

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Ergonomi**

##### **2.1.1 Definisi Ergonomi**

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani, *ergos* yang berarti kerja, dan *nomos* yang berarti aturan-aturan. Ilmu ergonomi berfokus pada manusia, merupakan multidisiplin ilmu dan berorientasi lebih pada aplikasi (Pulat, 1991). Menurut Pheasant (1999) ilmu ergonomi merupakan aplikasi dari ilmu pengetahuan informasi mengenai manusia berkaitan dengan masalah desain. Bridger (2003) mendefinisikan ergonomi sebagai suatu ilmu mengenai interaksi antara manusia dan mesin dan faktor-faktor yang mempengaruhi interaksi tersebut. Ilmu ini memiliki tujuan untuk meningkatkan performa sistem melalui peningkatan interaksi manusia-mesin. Pengimplementasian ergonomi dalam suatu desain sistem akan membuat sistem kerja menjadi lebih baik dengan cara menghilangkan aspek dari sistem tersebut yang fungsinya tidak diperlukan dan tidak terkontrol.

Berdasarkan berbagai teori tersebut yang menyatakan mengenai ilmu ergonomi, maka dapat disimpulkan bahwa inti dari ilmu ergonomi adalah terciptanya keselarasan antara manusia, desain kerja dan lingkungan kerja yang terlibat didalamnya, agar mencapai kenyamanan kerja, peningkatan produksi dan untuk mencegah timbulnya cedera atau gangguan kesehatan akibat ketidakselarasan unsure-unsur tersebut.

##### **2.1.2 Ruang Lingkup Ergonomi**

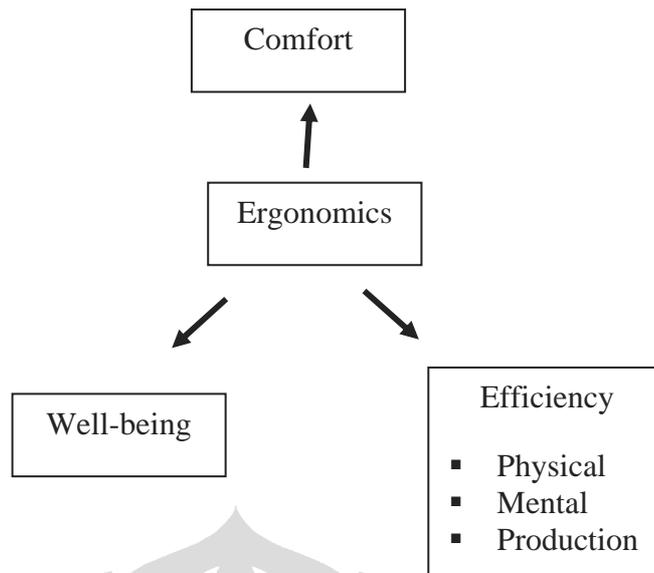
Ergonomi merupakan suatu bidang ilmu yang multidisiplin, ilmu ini terdiri dari perpaduan dari berbagai ilmu seperti : ilmu psikologi, anatomi dan kedokteran, fisiologi dan psikologi faal, serta fisika dan teknik. Ilmu faal dan anatomi memberikan gambaran mengenai struktur tubuh, kemampuan terhadap nilai beban yang bisa diangkat dan ketahanan terhadap tekanan fisik, serta batasan fisik dan dimensi tubuh,, dan lain-lain. Ilmu fisiologi faal memberikan gambaran mengenai fungsi sistem otak dan saraf berkaitan

dengan tingkah laku, sedangkan ilmu psikologi mempelajari konsep dasar mengenai bagaimana mengambil sikap, mengingat, memahami, belajar dan mengendalikan proses motorik. Sedangkan ilmu fisika dan teknik memberikan gambaran mengenai disain dan lingkungan kerja (Oborne,1995).

Tujuan dari ilmu ergonomi adalah menciptakan pekerjaan yang aman bagi pekerja serta meningkatkan efisiensi kerja demi mencapai kesejahteraan manusia. Keberhasilan aplikasi ilmu ergonomi dapat dilihat dari adanya perbaikan produktivitas, efisiensi, keselamatan dan sistem disain yang dihasilkan dapat diterima dan nyaman (Pheasant, 1999).

Ilmu ergonomi memiliki 3 (tiga) pendekatan, yaitu antara lain (Pulat, 1992) :

- Fokus Utama /*central focus*  
Pendekatan ini mempertimbangkan unsur karakteristik manusia dalam mendisain objek/alat, mesin, dan lingkungannya.
- Objektif  
Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan keefektifan sistem antara manusia-mesin dalam rangka meningkatkan kesejahteraan manusia.



Gambar 2.1 Skema Objektif dari Ergonomi

Sumber: Pulat, B. Mustafa, 1992.

- Pendekatan Utama /*central approach*

Fokus pada pendekatan ini adalah penggunaan secara sistematis data-data karakteristik (kemampuan, keterbatasan, dll) manusia dalam mendisain sistem atau prosedur.

### 2.1.3 Prinsip Ergonomi

Ergonomi berfokus kepada desain dari suatu sistem dimana manusia bekerja. Semua sistem kerja tersebut terdiri atas komponen manusia dan mesin pada suatu lingkungan. Fungsi dasar ergonomi adalah memenuhi kebutuhan manusia akan desain kerja yang memberikan keselamatan dan efisiensi kerja bagi manusia yang bekerja didalamnya. Terdapat enam kategori interaksi antara manusia, mesin dan lingkungan, dan interaksi tersebut dipengaruhi oleh empat komponen manusia. Interaksi tersebut antara lain : interaksi *Human* terhadap *Machine*, *Human* terhadap *Environment*, *Machine* terhadap *Human*, *Machine* terhadap *Environment*, *Environment* terhadap *Human*, *Environment* terhadap *Machine*. Kemampuan manusia melakukan pekerjaannya dipengaruhi oleh desain fisik dan beban kerja ( Bridger, 1995).

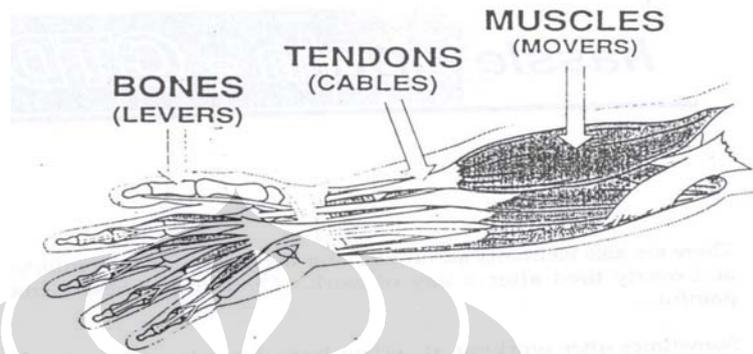
Tabel 2.1. Interaksi dasar dan evaluasinya dalam sistem kerja (Sumber : Bridger,1995)

Interaction	Evaluation
<i>H&gt;M</i> : tindakan pengendalian dasar yang dilakukan manusia dalam menggunakan mesin. Aplikasinya berupa penggunaan kekuatan yang besar, penanganan material, perawatan dan lain sebagainya.	Anatomi : postur tubuh, pergerakan, besaran kekuatan, durasi dan frekuensi pergerakan, kelelahan otot. Fisiological : <i>work rate</i> ( konsumsi oksokan dan detak jantung), kebugaran, dan kelelahan fisiological Psikososial: Persyaratan kemampuan beban mental, proses informasi yang paralel/berkelanjutan.
<i>H&gt;E</i> : Efek dari manusia terhadap lingkungan. Manusia mengeluarkan <i>karbondioksida</i> , kebisingan, panas, dan lain sebagainya.	Fisik: Pengukuran obyektif dari lingkungan kerja. Implikasinya berupa pemenuhan standar yang berlaku
<i>M&gt;H</i> : Umpan balik dan display informasi. Mesin dapat memberikan efek tekanan terhadap manusia berupa getaran, percepatan, dan lain sebagainya. Permukaan mesin yang panas atau dingin dapat mengancam kesehatan manusia.	Anatomi: Desain dari kendali dan alat Fisik: Pengukuran obyektif dari getaran, reaksi kekuatan dari tenaga mesin, kebisingan dan temperature permukaan lingkungan kerja. Fisiological: Aplikasi dari prinsip pengelompokan desai dari <i>faceplates</i> , panel dan display garfik
<i>M&gt;E</i> : mesin dapat mengubah lingkungan kerja dengan mengeluarkan kebisingan, panas, dan buangan gas	Umumnya ditangani oleh teknisi lapangan dan <i>industrial hygienist</i> .
<i>E&gt;H</i> : Lingkungan juga dapat mempengaruhi kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan mesin atau sistem kerja ( dikarenakan oleh asapa, kebisingan, panas, dan lain sebagainya)	Fisik – Fisiological : kebisingan, pencahayaan dan temperature.
<i>E&gt;M</i> : Lingkungan dapat mempengaruhi fungsi dari mesin dengan menimbulkan pemanasan atau pembekuan komponen mesin.	Ditangani oleh teknisi lapangan, personil perawatan, fasilitator manajemen dan lain sebagainya.

( H : Human, M : Machine, E : Environment, > *causal direction*/pengaruh)

## 2.2 Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia

Secara umum, pergerakan manusia dilakukan oleh sistem skeletal dan sistem muscular yang meliputi otot, tendon dan tulang yang secara sederhana digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.2. Anatomi Otot, Tendon dan Tulang.

*Sumber: Humantech, 1995.*

Fungsi sistem skeletal atau sistem tulang adalah sebagai suatu sistem pendukung dan pergerakan. Selain itu sistem skeletal juga berfungsi sebagai pelindung, Contohnya tengkorak yang merupakan bagian sistem skeletal melindungi organ otak, tulang rusuk sebagai pelindung organ hati dan paru-paru. Sistem skeletal juga berperan dalam proses homeostasis. Sedangkan fungsi sistem *muscular* atau sistem otot adalah menghasilkan pergerakan, mempertahankan postur dan menghasilkan panas yang dilakukan oleh sel otot (Bridger, 1995).

### 2.2.1 Sistem Otot

Tubuh manusia dapat bergerak karena memiliki sistem otot yang menyokong 40% berat total tubuh. Setiap otot terdiri atas banyak jaringan otot, yang memiliki panjang 5mm-140mm, tergantung pada ukuran otot itu sendiri. Diameter dari jaringan otot adalah sekitar 0.1mm. Setiap otot terdiri atas 100.000 sampai 1.000.000 serabut otot. Pada setiap ujung otot terdapat kolagen (tendon) yang berfungsi untuk melekatkan otot pada tulang. Setiap serabut otot berkontraksi dengan kekuatan tertentu, dan kontraksi serabut otot ini mempengaruhi kekuatan kontraksi seluruh jaringan otot. Kekuatan

maksimum jaringan otot manusia adalah sekitar  $0.3-0.4 \text{ N/mm}^2$  dari potongan melintang otot (Grandjean, 1997). Otot memiliki beberapa jenis, antara lain (Gibson, 1995):

a. Otot Lurik

merupakan otot yang bekerja secara *involunter* dan dikendalikan oleh sistem saraf pusat. Melekat pada tulang, rawan dan kulit. Serat-serat dari otot ini memperlihatkan garis-garis melintang.

b. Otot Polos

Otot ini bekerja secara *involunter* dan dikendalikan oleh sistem saraf otonom. Otot ini ditemukan pada dinding visera dan pembuluh darah dan memiliki serat yang tidak memperlihatkan garis-garis melintang.

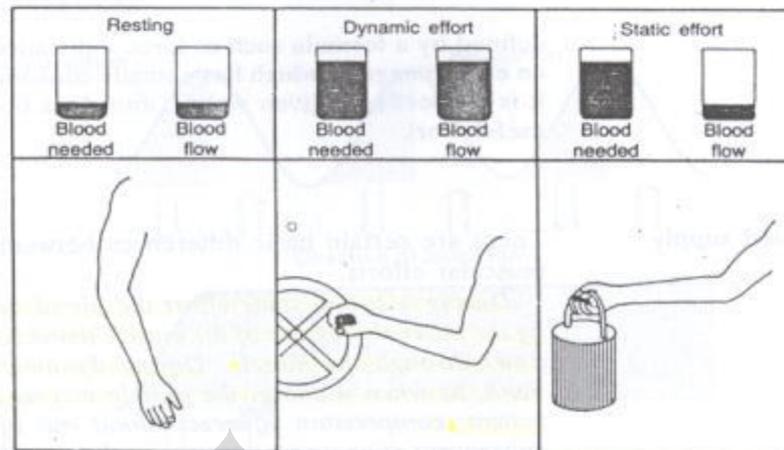
c. Otot Jantung

Merupakan otot yang hanya terletak pada jantung.

Secara umum, kondisi otot ketika berkontraksi dapat dibedakan menjadi 3 macam, yaitu (Bridger, 1995) :

- a. Ecentric, yaitu kondisi otot memanjang ketika kontraksi.
- b. Isometric, yaitu kondisi otot tetap konstan ketika kontraksi.
- c. Concentric, yaitu kondisi otot memendek ketika kontraksi.

Kerja otot dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis, yaitu kerja otot statis dan dinamis. Kerja otot statis adalah pergerakan otot yang tidak terdapat pergantian fase kontraksi dan relaksasi dari otot, contohnya adalah berdiri saat upacara. Sedangkan yang dimaksud dengan kerja otot dinamis adalah pergerakan otot secara bergantian untuk berkontraksi dan berelaksasi secara berirama, contohnya adalah orang mengayuh sepeda (Bridger, 1995).



Gambar 2.3 Diagram kerja otot statis dan dinamis (Sumber: Grandjean, 1997)

Tabel 2.2 Perbedaan Kerja Otot Statik dengan Dinamik (sumber : Bridger, 1995)

Kerja Otot Statik	Kerja Otot Dinamis
Kontraksi otot yang berkepanjangan.	Pergantian fase kontraksi-relaksasi.
Aliran darah ke otot berkurang.	Aliran darah ke otot bertambah.
Produksi energi bersifat <i>oxygen independent</i> .	Produksi energi bersifat <i>oxygen dependen</i> .
Glikogen otot diubah menjadi asam laktat.	Glikogen otot $\rightarrow$ $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; otot mengambil glukosa dan asam lemak dari darah.

Sumber energi utama bagi otot adalah hasil pemecahan senyawa phosphate kaya energi (*energy-rich phosphat compounds*) dari kondisi energi tinggi ke energi rendah, dimana dalam waktu yang sama akan menghasilkan muatan electron statis dan menyebabkan gerakan dari molekul *aktin* dan *myosin*. Hal tersebut akan ditunjukkan pada proses berikut :



ATP = Adenosin Tri phosphat

ADP = Adenosin Di phosphate

Guna melanjutkan proses ini, ATP harus disintesa ulang dengan bahan bakar yang berasal dari sumber lain. Dua proses berikut akan menjelaskan secara lebih terperinci :

- Proses Anaerobik

Proses ini merupakan proses perubahan ATP menjadi ADP dan energi tanpa bantuan oksigen. Glikogen yang terdapat dalam otot terpecah menjadi energi sehingga membentuk asam laktat. Terbentuknya asam laktat tersebut memberikan indikasi adanya kelelahan otot secara local, karena kurangnya jumlah oksigen akibat kurangnya suplai darah yang dipompa oleh jantung. Misalnya jika ada gerakan yang bersifat tiba-tiba (mendadak), lari jarak dekat (sprint), dan lain sebagainya. Sebab lain adalah karena pencegahan kebutuhan cairan darah yang mengandung oksigen dengan adanya beban otot statis (*staticmuscular load*), ataupun karena aliran darah yang tidak cukup menyuplai oksigen dan glikogen akan melepaskan asam laktat (Nurmianto,2004).

- Proses Aerobik

Proses ini merupakan proses perubahan ATP menjadi ADP dan energi dengan bantuan oksigen yang cukup. Asam laktat yang dihasilkan oleh kontraksi otot dioksidasi dengan cepat menjadi CO<sub>2</sub> (*carbondioksida*) dan H<sub>2</sub>O dalam kondisi aerobic. Sehingga beban pekerjaan yang tidak terlalu melelahkan akan dapat berlangsung cukup lama. Selain itu, aliran darah yang cukup akan mensuplai lemak (*fat*). Karbohidrat dan oksigen ke dalam otot. Akibat dari kondisi kerja yang terlalu lama akan menyebabkan kadar glikogen dalam darah menurun drastic di bawah normal, dan kebalikannya kadar asam laktat akan meningkat, dan jika sudah demikian maka cara terbaik adalah menghentikan pekerjaan, kemudian istirahat dan makan makanan yang bergizi untuk membentuk kadar gula dalam darah (Nurmianto, 2004).

### 2.2.2 Sistem Tulang

Tulang memiliki fungsi sebagai tuas untuk pergerakan otot-otot dan melindungi organ-organ (tengkorak melindungi otak, toraks melindungi jantung, paru-paru, dan pembuluh darah besar, sedangkan pelvik melindungi

organ-organ pelvik). Selain itu tulang juga berfungsi dalam pembentukan sel darah merah dalam sumsum tulang serta menyimpan kalsium dan fosfat, dan mengeluarkannya jika dibutuhkan (Gibson, 1995). Struktur tubuh manusia memiliki 206 tulang, yang terbagi menjadi bagian atas (*upper extremities*) dan bawah (*lower extremities*). Masing-masing tulang terhubung oleh ligament, dan otot dan tulang terhubung oleh sendi. Tulang dapat berubah bentuk, ukuran, dan strukturnya, hal ini bergantung kepada tuntutan mekanismenya (Pulat, 1992)

Sel-sel tulang disebut osteoblas, yang jika sudah matang disebut osteosit dan akan membentuk tulang. Tulang terdiri atas sel-sel matrik. Matrik dibentuk oleh bahan dasar, serat, dan garam-garam. Bahan dasar maupun organik penyusun matrik antara lain terdiri atas 70 % kalsium fosfat dan garam lain, serta 30% bahan organik. Bagian-bagian dari tulang terdiri atas (Gibson, 1995) :

a. Tulang kompak

Merupakan lapisan luar yang padat dan keras, menutupi seluruh bagian tulang.

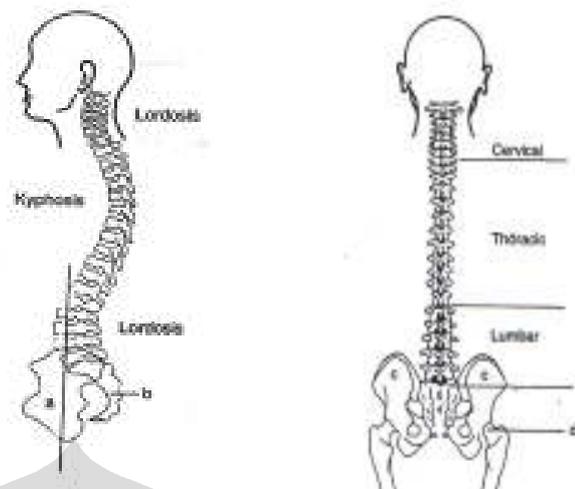
b. Tulang *cancellus (spongiosa)*

Bagian tulang yang berbentuk seperti sarang lebah terdapat pada bagian dalam tulang kompak. Tulang ini dipenuhi oleh sum-sum tulang, yang merupakan jaringan pembentuk darah.

c. Kanal

Pada tulang panjang merupakan suatu rongga dimana tidak terdapat tulang. Tulang kanal juga dipenuhi oleh sum-sum tulang.

Bentuk tulang punggung manusia menyerupai huruf “S” yang biasa disebut dengan *spinal spring*, seperti yang tampak pada gambar berikut (Bridger, 1995):



Gambar 2.4 Spinal Colum, keterangan : cervical, thoracic, dan lumbar  
(Sumber: Bridger, 1995)

- Cervical & lumbar

Cervical & lumbar memiliki susunan tulang punggung yang lordosis (cembung ke depan). Untuk mengurangi energi yang dibutuhkan agar sikap tubuh tetap tegak dan meletakkan segmen gerakan-gerakan lumbar dalam sikap yang dapat menahan tekanan.

- Thoracic

Thoracic memiliki susunan tulang punggung yang kyphosis (cekung ke depan) dan diperkuat serta didukung oleh tulang rusuk dan otot-otot yang saling berhubungan.

- Pelvis

Pelvis merupakan struktur berbentuk cincin yang terdiri dari tiga tulang, yaitu sacrum dan dua tulang innominate. Tiga tulang tersebut diikat oleh ligamen. Struktur pelvis posterior, sacrum, dan ilium memiliki fungsi penahan berat tubuh.

### 2.3 Manual Handling

Berdasarkan U.S. Department of Labor, *handling* didefinisikan sebagai tindakan meraih, memegang, menggengam, memutar atau pekerjaan lainnya yang menggunakan tangan, dan *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) mendefinisikannya sebagai suatu aktivitas dengan menggunakan pergerakan tangan pekerja untuk mengangkat, mengisi,

mengosongkan, meletakkan atau membawa (NIOSH, 2007). Sedangkan Department of Commerce Australia mendefinisikan *manual handling* sebagai aktivitas yang menggunakan tenaga manusia untuk mengangkat, mendorong, menarik, membawa dan aktivitas lainnya dengan tenaga manusia dengan melibatkan gerakan berulang dan membutuhkan tenaga (Government of Western Australia, 2008). Manual handling tidak hanya berarti mengangkat atau membawa sesuatu saja, namun manual handling meliputi mendorong (seperti mendorong troli), membawa (seperti membawa dokumen di kantor), menggapai, memegang, dan tindakan ringan yang berulang (seperti menyortir surat) (OH&S, 2003).

Kegiatan *manual handling* beresiko menimbulkan cedera dan kecelakaan. Cedera akibat *material manual handling* dapat terjadi karena memegang objek, atau postur tubuh saat memindahkan barang yang kurang baik. Cedera dapat terjadi seketika maupun secara berangsur-angsur selama beberapa tahun (OH&S, 2003).

## **2.4 Muskuloskeletal Disorders**

### **2.4.1 Definisi MSDs**

Muskuloskeletal Disorders adalah serangkaian sakit pada otot, tendon dan saraf. Aktivitas kerja yang berulang dan terus menerus atau aktivitas dengan postur yang janggal dapat mengakibatkan muskuloskeletal disorders (CCOHS, 2005). Menurut NIOSH (1997) Muskuloskeletal disorders adalah sekumpulan kondisi patologis yang mempengaruhi fungsi normal dari jaringan halus sistem musculoskeletal yang mencakup syaraf, tendon, otot, dan struktur penunjang seperti discus intervertebral.

MSDs dapat bermanifestasi dalam berbagai bentuk pada bagian tubuh dengan gejala dan penyebab yang berbeda-beda, seperti yang diterangkan didalam table berikut :

Tabel 2.3 Jenis-jenis MSDs. Sumber : *Epidemiology of musculoskeletal disorders due to biomechanical overload (Grieco,1998)*, Pulat (1997) dan *Canadian Centre of Occupational Health and Safety (CCOHS), 2005*

Jenis MSDs	Gejala	Penyebab
<i>Tendinitis (peridetinitis, tenosynovitis, dan miotendinitis)</i>	- Nyeri - Lemah - Bengkak - Panas	- <i>repetitive rthyme</i> yang tinggi - Postur janggal - tenaga ( <i>force</i> )
<i>Lateral epicondylitis</i>	- Nyeri - Lemah - Bengkak - Panas	- <i>Repetitive</i> - <i>Forceful movements</i> - <i>Dorsiflexion, flexion, arm extended</i>
<i>Carpal tunnel syndrome</i>	- Nyeri - Mati rasa - Gatal - Panas, dll	- <i>Repetitive</i> - <i>Force</i>
<i>Cervical radioculopathy and tension neck syndrome</i>	- Ischaemaia - Rasa sakit seperti oedema	- Postur statis - Beban statis
<i>DeQuervain's disease</i>	- Nyeri pada telapak tangan	- <i>Repetitive</i> pada tangan - <i>Gripping</i> dengan menggunakan tenaga
<i>Thoracix outlet syndrome</i>	- Nyeri - Mati rasa - Bengkak pada tangan	- Membawa beban - <i>Flexion</i> pada bahu - bekerja dengan posisi lengan di atas bahu terus-menerus
<i>Tension neck syndrome</i>	- Nyeri	- Postur janggal
<i>Bursitis</i>	- Inflamasi bursa - Kaku - Nyeri	- Gerakan berulang
<i>Trigger finger</i>	- Nyeri & bengkak - Lemah mengenggam	- <i>Repetitive</i> pada tangan dan pergelangan tangan

Gejala MSDs (Grandjean, 1997) :

- Tahap 1 : Sakit atau pegal-pegal dan kelelahan selama jam kerja tapi biasanya menghilang setelah waktu kerja. Tidak berpengaruh terhadap performa. Efek ini pulih setelah istirahat
- Tahap 2: gejala tetap ada setelah melewati waktu satu malam setelah bekerja. Tidur mungkin terganggu, kadang-kadang menyebabkan menurunnya performa kerja
- Tahap 3 : Gejala tidak menghilang meskipun sudah istirahat, nyeri terjadi ketika bekerja secara *repetitive*. Tidur terganggu, sulit melakukan pekerjaan, kadang-kadang tidak sesuai kapasitas kerja.

#### 2.4.2 Faktor risiko MSDS

Faktor-faktor risiko *Muskuloskeletal disorders* terkait dengan aktivitas *manual handling* meliputi beberapa faktor berikut : factor risiko yang terkait dengan karakteristik pekerjaan (*task characteristic*), karakteristik objek (*material/object characteristic*), karakteristik lingkungan kerja (*workplace characteristic*), dan karakteristik individu (Exxon Chemical, 1994).

##### 2.4.2.1 Karakteristik pekerjaan

###### a. Postur kerja

Postur adalah orientasi relative dari bagian tubuh dalam ruang. Postur manusia dalam melakukan kerjanya ditentukan oleh dimensi tubuh dan dimensi desain kerjanya, jika tidak terdapat keselarasan dalam kedua dimensi tersebut maka akan timbul dampak jangka panjang dan dampak jangka pendek terhadap tubuh manusia (Pheasant, 1991). Postur janggal adalah posisi tubuh yang berdeviasi atau menyimpang secara signifikan terhadap posisi normal saat melakukan pekerjaan (Humantech, 1995).

Menurut ILO (1998) postur tubuh yang dikategorikan sebagai postur janggal adalah Berdiri, Duduk tanpa dukungan lumbar, Duduk tanpa dukungan punggung, Duduk tanpa footrest (tumpuan kaki) yang baik dengan ketinggian yang sesuai, Duduk dengan mengistirahatkan bahu pada

permukaan alat kerja yang terlalu tinggi, Tangan bagian atas terangkat tanpa dukungan dari alas vertikal, Tangan meraih sesuatu yang sulit terjangkau (jauh/ tinggi), Kepala mendongak, Posisi membungkuk, punggung yang mengarah ke depan, Membawa beban berat dengan cara memanggul atau memikul, Semua posisi tegang, Posisi ekstrim yang terus menerus pada setiap sendi.

Faktor risiko pada tangan dan pergelangan tangan adalah melakukan pekerjaan dengan posisi menggenggam dengan menjepitkan pada jari, posisi pergelangan tangan yang fleksi, ekstensi dengan sudut  $\geq 45^\circ$ , dan posisi pergelangan tangan yang deviasi selama lebih dari 10 detik, dan frekuensi  $> 30$ /menit (Humantech, 1995).

Postur bahu yang merupakan faktor risiko adalah melakukan pekerjaan lengan atas membentuk sudut  $45^\circ$  ke arah samping atau ke arah depan terhadap badan selama lebih dari 10 detik dengan frekuensi lebih dari atau sama dengan 2 kali per menit dan beban  $\geq 4.5$ kg (Humantech, 1995).



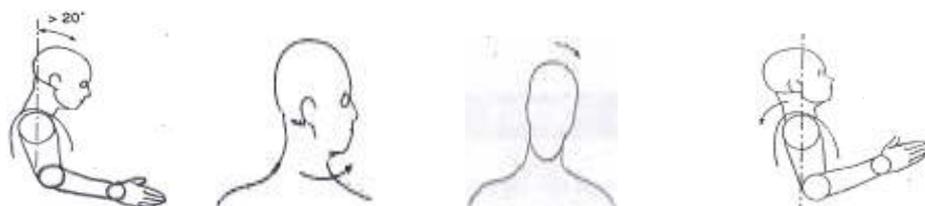
Lengan ke samping depan

Lengan dibelakang badan

Gambar 2.5 Postur Bahu yang Menjadi Faktor Risiko

Sumber: Humantech, 1995

Postur leher yang menjadi faktor risiko adalah melakukan pekerjaan (membengkokkan leher  $\geq 20^\circ$  terhadap vertikal), menekukkan kepala atau menoleh ke samping kiri atau kanan, dan menengadahkan (Humantech, 1995).



Menunduk

Menoleh

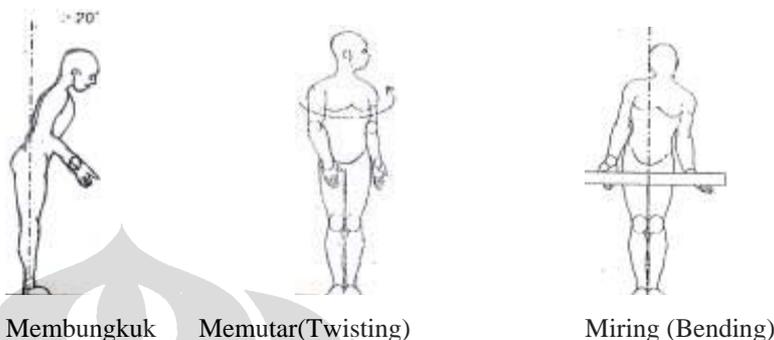
Menekukkan kepala

Menengadahkan

Gambar 2.6 Postur Leher yang Menjadi Faktor Risiko

Sumber: Humantech, 1995

Postur punggung yang merupakan faktor risiko adalah membungkukkan badan sehingga membentuk sudut  $20^\circ$  terhadap vertical, dan berputar dengan beban objek  $\geq 9\text{kg}$ , durasi  $\geq 10$  detik dan frekuensi  $\geq 2$  kali/menit (Humantech, 1995).



Gambar 2.7 Postur Tulang Punggung yang Menjadi Faktor Risiko

Sumber: Humantech, 1995

#### b. Frekuensi

Postur yang salah dengan frekuensi pekerjaan yang sering dapat mengakibatkan tubuh kekurangan suplai darah, asam laktat yang terakumulasi, inflamasi, tekanan pada otot, dan trauma mekanis. Frekuensi terjadinya postur janggal terkait dengan terjadinya *repetitive motion* dalam melakukan pekerjaan. Keluhan otot terjadi karena otot menerima tekanan akibat beban kerja terus-menerus tanpa melakukan relaksasi (Bridger, 1995).

*Tenosyovitas* biasa terjadi pada orang yang bekerja pada industri perakitan. Hal ini disebabkan terjadinya gerakan berulang pada lengan dan pergelangan tangan dengan frekuensi yang sering (Pheasant, 1991).

#### c. Durasi

Durasi adalah jumlah waktu terpajan faktor risiko. Secara umum, semakin besar pajanan durasi pada faktor risiko, semakin besar pula tingkat risikonya.

Bird (2005) mendefinisikan durasi sebagai berikut (dikutip Meilisa, 2008):

- Durasi singkat :  $< 1$  jam/hari
- Durasi sedang : 1-2 jam/hari

- Durasi lama : > 2 jam

Semakin lama durasi melakukan pekerjaan beresiko maka waktu yang diperlukan untuk recovery (pemulihan) juga akan semakin lama ( NIOSH, pub 97-117, 1997)

#### d. Vibrasi

Vibrasi secara sederhana dapat didefinisikan sebagai gerakan ditimbulkan tubuh terhadap titik tertentu. Vibrasi yang ditimbulkan oleh mesin biasanya sangat kompleks tapi regular. Vibrasi memiliki 2 parameter yaitu: kecepatan dan intensitas (Oborne, 1995). Vibrasi dengan frekuensi 4-8 hz (frekuensi natural dari *trunk*) dapat menimbulkan efek nyeri, khususnya untuk bagian tubuh dada, bahkan menyebabkan kesulitan bernafas. Pada frekuensi 10-20 Hz dapat menyebabkan sakit kepala dan tegangan mata, sedangkan pada frekuensi 4-10Hz akan menimbulkan nyeri pada abdominal. Komplain akan sakit punggung biasanya terjadi jika terdapat getaran 8-12 Hz (Pulat, 1992).

Kecepatan getaran tubuh adalah frekuensi dari gerakan tersebut, sederhananya adalah banyaknya getaran tubuh. Intensitas vibrasi adalah jumlah maksimum gerakan tubuh dari titik tertentu. Dampak vibrasi bagi tubuh biasanya termanifestasi dalam 2 area, yaitu kerusakan pada organ tubuh dan kerusakan pada jaringan tubuh. Kerusakan pada bagian tubuh tersebut ditimbulkan oleh tingkat getaran yang tinggi (Oborne, 1995).

### 2.4.2.2 Karakteristik individu

#### a. Usia

Pekerja dengan usia dibawah 18 tahun memiliki risiko lebih tinggi daripada pekerja dengan usia dewasa. Hal ini disebabkan karena pekerja dengan usia dibawah 18 tahun masih mengalami perkembangan fisik. Pekerja dengan usia dibawah 18 tahun tidak diperkenankan untuk melakukan aktivitas manual handling dengan berat lebih dari 16 kg tanpa bantuan mekanik dan pelatihan tertentu (NOHSC, 2005). Peningkatan usia berhubungan dengan penurunan kapasitas fisik. Bertambahnya umur akan

diikuti dengan penurunan  $VO_2$  max sehingga akan menurunkan kapasitas kerja. Setelah usia 20 tahun maka  $VO_2$  max akan mengalami penurunan secara berangsur-angsur ( Bridger, 1995). Kekuatan tubuh akan mencapai nilai puncaknya pada akhir rentang usia 20an tahun dan akan mengalami penurunan pada usia tersebut (Pulat, 1992). Umumnya keluhan sakit punggung mulai dirasakan oleh pekerja pada usia pada usia kerja 25-65 tahun, dan keluhan pertama biasanya dirasakan pada usia 35 tahun (Guo et al, 1995&Chaffin, 1979 dalam NIOSH, 1997).

#### b. Masa Kerja

Masa kerja memiliki hubungan yang kuat dengan keluhan otot dan meningkatkan risiko *muskulokeletas disorders*, terutama untuk jenis pekerjaan yang menggunakan kekuatan kerja yang tinggi.

#### 2.4.2.3 Karakteristik objek

Objek merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya gangguan otot rangka. Menurut ILO, beban maksimum yang diperbolehkan untuk diangkat oleh seseorang adalah 23-25 kg. Bentuk dan ukuran objek juga ikut mempengaruhi hal tersebut. Ukuran objek harus cukup kecil agar dapat diletakkan sedekat mungkin dari tubuh. Lebar objek yang besar yang dapat membebani otot pundak/bahu adalah lebih dari 300-400 mm, panjang lebih dari 350 mm dengan ketinggian lebih dari 450 mm.

Sedangkan bentuk objek yang baik harus memiliki pegangan, tidak ada sudut tajam dan tidak dingin atau panas saat diangkat. Mengangkat objek tidak boleh hanya dengan mengandalkan kekuatan jari, karena kemampuan otot jari terbatas sehingga dapat cidera pada jari (Kumar, 2001).

#### 2.4.2.4 Karakteristik lingkungan kerja

Berdasarkan rekomendasi NIOSH (1984) tentang kriteria suhu nyaman, suhu udara dalam ruang yang dapat diterima adalah berkisar antara 20-24 °C (untuk musim dingin) dan 23-26 °C (untuk musim panas)

pada kelembapan 35-65%. Rata-rata gerakan udara dalam ruang yang ditempati tidak melebihi 0.15 m/det untuk musim dingin dan 0.25 m/det untuk musim panas. Kecepatan udara di bawah 0.07 m/det akan memberikan rasa tidak enak di badan dan rasa tidak nyaman. Beberapa penelitian menyimpulkan bahwa pada temperature 27-30 °C, maka performa kerja dalam pekerjaan fisik akan menurun (Pulat, 1992). Grandjean (1997) menyimpulkan bahwa temperatur nyaman pada ruangan berkisar pada suhu kurang dari 24 °C.

## **2.5 Metode Penilaian Ergonomi**

### **2.5.1 *Ergonomic Assesment Survey (EASY)***

*Ergonomic Assesment Survey (EASY)* adalah suatu metode yang melakukan identifikasi dan merangking kegiatan atau operasi dengan tingkatan atau mengurutkan tingkatan (frekuensi dan prioritas) dari factor ergonomic yang terjadi pada pekerja. Hal ini merupakan simpulan dari kesatuan alat analisa risiko yaitu *BRIEF Survey* untuk pekerjaan dengan data cedera / gangguan kesehatan dan *feedback* dengan strategi prioritas pada cedera.

Metode EASY merupakan bagian pusat dari proses ergonomi. EASY menyediakan metode untuk mengidentifikasi masalah yang merupakan tujuan, sesuatu yang dapat dipercaya dan pendukung identifikasi prioritas. EASY mengembangkan suatu pernyataan untuk fasilitas pada suatu kegiatan dengan menentukan tingkat risiko tiap bagian tubuh. Rangking dari EASY akan mengidentifikasi nilai total yang berkisar antara 1-7. Berdasarkan persetujuan dengan sumber data sehingga pendekatan masalah lebih sistematis dan dengan cara pendekatan yang logis (Humantech, 1989, 1995).

### **2.5.2 *Baseline Risk Identification of Ergonomics Factors (BRIEF)***

*Baseline Risk Identification of Ergonomics Factors (BRIEF)* adalah alat penyaring awalmenggunakan struktur dan bentuk sistem tingkatan untuk mengidentifikasi penerimaan tiap tugas dalam suatu pekerjaan. BRIEF digunakan untuk menentukan sembilan bagian tubuh yang dapat beresiko

terhadap terjadinya CTD ( *Cummulative Trauma Disorders*) atau risiko gangguan kesehatan pada sistem rangka. Penilaian pekerjaan menggambarkan tinjauan ulang ergonomi secara mendalam dari ketiga penetapan data ( sederhana, mudah dipahami, dan dapat dipercaya) dan juga yang paling memberikan beban paling berat. Bagian tubuh yang dianalisa meliputi : tangan kiri, dan pergelangannya, siku kiri, bahu kiri, leher, punggung, tangan kanan dan pergelangannya, siku kanan, bahu kanan dan kaki (Humantech, 1989, 1995)

Survei ini mengidentifikasi risiko-risiko yang berhubungan dengan postur, tenaga, durasi dan frekuensi ketika mengobservasi ke-sembilan bagian tubuh tersebut. Penilaian risiko digunakan untuk menentukan tinggi, sedang, atau rendahnya risiko untuk setiap bagian tubuh. Kelebihan BIEF *Survey* antara lain:

1. Dapat mengkaji hampir seluruh bagian tubuh (9 bagian tubuh).
2. Dapat menentukan risiko terhadap terjadinya CTD (*Cumulative Trauma Disorders*).
3. Dapat menentukan bagian tubuh mana yang memiliki beban paling berat.
4. Dapat mengidentifikasi awal penyebab MSDs
5. Telah memenuhi persyaratan sebagai sebuah sistem analisa bahaya MSDs yang diakui OSHA
6. Tidak membutuhkan seorang ahli ergonomi untuk melakukan penilaian pekerjaan menggunakan BIEF *Survey*

Kekurangan BIEF *Survey* :

1. Tidak dapat mengetahui total skor secara menyeluruh dari suatu pekerjaan, karena skor yang dihitung berdasarkan bagian tubuh yang dinilai
2. Banyak faktor yang harus dikaji
3. Membutuhkan waktu pengamatan yang lebih lama
4. tidak dapat digunakan untuk *manual handling*.

### 2.5.3 *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*

*Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* adalah suatu metode penilaian postur untuk menentukan risiko gangguan kesehatan yang disebabkan oleh tubuh bagian atas. RULA merupakan metode analisis sepat dan sistematis dari risiko postur terhadap pekerja. Analisis dapat dilakukan sebelum dan sesudah dilakukan intervensi untuk menggambarkan atau memperlihatkan efektivitas dari pengendalian yang telah dilaksanakan.

Tingkatan tindakan RULA memberikan seberapa perlu pekerja Membutuhkan perubahan pada saat bekerja sebagai suatu fungsi dari tingkatan risiko cedera :

- a. Tingkat 1 → nilai RULA 1-2 yang berarti pekerja bekerja dengan postur yang tidak ada risiko cedera.
- b. Tingkat 2 → nilai RULA 3-4 yang berarti pekerja bekerja dengan postur yang dapat memberikan beberapa risiko cedera dari postur mereka saat bekerja dan nilai ini merupakan hasil yang paling sering terjadi karena hanya sebagian tubuh bekerja dengan posisi janggal, sehingga butuh diinvestigasikan dan diperbaiki.
- c. Tingkat 3 → nilai RULA 5-6 yang berarti pekerja bekerja dengan postur yang minimum (buruk) dan mempunyai risiko cedera. oleh karena itu dibutuhkan invesrigasi dan perubahan dalam waktu dekat ataupun di masa mendatang untuk mencegah terjadinya cedera.
- d. Tingkat 4 → Nilai RULA 7-8 yang berarti bahwa seseorang bekerja dengan postur yang sangat buruk, yang dapat menyebabkan terjadinya cedar dalam waktu singkat, sehingga dibutuhkanperubahan segera untuk mencegah terjadinya cedera ( stanton, et al, 2005).

### 2.5.4 *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*

*Rapid Entire Body Assessment (REBA)* adalah cara penilaian tingkat risiko dari *repetitive motion* dengan melihat pergerakan/ postur yang dilakuakn oleh pekerja. Pengukuran dilakukan menggunakan *task analysis* (tahapan kegiatan kerja dari awal hingga akhir).

Sistem penilaian REBA digunakan untuk menghitung tingkat risiko yang dapat terjadi sehubungan dengan pekerjaan yang dapat menyebabkan MSDs dengan menampilkan serangkaian tabel-tabel untuk melakukan penilaian berdasarkan postur-postur yang terjadi beberapa bagian tubuh dan melihat beban atau tenaga yang dikeluarkan serta aktivitasnya. Perubahan nilai-nilai disediakan untuk setiap bagian tubuh untuk memodifikasi nilai dasar jika terjadi perubahan atau penambahan factor risiko dari setiap pergerakan postur yang dilakukan.

Cara perhitungan adalah dengan memberi nilai pada setiap postur yang terjadi, yang terdiri dari tiga group yakni : pertama pada bagian leher, punggung, dan kaki ; kedua pada bagian nlengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan ; ketiga merupakan penggabungan antara bagian pertama dan bagian kedua. Bagian pertama dijumlahkan dengan berat sedangkan bagian kedua dijumlahkan dengan *coupling*, dan ketiga dijumlahkan dengan aktivitas yang dilakukan. Setelah didapatkan hasilnya maka dapat ditentukan rekomendasi untuk tindakan pengendalian, berdasarkan atas tingkat risiko yang terjadi (Stanton, et al, 2005).

### 2.5.5 *Quick Exposure Checklist (QEC)*

*Quick Exposure Checklist (QEC)* adalah suatu metode cepat dalam penilaian risiko gangguan otot terkait dengan pekerjaan ( *Work-related Musculoskeletal Disorders / WMSDs* ) ( Li and Buckle,1999a). Metode QEC dibuat berdasarkan kebutuhan praktisi dan peneliti dalam melakukan penilaian WMSDs. QEC memiliki sensitivitas dan kegunaan yang tinggi dan sangat bisa diterima.

Tujuan dari penggunaan QEC adalah :

1. Mengukur perubahan postur terhadap faktor risiko musculoskeletal sebelum dan sesudah intervensi ergonomi
2. Melibatkan kedua pihak yakni *observer* dan pekerja dalam melaksanakan penilaian risiko dan mengidentifikasi kemungkinan perubahan.
3. Mendorong peningkatan kualitas tempat kerja

4. Meningkatkan kepedulian dan kesadaran pada manjer, teknisi, *designers*, praktisi K3, dan pekerja mengenai faktor risiko Musculoskeletal Disorder's (MSDs) ditempat kerja.
5. Membandingkan pajanan antar karyawan dalam satu pekerjaan ataupun antar karyawan pekerjaan berbeda.

Dalam penggunaannya QEC memiliki empat tahapan kerja yang meliputi :

1. Pengukuran oleh peneliti (*Observer's assessment*)

Peneliti (*observer*) memiliki form isian tersendiri yang dapat diisi melalui pengamatan kerja di lapangan. Sebagai alat Bantu, dapat menggunakan stopwatch guna menghitung durasi dan frekuensi kerja.

Berikut contoh form bagi peneliti (*observer*) :

Tabel 2.4 form observasi peneliti

<b>Job title :</b> <b>Task :</b> <b>Assesment conducted by :</b> <b>Worker's name :</b> <b>Date :</b> <b>Time :</b>	
<p style="text-align: center;"><b>Back</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>When performing the task, is the back</b>  <b>A1: Almost neutral?</b>  <b>A2: moderately flexed or twisted or side bent?</b>  <b>A3: excessively flexed or twisted or side bent?</b></li> <li>• <b>For manual handling task only : is the movement of the back</b>  <b>B1: infrequent? (around 3 times per minute or less)</b>  <b>B2: frequent? (around 8 times per minute)</b>  <b>B3: very frequent ? (around 12 times per minute or more)</b></li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Wrist/Hand</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Is the task performed  E1: with almost straight wrist?  E2: with deviated or bent wrist position ?</li> <li>• Is the task performed with similar repeated motion pattern  F1: 10 times per minute or less?  F2 : 11 to 20 times per minute?  F3: More than 20 times per minute?</li> </ul>

<b>Shoulder/arm</b>	<b>Neck</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Is the task performed</b>  <b>C1: at or below waist height?</b>  <b>C2: at about chest height?</b>  <b>C3: at or above shoulder height?</b></li> <li>• <b>Is the arm movement repeated</b>  <b>D1: infrequently? (some intermittent arm movement)</b>  <b>D2: frequently? (regular arm movement with some pauses)</b>  <b>D3: very frequent? (almost continuous arm movement)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>When performing the task, is the head/neck bent or twisted excessively?</b>  <b>G1: No</b>  <b>G2: Yes, occasionally</b>  <b>G3: Yes, continuously</b></li> </ul>

2. Pengukuran oleh pekerja (*Worker's assessment* Pengukuran)

Seperti halnya peneliti (*observer*), pekerja pun memiliki form isian sendiri, yang berisi pertanyaan seputar pekerjaan yang dilakukan seperti dibawah ini :

Tabel 2.5 Form isian QEC oleh pekerja

<b>Name :</b>	<b>Job title:</b>	<b>Date:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>What is the maximum weight handled in this task?</b>  <b>a1: Light (5kg or less)</b>  <b>a2: Moderate (6 to 10 kg)</b>  <b>a3: Heavy (11 to 20 kg)</b>  <b>a4: Very Heavy (More than 20kg)</b></li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>How much time on average do you spend per day doing this task?</b>  <b>b1: less than 2 hours</b>  <b>b2: 2 to 4 hours</b>  <b>b3: more than 4 hours</b></li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>When performing this task (single or double handled), what is the maximum force level exerted by one hand?</b>  <b>c1: low (eg. Less than 1 kg)</b>  <b>c2: medium (eg. 1 to 4 kg)</b>  <b>c3: high (eg. More than 4 kg)</b></li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Do you experience any vibration during work?</b>  <b>d1: low (or no)</b>  <b>d2: medium</b>  <b>d3: high</b></li> </ul>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Is the visual demand of this task?</b>  <b>e1: Low?</b> (there is almost no need to view fine details)  <b>e2: High?</b> (there is need to view some fine details)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Do you have difficulty keeping up with this work?</b>  <b>f1: Never</b>  <b>f2: Sometimes</b>  <b>f3: Often</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>How stressful do you find this work?</b>  <b>g1: Not at all</b>  <b>g2: Low</b>  <b>g3: Medium</b>  <b>g4: High</b></li> </ul>

### 3. Mengkalkulasi skor pajanan

Proses kalkulasi dapat dilakukan melalui dua cara, yakni manual (dengan menjumlahkan skor pada lembar isian), ataupun dengan program computer yang dapat di-download di [www.geocities.com/qecuk](http://www.geocities.com/qecuk).

### 4. Consideration of action

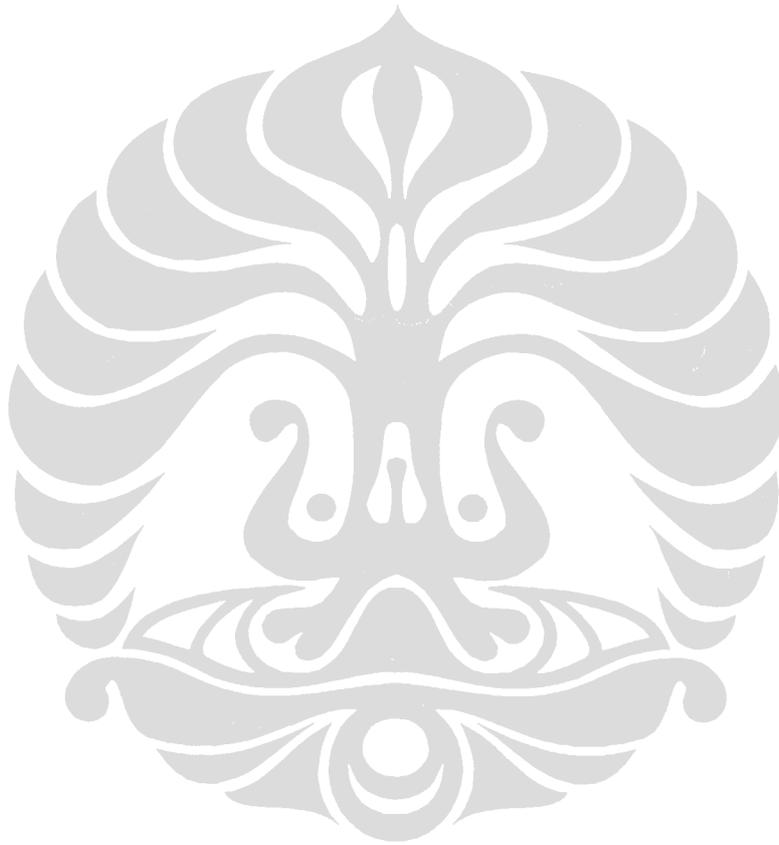
QEC secara cepat dapat mengidentifikasi tingkat pajanan dari punggung, bahu/lengan tangan, pergelangan tangan dan leher. Hasil dari metode ini juga merekomendasikan intervensi ergonomi yang efektif untuk mengurangi tingkat pajanan, seperti tabel dibawah :

Tabel 2.6 hasil evaluasi pajanan QEC

QEC Score (E) (percentage total)	Action	Aquivalent RULA Score
≤40%	acceptable	1-2
41-50%	investigate further	3-4
51-70%	investigate further and change soon	5-6
>70%	investigate and change immediately	7+

\* Tingkat pajanan (E) diperoleh dari pembagian skor total dengan skor maksimum (sesuai standar yang telah ditetapkan, dimana  $X_{\max}$  untuk aktivitas manual handling  $X_{\max/MH} = 176$ , untuk aktivitas selain itu,  $X_{\max} = 162$ ). Seperti rumus dibawah ini :

$$E (\%) = X/X_{\max} \times 100\%$$



## BAB 3

### KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

#### 3.1 Kerangka Teori

Menurut *Humantech*, 1995, ada 4 faktor risiko ergonomi, yaitu:

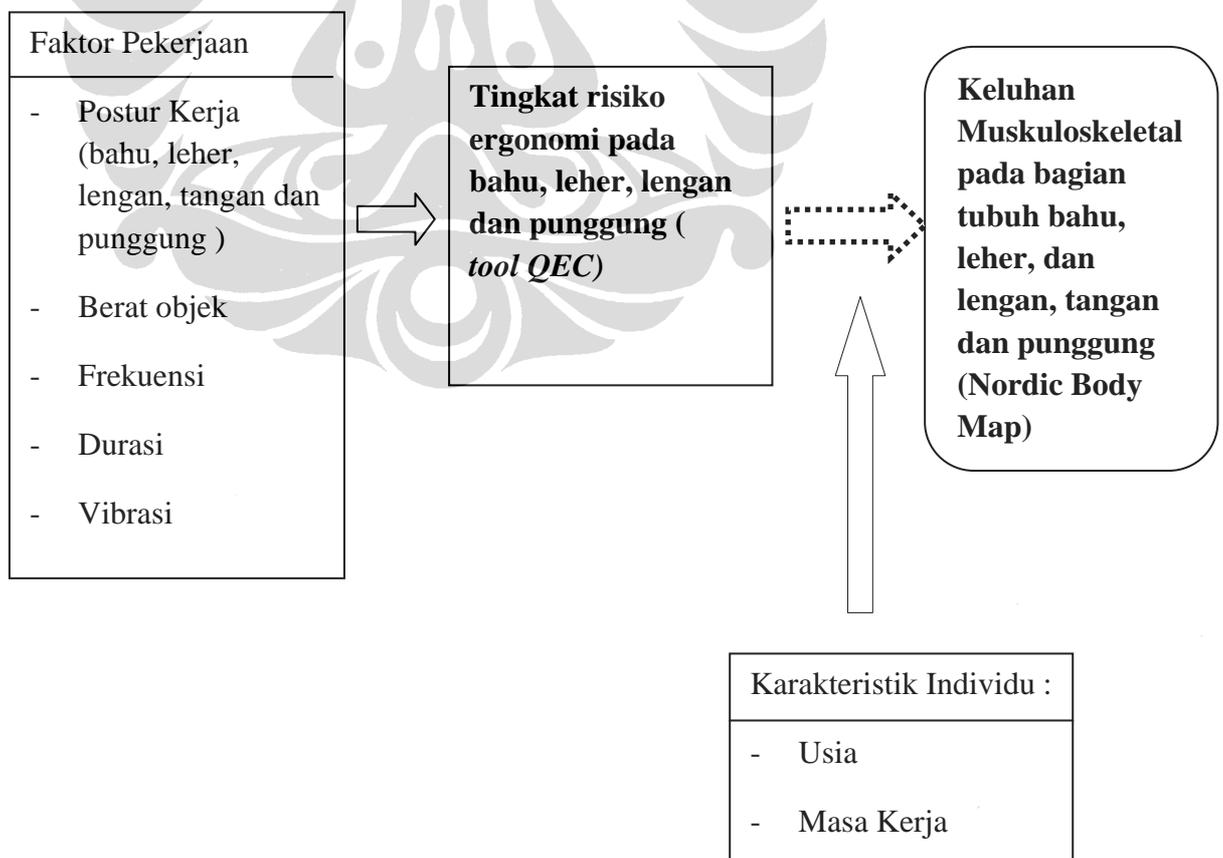
1. Postur janggal, yaitu posisi tubuh yang menyimpang atau deviasi dari postur tubuh normal
2. Beban tambahan yang ditanggung anggota tubuh tertentu, yaitu gaya pembebanan yang harus ditanggung tubuh yang disebabkan oleh segala sesuatu yang menyebabkan meningkatnya berat beban tubuh sehingga menimbulkan *fatigue* atau keluhan lain.
3. Durasi melakukan postur janggal, merupakan lamanya waktu melakukan suatu gerakan postur tubuh yang janggal.
4. Frekuensi dalam melakukan postur janggal, yaitu jumlah postur tubuh janggal yang berulang dalam satuan waktu per menit.

Pulat, 1992 menyatakan beberapa alasan penyebab *muskuloskeletal disorders/cummulative trauma disorders*, antara lain meliputi :

1. Postur janggal, hal ini disebabkan oleh adanya postur/ posisi sendi yang tidak alami/normal (*unnatural*).
2. Penggunaan tenaga berlebih (*forceful application*)
3. Aktivitas berulang (*repetition*)
4. Faktor individu

### 3.2 Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka teori sebelumnya, maka penulis merumuskan variabel- variabel yang akan diteliti sebagai berikut : variabel independen yang meliputi faktor pekerjaan yang terdiri atas postur kerja (bahu, leher, lengan, tangan dan punggung), berat objek kerja, frekuensi kerja, durasi kerja, dan vibrasi pada kegiatan kerja. Variabel independen lainnya adalah karakteristik individu yang meliputi usia dan masa kerja. Sedangkan variable dependen pada penelitian ini adalah tingkat risiko ergonomi pada bahu, leher, lengan dan punggung ( dengan *tool QEC*), serta keluhan muskuloskeletal pada bagian tubuh bahu, leher, dan lengan, tangan dan punggung (dengan kuesioner Nordic Body Map). Variabel independen faktor pekerjaan digunakan untuk menentukan variabel dependen tingkat risiko ergonomi (dengan tool QEC), dan variabel karakteristik individu secara tidak langsung mempengaruhi keluhan muskuloskeletal.



### 3.3 Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Skala Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur
1	Postur	Postur adalah posisi dari bagian-bagian berbeda dari tubuh saat melakukan aktivitas <i>manual handling</i>	Observasi	Ordinal	QEC	<p>Bahu / lengan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bekerja dengan tangan berada dibawah pinggang</li> <li>- bekerja dengan tangan setinggi dada</li> <li>- bekerja dengan tangan di atas bahu</li> </ul> <p>Leher :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leher tidak berputar/ menunduk/ menengadah</li> <li>- Leher berputar/ menunduk/ menengadah kadang-kadang</li> <li>- Leher berputar/</li> </ul>

						<p>menunduk/ menengadahkan terus- menerus</p> <p>Punggung :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Almost netral</i> : punggung berputar /membungkuk &lt; 20°</li> <li>- <i>Moderately flexed or twisted</i> : punggung berputar/membungkuk 20° – 60°</li> <li>- <i>Excessively twisted or twisted:</i> punggung berputar/membungkuk &gt; 60° ( mendekati 90° )</li> </ul> <p>Tangan&amp;Pergelangan</p> <p>Tangan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Almost Straight</i> : membentuk sudut &lt; 15°</li> </ul>
--	--	--	--	--	--	---

						- <i>Deviated / Bent</i> : Membentuk sudut > 15°
2	Berat Objek	Berat benda yang diangkat oleh responden pada saat melakukan aktivitas kerja	Kuisoner	Ordinal	Data primer	- Light ( $\leq 5$ kg) - Moderate ( 6-10 kg) - Heavy (11-20kg) - Very Heavy >20kg)
3	Frekuensi	Frekuensi adalah tingkat perubahan pengulangan kerja - Infrequent (jika gerakan dilakukan $\leq 3$ kali/menit) - Frequent ( jika gerakan 4-11 kali/menit) - Very frequent (jka gerakan dilakukan $\geq 12$ kali/menit)	Observasi	Ordinal	QEC	- Jarang - Sering - Sering Sekali
4	Durasi	Lamanya waktu kerja responden saat melakukan gerakan yang berisiko MSDs	Observasi	Ordinal	QEC	- Melakukan pekerjaan < 2 jam - Melakukan pekerjaan 2-4jam - Melakukan pekerjaan > 4jam

5	Vibrasi	Lamanya melakukan pekerjaan dengan menggunakan alat yang memiliki gerakan ritmik atau acak dengan media padat yang saling kontak	Kuisoner	Ordinal	QEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak pernah atau kurang dari 1 jam perhari</li> <li>- 1- 4 jam perhari</li> <li>- Lebih dari 4 jam perhari</li> </ul>
6	Usia	Usia responden yang dihitung dari tanggal lahir hingga dilakukannya penelitian	Kuisoner	Ordinal	Data Primer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 18-20 tahun</li> <li>- 21-30 tahun</li> <li>- &gt; 30 tahun</li> </ul>
7	Lama Kerja	Lama kerja responden dihitung dari mulai kerja pertama hingga dilakukannya penelitian	Kuisoner	Ordinal	Data Primer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 0-5 tahun</li> <li>- 6-10 tahun</li> <li>- &gt; 10 tahun</li> </ul>
8	Tingkat risiko ergonomi	<p>Nilai pajanan yang dialami tubuh diperoleh dari nilai pajanan responden dengan perhitungan nilai pajanan (referensi) menurut metode QEC</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk Punggung, bahu /lengan, dan tangan</li> </ul>	Kalkulasi dan penilaian	Ordinal	QEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendah</li> <li>- Sedang</li> <li>- Tinggi</li> <li>- Sangat Tinggi</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 10-20 : rendah</li> <li>- 21-30 : sedang</li> <li>- 31-40 : tinggi</li> <li>- 41-46 : sangat tinggi</li> <li>• Untuk Leher <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4-6 : rendah</li> <li>- 8-10 : sedang</li> <li>- 12-14 : tinggi</li> <li>16-18 : sangat tinggi</li> </ul> </li> </ul>				
9	Keluhan Muskuloskeletal	Rasa tidak nyaman pada otot dan tulang berupa nyeri, pegal-pegal, kejang/kramp, mati rasa, bengkak, kaku dan panas.	Kuisoner	Nominal	Data primer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ya</li> <li>- Tidak</li> </ul>