

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Ergonomi

##### 2.1.1 Sejarah Ergonomi

Pengkajian hubungan manusia dengan lingkungan kerja sebenarnya sudah lama dilakukan oleh manusia, tetapi pengembangan yang lebih mendalam baru dilakukan setelah perang dunia kedua, tepatnya tanggal 12 Juli 1949 di Inggris oleh sekelompok ilmuwan yang terdiri dari: ahli anatomi, ahli psikologi, dan insinyur. Hal itu dianggap sebagai hari lahirnya ergonomi. Pada hari itu diadakan pertemuan di British Admiralty yang membentuk suatu Human Resource Group untuk orang-orang yang berminat terhadap masalah manusia dalam bekerja. Baru pada tanggal 16 Februari 1950 terminologi ergonomi diadopsi dan ergonomi menjadi suatu disiplin ilmu (Osborne, 1995).

Istilah “*ergonomi*” sendiri berkembang di Eropa sedangkan di Amerika berkembang dengan istilah “*human engineering*” atau “*human factors*”. Human Engineering sering digunakan untuk menggambarkan suatu rancangan yang sesuai dengan apa yang diharapkan manusia sehingga manusia dapat menggunakan hasil rancangan tersebut secara efektif tanpa mendapatkan tekanan (Mc Cormick, 1993).

##### 2.1.2 Definisi Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani, yang terdiri dari dua kata yaitu “*ergon*” berarti kerja dan “*nomos*” berarti aturan atau hukum. Jadi secara harfiah ergonomi adalah suatu aturan atau norma dalam sistem kerja (Tarwaka, dkk, 2004).

(Bridger, 2003), mendefinisikan ergonomi sebagai ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan mesin dan faktor-faktor lain yang mempengaruhinya.

Menurut Corlett dan Clark (1995), ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari karakteristik dan kemampuan manusia yang mempengaruhi desain pekerjaan, peralatan, dan sistem kerja.

Pheasant (1991), menyatakan ergonomi sebagai ilmu yang secara ilmiah mengkaji manusia dalam pekerjaannya atau aplikasi informasi yang menitikberatkan pada desain suatu alat dan mesin, desain objek, sistem dan lingkungan kerja untuk kepentingan manusia. Ergonomi juga dapat berarti sebagai ilmu yang menyesuaikan pekerjaan dengan pekerjaannya dan produk dengan penggunaannya.

McCormick (1993) menyatakan ergonomi dengan menggunakan pendekatan yang lebih menyeluruh yaitu fokus utama, tujuan, dan pendekatan utama, dimana penjelasannya adalah sebagai berikut :

1. Secara fokus

Ergonomi memfokuskan diri pada unsur manusia dan interaksinya dengan produk, fasilitas, dan lingkungan lingkungan kerja.

2. Secara tujuan

Tujuan yang hendak dicapai ergonomi adalah peningkatan efektivitas dan efisiensi kerja yang dihasilkan oleh sistem manusia-mesin, sambil tetap mempertahankan unsur kenyamanan serta kesehatan dan keselamatan kerja sebaik mungkin.

3. Secara pendekatan

Pendekatan ergonomi adalah penggunaan informasi mengenai kemampuan dan keterbatasan manusia pada perancangan sistem kerja maupun prosedur kerja.

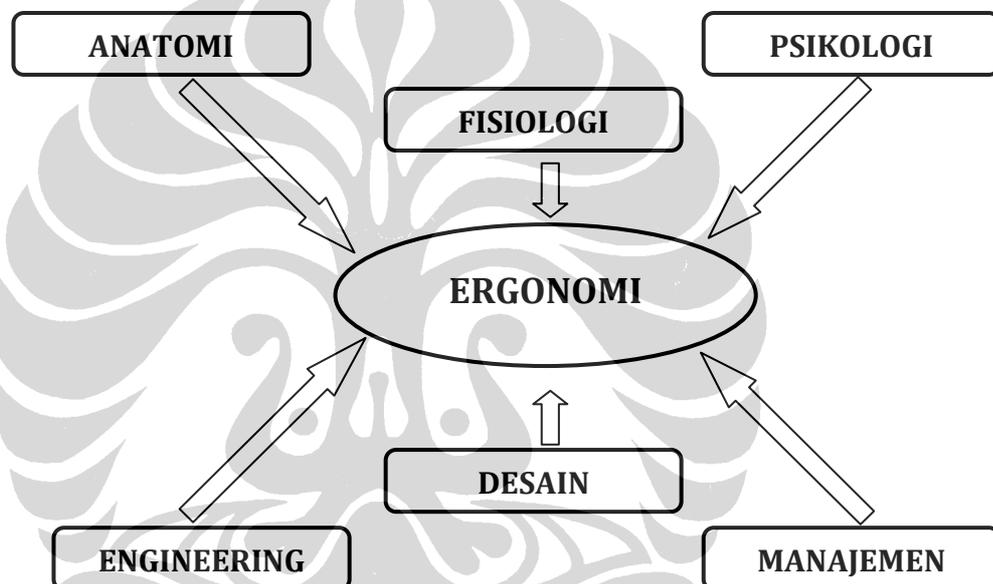
Berdasarkan definisi-definisi di atas, dapat kita lihat bahwa fokus dari ergonomi adalah manusia. Bahwa manusia mempunyai keterbatasan kemampuan, dan untuk mencegah cedera sekaligus berupaya untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi dan kenyamanan , maka dibutuhkan penyesuaian antara lingkungan kerja dengan manusia.

### **2.1.3 Ruang Lingkup Ergonomi**

Ergonomi merupakan perpaduan antara beberapa bidang ilmu, antara lain ilmu faal, anatomi dan kedokteran, psikologi faal, ilmu fisika dan teknik. Ilmu faal dan anatomi memberikan gambaran bentuk tubuh manusia, kemampuan tubuh/anggota gerak untuk mengangkat atau ketahanan terhadap suatu gaya yang

diterimanya, serta satuan ukuran besaran panjangnya suatu anggota tubuh. Psikologi faal memberikan gambaran terhadap fungsi otak dan sistem persyarafan dalam kaitannya dengan tingkah laku, sementara eksperimental mencoba memahami suatu cara bagaimana mengambil sikap, memahami, mempelajari, mengingat serta mengendalikan proses motorik. Sedangkan ilmu fisika dan teknik memberikan informasi yang sama untuk disain dan lingkungan dimana operator terlibat (Oborne, 1995).

Budiono menggambarkan kaitan ergonomi dengan ilmu pendukungnya melalui skema berikut.



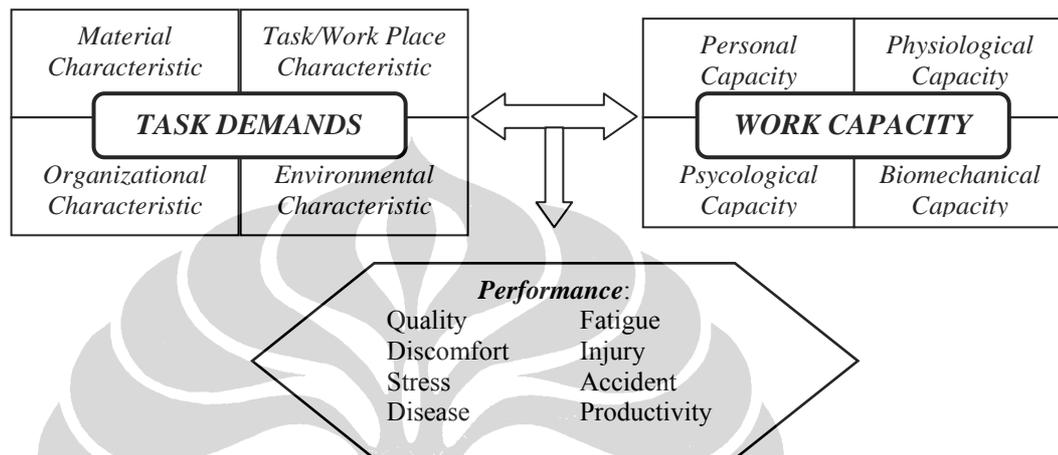
Gambar 2.1.Kaitan Ergonomi dengan Ilmu Pendukungnya (Sumber: Budiono, 2003)

Fokus ergonomi melibatkan tiga komponen utama yaitu manusia, mesin dan lingkungan yang saling berinteraksi antara satu dengan yang lainnya. Interaksi tersebut menghasilkan suatu sistem kerja yang tidak bisa dipisahkan antara yang satu dengan yang lainnya yang dikenal dengan istilah *worksistem*. (Bridger 2003)

Dalam ergonomi, manusia merupakan titik sentral. Sebagai titik sentral, maka keterbatasan manusia haruslah menjadi patokan dalam penataan suatu produk yang ergonomis. Keterbatasan itu dapat berasal dari dalam, maupun dari luar manusia. Faktor yang berasal dari dalam misalnya kekuatan otot, dan bentuk

dan ukuran tubuh. Sedangkan faktor dari luar yaitu lingkungan kerja, penyakit, gizi, dan sosial ekonomi (Budiono, 2003).

Selain itu, menurut Tarwaka (2004), dalam sudut pandang ergonomi, antara tuntutan tugas dan kapasitas kerja harus selalu dalam garis keseimbangan sehingga dicapai performa kerja yang tinggi



**Gambar 2.2. Konsep Dasar Ergonomi (Tarwaka, 2004)**

Task demands atau tuntutan tugas tergantung pada:

- *Material characteristics*, contohnya karakteristik mesin dan peralatan
- *Task/workplace characteristics* characteristics, contohnya, tipe, kecepatan dan irama kerja.
- *Organization characteristics*, berhubungan dengan jam kerja, jam istirahat, shift kerja, kerja malam, manajemen, cuti dan llibur
- *Environmental characteristic*, berkaitan dengan manusia teman setugas, suhu dan kelembaban, bising dan getaran, penerangan, sosial budaya, norma, adat dan kebiasaan, bahan pencemar.

Work capacity atau kemampuan kerja ditentukan oleh:

- *Personal capacity*, berhubungan dengan usia, jenis kelamin, antropometrik, pendidikan, pengalaman, status sosial, agama dan kepercayaan, status kesehatan dan kebugaran.
- *Physiological capacity*, meliputi kemampuan dan daya tahan kardiovaskular, syaraf, otot, panca indra.

- *Psychological capacity*, berhubungan dengan kemampuan mental, waktu reaksi, kemampuan adaptasi, stabilitas emosi.
- *Biomechanical capacity*, berhubungan dengan kemampuan dan daya tahan sandi dan persendian, tendon dan jalinan tulang.

*Performance* tergantung pada besarnya rasio tuntutan tugas dengan besarnya kemampuan orang tersebut. Bila tuntutan tugas lebih rendah dari kapasitas kerja akan terjadi understress (Tarwaka, 2004)

#### 2.1.4 Tujuan Ergonomi

Pulat (1997), menyebutkan bahwa tujuan penerapan ergonomi adalah menyesuaikan pekerjaan dengan manusia. Menurut Tarwaka (2004), tujuan ergonomi adalah mencapai hal-hal sebagai berikut:

1. Peningkatan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Peningkatan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial selama usia produktif dan setelah tidak produktif.
3. tercipta keseimbangan rasional antara aspek teknis, ekonomis, antropologi dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi

#### 2.2 Biomekanika Kerja

Frankel & Nordin (1980) dikutip oleh Chaffin (1999) mendefinisikan biomekanika sebagai penggunaan kaidah fisika dan konsep teknik dalam menjelaskan pergerakan tubuh manusia dalam aktifitas kesehariannya. Definisi ini sekurangnya menjelaskan bahwa biomekanika bersifat multi disiplin ilmu yang memanfaatkan keilmuan fisika, faal tubuh, dan perilaku manusia (*behavioral science*). Banyak gangguan pada manusia yang disebabkan oleh aktivitas

(pekerjaan, olahraga, dst.) dapat diinterpretasikan dan dicarikan solusinya dengan menggunakan pendekatan biomekanika.

Kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh interaksi manusia dan benda mekanis memiliki 2 jenis permasalahan. Gambar dibawah ini akan menjelaskan 2 jenis permasalahan biomekanika tersebut.

| Kejadian                    |   | Tipe Trauma         |   | Akibat                                    |
|-----------------------------|---|---------------------|---|---|
| Kejadian tiba-tiba          | → | Impact Trauma       | → | Patah, amputasi, luka, dst                |
| Aktivitas Repetitif /statis | → | Overexertion Trauma | → | CTS, pembengkakan, cedera tulang punggung |

**Gambar 2. 3 Dua jenis kecelakaan pada industri (Chaffin, 1999).**

Pengetahuan tentang biomekanika diperlukan untuk mengetahui mekanisme terjadinya kecelakaan kerja, sehingga dapat dilakukan pendekatan yang efektif dan ilmiah untuk membantu manusia bekerja dengan aman.

Biomekanika yang lebih banyak membahas kajian kapasitas fisik manusia serta performansinya dalam sistem kerjanya disebut Biomekanika Kerja (*Occupational Biomechanics*) yang secara definisi diartikan sebagai keilmuan yang mempelajari interaksi fisik antara pekerja dengan peralatan, mesin, dan material sehingga dicapai performansi yang optimal dari pekerja dan meminimalisasi resiko terjadinya gangguan muskuloskeletal (Chaffin, 2003)

## 2.3 Anatomi Tubuh Manusia

### 2.3.1 Anatomi Tubuh Manusia

Tubuh manusia terdiri dari berbagai sistem, diantaranya adalah sistem rangka, sistem pencernaan, sistem peredaran darah, sistem pernafasan, sistem syaraf, sistem penginderaan, sistem otot, dll. Sistem-sistem tersebut saling terkait antara satu dengan yang lainnya dan berperan dalam menyokong kehidupan manusia. Akan tetapi dalam ergonomi, sistem yang paling berpengaruh adalah sistem otot, sistem rangka dan sistem syaraf. Ketiga sistem ini sangat berpengaruh dalam ergonomi karena manusia yang memegang peran sebagai pusat dalam ilmu ergonomi (*person-centered ergonomics*).

### 2.3.2 Sistem Muskuloskeletal

Kerangka merupakan dasar bentuk tubuh sebagai tempat melekatnya otot-otot, pelindung organ tubuh yang lunak, penentuan tinggi, pengganti sel-sel yang rusak, memberikan sistem sambungan untuk gerak pengendali dan untuk menyerap reaksi dari gaya serta beban kejut. Rangka manusia terdiri dari tulang-tulang yang menyokong tubuh manusia yang terdiri atas tulang tengkorak, tulang badan dan tulang anggota gerak (Nurmianto, 2004). Fungsi utama dari sistem muskuloskeletal adalah untuk mendukung dan melindungi tubuh dan organ-organnya serta untuk melakukan gerak. Agar seluruh tubuh dapat berfungsi dengan normal, masing-masing substruktur harus berfungsi dengan normal. Enam substruktur utama pembentuk sistem muskuloskeletal antara lain: tendon, ligamen, fascia (pembungkus), kartilago, tulang sendi dan otot. Tendon, ligamen, fascia dan otot sering disebut sebagai jaringan lunak, sedangkan tulang sendi diperlukan untuk pergerakan antara segmen tubuh. Peran mereka dalam sistem muskuloskeletal keseluruhan sangatlah penting sehingga tulang sendi sering disebut sebagai unit fungsional sistem muskuloskeletal.

Dalam kaitannya dengan ergonomi, Sistem otot dan rangka merupakan alat gerak pada manusia dan berperan dalam membentuk postur dalam bekerja. Sistem ini berguna dalam mendesain/ merancang tempat kerja, peralatan kerja dan produk baru yang harus disesuaikan dengan karakteristik manusia (*fitting job to the man*). Sistem otot dan rangka berpengaruh dalam kemampuan dan keterbatasan manusia dalam melakukan suatu pekerjaan. Sedangkan sistem syaraf merupakan pengendali dari semua kegiatan dan aktivitas termasuk gerakan sistem otot dan rangka.

### 2.3.3 Jaringan Penghubung

Tulang, ligamen, tendon, dan kartilago adalah jaringan penghubung dalam tubuh. Mereka menyediakan sokongan, meneruskan tenaga dan memelihara integritas secara struktural.

Ligamen dan tendon adalah jaringan penghubung padat yang mirip dalam morfologi dan fungsinya. Ligamen menghubungkan tulang dengan tulang, mengupayakan kestabilan dalam persendian, sedangkan tendon merekatkan otot

pada tulang, menyalurkan tenaga dari otot. Fascia juga merupakan jaringan penghubung padat yang melindungi organ atau bagian dari organ dan memisahkannya satu dengan yang lain. Contoh dari jaringan fascia adalah *intramuscular septa* yang memisahkan otot-otot lengan.

Tendon dapat berfungsi pada sekitar pojok, seperti dalam jari dan sendi pergelangan. Sistem tarikan dalam tendon jari sangat krusial untuk berfungsinya tangan. Gangguan padanya akan membawa pada perubahan lengan momen tendon dan juga meningkatkan penyimpangan tendon (jarak tendon harus bergeser) ketika jari berkontraksi (ditarik) maupun relaksasi (diregangkan) dan akan membawa pada dampak *bowstringing*, yaitu melengkungnya tendon.

Kartilago melindungi permukaan tulang artikular dan juga terdapat dalam beberapa organ—telinga, hidung, sistem pernafasan, piringan sendi tulang belakang. Sedangkan tulang dapat dipertimbangkan sebagai bagian dari struktur tulang keseluruhan dan sebagai jaringan.

#### 2.3.4 Otot Skeletal

Otot kerangka merupakan penyokong 50% berat tubuh dan menggunakan hampir 50% dari metabolisme tubuh. Terdapat 400 otot di dalam tubuh, masing-masing dengan fungsi khusus. Secara umum, mereka bertugas membangun gerakan pada sendi. Masing-masing otot adalah bagian tubuh sendiri yang terpisah. Otot terikat pada tulang oleh tendon, dan melintasi satu atau lebih sendi. Mereka di bawah kendali langsung sistem saraf *voluntary*, atau sering disebut sistem saraf somatik. Keunikan sifat dari otot adalah bahwa otot dapat mengkerut, berkontraksi. Sistem yang dapat berkontraksi membutuhkan:

- Mekanisme kontraksi
- Metode untuk menstimulasi dan mengendalikan mekanisme tersebut.
- Energi untuk mengarahkan mekanisme.

Kebanyakan otot terangkai dalam kelompok sekitar sendi, sehingga satu atau beberapa (penggerak utama atau agonis) bertanggungjawab untuk sebuah aktivitas, sedangkan yang lainnya, otot antagonis, beraktivitas sebaliknya. Fungsi otot yang terkoordinasi membutuhkan antagonis berelaksasi ketika otot penggerak utama bergerak. Pada kebanyakan aktivitas, beberapa bergerak bersamaan,

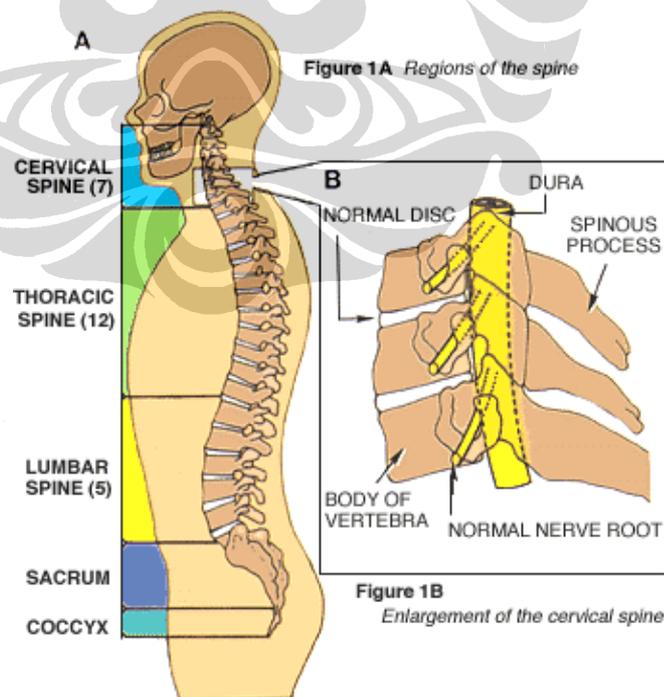
sebagai sinergi dan kadangkala beberapa sendi terlibat, sehingga beberapa otot mengendalikan (menstabilkan) satu sendi sementara yang lain menggerakkan sendi menjauhi atau mendekati sendi yang distabilkan.

### 2.3.5 Tulang Sendi

Tulang sendi adalah gabungan dari dua atau lebih tulang. Bergantung pada struktur, tulang sendi dikelompokkan sebagai sendi sinovial, dimana tidak ada jaringan antara permukaan artikular, sendi fibrous, di mana jaringan menjembatani sendi dan sendi kartilaginus, dimana kartilage menjembatani sendi. Kebanyakan sendi adalah sinovial. Contoh sendi fibrous adalah hubungan antar tulang pada tengkorak, sementara sendi kartilaginus terdapat pada usia anak yang mendukung pertumbuhan dan pada tulang belakang.

### 2.3.6 Anatomi Tulang Belakang

Tulang Belakang merupakan bagian yang penting dalam ergonomi karena rangka ini merupakan rangka yang menyokong tubuh manusia bersama dengan panggul untuk mentransmisikan beban kepada kedua kaki melalui sendi yang terdapat pada pangkal paha. Tulang belakang terdiri dari beberapa bagian yaitu:



Gambar 2.4 Struktur Tulang Belakang ([www.mspine.com/Spinal-Anatomy.htm](http://www.mspine.com/Spinal-Anatomy.htm)).

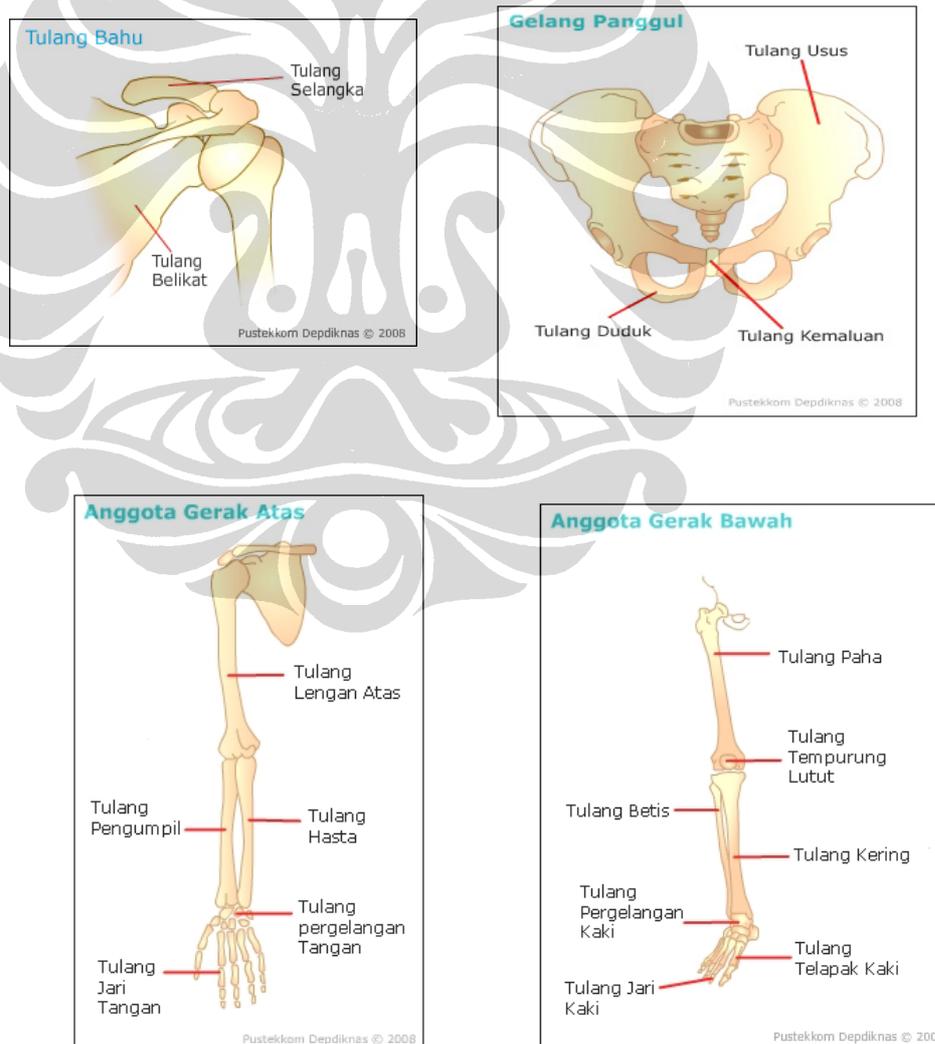
- Tulang belakang cervical; terdiri atas 7 tulang yang memiliki bentuk tulang yang kecil dengan spina atau *proccus spinosus* (bagian seperti sayap pada belakang tulang) yang pendek kecuali tulang ke-2 dan ke-7. Tulang ini merupakan tulang yang mendukung bagian leher.
- Tulang belakang thorax; terdiri atas 12 tulang yang juga dikenal sebagai tulang dorsal. *Proccus spinosus* pada tulang ini terhubung dengan tulang rusuk. Kemungkinan beberapa gerakan memutar dapat terjadi pada tulang ini.
- Tulang belakang lumbal; terdiri atas 5 tulang yang merupakan bagian paling tegap konstruksinya dan menanggung beban terberat dari tulang yang lainnya. Bagian ini memungkinkan gerakan fleksi dan ekstensi tubuh, dan beberapa gerakan rotasi dengan derajat yang kecil.
- Tulang sacrum; terdiri atas 5 tulang dimana tulang-tulangnya bergabung dan tidak memiliki celah atau *intervertebral disc* satu sama lainnya. Tulang ini menghubungkan antara bagian punggung dengan bagian panggul.
- Tulang belakang coccyx; terdiri atas 4 tulang yang juga tergabung tanpa celah antara 1 dengan yang lainnya. Tulang coccyx dan sacrum tergabung menjadi satu kesatuan dan membentuk tulang yang kuat.

Pada tulang belakang terdapat bantalan yaitu *intervertebral disc* yang terdapat di sepanjang tulang belakang sebagai sambungan antar tulang dan berfungsi melindungi jalinan tulang belakang. Bagian luar dari bantalan ini terdiri dari annulus fibrosus yang terbuat dari tulang rawan dan *nucleus pulposus* yang berbentuk seperti jeli dan mengandung banyak air. Dengan adanya bantalan ini memungkinkan terjadinya gerakan pada tulang belakang dan sebagai penahan jika terjadi tekanan pada tulang belakang seperti dalam keadaan melompat. Jika terjadi kerusakan pada bagian ini maka tulang dapat menekan syaraf pada tulang belakang sehingga menimbulkan kesakitan pada punggung bagian bawah dan kaki. Struktur tulang belakang ini harus dipertahankan dalam kondisi yang baik agar tidak terjadi kerusakan yang dapat menyebabkan injuri/ cidera.

### 2.3.7 Anatomi Rangka Apendikular

Anatomi Apendikular terdiri dari 3 rangka yaitu:

- Rangka Bahu; terdiri atas 2 tulang selangka (kiri dan kanan) dan 2 tulang belikat (kiri dan kanan)
- Rangka Panggul; terdiri dari 2 tulang duduk (kiri dan kanan), 2 tulang usus (kiri dan kanan) dan 2 tulang kemaluan (kiri dan kanan)
- Rangka Anggota Gerak; terdiri dari anggota gerak atas dan bawah. Anggota gerak atas terdiri dari 2 tulang pengumpil, 2 tulang lengan atas, 2 tulang hasta, 16 tulang pergelangan tangan, 10 tulang telapak tangan, dan 18 ruas tulang jari tangan. Sedangkan anggota gerak bawah terdiri dari 2 tulang paha, 2 tulang tempurung lutut, 2 tulang kering, 2 tulang betis, 14 tulang pergelangan kaki, 10 tulang telapak tangan, 28 ruas tulang jari kaki.



Gambar 2.5 Tulang Apendikular ([www.e-ukasi.net/.../mp\\_376/materi02.html](http://www.e-ukasi.net/.../mp_376/materi02.html)).

## **2.4 Work Related Musculoskeletal Disorders**

### **2.4.1 Definisi Work-related Musculoskeletal Disorder**

*National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH, 1997) mengeluarkan buku berisi tinjauan kritis mengenai fakta epidemiologis untuk *Work Related Musculoskeletal Disorder* (MSDs) pada leher, ekstremitas atas dan tulang belakang. Istilah *musculoskeletal disorders* (MSDs) itu sendiri merujuk pada kondisi yang melibatkan saraf, tendon, otot dan struktur penyangga tubuh. MSD atau cedera otot akibat bekerja merupakan suatu istilah yang ditujukan pada gangguan terhadap jaringan tubuh atau kondisi yang disebutkan di atas, yang diakibatkan oleh aktivitas atau paparan terkait pekerjaan. Sebagai contoh adalah postur dan gerakan tubuh yang buruk, berulang, dipaksakan (*overuse*) dan terakumulasi. Selain faktor di atas, MSD dapat disebabkan oleh pengaruh lingkungan seperti vibrasi, suhu rendah dan lain lain.

Istilah MSDs biasa digunakan oleh pakar ergonomi untuk gangguan yang diakibatkan oleh karakteristik pekerjaan yang buruk, sedangkan *Cummulative Trauma Disorder* (CTD) merupakan istilah yang digunakan kalangan medis bila gangguan jaringan otot (*musculoskeletal disorders*) telah menjadi penyakit. Pengetahuan tentang potensi MSDs diperlukan untuk menciptakan sistem kerja yang aman, nyaman, dan tetap sehat bagi penggunanya.

Secara umum, analisis terhadap pekerjaan (*task analysis*) dan pengamatan terhadap gejala lampau lebih berarti dibandingkan pengamatan secara fisik, hal ini disebabkan karena cedera otot akibat bekerja merupakan akumulasi dari berbagai mikrotrauma yang disebabkan pemaksaan posisi tubuh yang berlangsung dalam jangka waktu lama.

Hubungan antara paparan yang berupa faktor kerja fisik dengan perkembangan penyakit tertentu dapat dipengaruhi juga oleh faktor psikososial. Oleh karena itu dalam menyelidiki faktor resiko yang menjadi penyebab munculnya MSD, faktor ini juga mendapatkan perhatian.

### **2.4.2 Faktor Risiko Musculoskeletal Disorders**

Berdasarkan studi yang dilakukan secara klinik, biomekanika, fisiologi dan epidemiologi didapatkan kesimpulan bahwa terdapat dua faktor yang

menyebabkan terjadinya cedera otot (MSDs) akibat bekerja (Armstrong & Chaffin, 1979) yang dikutip oleh Chaffin (1999), yaitu:

#### 1. Faktor Pekerjaan (*Work factors*)

Berdasarkan karakteristik pekerjaan yang dilakukan oleh seseorang dalam interaksinya dengan sistem kerja. Berdasarkan penelitian telah terbukti bahwa tinjauan secara biomekanik serta data statistik menunjukkan bahwa faktor pekerjaan berkontribusi pada terjadinya cedera otot akibat bekerja (Armstrong, 1979; Wisseman & Badger, 1970; Werner, 1997) dikutip Chaffin (1999).

Berikut ini faktor-faktor pekerjaan yang bisa menyebabkan terjadinya cedera pada otot atau jaringan tubuh :

- **Postur tubuh**  
Postur tubuh pada saat melakukan pekerjaan yang menyimpang dari posisi normal ditambah dengan gerakan berulang akan meningkatkan risiko terjadinya CTDs.
- **Repetisi**  
pengulangan gerakan kerja dengan pola yang sama, hal ini bisa terlihat pada dimana frekuensi pekerjaan yang harus dikerjakan tinggi, sehingga pekerja harus terus menerus bekerja agar dapat menyesuaikan diri dengan sistem.
- **Pekerjaan statis (*static exertions*)**  
pekerjaan yang menuntut seseorang tetap pada posisinya, perubahan posisi dalam bekerja akan menyebabkan pekerjaan terhenti. Pekerjaan dengan postur yang dinamis, memiliki risiko *musculoskeletal disorder* (MSDs) lebih rendah dibandingkan dengan pekerjaan yang mengharuskan postur statis. Hal ini disebabkan karena postur tubuh yang statis dapat meningkatkan risiko yang berhubungan dengan menurunnya sirkulasi darah dan nutrisi pada jaringan otot.
- **Pekerjaan yang memaksakan tenaga (*forceful exertions*)**  
Beban yang berat atau tahanan dari benda kerja yang dihadapi pekerja dapat menyebabkan terjadinya cedera pada otot akibat bekerja.

- Stress mekanik (*mechanical stresses*)  
terjadinya kontak dari anggota badan dengan objek pekerjaan.
- Getaran (*vibrasi*)  
timbulnya getaran getaran di area kerja yang mengganggu konsentrasi pekerja dalam bekerja.
- Temperatur ekstrim  
temperatur yang dingin menyebabkan berkurangnya daya kerja sensor tubuh, aliran darah, kekuatan otot dan keseimbangan. Sedangkan temperatur bekerja yang tinggi dapat menyebabkan pekerja cepat merasa lelah.

## 2. Faktor Individu (*Personal factors*)

Kondisi dari seseorang yang dapat menyebabkan terjadi *musculoskeletal disorder*.

Berikut adalah beberapa faktor risiko pribadi yang berpengaruh terhadap kejadian MSDs:

- Masa Kerja  
Merupakan faktor risiko dari suatu pekerja yang terkait dengan lama bekerja. Dapat berupa masa kerja dalam suatu perusahaan dan masa kerja dalam suatu profesi tertentu. Masa kerja merupakan faktor risiko yang sangat mempengaruhi seorang pekerja untuk meningkatkan risiko terjadinya *musculoskeletal disorders*, terutama untuk jenis pekerjaan yang menggunakan kekuatan kerja yang tinggi
- Usia  
Sejalan dengan meningkatnya usia akan terjadi degenerasi pada tulang dan keadaan ini mulai terjadi disaat seseorang berusia 30 tahun (Bridger, 2003). Pada usia 30 tahun terjadi degenerasi yang berupa kerusakan jaringan, penggantian jaringan menjadi jaringan parut, pengurangan cairan. Hal tersebut menyebabkan stabilitas pada tulang dan otot menjadi berkurang. Pendek kata, semakin tua seseorang, semakin tinggi risiko orang tersebut tersebut mengalami penurunan elastisitas pada tulang, yang menjadi pemicu timbulnya gejala MSDs. Chaffin (1979) dan Gue et al

(1995) menyatakan bahwa pada umumnya keluhan otot skeletal mulai dirasakan pada usia kerja yaitu 25-65 tahun. Menurut Riihimaki et al (1989) menjelaskan umur mempunyai hubungan yang sangat kuat dengan keluhan otot, terutama untuk otot leher dan bahu, bahkan beberapa ahli lainnya menyatakan bahwa umur merupakan penyebab utama terjadinya keluhan otot. Grandjean (1993), menyebutkan bahwa umur 50-60 tahun kekuatan otot menurun sebesar 25%, kemampuan sensoris motoris menurun sebanyak 60%. Selanjutnya kemampuan kerja fisik seseorang yang berumur > 60 tahun tinggal mencapai 50% dari umur orang yang berumur 25 tahun.

- Jenis Kelamin

Jenis kelamin sangat mempengaruhi tingkat risiko keluhan otot rangka. Hal ini terjadi karena secara fisiologis, kemampuan otot wanita lebih rendah daripada pria. Berdasarkan beberapa penelitian menunjukkan prevalensi beberapa kasus *musculoskeletal disorders* lebih tinggi pada wanita dibandingkan pada pria. (NIOSH, 1997)

- Kebiasaan Merokok

Meningkatnya keluhan otot sangat erat hubungannya dengan lama dan tingkat kebiasaan merokok. Risiko meningkat 20% untuk tiap 10 batang rokok per hari. Mereka yang telah berhenti merokok selama setahun memiliki risiko LBP sama dengan mereka yang tidak merokok. Kebiasaan merokok akan menurunkan kapasitas paru-paru, sehingga kemampuannya untuk mengkonsumsi oksigen akan menurun. Bila orang tersebut dituntut untuk melakukan tugas yang menuntut pengerahan tenaga, maka akan mudah lelah karena kandungan oksigen dalam darah rendah.

Boshuizen et al (1993) menemukan hubungan yang signifikan antar kebiasaan merokok dengan keluhan otot pinggang, khususnya untuk pekerjaan yang memerlukan pengerahan otot, karena nikotin pada rokok dapat menyebabkan berkurangnya aliran darah ke jaringan. Selain itu, merokok dapat pula menyebabkan berkurangnya kandungan mineral pada tulang sehingga menyebabkan nyeri akibat terjadinya keretakan atau kerusakan pada tulang (Bernard et al, 1997; De Beeck & Herman, 2000)

- Kesegaran Jasmani

Tingkat keluhan otot juga dipengaruhi oleh tingkat kesegaran jasmani. Berdasarkan laporan dari NIOSH yang dikutip dari hasil penelitian Cady et al (1979) menyatakan bahwa untuk tingkat kesegaran tubuh yang rendah, maka risiko terjadinya keluhan adalah 7,1 % tingkat kesegaran jasmani yang sedang risiko terjadinya gangguan otot rangka adalah 3,2 % dan tingkat kesegaran jasmani yang tinggi maka risiko untuk terjadinya keluhan otot rangka 0,8%. Hal itu diperkuat dengan laporan Betti et al (1989) yang menyatakan bahwa hasil penelitian terhadap para penerbang menunjukkan bahwa kelompok penerbang dengan tingkat kesegaran jasmani yang tinggi mempunyai risiko yang sangat kecil terhadap risiko terjadinya cedera otot.

- Antropometri (Tinggi Badan dan IMT)

Walaupun pengaruhnya relatif kecil, tinggi badan dan berat badan merupakan faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal. Penelitian Heliovaara (1987), yang dikutip NIOSH (1997) menyebutkan bahwa tinggi seseorang berpengaruh terhadap timbulnya *herniated lumbar disc* pada jenis kelamin wanita dan pria, tapi pada berdasarkan IMT, hanya berpengaruh pada jenis kelamin pria. Schierhout (1995), menemukan bahwa pendeknya seseorang berasosiasi dengan keluhan pada leher dan bahu.

WHO (2003) mengklasifikasikan IMT sebagai berikut: <18,5 dikatakan *underweight*, 18,5-24,9 dikategorikan normal, *overweight* (kelebihan berat badan) jika  $IMT \geq 25$  dan dikatakan obesitas jika  $IMT \geq 30$ .

Pheasant (1986) dikutip dalam Nurmiyanto (1993), menyatakan bahwa data antropometri masyarakat Indonesia adalah sebagai berikut: 5%ile = 153 cm, 95%ile = 163 cm dan *mean* = 163 cm.

### 2.4.3 Gejala MSDs

Berikut ini beberapa gejala umum yang menandai terjadinya MSDs:

1. Rasa sakit pada sendi
2. Rasa sakit pada tangan, bahu, lengan bawah, lutut, kaki, dan lain-lain

3. Rasa sakit, ngilu dan kebas pada tangan atau kaki
4. Jari tangan atau kaki memucat
5. Punggung atau leher sakit
6. Terjadi pembengkakan atau radang
7. Terjadi kekakuan (agak sukar bergerak)
8. Rasa panas atau seperti terbakar
9. Rasa lemas atau kehilangan daya koordinasi tangan
10. Rasa sakit yang membuat terjaga di tengah malam dan rasa untuk memijat leher, bahu, lengan, pergelangan tangan dan punggung

(Macloed, 1999: Brennan, 1999)

Secara garis besar keluhan atau gangguan pada sistem *muskuloskeletal* terdiri atas:

1. Keluhan yang bersifat reversible, yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan
2. Keluhan bersifat irreversible (persistensi/ menetap), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap, walaupun pembebanan kerja telah dihentikan rasa sakit pada otot masih terus berlanjut.

## 2.4.4 Jenis-Jenis Muskuloskeletal Disorders

Tabel 2.1 Jenis-jenis MSDs, Gejala, dan Faktor Risiko serta Pekerjaan yang Berpotensi Menimbulkannya (Weeks, James L. Et all, 1991)

| No. | Jenis MSDs                                | Definisi   | Gejala   | Faktor risiko Ergonomi di tempat kerja  | Pekerjaan Berpotensi   |
|-----|---|--|--|---|--|
| 1   | <i>Carpal Tunnel Syndrome (CTS)</i>       | Gangguan tekanan/ pemampatan pada syaraf yang mempengaruhi syaraf tengah, salah satu dari tiga syaraf yang menyuplai tangan dengan kemampuan sensorik dan motorik. CTS pada pergelangan tangan merupakan terowongan yang terbentuk oleh carpal tulang pada tiga sisi dan ligamen yang melintanginya.             | Gatal dan mati rasa pada jari khususnya di malam hari, sakit seperti terbakar, mati rasa yang menyakitkan, sensasi bengkak yang tidak terlihat, melemahnya sensasi genggamannya karena hilangnya fungsi syaraf sensorik. | <i>Manual handling</i> , postur, getaran, repetisi, <i>force/ gaya</i> yang membutuhkan peregangan, frekuensi, durasi, suhu | Mengetik dan proses pemasukan data, kegiatan manufaktur, perakitan, penjahit dan pengepakan/ pembungkusan  |
| 2.  | <i>Hand-Arm Vibration Syndrome (HAVS)</i> | Gangguan pada pembuluh darah dan syaraf pada jari yang disebabkan oleh getaran alat atau bagian / permukaan benda yang bergetar dan menyebar langsung ke tangan. Dikenal juga sebagai getaran yang menyebabkan <i>white finger</i> , <i>traumatic vasospastic diseases</i> atau fenomena <i>Raynaud's</i> kedua. | Mati rasa, gatal-gatal, dan putih pucat pada jari, lebih lanjut dapat menyebabkan berkurangnya sensitivitas terhadap panas dan dingin. Gejala biasanya muncul dalam keadaan dingin.                                      | Getaran, durasi, frekuensi, intensitas getaran, suhu dingin   | Pekerjaan konstruksi, petani atau pekerja lapangan, perusahaan automobil dan supir truk, penjahit, pengebor, pekerjaan memalu, gerinda, penyangga, atau penggosok lantai |
| 3.  | <i>Low Back Pain</i>                      | Bentuk umum dari sebagian besar kondisi patologis yang   | Sakit di bagian tertentu yang dapat mengurangi tingkat   | Pekerjaan manual yang   | Pekerja lapangan atau bukan lapangan, pelayan, operator,   |

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
| <i>Syndrome (LBP)</i>                           | mempengaruhi tulang, tendon, syaraf, ligamen, <i>intervertebral disc</i> dari <i>lumbar spine</i> (tulang belakang). | pergerakan tulang belakang yang ditandai oleh kejang otot. Sakit daritingkat menengah sampai yang parah dan menjalar sampai ke kaki. Sulit berjalan normal dan pergerakan tulang belakang menjadi berkurang. Sakit ketika mengendarai mobil, batuk atau mengganti posisi.  | berat, postur janggal, <i>force/gaya</i> , beban objek, getaran, repetisi, dan ketidakpuasan terhadap pekerjaan. | teknisian dan manajernya, profesional, sales, pekerjaan yang berhubungan dengan tulis menulis dan pengetikan, supir truk, pekerjaan <i>manual handling</i> , penjahit dan perawat. |
| 4. <i>Peripheral Nerve Entrapment Syndromes</i> | Pemampatan atau penjepitan syaraf pada tangan atau kaki (syaraf sensorik, motorik dan autonomik)                     | Gejala secara umum pucat, terjadinya perubahan warna dan terasa dingin pada tangan/kaki, pembengkakan, berkurangnya sensitivitas dalamenggaman, sakit, dan lemahnya refleksi tendon. Gejala khusus tergantung jenis syaraf yang kena:<br><b>Syaraf sensorik:</b> gatal, mati rasa, dan sakit pada area suplai, terasa sakit dan panas, sakit seperti tumpul atau sensasi pembengkakan yang tidak kelihatan.<br><b>Syaraf motorik:</b> lemah, kekakuan pada otot, kesulitan memegang sebuah objek.<br><b>Syaraf autonomik:</b> pembengkakan pada aliran darah | Postur, repetisi, <i>force/ gaya</i> , getaran dan suhu.   | Operator register, kasir, pekerjaan perakitan, dan pekerja kantor  |

---

|    |                                     |  |   |   |   |
|----|-------------------------------------|--|---|---|---|
| 5. | <i>Peripheral Neuropathy</i>        | Gejala permulaan yang tersembunyi dan membahayakan dari dysesthesias dan ketidakmampuan dalam menerima sensasi.  | Gatal-gatal yang sering timbul, mati rasa, terasa sakit bila disentuh, lemahnya otot dan munculnya atrophy yang merusak jaringan syaraf motorik, melambatnya aliran konduksi syaraf, berkurangnya potensi atau amplitudo syaraf sensorik dan motorik. | <i>Manual handling, force, repetisi, getaran dan suhu.</i>  | Sektor manufaktur, pekerja di sektor publik dan industri jasa.  |
| 6. | <i>Tendinitis dan tenosynovitis</i> | <i>Tendinitis</i> : merupakan peradangan pada tendon, adanya struktur ikatan yang melekat pada masing-masing bagian ujung dari otot ke tulang.<br><i>Tenosynovitis</i> : merupakan peradangan tendon yang juga melibatkan synovium (perlindungan tendon dan pelumasnya). | Pegal, sakit pada bagian tertentu khususnya ketika bergerak aktif seperti pada siku dan lutut yang disertai dengan pembengkakan. Kemerah-merahan, terasa terbakar, sakit dan membengkak ketika bagian tubuh tersebut beristirahat.                    | Getaran, durasi, frekuensi, intensitas getaran, suhu dingin | Pekerjaan konstruksi, petani atau pekerja lapangang, perusahaan automobil dan supir truk, penjahit, pengebor, pekerjaan memalu, gerinda, penyangga, atau penggosok lantai |

---

## 2.4.5 Patofisiologi MSDs

### 2.4.5.1 Patofisiologi Pada Punggung Bawah

Bridger (1995), menyatakan bahwa *Back Injury* cenderung bersifat permanen, bahkan seseorang yang pernah menderita masalah ini kemungkinan besar akan mengalami lagi di masa yang akan datang. Menemukan penyebab low back pain sangat sulit, karena kerusakan biasanya tidak hanya terjadi pada masalah *intervertebral disc*. Ada yang menyebutkan bahwa rasa sakit pada punggung bawah berasal dari sendi apofisial. Penyebab pada umumnya diantaranya karena kerusakan atau iritasi pada ligamen posterior dan jaringan lunak lainnya, yang disebabkan karena trauma mekanis atau proses degenerasi pada struktur tulang. Tekanan pada sistem saraf di sekitar punggung bawah juga merupakan salah satu penyebab timbulnya sakit. (Bridger, 2003). Kumar (1990), dikutip dalam Bridger (2003), menyebutkan bahwa beban mekanik adalah salah satu faktor risiko timbulnya *low back pain*.

Gejala terjadinya sakit punggung berupa luka pada punggung, rasa seperti terbakar atau rasa ngilu, rasa sakit yang sangat pada punggung, kaki terasa lemah. Sakit punggung yang akut kurang dari sebulan dan sakit punggung yang kronis lebih dari tiga bulan. Pada kasus akut, nyeri pada punggung jarang dan timbul hanya pada kondisi tertentu seperti berdiri dan duduk, atau mengangkat. Rasa nyeri timbul ketika melakukan gerakan ringan

Pencegahan keluhan di punggung ini dapat dilakukan dengan latihan berupa jogging, bersepeda, dan berenang sekitar 30-40 menit dilakukan 3 kali/Minggu, melakukan fitness sehingga meningkatkan sirkulasi darah dan nutrisi pada semua jaringan tubuh.

### 2.4.5.2 Patofisiologi Pada Leher

Anatomi tulang belakang bagian leher dimulai dari ujung tengkorak. Terdapat tujuh ruas tulang belakang (*vertebrae*) dengan delapan pasang urat syaraf yang membangun bagian tersebut serta berfungsi untuk mengontrol leher, lengan dan anggota tubuh bagian atas lainnya. Gabungan tujuh ruas tulang belakang tersebut secara kokoh dapat menyangga berat bagian kepala. Tekanan yang terjadi pada bagian leher ini tergantung gerakan.

Gangguan pada leher dapat terjadi akibat abnormalitas jaringan lunak dalam leher seperti otot, ligamen, dan urat syaraf serta dapat pula terjadi akibat area dekat leher seperti bahu, organ ekstremitas atas atau rahang. Nyeri yang terjadi mungkin saja tidak berhubungan dengan struktur leher, tetapi nyeri dapat terjadi karena nyeri pada bagian tubuh lain yang memberi pengaruh pada syaraf di sekitar leher. Gangguan pada leher dibagi menjadi dua, yaitu: penyakit regeneratif/inflamasi dan cedera atau *injury*.

Gangguan otot yang terjadi akibat gangguan degeneratif berupa osteoarthritis (sering terjadi pada orang yang telah lanjut usia) dan rheumatoid arthritis, dimana kedua penyakit ini menyebabkan kekakuan dan nyeri pada sendi. Sedangkan gangguan pada leher akibat cedera atau *injury* dapat disebabkan oleh aktivitas manusia (Bridger,1995).

#### **2.4.5.3 Patofisiologi Pada Tubuh Bagian Atas (Bahu, Tangan, Siku, dan Pergelangan Tangan)**

Patofisiologi pada tubuh bagian atas berdasarkan jaringan yang mengalami kerusakan terbagi menjadi 5, yaitu:

1. *Muscle Pain*, sakit jenis ini disebabkan karena penggunaan otot yang lama atau gerakan repetitif. Hal ini menyebabkan menumpuknya zat sisa yang berupa asam laktat pada otot.
2. *Tendon Pain*, biasanya terjadi pada aktivitas yang tingkat pengulangannya tinggi. Hal ini disebabkan karena peningkatan suplai darah terjadi di otot, sehingga suplai darah tertuju pada otot, sedangkan suplai darah pada tendon dan ligamen pada sendi yang terkait menjadi berkurang.
3. *Bursitis*, adalah kondisi dimana bursa (kantong yang berisi cairan *viscous* pada jaringan yang berfungsi melindungi otot dan tendon dari gesekan tulang pada saat tubuh melakukan gerakan) mengalami inflamasi akibat gerakan yang berlebihan.
4. *Neuritis*, merupakan gejala dimana saraf yang menyuplai atau melewati otot mengalami kerusakan. Hal ini disebabkan oleh gerakan repetitif dan gerakan statis. Gejala yang dirasakan berupa perasaan mati rasa atau kesemutan.

5. *Osteoarthritis* adalah penyakit non-inflamasi dengan ciri-ciri degenerasi dari kartilago artikular, hipertrophy pada tulang dan perubahan pada membran sinovial. salah satu penyebabnya adalah trauma mekanis pada tulang dan otot. Gejala yang ditanyakan adalah rasa kaku dan nyeri pada sendi.

Cidera pada bagian *upper extremities* biasanya juga disebabkan oleh *external violence* (sebab-sebab yang berasal dari luar), akibat *body contact sports* (Bridger,1995).

#### 2.4.6 Mengukur dan Mengenali Sumber Keluhan MSDs

Ada beberapa cara dalam melakukan evaluasi ergonomi untuk mengetahui hubungan tekanan fisik dengan risiko keluhan otot skeletal yang dikemukakan Trawaka (2004), diantaranya:

1. Lembar periksa

Lembar periksa adalah alat ukur ergonomi yang paling sederhana dan murah. Penggunaannya mudah, namun hasilnya kurang teliti. Untuk mengetahui sumber keluhan otot, daftar pertanyaan dibagi menjadi dua, yaitu: pertanyaan yang bersifat umum dan pertanyaan yang bersifat khusus. Pertanyaan umum mengarah pada pengumpulan data, tingkat beban kerja, tingkat kesulitan pekerjaan, kondisi lingkungan kerja, waktu dan sikap kerja. Pertanyaan khusus ditujukan untuk memperoleh data yang lebih spesifik seperti berat badan, jarak angkat, jenis pekerjaan, dan frekuensi kerja. Lembar periksa lebih cocok untuk studi pendahuluan dan identifikasi masalah

2. Nordic Body Map (NBM)

Melalui NBM dapat diketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman sampai sangat sakit. Dengan melihat dan mengestimasi peta tubuh maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. Cara ini sederhana namun kurang teliti. Untuk mengurangi bias, pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah melakukan aktivitas.

3. Pengukuran dengan videotape

Melalui kamera video dapat direkam setiap tahapan aktivitas kerja. Selanjutnya hasil rekaman digunakan sebagai dasar analisis terhadap sumber terjadinya keluhan otot. Namun jangkauannya terbatas dan memerlukan biaya yang mahal.

#### 4. Model Biomekanik

Model ini menerapkan konsep mekanika teknik pada fungsi tubuh untuk mengetahui reaksi otot yang terjadi akibat tekanan beban kerja. Atas dasar teori keseimbangan, dianalisa besarnya peregangan otot akibat beban dan sikap kerja yang ada dan dievaluasi apakah peregangan yang terjadi melampaui kekuatan maksimal otot untuk kontraksi

#### 5. Tabel Psikofisik

Tingkat kekuatan seseorang dalam menerima beban kerja dapat diukur melalui perasaan subjektif. Persepsi seseorang terhadap beban kerja dapat digunakan untuk mengukur efek kombinasi dari tekanan fisik dan tekanan biomekanik akibat aktivitas kerja yang dilakukan

#### 6. Model Fisik

Salah satu penyebab timbulnya keluhan otot adalah beban kerja yang berlebihan. Tingkat beban kerja dapat diketahui dari indikator denyut nadi, konsumsi oksigen, dan kapasitas paru. Melalui indikator tingkat beban kerja dapat diketahui tingkat risiko terjadinya keluhan otot skeletal. Bila beban kerja melebihi kapasitas kerja maka risiko terjadinya keluhan otot akan semakin besar

#### 7. Pengamatan melalui monitor

Alat monitor mengukur aktivitas fisik yang meliputi posisi, kecepatan, dan percepatan gerakan. Alat ini terdiri dari sensor mekanik yang dipasang pada bagian tubuh pekerja yang akan diukur. Melalui monitor dapat dilihat langsung karakteristik dari perubahan gerak yang dapat digunakan untuk mengestimasi risiko keluhan otot yang akan terjadi sekaligus menganalisis solusi ergonomi yang tepat.

## 2.4.7 Metode Penilaian Risiko Ergonomi

### 1. Baseline Risk Identification of Ergonomic Factor (BRIEF) Survey

Baseline Risk Identification of Ergonomic Factor (BRIEF) Survey merupakan metode yang digunakan untuk menilai faktor risiko ergonomi di tempat kerja yang dapat menyebabkan terjadinya *Cummulative Trauma Disorders* (CTD/ nama lain dari MSDs). Metode BRIEF survey menggunakan tiga langkah yang dilakukan dalam penilaiannya yaitu penilaian faktor risiko ergonomi di lingkungan kerja, survey gejala terhadap pekerja dan hasil pemeriksaan kesehatan secara medis (Bramson et al., 1998).

Faktor risiko yang dinilai dalam BRIEF meliputi postur pergelangan tangan dan tangan (kanan dan kiri), bahu (kanan dan kiri), siku (kanan dan kiri), leher, punggung, dan kaki. Metode ini juga menilai beban, durasi dan frekuensi yang dialami masing-masing postur yang diukur. BRIEF memberikan penilaian risiko CTD pada masing-masing postur diatas. BRIEF survey dapat menilai faktor risiko MSDs yang tergolong tinggi yang ada di lingkungan kerja. Selain itu BRIEF juga melakukan evaluasi terhadap pekerjaan dan lingkungan kerja untuk ditinjau lebih lanjut seperti getaran, tekanan mekanik dan temperatur yang rendah.

Metode BRIEF menghitung semua postur tubuh dengan jelas termasuk durasi, frekuensi dan beban yang diterima masing-masing postur yang diukur. Selain itu metode ini juga menggunakan survey gejala dan hasil dari pemeriksaan kesehatan, sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat. Metode ini membutuhkan data lebih banyak sehingga tidak mudah untuk digunakan pada semua sektor industri seperti sektor usaha informal.

### 2. Quick Exposure Checklist (QEC)

Quick Exposure Checklist (QEC) merupakan metode yang dapat dipakai untuk menilai secara cepat risiko pajanan terhadap Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs) atau gangguan otot rangka yang berhubungan dengan pekerjaan (Li and Buckle, 1999a). Metode ini dikembangkan dan dievaluasi oleh Dr. Guangyan Li dan Profesor Peter

Buckle yang didukung oleh penelitian dari Roben Center for Health Ergonomic, University of Surrey dan 150 praktisi Kesehatan dan Keselamatan Kerja United Kingdom (HSE UK, 2005).

QEC fokus pada penilaian pajanan dan perubahannya yang bermanfaat untuk intervensi di tempat kerja yang penilaiannya dilakukan dengan cepat. Metode ini menilai gangguan risiko yang terjadi pada bagian belakang punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher serta kombinasinya dengan faktor risiko durasi, repetisi, pekerjaan statis atau dinamis, tenaga yang dibutuhkan, dan kebutuhan visual. Selain itu, metode ini juga melihat ada atau tidaknya pengaruh getaran dan tekanan psikososial dalam penilaiannya. Konsep dalam penilaian metode ini adalah melihat skor pajanan ergonomi untuk bagian tubuh tertentu dibandingkan dengan bagian tubuh lainnya dengan cara melihat kombinasi faktor risiko ergonomi yang hadir secara bersamaan di tempat kerja. Metode dalam penilaian QEC melibatkan observasi langsung oleh peneliti dan kuisisioner untuk pekerja, dimana hasil penilaiannya akan dikalkulasikan sesuai dengan ketentuan QEC. Skoring untuk QEC berdasarkan persentase hasil penilaian QEC sendiri yaitu  $\leq 40\%$  (dapat diterima), 41-50% (perlu adanya investigasi lanjutan), 51-70% (investigasi lebih lanjut dan perubahan segera),  $> 70\%$  (investigasi dan perubahan segera) (Stanton et al, 2005).

Metode ini menilai beberapa faktor risiko fisik utama terhadap MSDs dan mempertimbangkan kombinasi/ interaksi dari berbagai faktor risiko di tempat kerja. selain itu metode ini juga mempertimbangkan kebutuhan pengguna, mudah dimengerti, cepat dan dapat dilakukan oleh peneliti yang belum berpengalaman. Akan tetapi metode ini hanya berfokus pada faktor fisik di tempat kerja saja, kurang mendetail dalam menilai postur kerja dan butuh pelatihan bagi orang baru yang menggunakan metode ini untuk meningkatkan reliabilitas penilaian.

### **3. Ovako Working Posture Analysing System (OWAS)**

Ovako Working Posture Analysing System (OWAS) merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis postur kerja selama bekerja. Metode

OWAS dikembangkan oleh Ovako Oy Steel Co. Di Finlandia sekitar pertengahan tahun 1970an. Metode ini mengukur beban pada sistem muskuloskeletal karena adanya postur kerja yang tidak sesuai. Postur yang diukur adalah postur pada punggung, tangan dan kaki. Pengukuran dengan metode ini didasarkan pada sampling pekerjaan (mengukur variabel postur pada waktu yang dijadikan sampling) dengan mengukur frekuensi dan durasi pada masing-masing postur yang terjadi dalam suatu pekerjaan. Selain itu juga diukur mengenai *force*/ beban yang ditangani ketika bekerja. Akan tetapi metode ini tidak mempertimbangkan faktor risiko lainnya dalam ergonomi seperti getaran, suhu, dll (Kant, Notermans & Borm, 1990).

Mekanisme pertama dalam pelaksanaan OWAS adalah memilih pekerjaan dan pekerja yang akan dinilai. Kemudian dilakukan analisis pekerjaan dengan membagi fase-fase yang terjadi dalam pekerjaan tersebut. Selanjutnya dilakukan pengambilan data menggunakan sampel (waktu yang dapat mewakili, semua hal yang mempengaruhi, fase pekerjaan dan ketentuan minimumnya). Hal terakhir yang dilakukan adalah menganalisis data tersebut dan menetapkan kategori tindakan untuk pekerjaan tersebut. kategori itu meliputi; *action categories* 1 (tidak membutuhkan tindakan perbaikan), *action categories* 2 (membutuhkan tindakan perbaikan dalam waktu dekat), *action categories* 3 (membutuhkan tindakan perbaikan sesegera mungkin), *action categories* 4 (membutuhkan tindakan perbaikan secepatnya/ saat ini) (ILO, 1998).

Metode ini cocok digunakan untuk pekerjaan *manual handling* dan pekerjaan yang bersifat dinamis karena metode ini menilai suatu pekerjaan berdasarkan tahapan dari masing-masing *task* pada pekerjaan tersebut.

#### 4. Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur faktor risiko *musculoskeletal disorders* pada leher dan tubuh bagian atas. RULA dikembangkan oleh McAtamney dan

Corlett dari University of Nottingham Institute of Occupational Ergonomics, United Kingdom pada tahun 1993 (Stanton et al., 2005).

RULA menghitung faktor risiko ergonomi pada pekerjaan dimana pekerjanya banyak melakukan pekerjaan dalam posisi duduk atau berdiri tanpa adanya perpindahan. RULA menghitung faktor risiko berupa postur, tenaga/ beban, pekerjaan statis dan repetisi yang dilakukan dalam pekerjaan. Fokus utama penilaian RULA yang diukur secara detail yaitu postur dari bahu/ lengan atas, siku/ lengan bawah, pergelangan tangan, leher dan pinggang. Selain itu RULA juga mempertimbangkan adanya beban dan perpindahan yang dilakukan dalam penilaiannya. RULA juga menilai posisi kaki apakah stabil atau tidak.

RULA bertujuan untuk mengukur risiko muskuloskeletal, membandingkan beban yang diterima muskuloskeletal sebelum dan sesudah adanya modifikasi tempat kerja, mengevaluasi hasilnya dan memberitahukan pada pekerja mengenai risiko yang berhubungan dengan muskuloskeletal karena postur kerja.

##### **5. Rapid Entire Body Assessment (REBA)**

Rapid Entire Body Assessment (REBA) merupakan metode yang digunakan untuk menilai faktor risiko ergonomi pada seluruh tubuh ketika bekerja. REBA dikembangkan oleh Hignett dan McAtamney pada tahun 2000. REBA menghitung postur kerja yang dilakukan ketika bekerja dengan mengumpulkan data mengenai postur, beban/ tenaga yang digunakan, pergerakan dan pengulangannya. Penilaian REBA meliputi semua bagian tubuh yaitu leher, punggung, kaki, bahu/ lengan atas, siku/ lengan bagian bawah dan pergelangan tangan. Selain itu REBA juga memberikan penilaian secara umum mengenai beban yang diterima dan apakah ada pengulangan atau tidak dalam pekerjaan. Penilaian terhadap beban tersebut juga mempertimbangkan bagaimana genggamannya/ cengkeraman tangan terhadap beban yang ditangani.

REBA merupakan suatu metode penilaian ergonomi yang dikembangkan berdasarkan range posisi postur dalam konsep RULA, OWAS dan NIOSH

Equation. Metode REBA digunakan dalam mengidentifikasi risiko ergonomi pada pekerjaan yang melibatkan seluruh anggota tubuh, postur yang statis, dinamis, berubah dengan cepat atau tidak stabil, pekerjaan yang menangani beban atau tanpa beban secara terus menerus ataupun tidak, dan ketika melakukan pekerjaan. Hasil penilaian REBA merupakan level tindakan yang perlu dilakukan, yaitu 1 (risiko dapat diabaikan, tidak diperlukan tindakan), 2-3 (risiko rendah, mungkin diperlukan tindakan), 4-7 (risiko sedang, perlu tindakan), 8-10 (risiko tinggi, tindakan secepatnya), 11-15 (risiko sangat tinggi, tindakan sesegera mungkin) (Stanton et al., 2005).

Metode REBA merupakan metode yang mengukur semua postur tubuh yang mudah dipahami dan tidak membutuhkan waktu yang lama dalam penilaiannya. Akan tetapi metode ini hanya menitikberatkan pada penilaian faktor fisik saja tidak menilai faktor risiko ergonomi lainnya seperti getaran, suhu, faktor psikososial, dll.

#### 2.4.7 Fisiologi Duduk

LaDOu (1994) membagi posisi duduk menjadi tiga macam, yaitu:

##### 1. *Upright/erect sitting* (duduk tegak)

Duduk tegak dianggap sebagai postur duduk yang baik. Studi tentang tekanan pada intradiskus menunjukkan bahwa tekanan di diskus lumbal 40-50% lebih besar pada posisi ini dibandingkan dengan berdiri. Ini disebabkan pada kursi yang tegak, pelvis berotasi ke belakang ( $\pm 38^\circ$ ) saat duduk dan kurva ke depan di punggung bawah cenderung lurus. Salah satu cara untuk mengurangi tekanan adalah dengan menggunakan lumbar support, yang akan menjaga lordosis daerah lumbal. Sandaran punggung yang tepat akan mengurangi tekanan di diskus lumbal sampai 30%. Duduk tegak sangat cocok untuk pekerjaan yang menggunakan komputer atau mengemudi.

##### 2. *Forward sitting* (duduk condong ke depan)

Pada saat duduk, menulis atau melakukan pekerjaan yang menyebabkan tulang belakang condong ke depan, tekanan pada diskus lumbal 90% lebih besar dibandingkan saat berdiri. Pada posisi inilah orang lebih sering duduk,

karena mampu mengakomodasi garis pandang dan jarak pandang untuk melakukan detail pekerjaan.

### 3. *Reclining* (duduk ke belakang)

Posisi *reclining* memungkinkan berat badan menumpu di belakang tempat duduk dan dengan memakai *lumbal support* akan mengurangi tekanan di diskus lumbal sampai 25% dari posisi berdiri. Masalah pada posisi duduk ini timbul bila target visual lebih rendah atau terlalu jauh. Untuk kompensasi, orang cenderung melakukan fleksi leher yang akan meningkatkan tekanan di diskus tulang leher. Posisi *reclining* cocok untuk pekerja yang perlu fokus pada detail kecil atau harus melakukan gerakan motorik halus.

## 2.4.8 Mengemudi

Wikipedia mendefinisikan mengemudi sebagai kegiatan mengontrol operasi dari sebuah kendaraan seperti mobil, truk atau bus. Sejak awal abad 20-an, industri transportasi jalan telah mengalami pertumbuhan yang pesat. Pekerjaan transportasi jalan meliputi pekerja yang bertanggung jawab secara teknis dan administratif terhadap kendaraan.

### 2.4.8.1 Tugas Pengemudi dan Prosedur Mengemudi

Tugas administratif pengemudi adalah bertanggung jawab terhadap kendaraan dan muatannya, mengisi dokumen perjalanan, melakukan tindakan yang diperlukan bila terjadi kerusakan atau kecelakaan dan melaporkannya kepada pemilik kendaraan di akhir perjalanan (*Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, 1983*)

Sama halnya dengan yang diterapkan di X-Trans, pada saat memulai kerjanya, pengemudi travel melapor ke petugas administrasi yang bertugas. Mereka mencatat nama, tanggal, dan jumlah penumpang yang diangkut. Setiap pengemudi travel ini mempunyai sebuah kendaraan pegangan, dia yang bertanggung jawab atas semua keadaan dan teknis terhadap kendaraan tersebut. Bila ada peralatan atau bagian kendaraan yang dirasa kurang nyaman pengemudi travel melapor ke pusat dan untuk penggantian. Setiap penumpang berangkat di

shelter-sheter dimana penumpang membeli atau memesan tiket. Pembayaran sesuai tarif yang ditetapkan dibayarkan penumpang sebelum pemberangkatan. Sebelum berangkat *office boy* dan terkadang pengemudi sendiri membawakan barang bawaan yang dibawa penumpang, begitu pun pada saat sampai di tempat tujuan.

Mengemudi untuk waktu yang lama sangat melelahkan dan tidak nyaman. Pengemudi harus selalu waspada dengan kondisi kendaraan, terutama lalu lintas yang padat dan macet atau pada saat cuaca buruk. Mereka harus berhati-hati terhadap kemungkinan kecelakaan dan menghindari berhenti atau belok mendadak atau melakukan manuver lain yang membahayakan penumpang.

Beberapa alasan mengapa prevalensi MSDs tinggi pada pengemudi adalah (Pheasant, 1991):

- Pengemudi menghabiskan waktu lama berada dalam posisi statik yang hanya memungkinkan sedikit perubahan posisi
- Posisi mengemudi sangat tidak nyaman bila dibandingkan dengan posisi kerja lainnya
- Pajanan vibrasi
- Mengemudi membutuhkan konsentrasi tinggi dan secara psikologis menimbulkan stres dan ketegangan pada otot leher

#### **2.4.8.2 Waktu Kerja Pengemudi**

Waktu kerja menentukan efisiensi dan produktivitas seseorang. Umumnya seseorang dapat bekerja baik 6-8 jam sehari. 40-50 jam seminggu. Suma'mur menyatakan bahwa pekerjaan yang biasa, tidak terlalu berat atau ringan, produktivitasnya akan mulai menurun setelah 4 jam bekerja. Keadaan ini sejalan dengan menurunnya kadar gula darah. Sehingga perlu istirahat dan kesempatan untuk makan guna meningkatkan kembali kadar gula darah. Jadi istirahat setengah jam setelah 4 jam bekerja terus menerus sangat penting artinya (Suma'mur, 1996)

*ILO's Tour of work and rest periode (road transport) convention* tahun 1979, mendefinisikan waktu kerja sebagai waktu yang dihabiskan pengemudi untuk (a) mengemudi dan melakukan pekerjaan lain selama waktu menjalankan kendaraan, (b) melakukan pekerjaan yang berkaitan dengan kendaraan,

penumpang atau muatan. Waktu dari mulai kedatangan, waktu tunggu di kendaraan atau di tempat kerja dan selama pengemudi tidak bebas menggunakan waktunya sesuka hati, juga dianggap sebagai waktu kerja.

Konvensi ini berlaku untuk pengemudi yang terikat perusahaan transportasi nasional atau internasional, mereka yang bekerja untuk pihak ketiga, transportasi penumpang dan barang serta pengusaha kendaraan bermotor untuk transportasi jalan.

Adapun peraturan jam kerja menurut konvensi ini adalah:

- Pengemudi tidak boleh mengemudi terus menerus lebih dari 4 jam tanpa istirahat
- Waktu mengemudi maksimum termasuk kelebihan waktu 9 jam per hari atau 48 jam seminggu
- Total waktu mengemudi harus dikurangi bila melakukan perjalanan dengan kondisi sulit
- Waktu istirahat pengemudi setidaknya 10 jam setelah 24 jam kerja. Waktu istirahat dihitung berdasarkan waktu rata-rata yang ditetapkan oleh otoritas yang berwenang di tiap negara. Ditentukan waktu istirahat harian tidak boleh kurang dari 8 jam dan tidak boleh dikurangi menjadi 8 jam lebih dari dua kali seminggu

Mengemudi adalah sumber kelelahan yang secara proporsional juga dipengaruhi oleh tipe kendaraan, jarak perjalanan, intensitas dan frekuensi getaran, serta motivasi pengemudi (*Encyclopedia of Occupational Health and Safety, 1983*)

#### **2.4.9 Postur Mengemudi**

Mengemudi dalam waktu yang lama, dapat menyebabkan keluhan *low back pain* dan keluhan MSDs lainnya. Hal ini disebabkan oleh duduk dengan posisi yang lama selama berjam-jam sambil menggenggam roda kemudi dan terpajan vibrasi dari kendaraan. Untuk mengurangi risiko MSDs yang dapat terjadi, sebaiknya pengemudi berada pada posisi mengemudi yang benar dan pada ruang kemudi yang telah di-*adjust* sesuai dengan kenyamanan. Berikut adalah aturan ruang kemudi dan postur tubuh yang baik pada saat mengemudi.

- a. Apabila kursi mengemudi dapat disesuaikan naik-turun, atur kesesuaiannya sehingga dapat membuat penglihatan kita terhadap jalan menjadi maksimum



**Gambar 2.6** Posisi tempat duduk mengemudi-*adjust* naik-turun

([www.ergo.leaflet.pdf](http://www.ergo.leaflet.pdf))

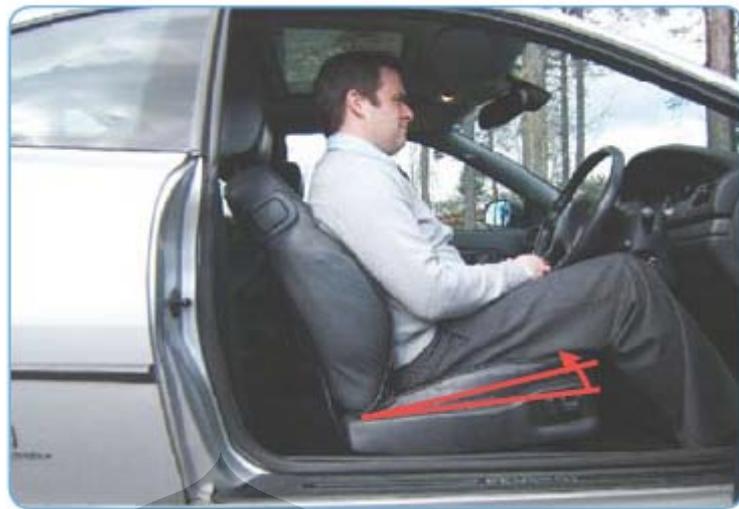
- b. Sesuaikan juga posisi maju-mundur tempat duduk kemudi sehingga jaraknya dapat memudahkan kaki dalam menginjak pedal rem, gas, dan kopling



**Gambar 2.7** Posisi tempat duduk mengemudi-*adjust* maju-mundur

([www.ergo.leaflet.pdf](http://www.ergo.leaflet.pdf))

- c. Pada mobil tertentu yang dapat diatur kemiringan bantal di tempat duduk kemudi di bagian ujung paha, hendaknya di atur kemiringannya sehingga bagian paha ter-*support* dengan baik



Gambar 2.8 Posisi tempat duduk mengemudi-*adjust* bantalan ujung paha  
([www.ergo-leaflet.pdf](http://www.ergo-leaflet.pdf))

- d. Atur kemiringan *backrest* sehingga dapat menyediakan topangan terbaik pada punggung. Pada umumnya kemiringan *backrest* adalah antara 110-114<sup>0</sup>



Gambar 2.9 posisi *backrest* ([www.ergo-leaflet.pdf](http://www.ergo-leaflet.pdf))

- e. Untuk roda kemudi yang dapat di atur panjang dan kemiringannya, atur roda kemudi sesuai dengan jangkauan tangan, pastikan ada ruang untuk paha dan lutut bergerak pada saat menginjak pedal rem, gas atau kopling, dan pastikan semua display panel terlihat jelas dan tidak terhalangi roda kemudi



Gambar 2.10 Posisi roda kemudi ([www.ergo-leaflet.pdf](http://www.ergo-leaflet.pdf))

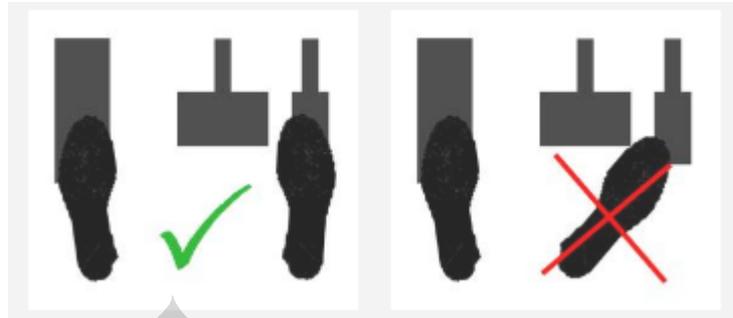
- f. Atur penyangga kepala, pastikan pada posisi tersebut risiko *injury* di kepala dapat dikurangi apabila terjadi kecelakaan.



Gambar 2.11 Posisi penyangga kepala ([www.ergo-leaflet.pdf](http://www.ergo-leaflet.pdf))

- g. Atur kemiringan kaca spion sehingga dapat digunakan untuk melihat kondisi sekitar tanpa menyebabkan ketegangan pada leher dan tubuh bagian atas
- h. Posisi kaki yang baik pada saat mengemudi, tepatnya posisi kaki di antara pedal adalah paralel satu sama lain. Posisi kaki pada saat mengemudi mempengaruhi otot *adductor* pada paha. Pada saat posisi kaki memutar

maka *adductor* paha tidak melakukan mobilitas. Pada keadaan ini ruang abdominal menjadi kendur dan pada saat yang bersamaan terjadi peningkatan beban pada otot punggung sampai ke leher.



Gambar 2.12 Posisi kaki ([www.ergologic.net](http://www.ergologic.net))

- i. Posisi tangan yang baik pada saat memegang kemudi adalah berada pada pukul 10 dan pukul 2, karena pada posisi inilah tangan kita dalam posisi natural dan tidak memberikan tekanan pada bagian tubuh atas. Cara menggenggam roda kemudi pun harus benar, dengan tidak memberikan tekanan berlebihan pada lengan. Jari-jari pada lengan diusahakan serileks mungkin, begitu pun pada bahu dan siku.



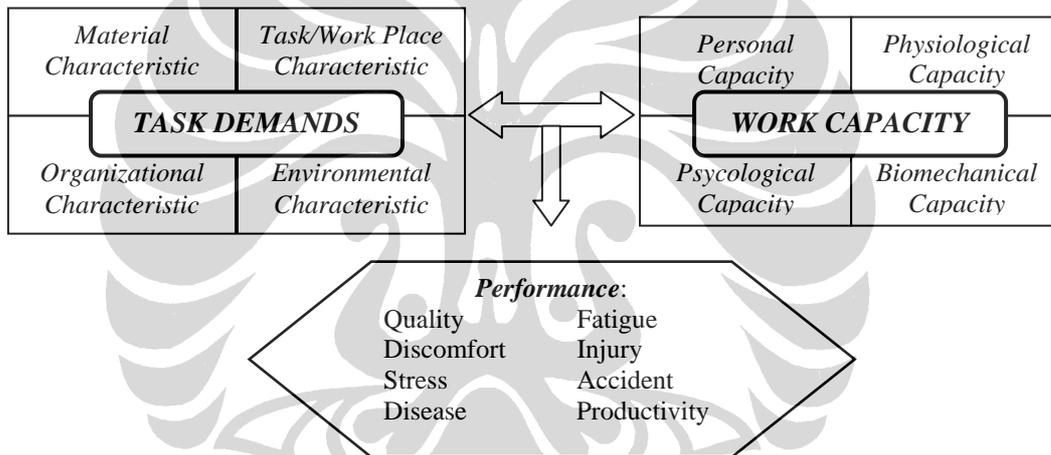
Gambar 2.13 Posisi tangan dan genggaman pada roda kemudi ([www.ergologic.net](http://www.ergologic.net))

## BAB 3

### KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

#### 3.1 Kerangka Teori

Jika dilihat dari sudut pandang ergonomi, antara tuntutan tugas dengan kapasitas kerja harus selalu dalam garis keseimbangan sehingga dicapai performa kerja yang tinggi. Dengan kata lain, tuntutan pekerjaan tidak boleh terlalu rendah (*underload*) dan juga tidak boleh terlalu berlebihan (*overload*), karena keduanya dapat menyebabkan performa yang tidak diinginkan seperti stres, rasa ketidaknyamanan, cedera, dan penyakit. Konsep keseimbangan antara tuntutan tugas dengan kapasitas kerja dapat diilustrasikan seperti gambar berikut:



Gambar 3.1 Konsep Dasar Ergonomi (Tarwaka, 2004)

*Task demands* atau tuntutan tugas tergantung pada:

- *Material characteristics*, contohnya karakteristik mesin dan peralatan
- *Task/workplace characteristics*, contohnya, tipe, kecepatan dan irama kerja.
- *Organization characteristics*, berhubungan dengan jam kerja, jam istirahat, shift kerja, kerja malam, manajemen, cuti dan llibur

- *Environmental characteristic*, berkaitan dengan manusia teman setugas, suhu dan kelembaban, bising dan getaran, penerangan, sosial budaya, norma, adat dan kebiasaan, bahan pencemar.

*Work capacity* atau kemampuan kerja ditentukan oleh:

- *Personal capacity*, berhubungan dengan usia, jenis kelamin, antropometrik, pendidikan, pengalaman, status sosial, agama dan kepercayaan, status kesehatan dan kebugaran.
- *Physiological capacity*, meliputi kemampuan dan daya tahan kardiovaskular, syaraf, otot, panca indra.
- *Phsycolological capacity*, berhubungan dengan kemampuan mental, waktu reaksi, kemampuan adaptasi, stabilitas emosi.
- *Biomechanical capacity*, berhubungan dengan kemampuan dan daya tahan sandi dan persendian, tendon dan jalinan tulang.

Faktor-faktor yang termasuk dalam *task demands* dan *work capacity* pada skema di atas, oleh oleh Armstrong & Chaffin (1979) yang dikutip oleh Chaffin (1999), apabila dikaitkan dengan MSDs, dijabarkan kembali menjadi dua faktor, yaitu:

1. Faktor Individu (*Personal factors*)

Kondisi dari seseorang yang dapat menyebabkan terjadinya *musculoskeletal disorders*

2. Faktor Pekerjaan (*Work factors*)

Faktor yang berasal pekerjaan yang berkontribusi pada terjadinya *musculoskeletal disorders*.

NIOSH (1997), menyebutkan bahwa faktor risiko individu terhadap timbulnya MSDs diantaranya:

- Umur
- Jenis Kelamin
- Kebiasaan Merokok
- Aktivitas Fisik

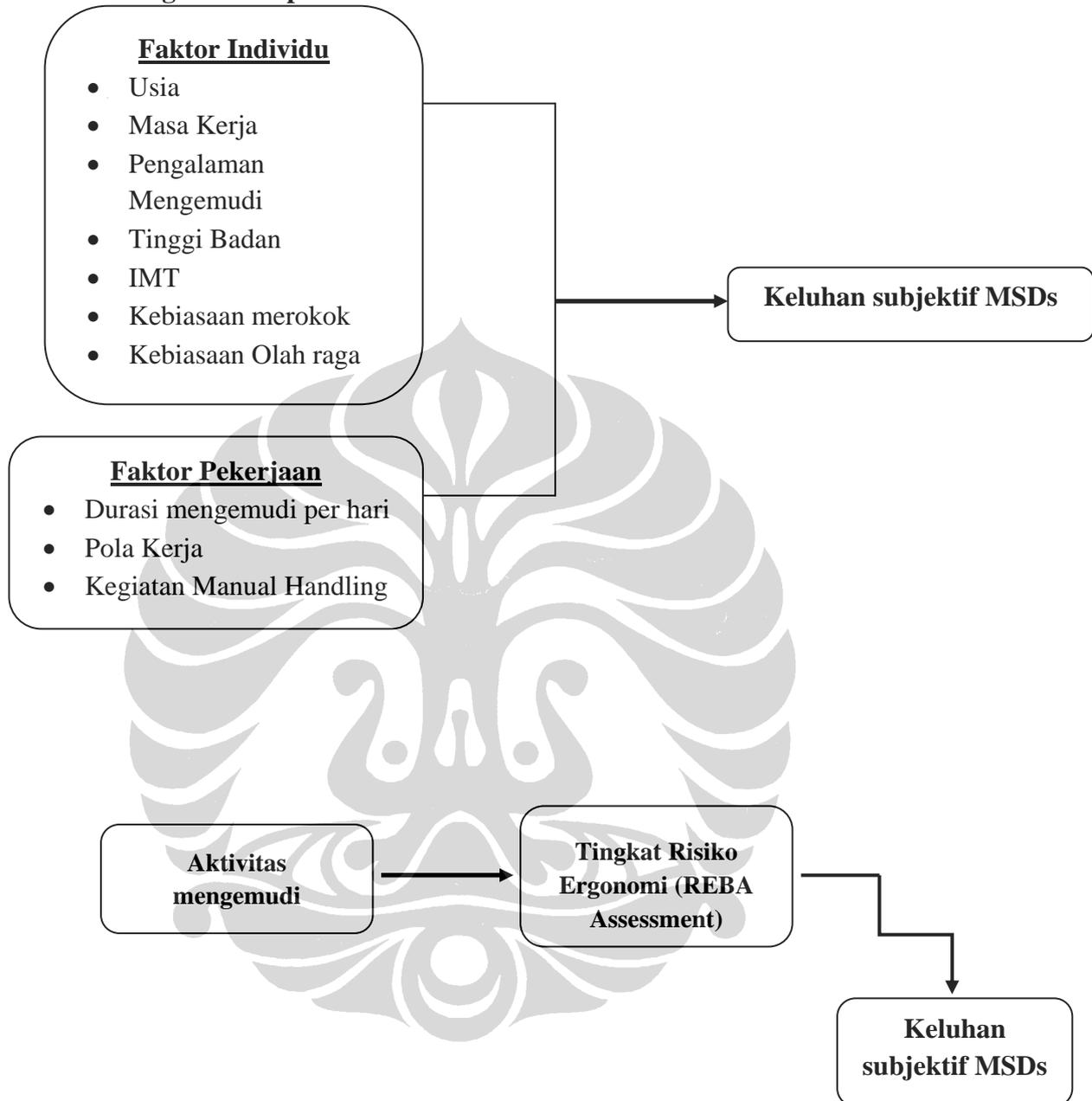
- Kekuatan Otot dan Tulang
- Antropometri (IMT dan tinggi badan)

sedangkan faktor risiko pekerjaan yang berpengaruh terhadap MSDs antara lain:

- Baban
- Gerakan Mengulang (*repetitive movement*)
- Postur
- Vibrasi
- Durasi
- Frekuensi
- *Manual handling*



### 3.2 Kerangka Konsep



Gambar 3.2 Kerangka Konsep

### 3.3 Definisi Operasional

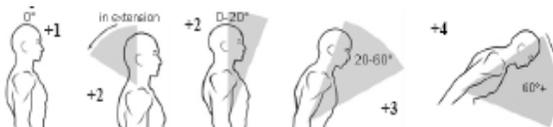
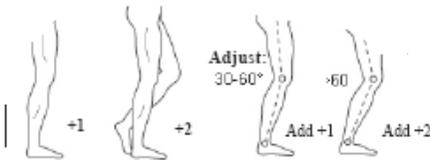
Dalam penelitian ini digunakan beberapa definisi untuk mempertajam pengertian mengenai variabel yang hendak diukur dan variabel lainnya yang ikut berpengaruh dalam hasil penelitian, antara lain sebagai berikut:

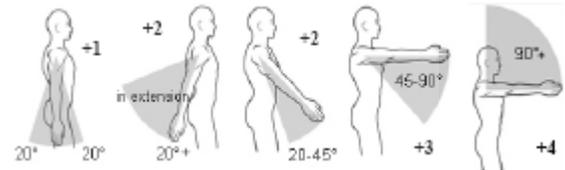
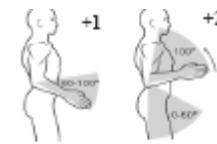
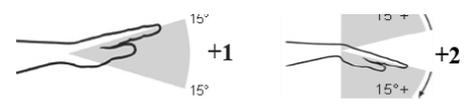
Tabel 3.1 Kerangka Konsep

| Variabel                    | Definisi Operasional   | Alat Ukur       | Skala    | Hasil Ukur                                      |
|-----------------------------|--|-----------------|----------|---|
| <b>Usia</b>                 | Usia terakhir responden terhitung sejak tanggal kelahiran hingga penelitian berlangsung dalam hitungan tahun | Kuesioner       | Ordinal  | 1. < 30 tahun<br>2. 30-50 tahun<br>3. > 50 ahun |
| <b>Masa kerja</b>           | Waktu kerja responden terhitung mulai pertama kerja di group yang diteliti sampai dengan saat penelitian     | Kuesioner       | Ordinal  | 1. < 1 tahun<br>2. 1-2 tahun<br>3. 3-4 tahun    |
| <b>Pengalaman Mengemudi</b> | Lama responden bekerja sebagai pengemudi   | Kuesioner       | Ordinal  | 1. < 5 tahun<br>2. 5-10 tahun<br>3. > 10 tahun  |
| <b>Tinggi Badan</b>         | Tinggi badan responden saat berdiri tegak, dihitung dari puncak kepala sampai alas kaki                      | Meteran         | Interval | 1. < 161 cm<br>2. 161 – 170 cm<br>3. > 170 cm   |
| <b>Indeks Masa Tubuh</b>    | Berat badan (BB) responden pada saat penelitian dilakukan. Penghitungan IMT                                  | Timbangan badan | Ordinal  | 1. Kurus<br>2. Normal                           |

| Variabel                    | Definisi Operasional   | Alat Ukur                 | Skala    | Hasil Ukur  |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------|---|
|                             | berdasarkan penghitungan: $IMT = \frac{BB(kg)}{[TB]^2(m^2)}$<br>Bila IMT : <18,5 → Kurus; IMT 18,5-24,9 → Normal; IMT: >25 → gemuk   | Kuesioner                 |          | 3. Gemuk  |
| <b>Kebiasaan Merokok</b>    | Pekerja merokok dalam satu tahun terakhir  | Kuesioner                 | Nominal  | 1. Ya <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;6 batang</li> <li>• 6-12 batang</li> <li>• &gt;12 batang</li> </ul> 2. Tidak   |
| <b>Kebiasaan Olah Raga</b>  | Kebiasaan responden melakukan olah tubuh untuk menjaga kesehatan dan kebugaran dengan syarat padat gerak, durasi 10-30 menit sampai denyut nadi latihan mencapai 65-80% denyut nadi maksimal (denyut nadi maksimal = 220-umur dalam tahun) | Kuesioner                 | Nominal  | • Ya <ol style="list-style-type: none"> <li>1. (sering) <math>\geq 3</math> kali kali seminggu</li> <li>2. (kadang-kadang) 1-2 kali seminggu</li> <li>3. (jarang) 1-2 kali sebulan</li> </ol> • Tidak |
| <b>Durasi kerja perhari</b> | Waktu yang dihabiskan oleh pengemudi untuk mengemudi dan melakukan pekerjaan lain sewaktu menjalankan kendaraan Pembulatan ke bawah bila   | Kuesioner<br>Data operasi | Interval | • < 4 jam <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4-8 jam</li> <li>• <math>\geq 8</math> jam</li> </ul>  |

| Variabel               | Definisi Operasional  | Alat Ukur                | Skala    | Hasil Ukur   |
|------------------------|---|--------------------------|----------|--|
|                        | kuang dari 30 menit dan pembulatan ke atas bila lebih $\geq 30$ menit                   |                          |          |  |
| <b>Manual handling</b> | Berat beban rata-rata yang diangkat atau diturunkan oleh pengemudi selama waktu kerja . | REBA checklist Kuesioner | Interval | <ul style="list-style-type: none"> <li>• YA</li> <li>1. 0-5 kg</li> <li>2. 6-10 kg</li> <li>3. &gt;10 kg</li> <li>• Tidak</li> </ul>   |
| <b>Pola Kerja</b>      | Kebiasaan kerja yang dilakukan pengemudi pada umumnya selama 2 hari                     | Kuesioner                | Rasio    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1:1 (melakukan perjalanan Jakarta-Bandung pulang-pergi sebanyak 1 kali dalam sehari dan melakukan hal yang sama pada keesokan harinya)</li> <li>2. 2:0 (melakukan perjalanan Jakarta-Bandung pulang-pergi sebanyak 2 kali dalam sehari dan libur pada keesokan harinya)</li> <li>3. 2:1 (melakukan perjalanan Jakarta-Bandung pulang-pergi sebanyak 2 kali dalam sehari dan melakukan perjalanan Jakarta-Bandung pulang-pergi sebanyak 1 kali pada keesokan</li> </ol> |

| Variabel               | Definisi Operasional   | Alat Ukur             | Skala   | Hasil Ukur  |
|------------------------|--|-----------------------|---------|---|
|                        |  |                       |         | <p>harinya)</p> <p>4. 2:2 ((melakukan perjalanan Jakarta-Bandung pulang-pergi sebanyak 2 kali dalam sehari dan melakukan hal yang sama keesokan harinya)</p>  |
| <b>Aktivitas Kerja</b> | Kegiatan yang dilakukan selama mengemudi dilihat berdasarkan substansi yang ada pada form penilaian REBA | REBA Checklist Kamera | Nominal | <p><u>Penilaian Posisi Leher:</u></p>  <p><u>Penilaian Posisi Tulang Belakang:</u></p>  <p><u>Penilaian Posisi Kaki:</u></p>  <p><u>Penilaian Gaya/Beban:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>+ 0, untuk beban 0-5 kg</li> <li>+ 1, untu beban 6-10 kg</li> <li>+2 untuk beban &gt; 10 kg</li> </ol> |

| Variabel | Definisi Operasional | Alat Ukur | Skala | Hasil Ukur   |
|----------|----------------------|-----------|-------|--|
|          |                      |           |       | <p><u>Penilaian Postur Lengan atas:</u></p>  <p><u>Penilaian Postur Lengan Bawah:</u></p>  <p><u>Penilaian Postur Pergelangan Tangan:</u></p>  <p><u>Penilaian Coupling:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Good</i> = +0</li> <li>2. <i>Fair</i> = + 1</li> <li>3. <i>Poor</i> = +2</li> <li>4. <i>Unacceptable</i> = +3</li> </ol> <p><u>Penilaian Aktivitas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• +1 jika postur janggal dilakukan lebih dari 1 menit</li> <li>• +1 jika postur janggal dilakukan &gt; 4 kali</li> </ul> |



| Variabel                       | Definisi Operasional   | Alat Ukur                        | Skala   | Hasil Ukur  |
|--------------------------------|--|----------------------------------|---------|---|
|                                |  |                                  |         | per menit<br><ul style="list-style-type: none"> <li>+1 jika perubahan signifikan dari postur janggal satu ke postur janggal lainnya dilakukan dalam rentan waktu yang berdekatan</li> </ul>                     |
| <b>Tingkat Risiko Ergonomi</b> | Gambaran besarnya risiko faktor risiko ergonomi seperti postur, beban, <i>couping</i> , frekuensi dan durasi berdasarkan metode REBA | REBA Checklist                   | Nominal | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nilai 1 = risiko diabaikan</li> <li>Nilai 2-3 = risiko rendah</li> <li>4-7 = Risiko sedang</li> <li>8-10 = risiko tinggi</li> <li>+ 11 = risiko sangat tinggi</li> </ul> |
| <b>Keluhan Subjektif MSDs</b>  | Perasaan tidak nyaman berupa rasa nyeri, pegal-pegal, mati rasa dan lain sebagainya pada otot dan tulang                             | Kuesioner <i>Nordic Body Map</i> | Nominal | <ol style="list-style-type: none"> <li>Ada</li> <li>Tidak ada</li> </ol>  |