopis. Gerakan yang cepat dan percepatan membutuhkan kekuatan otot yang tinggi.



**Gambar 2.1** Contoh pengulangan gerakan  
Sumber: *Health and Safety Executive* (2002)

## 2. Postur kerja

Postur kerja dapat meningkatkan risiko cedera ketika tidak tepat atau canggung dan ditahan dalam posisi statis untuk waktu yang lama. Postur yang canggung adalah dimana bagian tubuh digunakan di luar posisi netral. Posisi netral adalah sumbu tubuh dan kepala yang tegak, lengan di sisi samping tubuh, lengan bawah menggantung lurus dari lengan atas dan tangan dalam posisi seperti saat berjabat tangan. Ketika postur tubuh tidak tepat, diperlukan upaya otot tambahan untuk mempertahankan posisi tubuh sehingga mengakibatkan gesekan dan kompresi struktur jaringan lunak juga dapat menyebabkan cedera. Selain itu, postur statis dapat membatasi aliran darah ke otot dan tendon sehingga menyebabkan sedikit kesempatan untuk *recovery* dan membuang sisa metabolisme. Otot yang bekerja saat postur statis menyebabkan kelelahan menjadi sangat cepat. Risiko ULDs akan berhubungan dengan berapa kali postur diulang, kekuatan yang dibutuhkan, dan lamanya postur tersebut dalam kondisi tidak tepat.



**Gambar 2.2** Contoh postur yang tidak tepat  
Sumber: *Health and Safety Executive* (2002)

## 3. Kekuatan

Tingkat kekuatan yang dihasilkan oleh otot dipengaruhi oleh sejumlah faktor berikut ini.

- a. Postur kerja, tingkat usaha otot akan meningkat bila bagian dari tubuh dalam postur yang canggung.
- b. Ukuran dan berat benda yang ditangani.
- c. Kecepatan gerakan, dibutuhkan kekuatan yang lebih di awal dan akhir ketika melakukan gerakan cepat, misalnya saat bekerja dengan palu.
- d. Alat atau peralatan yang bergetar, dibutuhkan kekuatan pegangan yang lebih dalam bekerja dengan peralatan bergetar.

Penggunaan kekuatan yang berlebihan dapat menyebabkan kelelahan dan jika berkelanjutan dapat menyebabkan cedera. Kebutuhan pekerjaan untuk memegang bahan baku, produk atau alat merupakan faktor risiko potensial jika menggunakan kekuatan yang berlebihan. Jumlah gaya yang dibutuhkan dalam memegang objek dapat dipengaruhi oleh jenis *grip* yang digunakan, postur pergelangan tangan, paparan dingin dan getaran serta efek penggunaan sarung tangan.



**Gambar 2.3** Kekuatan gengaman tangan  
Sumber: *Health and Safety Executive* (2002)

#### 4. Durasi paparan

Durasi merupakan konsep penting dalam menilai risiko gangguan *musculoskeletal*. Durasi mengacu pada lamanya tugas dilakukan misalnya empat jam per hari atau lima hari per minggu. Tubuh yang melakukan pekerjaan dalam waktu yang lama tanpa istirahat akan meningkatkan risiko cedera. Tubuh membutuhkan waktu untuk *recovery* atau pemulihan dari tugas-tugas yang dilakukan.

#### 5. Lingkungan kerja

Lingkungan Kerja mengacu pada aspek lingkungan kerja fisik yang dapat meningkatkan risiko ULDs. Aspek-aspek tersebut meliputi getaran, suhu dingin dan pencahayaan.

##### a. Getaran

Getaran dapat meningkatkan risiko ULDs dan diketahui menyebabkan

*vibration white finger* dan *carpal tunnel syndrome*, kehilangan *sense of touch* atau temperatur, nyeri sendi dan kehilangan kekuatan pegangan.

b. Suhu dingin

Paparan dingin dapat menyebabkan aliran darah menurun ke tangan dan tungkai atas, penurunan sensasi dan ketangkasan, penurunan kekuatan pegangan maksimum dan peningkatan aktivitas otot yang merupakan respon alami tubuh atas rasa dingin. Bekerja di suhu dingin, penanganan produk dingin atau mengalami hembusan udara dingin di bagian tubuh membutuhkan suatu alat pelindung diri seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 berikut ini.



**Gambar 2.4** Contoh bekerja dalam kondisi dingin  
Sumber: *Health and Safety Executive* (2002)

c. Pencahayaan

Tuntutan visual tugas menjadi pertimbangan penting karena postur seorang pekerja dapat sebagian besar ditentukan oleh apa yang mereka butuhkan dalam melihat. Cahaya redup, bayangan, silau atau kedipan cahaya dapat mendorong pekerja untuk bekerja dalam posisi leher membungkuk dan postur bahu yang buruk untuk melihat pekerjaan mereka. Hal ini akan memperburuk efek dari faktor-faktor risiko ULDs lainnya.

6. Faktor psikososial

Faktor risiko psikososial umum terjadi pada gangguan ekstremitas atas. Aspek penting dari desain kerja meliputi kontrol terhadap pekerjaan, tingkat tuntutan pekerjaan, variasi tugas yang harus diselesaikan dan dukungan dari *supervisor* dan rekan kerja.

7. Perbedaan individu

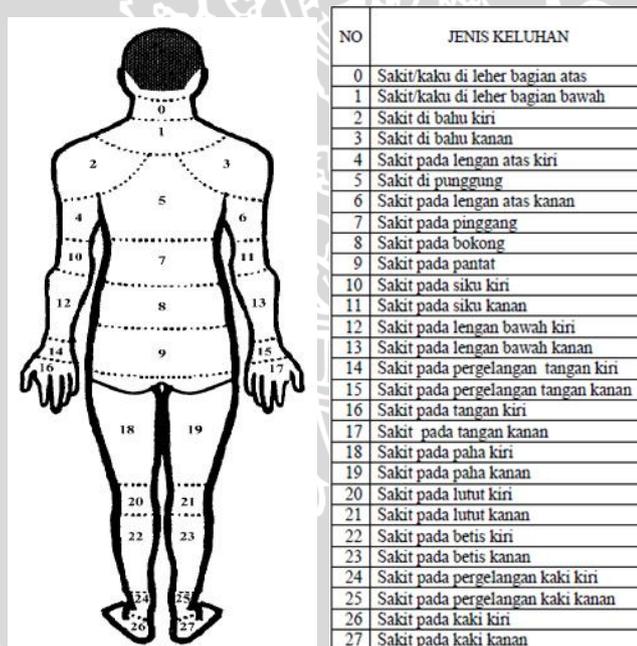
Setiap individu berbeda-beda dan untuk alasan biologis memungkinkan adanya perbedaan dalam perkembangan gangguan ULDs dalam dirinya. Perbedaan

individu juga mungkin memiliki implikasi bagi karyawan dalam melaporkan jenis kondisi ULDs.

### 2.3.2 Gejala Risiko ULDs

Gejala ULDs di daerah yang terkena bisa meliputi rasa sakit, sesak, rasa nyeri, kram, mati rasa dan kelemahan otot. Gejala-gejala tersebut cenderung berkembang secara bertahap. Gejala dapat hadir sepanjang waktu namun cenderung diperparah dengan melakukan tugas yang berulang-ulang. Gejala dapat berkisar dari ringan sampai parah.

Untuk dapat memperoleh gambaran gejala ULDs tersebut, dapat menggunakan kuisioner *Nordic Body Map* (NBM) yaitu salah satu *checklist* ergonomi berupa peta tubuh untuk mengetahui keluhan rasa sakit pada tubuh. Tingkat keluhan tersebut berupa skala mulai dari tidak sakit, agak sakit, sakit hingga sangat sakit. Kuisioner ini paling sering digunakan karena sudah terstandarisasi dan tersusun rapi (Zulfiqor, 2010). Peta tubuh yang digunakan terdiri dari 28 segmen tubuh seperti pada Gambar 2.5 berikut ini.



Gambar 2.5 *Nordic Body Map*  
Sumber: Tirtayasa (2003)

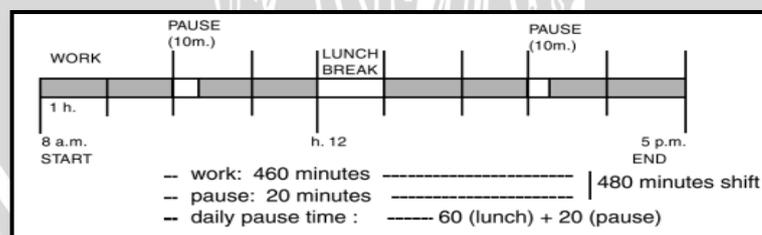
### 2.3.3 Pendekatan Ergonomi dalam Mengurangi Risiko ULDs

Pendekatan ergonomi penting dalam mengembangkan intervensi untuk mengurangi risiko. Berikut ini merupakan upaya mengurangi risiko ULDs melalui pendekatan ergonomi menurut *Health and Safety Executive* (2002).

1. Perubahan terhadap tugas kerja yang meliputi rancang ulang stasiun kerja dan peralatan kerja serta penyediaan peralatan yang telah disesuaikan dengan kebutuhan pekerja dan pekerjaan. Rotasi pekerjaan atau otomatisasi akan bermanfaat juga dalam mengurangi risiko ULDs
2. Perubahan lingkungan dapat mencakup modifikasi pada kondisi termal, paparan getaran atau tingkat pencahayaan. Perubahan untuk memengaruhi faktor psikososial juga diperlukan. Sebuah tinjauan dari organisasi seperti pengurangan jam kerja atau perubahan penjadwalan waktu istirahat, pemberian insentif juga akan membantu mengurangi risiko.
3. Pelatihan atau *training* bagi pekerja juga diperlukan untuk mendukung perubahan lainnya.

#### 2.4 REPETITIVE TASK

*Repetitive Task* atau tugas berulang merupakan faktor risiko ergonomi terpenting dalam banyak pekerjaan di dunia industri. Faktor risiko ini seringkali didefinisikan sebagai penyebab sindrom *Upper Limb Disorders* (ULDs) atau disebut juga *Repetitive Strain Injuries* (RSI). Dalam melakukan penilaian risiko terhadap tugas berulang, perlu mengetahui karakteristik dari tugas tersebut. Tugas berulang untuk alat gerak tubuh bagian atas dapat didefinisikan sebagai suatu aktivitas berturut-turut yang berlangsung selama setidaknya 1 jam, dimana subjek melakukan siklus pekerjaan yang serupa dalam durasi yang relatif singkat. Jika suatu tugas ditandai dengan siklus yang berisi tindakan teknis maka dapat didefinisikan sebagai tugas berulang seperti pada Gambar 2.1 berikut ini.



**Gambar 2.6** Definisi *repetitive task*

Sumber: Karwowski (2006)

Tingkat pengulangan yang tinggi didefinisikan berlangsung dalam durasi siklus kurang dari 30 detik (Silverstein, 1987). Pengulangan yang tinggi terjadi ketika lebih dari 50% dari waktu siklus dihabiskan untuk melakukan jenis tindakan teknis yang sama. Perlu diperhatikan bahwa siklus yang pendek biasanya tidak memerlukan gerak

tubuh yang sering sedangkan siklus yang panjang melibatkan gerak tubuh dalam frekuensi tinggi. Oleh karena itu, frekuensi gerak tubuh menjadi faktor penting dalam melakukan penilaian risiko untuk tugas berulang.

## 2.5 ASSESSMENT OF REPETITIVE TASK (ART) TOOL

*Assessment of Repetitive Task (ART) Tool* merupakan suatu alat untuk membantu menilai tugas-tugas berisiko yang membutuhkan pergerakan tubuh bagian atas secara berulang-ulang. Tujuan dari penggunaan *ART Tool* adalah untuk mengidentifikasi risiko yang signifikan dan kemudian mengurangi risiko tersebut. *ART Tool* menilai beberapa faktor risiko umum dalam tugas berulang yang berkontribusi terhadap timbulnya *Upper Limb Disorders* (ULDs).

*ART Tool* dikembangkan sebagai alat inspektur yang dapat digunakan untuk beberapa hal seperti berikut:

1. Untuk melihat faktor risiko umum dari tugas berulang yang dapat berkontribusi terhadap perkembangan gangguan *musculoskeletal*.
2. Untuk meningkatkan kesadaran pemegang tugas dan pemahaman tentang risiko tugas berulang.
3. Untuk menunjukkan adanya risiko bagi pelaku tugas berulang.
4. Untuk memberikan indikasi macam-macam tingkat risiko.
5. Untuk memberi rekomendasi perspektif yang akan dilakukan perbaikan

*ART Tool* cocok digunakan untuk tugas-tugas yang melibatkan alat gerak tubuh bagian atas, diulang setiap beberapa menit atau bahkan lebih sering dan terjadi setidaknya 1 hingga 2 jam per hari atau *shift*. Tugas berulang tersebut biasanya ditemukan pada beberapa aktivitas seperti perakitan, produksi, pengolahan, pengemasan, pengepakan dan pekerjaan memilah-milah serta pekerjaan yang melibatkan penggunaan alat bantu tangan secara rutin, sedangkan *ART Tool* tidak cocok digunakan untuk tugas pada *Display Screen Equipments* (DSE).

## 2.6 LANGKAH-LANGKAH ART TOOL

Sebelum melakukan penilaian, penilai perlu memutuskan apakah akan melakukan penilaian terhadap lengan kiri dan lengan kanan, atau hanya lengan yang dominan terlibat dalam tugas. Jika ada keraguan, disarankan untuk mempertimbangkan

keduanya, baik lengan kiri dan kanan . Penilaian dengan ART Tool ini dibagi menjadi empat tahap:

Tahap A : Repetisi

Tahap B : Level kekuatan

Tahap C : Postur kerja

Tahap D : Faktor tambahan

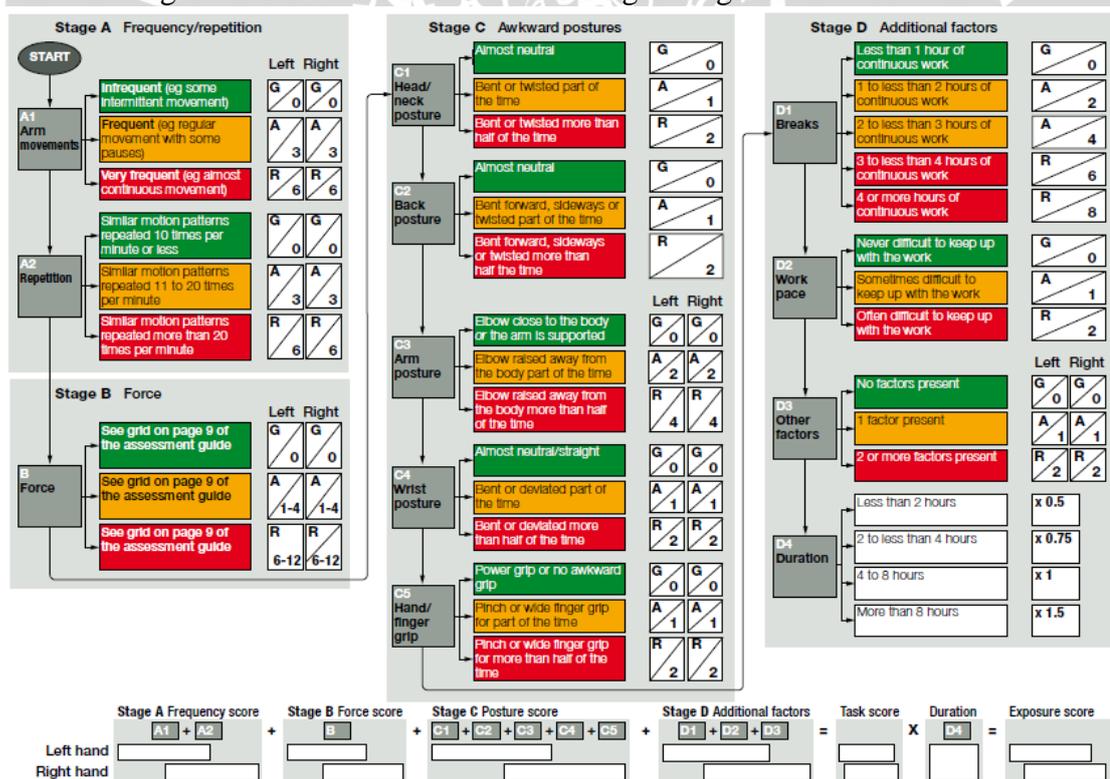
Untuk setiap tahap , mengikuti diagram alir dan panduan penilaian untuk menentukan tingkat risiko untuk setiap faktor risiko . Tingkat risiko diklasifikasikan dalam Tabel 2.2 berikut ini. Penentuan *risk score* dapat menggunakan *intermediate score* jika faktor risiko yang dinilai berada diantara dua kategori, misalnya diantara *low* dan *medium*.

**Tabel 2.3** Klasifikasi Tingkat Risiko dalam ARTTool

G = GREEN (tingkat risiko rendah)
A = AMBER (tingkat risiko medium – periksa tugas lebih lanjut)
R = RED (tingkat risiko tinggi – dibutuhkan tindakan segera)

Sumber: Health and Safety Executive (2010)

Penilaian dengan ART Tool dilakukan sesuai dengan diagram alir berikut ini.



**Gambar 2.7** Diagram alir ART Tool  
 Sumber: Health and Safety Executive (2010)

### 2.6.1 Tahap A (Repetisi)

Pada tahap awal dalam ART Tool, dilakukan penilaian dengan memperhatikan frekuensi gerakan lengan dan pengulangan gerakan lengan kiri dan kanan.

### A1. Pola gerakan lengan

Amatilah gerakan lengan pekerja kemudian pilih kategori yang paling sesuai.

Lakukan penilaian terhadap lengan kiri dan kanan.

**Tabel 2.4** Klasifikasi Pola Gerakan Lengan

Faktor Risiko	Klasifikasi	Score	
		Kiri	Kanan
Pola gerakan lengan	Frekuensi jarang (misalnya beberapa gerakan intermiten)	0	0
	Frekuensi sering (misalnya gerakan biasa dengan diselingi beberapa jeda)	3	3
	Frekuensi sangat sering (misalnya gerakan yang hampir terus-menerus)	6	6

Sumber: *Health and Safety Executive* (2010)

### A2. Frekuensi tindakan teknis

Frekuensi mengacu pada gerakan lengan dan tangan, namun tidak termasuk jari-jari. Amati gerakan lengan dan tangan kemudian hitung berapa kali gerakan yang sama atau memiliki pola yang sama diulang selama periode waktu tertentu (misalnya dalam 1 menit). Penilaian dilakukan pada kedua bagian yaitu lengan kiri dan kanan.

**Tabel 2.5** Klasifikasi Frekuensi Tindakan Teknis

Faktor Risiko	Klasifikasi	Score	
		Kiri	Kanan
Frekuensi tindakan teknis	10 kali per menit atau kurang	0	0
	10 – 20 kali per menit	3	3
	Lebih dari 20 kali per menit	6	6

Sumber: *Health and Safety Executive* (2010)

Berikut ini merupakan rumus perhitungan frekuensi tindakan teknis menurut *International Ergonomics Association* (2001).

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{jumlah tindakan teknis per siklus}}{\text{waktu siklus}} \times 60 \quad (2-1)$$

#### 2.6.2 Tahap B (Level Kekuatan)

Penentuan nilai untuk level kekuatan menggunakan *force table* pada gambar 2.3, dimana pekerja menentukan sendiri tingkat kekuatan yang mereka rasakan berdasarkan 4 kategori yaitu gaya ringan (*light force*), gaya sedang (*moderate force*), gaya berat (*strong force*) dan gaya sangat berat (*very strong force*). Jika lebih dari satu jenis gaya yang diberikan, maka pilihlah nilai yang tertinggi.

**Worker's description of the level of force exerted with one hand**

	Light	Moderate	Strong	Very Strong
Infrequent	G 0	A 1	R 6	Changes required *
A part of the time (15-30%)	G 0	A 2	R 9	Changes required *
About half the time (40-60%)	G 0	A 4	R 12	Changes required *
Almost all the time (80% or more)	G 0	R 8	Changes required *	Changes required *
	Less than 1kg	1 - 4 kg	More than 4 kg	

**Gambar 2.8** Klasifikasi level kekuatan  
Sumber : *Health and Safety Executive* (2010)

Terdapat dua metode untuk menentukan level kekuatan tangan, yaitu:

1. Jika memungkinkan, berikan pertanyaan pada orang yang melakukan pekerjaan tersebut apakah ada tindakan yang membutuhkan kerja otot lengan, tangan atau jari. Jika tindakan tersebut telah teridentifikasi, mintalah pekerja untuk menggambarkan tingkat kekuatan yang terlibat dalam setiap tindakan (*light force*, *moderate force*, *strong force* atau *very strong force*).
2. Jika tidak, gunakan deskripsi tertulis di bawah ini untuk mengetahui tingkat kekuatan yang diberikan oleh tangan pekerja.

**Tabel 2.6** Klasifikasi dan Deskripsi Level Kekuatan

Klasifikasi	Deskripsi
<i>Light force</i>	Tidak terdapat indikasi usaha tertentu
<i>Moderate force</i>	Gaya yang perlu diberikan, sebagai contoh: -Mencubit atau menggenggam benda dengan usaha -Memindahkan tuas atau menekan tombol dengan usaha -Memasang tutup atau komponen dengan usaha -Memasang item secara bersamaan dengan usaha -Menggunakan alat bantu dengan usaha
<i>Strong force</i>	Gaya yang diberikan tinggi, kuat atau berat
<i>Very strong force</i>	Gaya mendekati batas maksimum yang dapat diberikan oleh pekerja

Sumber : *Health and Safety Executive* (2010)

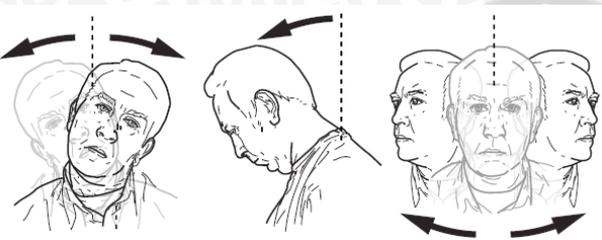
### 2.6.3 Tahap C (Postur Kerja)

Pada tahap ini penilaian dilakukan dengan menentukan persentase durasi pekerja melakukan pekerjaan dengan posisi postur kepala/leher, punggung, lengan, pergelangan tangan dan genggaman tangan/jari seperti dijelaskan pada Tabel 2.6 hingga Tabel 2.10 terhadap waktu siklus.

### C1. Postur Kepala/Leher

Leher dianggap menunduk atau memutar jika terdapat sudut yang jelas antara leher dan punggung yang dapat diamati sebagai akibat dari melakukan tugas.

**Tabel 2.7** Klasifikasi Postur Kepala/Leher

Contoh Postur	Klasifikasi	Score
	Dalam postur mendekati netral	0
	Menunduk atau memutar selama sebagian dari waktu total (misalnya 15-30%)	1
	Menunduk atau memutar selama lebih dari separuh waktu total (lebih dari 50%)	2

Sumber : *Health and Safety Executive* (2010)

### C2. Postur Punggung

Postur punggung dianggap tidak tepat jika posisi punggung memutar atau membungkuk lebih dari 20°.

**Tabel 2.8** Klasifikasi Postur Punggung

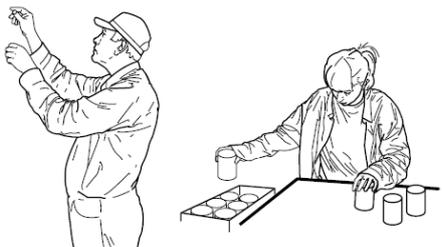
Contoh Postur	Klasifikasi	Score
	Dalam postur mendekati netral	0
	Membungkuk, menyamping atau memutar selama sebagian dari waktu total (misalnya 15-30%)	1
	Membungkuk, menyamping atau memutar selama lebih dari separuh waktu total (lebih dari 50%)	2

Sumber : *Health and Safety Executive* (2010)

### C3. Postur Lengan

Postur lengan dianggap tidak tepat jika siku dinaikkan menjadi sekitar setinggi dada dan posisi lengan tidak bertumpu (misalnya bertumpu pada meja kerja).

**Tabel 2.9** Klasifikasi Postur Lengan

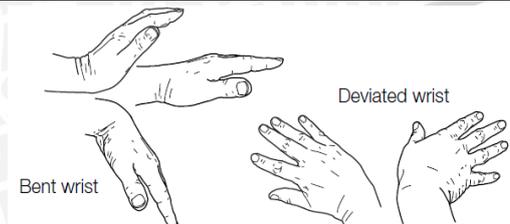
Contoh Postur	Klasifikasi	Score	
		Kiri	Kanan
	Dalam postur mendekati netral	0	0
	Membungkuk, menyamping atau memutar selama sebagian dari waktu total (misalnya 15-30%)	2	2
	Membungkuk, menyamping atau memutar selama lebih dari separuh waktu total (lebih dari 50%)	4	4

Sumber : *Health and Safety Executive* (2010)

#### C4. Postur Pergelangan Tangan

Pergelangan tangan dianggap membengkok atau menyimpang jika sudut pergelangan tangan yang jelas dapat diamati.

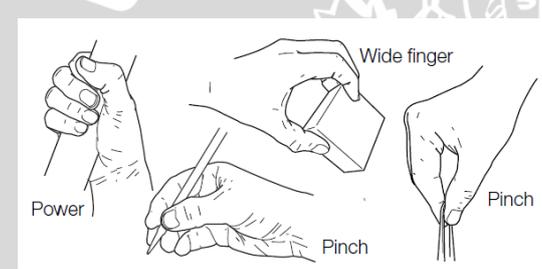
**Tabel 2.10** Klasifikasi Postur Pergelangan Tangan

Contoh Postur	Klasifikasi	Score	
		Kiri	Kanan
	Hampir lurus / mendekati posisi netral	0	0
	Membengkok atau menyimpang selama sebagian dari waktu total (misalnya 15-30%)	2	2
	Membengkok atau menyimpang selama lebih dari separuh waktu total (lebih dari 50%)	4	4

Sumber : *Health and Safety Executive* (2010)

#### C5. Genggaman tangan/jari

**Tabel 2.11** Klasifikasi Genggaman Tangan/Jari

Posisi tangan/jari saat menggenggam	Klasifikasi	Score	
		Kiri	Kanan
	Menggenggam dengan kuat atau tidak canggung	0	0
	Menjumpt atau memegang dengan jari melebar selama sebagian dari waktu total (misalnya 15-30%)	2	2
	Menjumpt atau memegang dengan jari melebar selama lebih dari separuh waktu total (lebih dari 50%)	4	4

Sumber : *Health and Safety Executive* (2010)

#### 2.6.4 Tahap D (Faktor Tambahan)

Tahap ini mempertimbangkan lebih lanjut tentang aspek-aspek dalam penilaian tugas berulang yang meliputi kesempatan untuk *recovery* atau waktu istirahat, tempo kerja yang dirasakan pekerja, faktor lain seperti objek dan lingkungan, durasi dari tugas berulang itu sendiri serta faktor psikososial lainnya.

##### D1. Istirahat

Tentukan total waktu maksimum yang ditunjukkan oleh pekerja dalam melakukan tugas berulang tanpa istirahat. Istirahat merupakan perubahan signifikan atau jeda selama minimal 10-15 menit pada lengan atau aktivitas tangan. Selain itu, istirahat juga meliputi istirahat terstruktur seperti istirahat makan sertawaktu yang dihabiskan untuk melakukan tugas-tugas lain yang tidak melibatkan gerakan lengan berulang yang sama.

**Tabel 2.12** Klasifikasi Durasi Tugas Berulang Tanpa Istirahat

<b>Pekerja melakukan tugas secara terus-menerus, tanpa istirahat, dalam waktu:</b>	<b>Score</b>
Kurang dari satu jam, atau terdapat waktu <i>short breaks</i> yang sering (misalnya minimal 10 detik) setiap beberapa menit selama periode kerja.	0
1 jam sampai kurang dari 2 jam	2
2 jam sampai kurang dari 3 jam	4
3 jam sampai kurang dari 4 jam	6
4 jam atau lebih	8

Sumber : *Health and Safety Executive* (2010)

## D2. Tempo Kerja

Untuk mengetahui nilai pada tahap ini dilakukan dengan bertanya kepada para pekerja tentang kemampuan mereka dalam mempertahankan tempo kerjanya. Pilih kategori yang paling sesuai. Jika menghasilkan skor kuning atau merah, mintalah informasi lebih lanjut tentang aspek pekerjaan.

**Tabel 2.13** Klasifikasi Tempo Kerja

<b>Klasifikasi</b>	<b>Score</b>
Tidak sulit untuk mempertahankan tempo kerja	0
Terkadang kesulitan untuk mempertahankan tempo kerja	1
Sering kesulitan untuk mempertahankan tempo pekerjaan	2

Sumber : *Health and Safety Executive* (2010)

## D3. Faktor Lingkungan Kerja Fisik

Identifikasi faktor-faktor lain yang terdapat dalam tugas, misalnya:

- a. Sarung tangan mempengaruhi genggam tangan dan membuat tugas *handling* menjadi lebih sulit
- b. Alat (misalnya palu) digunakan untuk memukul selama dua kali atau lebih per menit
- c. Tangan digunakan sebagai alat untuk memukul sepuluh kali atau lebih per jam
- d. Peralatan, benda kerja atau stasiun kerja menyebabkan kompresi kulit
- e. Peralatan atau benda kerja menyebabkan kram tangan atau jari
- f. Tangan atau lengan terkena getaran
- g. Tugas membutuhkan gerakan tangan atau jari-jari yang presisi
- h. Pekerja terpapar dingin, memegang benda atau peralatan yang dingin
- i. Tingkat pencahayaan yang tidak memadai

Tabel 2.14 Klasifikasi Faktor Lain

Klasifikasi	Score	
	Kiri	Kanan
Tidak ada faktor	0	0
Terdapat satu faktor	1	1
Terdapat dua atau lebih faktor	2	2

Sumber : *Health and Safety Executive* (2010)

#### D4. Durasi

Menentukan waktu total seorang pekerja melakukan tugas yang berulang-ulang dalam satu *shift* tanpa jeda untuk istirahat. Pilih kategori yang paling sesuai untuk menentukan faktor pengali durasi.

Tabel 2.15 Klasifikasi Faktor Pengali Durasi

Durasi	Faktor Pengali Durasi
Kurang dari 2 jam	×0.5
2 jam sampai kurang dari 4 jam	×0.75
4 jam sampai 8 jam	×1
Lebih dari 8 jam	×1.5

Sumber : *Health and Safety Executive* (2010)

#### D5. Faktor-faktor Psikososial

Faktor psikososial tidak diberi nilai, namun tetap harus dipertimbangkan. Jika terdapat faktor psikososial di tempat kerja maka perlu untuk dicatat pada lembar nilai. Faktor psikososial harus dipertimbangkan melalui diskusi dengan para pekerja. Faktor psikososial tersebut diantaranya:

- Sedikit kontrol atas pekerjaan
- Insentif untuk bekerja ekstra atau lembur
- Pekerjaan yang monoton
- Tingkat perhatian dan konsentrasi yang tinggi
- Seringkali bekerja dalam tenggat waktu yang ketat
- Kurangnya dukungan dari supervisor atau rekan kerja
- Tuntutan pekerjaan yang berlebihan
- Kurangnya pelatihan untuk melakukan pekerjaan dengan benar

### 2.6.5 Pengisian Lembar Nilai ART Tool

Masukkan warna dan nilai numerik untuk setiap faktor risiko yang telah dinilai pada lembar penilaian seperti pada Tabel 2.15 untuk mendapatkan *exposure score* dan *exposure level*.

Tabel 2.16 Lembar Penilaian ART Tool

Faktor Risiko	Lengan Kiri		Lengan Kanan	
	Warna	Nilai	Warna	Nilai
A1. Pola gerakan lengan				
A2. Frekuensi tindakan teknis				
B. Level kekuatan				
C1. Postur kepala/leher				
C2. Postur punggung				
C3. Postur lengan				
C4. Postur pergelangan tangan				
C5. Genggaman tangan/jari				
D1. Waktu istirahat				
D2. Tempo kerja				
D3. Faktor lingkungan kerja fisik				
<i>Total score</i>				
D4. Faktor Pengali Durasi		×		×
<i>Exposure score</i>				
<i>Exposure level</i>				
<b>D5. Faktor Psikososial</b>				

Sumber : *Health and Safety Executive* (2010)

Warna-warna yang ditunjukkan dari masing-masing faktor risiko akan membantu identifikasi dimana fokus pengurangan risiko harus dilakukan. Sebuah sistem untuk menafsirkan *exposure score* dari ART Tool adalah dalam Tabel 2.17 berikut ini.

Tabel 2.17 Kategori *Exposure Score* dan *Exposure Level*

<i>Exposure score</i>	<i>Exposure level</i>	
0 – 11	Low	Pertimbangkan keadaan individual
12 – 21	Medium	Diperlukan penyelidikan lebih lanjut
22 atau lebih	High	Diperlukan penyelidikan lebih lanjut dengan segera

Sumber : *Health and Safety Executive* (2010)