

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Ilmu ergonomi di tempat kerja muncul untuk mencari penyesuaian antara manusia dan pekerjaannya, *fitting the job to the man* (Bridger, 1995). Bahaya ergonomi akan mengakibatkan gangguan pada kesehatan pekerja, salah satunya adalah gangguan *musculoskeletal/musculoskeletal disorders* (MSDs). MSDs muncul apabila pekerja terpajan dengan berbagai faktor risiko ergonomi di tempat kerja. Faktor risiko ergonomi terdapat di dalam pekerjaan itu sendiri seperti postur kerja, beban, durasi dan frekuensi kerja serta faktor dari dalam diri pekerja meliputi usia, masa kerja, kebiasaan merokok dan sebagainya.

2.1 Ergonomi

Terbentuk dari beberapa disiplin ilmu yang muncul pertama kali pada pertemuan di British Admiralty tahun 1949, disebut *Human Research Group*, yang fokus pada masalah pekerja di tempat kerja. Kemudian pada tahun 1950, ilmuwan Inggris untuk pertama kalinya menggunakan istilah ergonomi. Istilah ini berasal dari dua kata dalam bahasa Yunani yaitu “*ergon*” yang berarti kerja dan “*nomos*” berarti peraturan atau hukum (Oborne, 1995). Jadi pengertian dari istilah ergonomi adalah hukum atau peraturan yang berkaitan dengan kerja.

2.1.1 Definisi Ergonomi

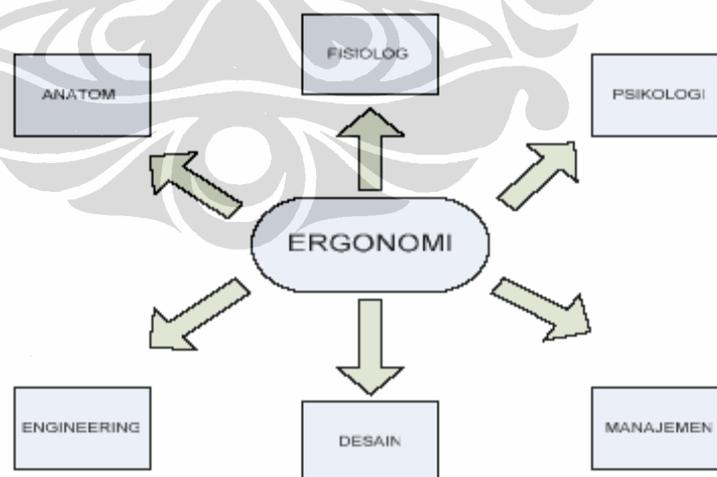
Ergonomi merupakan gabungan dari beberapa ilmu lainnya yang mencakup sistem manusia, mesin dan lingkungan yang saling berinteraksi (*International Ergonomic Association*), selain itu dalam ergonomi juga mempelajari tentang desain/perancangan alat kerja dan lingkungan kerja yang sesuai dengan kapasitas dan keterbatasan manusia (Pheasant, 1999). Ergonomi ditujukan untuk mencapai kesesuaian antara manusia dan pekerjaannya demi mencapai kesejahteraan (ILO, 1998).

Ilmu ini dirumuskan sebagai ilmu penyesuaian pekerjaan terhadap pekerja (Hammer dan Proce, 2001 dalam Vaidogas, 2008). Meminimalisir jumlah tekanan fisik di tempat kerja memerlukan studi yang berkelanjutan dimana

manusia dan teknologi saling berinteraksi. Pengetahuan yang dipelajari dari studi ini harus dapat meningkatkan interaksi tersebut. Kesimpulannya, ergonomi dirumuskan sebagai ilmu multidisiplin yang mencari kenyamanan pekerja di tempat kerja dan semua aspek fisiologinya (*Kavianian & Wentz, 1990 dalam Vaidogas, 2008*).

2.1.2 Ruang Lingkup Ergonomi

Ergonomi berkembang dari berbagai bidang ilmu yang berbeda antara lain ilmu anatomi dan kedokteran, fisiologi dan psikologi serta ilmu fisika dan teknik. Masing-masing disiplin ilmu sangat berperan dalam membentuk ilmu ergonomi yang bertujuan untuk menyesuaikan pekerjaan terhadap pekerja. Ilmu anatomi dan faal memberikan pengetahuan tentang struktur tubuh manusia, kemampuan dan keterbatasan tubuh manusia, dimensi tubuh dan kekuatan tubuh dalam mengangkat dan menerima tekanan fisik. Psikologi faal memberikan gambaran terhadap fungsi otak dan sistem persyarafan dalam kaitannya dengan tingkah laku, sementara eksperimental untuk memahami cara mengambil sikap, mempelajari serta mengendalikan proses motorik. Sedangkan ilmu fisika dan teknik menyediakan informasi mengenai sistem desain dan lingkungan dimana pekerja melakukan pekerjaannya (*Oborne, 1995*).



Gambar 2.1. Ruang Lingkup Ergonomi Terkait dengan Ilmu Lainnya

Manusia merupakan titik sentral dari ilmu ergonomi, keterbatasan manusia menjadi pedoman dalam merancang produk yang ergonomis. Oleh sebab itu, tujuan dari ergonomi adalah untuk meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental

manusia melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.

2.1.3 Prinsip Ergonomi

Prinsip dasar ergonomi dimaksudkan untuk pedoman mengenai ergonomi apabila keadaan sudah berubah, seperti kemajuan teknologi dan perubahan pada ilmu lainnya yang berkaitan dengan ergonomi. *International Labour Organization* menyatakan bahwa dengan menerapkan prinsip ergonomi maka masalah yang ada di tempat kerja dapat diselesaikan atau dicegah. Dengan sedikit perubahan pada desain peralatan dan tempat kerja atau jenis pekerjaan, maka terjadi peningkatan yang signifikan terhadap kenyamanan, kesehatan, keselamatan dan produktivitas pekerja.

Prinsip ergonomi menurut ILO dan Macleod (1999) dapat dikatakan hampir sama yakni mengenai desain kerja yang lebih ergonomis untuk mengurangi beban kerja kepada pekerja ketika melakukan pekerjaannya. Prinsip-prinsip ergonomi tersebut antara lain ialah:

- Bekerja dengan posisi yang netral atau normal, tidak melakukan postur janggal seperti membungkuk, menunduk atau meraih benda yang jauh. Oleh sebab itu, diperlukan desain yang baik agar posisi yang janggal dapat diminimalisir seperti desain meja kerja yang lebih dekat dengan pekerja pada pekerjaan yang membutuhkan ketelitian, pelatihan mengenai teknik mengangkat benda yang tepat dan peletakan peralatan kerja yang mudah dijangkau pekerja.
- Mengurangi beban yang berlebihan saat bekerja dengan melakukan pengaturan rotasi waktu kerja agar pekerja tidak melakukan gerakan berulang dimana membutuhkan otot yang sama dalam jangka waktu yang lama serta menyebabkan kejenuhan. Mengurangi beban kerja juga dapat dilakukan dengan mengatur frekuensi pekerja mengangkat benda dan jarak yang ditempuhnya. Bekerja dengan posisi berdiri sebaiknya dikurangi, posisi duduk ketika bekerja lebih baik karena mengurangi kelelahan daripada posisi berdiri

- Pada pekerjaan merakit, material sebaiknya ditempatkan pada posisi otot pekerja yang paling kuat untuk melakukan pekerjaan serta peralatan kerja yang tidak nyaman dan menyebabkan cedera sebainya dimodifikasi atau diganti

Sedangkan prinsip ergonomi menurut Macleod (1999) dirangkum dalam dua belas prinsip ergonomi sebagai berikut:

1. Bekerja dalam posisi atau postur normal
2. Mengurangi beban berlebihan
3. Menempatkan peralatan agar selalu berada dalam jangkauan
4. Bekerja sesuai dengan ketinggian dimensi tubuh
5. Mengurangi gerakan berulang dan berlebihan
6. Minimalisasi gerakan statis
7. Minimalisasikan titik beban
8. Mencakup jarak ruang
9. Menciptakan lingkungan kerja yang nyaman (tidak bising, suhu lingkungan normal, pencahayaan yang baik)
10. Melakukan gerakan, olahraga dan peregangan saat bekerja
11. Membuat agar display dan contoh mudah dimengerti
12. Mengurangi stres

2.2 Musculoskeletal Disorders (MSDs)

Menurut NIOSH (1997) yang dimaksud dengan *musculoskeletal disorders* adalah sekelompok kondisi patologis yang mempengaruhi fungsi normal dari jaringan halus sistem *musculoskeletal* yang mencakup sistem syaraf, tendon, otot dan struktur penunjang seperti *discus intervertebral*. MSDs dapat berupa peradangan dan penyakit degeneratif yang menyebabkan melemahnya fungsi tubuh (ICOH dalam Kilbom et al, 1996). MSDs mempunyai nama lain seperti *repetitive strain injury*, *repetitive motion injury*, *cumulative trauma disorders*, *occupational cervicoskeletal disorders*, *overuse syndrome*, dan lainnya (Canada OH&S, 2005).

MSDs adalah cedera pada otot, syaraf, tendon, ligamen, sendi, kartilago atau *spinal disc*. MSDs muncul tidak secara spontan atau langsung melainkan

butuh waktu yang lama dan bertahap sampai gangguan musculoskeletal mengurangi kemampuan tubuh manusia dengan menimbulkan rasa sakit.

MSDs menjadi suatu masalah disebabkan karena (*Bird, 2005*):

- Waktu kerja yang hilang karena sakit umumnya disebabkan penyakit otot rangka
- MSDs terutama yang berhubungan dengan punggung merupakan masalah penyakit akibat kerja yang penanganannya membutuhkan biaya yang tinggi
- MSDs menimbulkan rasa sakit yang amat sangat sehingga membuat pekerja menderita dan menurunkan produktivitas kerja
- Penyakit MSDs bersifat multikausal sehingga sulit untuk menentukan proporsi yang semata-mata akibat hubungan kerja

Kejadian MSDs di konstruksi digolongkan tinggi, di Belanda tercatat sekitar sepertiga pekerja konstruksi menderita keluhan *musculoskeletal* yang berkaitan dengan pekerjaannya dalam periode 15 tahun. Dalam penelitian terhadap pekerja konstruksi di Belanda, angka MSDs terus meningkat, penilaian terakhir pada tahun 2002-2003, lebih dari 35% pekerja mengeluhkan MSDs (*European Agency for Safety and Health at Work*).

2.2.1 Gejala *Muculoskeletal Disorders*

Macam-macam gejala kesehatan dirasakan pekerja disebabkan faktor risiko MSDs yang memajan tubuhnya. Tiap bagian tubuh memiliki risiko ergonomi dan gangguan kesehatan yang dapat mengakibatkan melemahkan fungsi tubuh dan penurunan kinerja pekerja. Bagian-bagian tubuh seperti tangan, leher, bahu, punggung dan kaki merupakan bagian tubuh yang sering digunakan pekerja dalam melakukan pekerjaannya. Bagian tubuh yang sering digunakan pekerja maka akan berdampak timbulnya keluhan atau cedera pada bagian-bagian tubuh tersebut, dalam sebuah studi dilaporkan bahwa punggung merupakan bagian tubuh yang sering dirasakan sakit pada pekerja konstruksi, punggung bagian atas 78,6% dan punggung bagian bawah 66% (*Smallwood et al, 1997*).

Keluhan *musculoskeletal* adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan ringan sampai sangat sakit. Keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi (*Tarwaka dkk, 2004*):

1. Keluhan sementara (*reversible*), yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan
2. Keluhan menetap (*persisitent*), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap, meskipun pembebanan kerja telah dihentikan tetapi rasa sakit pada otot masih terus berlanjut

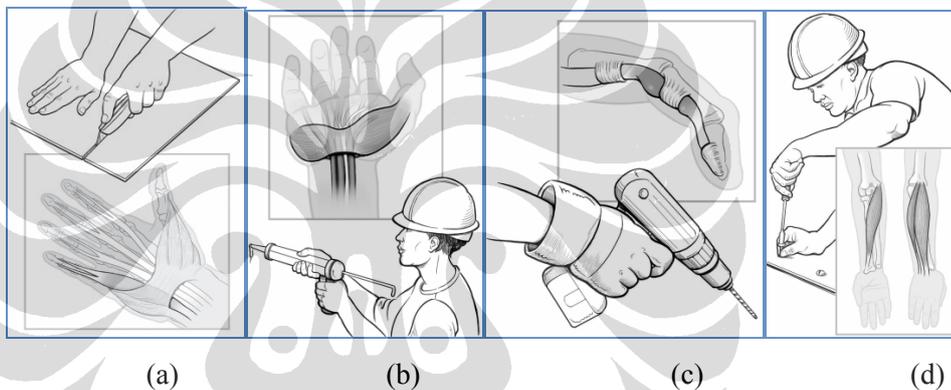
Berikut ini adalah beberapa jenis cedera yang mungkin dialami pekerja konstruksi disebabkan pekerjaannya (*NIOSH, 2007*):

a) Cidera Pada Tangan

Cidera pada bagian tangan, pergelangan tangan dan siku bisa disebabkan dari pekerjaan tangan yang intensif sehingga memungkinkan terjadinya postur janggal pada tangan dengan durasi yang lama, pergerakan yang berulang/repetitif, dan tekanan dari peralatan/ material kerja. Sembilan belas studi menyatakan bahwa pekerjaan repetitif berpengaruh pada cedera pada tangan dan pergelangan tangan misalnya CTS. Penelitian dari Chiang (1993) pada tiga grup pekerjaan menyimpulkan bahwa prevalensi CTS ditemukan sebesar 14,5% sebagai gejala awal dari pergerakan repetitif yang dilakukan pekerja (*dalam Bernard et al; NIOSH, 1997*).

- *Tendinitis*. Peradangan (pembengkakan) atau iritasi pada tendon, biasanya terjadi pada titik dimana otot melekat pada tulang. Keadaan tersebut akan semakin berkembang ketika tendon terus menerus digunakan untuk mengerjakan hal-hal yang tidak biasa seperti tekanan yang kuat pada tangan, membengkokkan pergelangan tangan selama bekerja, atau menggerakkan pergelangan tangan secara berulang. Jika ketegangan otot tangan ini terus berlangsung, akan menyebabkan tendinitis.
- *Carpal Tunnel Syndrome (CTS)*. Penekanan yang terjadi pada syaraf tengah yang terletak pada pergelangan tangan yang dikelilingi jaringan dan tulang. Penekanan tersebut disebabkan oleh pembengkakan dan iritasi dari tendon dan lapisan penyalubung tendon. CTS biasanya ditandai dengan gejala seperti rasa sakit pada pergelangan tangan, perasaan tidak nyaman pada jari-jari, dan mati rasa/kebas. CTS dapat menyebabkan sulitnya seseorang menggenggam sesuatu pada tangannya.

- *Trigger finger*. Tekanan yang berulang pada jari-jari (pada saat menggunakan alat kerja yang memiliki pelatuk) dimana menekan tendon secara terus menerus hingga ke jari-jari dan mengakibatkan rasa sakit dan tidak nyaman pada bagian jari-jari.
- *Epicondylitis*. Merupakan rasa nyeri atau sakit pada bagian siku. Rasa sakit ini berhubungan dengan perputaran ekstrim pada lengan bawah dan pembengkokan pada pergelangan tangan. Kondisi ini juga biasa disebut *tennis elbow* atau *golfer's elbow*.
- *Hand-Arm Vibration Syndrome (HAVS)*. Cidera akibat penggunaan tangan, pergelangan tangan, dan lengan pada peralatan kerja yang memiliki getaran/vibrasi. Menggunakan peralatan yang memiliki vibrasi secara terus menerus dapat mengakibatkan timbulnya gejala-gejala antar lain jari-jari pucat, perasaan geli, dan mati rasa/kebas.

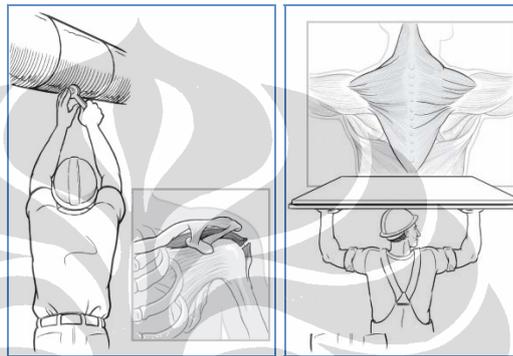


Gambar 2.2. Postur Kerja Pada Tangan yang Menyebabkan MSDs; *Tendinitis* (a), *CTS* (b), *Trigger Finger* (c), dan *Epicondylitis* (d)
(Sumber: NIOSH, 2007)

b) Cidera Pada Bahu dan Leher

Pekerjaan dengan melibatkan bahu memiliki kemungkinan yang besar dalam menyebabkan cidera pada bagian tubuh tersebut. Beberapa postur bahu seperti merentang lebih dari 45° atau mengangkat bahu ke atas melebihi tinggi kepala. Durasi yang lama dan gerakan yang berulang juga mempengaruhi kesakitan pada bahu. Terdapat hubungan yang positif antara pekerjaan repetitif dan MSDs pada bahu dan leher, studi lainnya menyatakan bahwa kejadian cidera bahu juga disebabkan karena eksposur dengan postur janggal dan beban yang diangkat (*Bernard et al, 1997*).

- *Bursitis*. Peradangan (pembengkakan) atau iritasi yang terjadi pada jaringan ikat yang berada pada sekitar persendian. Penyakit ini akibat posisi bahu yang janggal seperti mengangkat bahu di atas kepala dan bekerja dalam waktu yang lama.
- *Tension Neck Syndrome*. Gejala ini terjadi pada leher yang mengalami ketegangan pada otot-ototnya disebabkan postur leher menengadahkan ke atas dalam waktu yang lama. Sindroma ini mengakibatkan kekakuan pada otot leher, kejang otot, dan rasa sakit yang menyebar ke bagian leher.



Gambar 2.3. Posisi Kerja yang Berisiko Pada Bahu dan Leher

(Sumber: NIOSH, 2007)

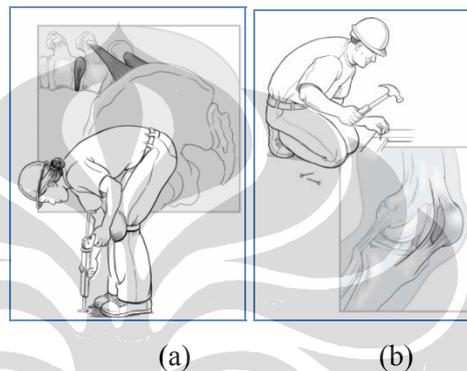
c) Cidera Pada Punggung dan Lutut

Di beberapa jenis pekerjaan, dibutuhkan pekerjaan lantai atau mengangkat beban yang menyebabkan postur punggung tidak netral. Posisi berlutut, membungkuk, atau jongkok bisa menyebabkan sakit pada punggung bagian bawah atau pada lutut, jika dilakukan dalam waktu yang lama dan kontinyu mengakibatkan masalah yang serius pada otot dan sendi (NIOSH, 2007). Clemmer (1991) menemukan kejadian cidera yang tinggi pada punggung bagian bawah terdapat pada pekerjaan lantai, buruh pelabuhan, dan pembor minyak. Menurut Ablett (2001) dalam Santoso (2004), terdapat 80% orang dewasa mengalami nyeri pada bagian tubuh belakang (*back pain*) karena berbagai sebab dan kejadian *back pain* ini mengakibatkan 40% orang tidak masuk kerja.

- *Low Back Pain*. Cidera pada punggung dikarenakan otot-otot tulang belakang mengalami peregangan jika postur punggung membungkuk. Diskus (*discs*) mengalami tekanan yang kuat dan menekan juga bagian dari tulang belakang termasuk syaraf. Apabila postur membungkuk ini berlangsung terus menerus,

maka diskus akan melemah yang pada akhirnya menyebabkan putusnya diskus (*disc rupture*) atau biasa disebut *herniation*.

- Penyakit *musculoskeletal* yang terdapat di bagian lutut berkaitan dengan tekanan pada cairan di antara tulang dan tendon. Tekanan yang berlangsung terus menerus akan mengakibatkan cairan tersebut (*bursa*) tertekan, membengkak, kaku, dan meradang atau biasa disebut *bursitis*. Tekanan dari luar ini juga menyebabkan tendon pada lutut meradang yang akhirnya menyebabkan sakit (*tendinitis*).



Gambar 2.4. Posisi Kerja yang Menyebabkan Cidera Pada Punggung (a) dan Lutut (b)
(Sumber: NIOSH, 2007)

2.2.2 Faktor Risiko Ergonomi Terkait *Musculoskeletal Disorders*

Faktor-faktor risiko ergonomi merupakan faktor-faktor yang berperan dalam mempengaruhi besarnya pajanan tingkat risiko ergonomi terhadap manusia. Beberapa faktor risiko ergonomi ditemukan di tempat kerja seperti faktor pekerjaan itu sendiri yang terkait dengan postur, beban, durasi, frekuensi dan lingkungan kerja. Faktor-faktor tersebut apabila memajani pekerja secara terus menerus dapat mengganggu kesehatan pekerja. Faktor risiko ergonomi lainnya yaitu faktor internal dari individu pekerja seperti faktor usia, masa kerja, kebiasaan merokok dan lain sebagainya. Faktor individu ini dapat mempengaruhi besarnya kejadian gangguan *musculoskeletal*.

2.2.2.1 Faktor Pekerjaan

Beberapa macam faktor pekerjaan dapat meningkatkan kejadian MSDs pada pekerja. Pekerjaan fisik yang dilakukan di tempat kerja berhubungan dengan

kapasitas otot pada tubuh pekerja. Kerja otot bergantung dari jenis pekerjaan yang dilakukannya, berikut ini adalah jenis pekerjaan yang terdapat di tempat kerja:

a. Pekerjaan statis

Permasalahan dalam pekerjaan statis dapat timbul dikarenakan postur yang tidak sesuai atau posisi diam/tetap dalam jangka waktu yang lama ketika kegiatan kerja dengan postur yang janggal yang dapat menyebabkan bagian tubuh merasakan stres. Perlu kita sadari, melakukan pekerjaan dengan postur apapun pada jangka waktu yang lama dapat menyebabkan ketidak efektifan pekerjaan, sakit atau nyeri pada pekerja setelah bekerja dan dapat membawa pekerja dalam masalah kesehatan yang berkepanjangan. Sakit pada otot yang berhubungan dengan pekerjaan dengan kapasitas pekerja.

Tiga puluh tiga studi dilakukan di beberapa industri untuk mencari hubungan antara postur statis dengan kejadian *musculoskeletal disorders* (MSDs) leher dan bahu dan terdapat 27 studi yang menyatakan bahwa postur statis dan MSDs leher/bahu mempunyai hubungan yang signifikan (*Bernard et al, 1997*).

b. Pekerjaan dinamis

Meskipun pergerakan sangat penting untuk mencegah masalah pekerjaan statis, khususnya dalam menangani beban yang berat, ternyata hal tersebut juga dapat memberikan masalah pada kesehatan dan kinerja, seperti saat mengangkat, membawa, mendorong dan menarik beban. Pekerjaan yang membutuhkan gerakan lebih banyak/dinamis mempengaruhi kesakitan pada *musculoskeletal* dan pekerjaan dinamis ini menunjukkan angka risiko yang lebih tinggi terhadap keluhan *musculoskeletal* dibandingkan pekerjaan yang tetap (Ueno et al, 1999). Masalah pada pekerjaan dinamis dapat terjadi karena dua hal yaitu:

- 1) Penggunaan energi secara berlebihan
- 2) Pekerjaan mengangkat dan menangani beban

a) Postur

Menurut Pheasant, 1991, postur yang baik dalam bekerja adalah postur yang mengandung tenaga otot statis yang paling minimum, atau secara umum dapat dikatakan bahwa variasi dari postur saat bekerja lebih baik dibandingkan dengan satu postur saja saat bekerja. Kenyamanan melakukan postur yang janggal

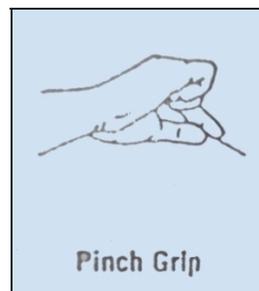
saat bekerja dapat menjadi suatu kebiasaan yang dapat berdampak pada pergerakan atau pemendekan jaringan lunak dan otot (*Ramazini dalam Pheasant, 1991*).

Postur janggal adalah posisi tubuh yang menyimpang secara signifikan terhadap posisi normal saat melakukan pekerjaan (*Department of EH&S, 2002*). Bekerja dengan posisi janggal meningkatkan jumlah energi yang dibutuhkan untuk bekerja. Posisi janggal menyebabkan kondisi dimana transfer tenaga dari otot ke jaringan rangka tidak efisien sehingga mudah menimbulkan lelah. Termasuk ke dalam postur janggal adalah pengulangan atau waktu lama dalam posisi menggapai, berputar (*twisting*), memiringkan badan, berlutut, jongkok, memegang dalam kondisi statis, dan menjepit dengan tangan. Postur ini melibatkan beberapa area tubuh seperti bahu, punggung dan lutut, karena bagian inilah yang paling sering mengalami cedera (*Straker, 2000*). Berikut ini adalah yang termasuk postur berisiko dalam bekerja berdasarkan BRIEF Survey dari Humantech Inc.:

1) Postur tangan dan pergelangan tangan

Postur normal atau netral pada tangan dan pergelangan tangan dalam melakukan proses kerja adalah dengan posisi sumbu lengan terletak satu garis lurus dengan jari tengah. Apabila sumbu tangan tidak lurus tetapi mengarah ke berbagai posisi, maka dapat dikatakan posisi tersebut janggal atau tidak netral. Beberapa contoh posisi tangan yang berisiko adalah:

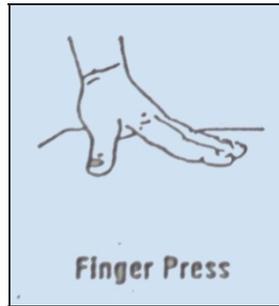
- *Pinch grip*, posisi menggenggam menggunakan jari-jari tangan dengan penekanan yang kuat pada jari-jari tangan ketika melakukan posisi ini. Posisi ini dilakukan pekerja seperti menjepit benda-benda seperti jarum, kertas, obeng dan sebagainya.



Gambar 2.5. Postur *Pinch Grip* Pada Jari-jari Tangan

(Sumber: Humantech, 1995)

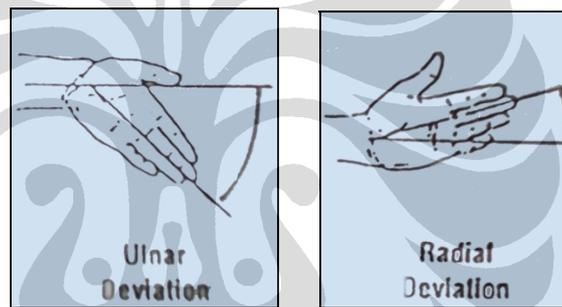
- *Finger press*, posisi jari-jari tangan menekan benda/obyek.



Gambar 2.6. Postur Janggal Tangan, *Finger Press*

(Sumber: Humantech, 1995)

- Deviasi ulnar dan radial, deviasi ulnar yaitu posisi tangan yang miring menjauhi ibu jari dan deviasi radial adalah posisi tangan yang miring mendekati ibu jari.



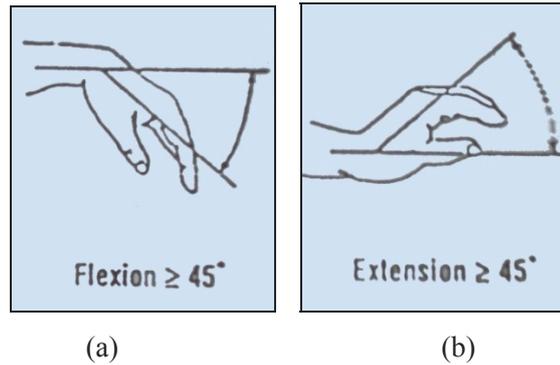
(a)

(b)

Gambar 2.7. Posisi Deviasi Ulnar (a) dan Posisi Deviasi Radial (b)

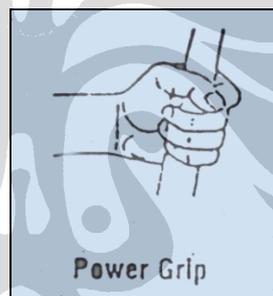
Pada Pergelangan Tangan (Sumber: Humantech, 1995)

- Fleksi dan Ekstensi, fleksi yaitu posisi pergelangan tangan yang menekuk ke arah dalam dan membentuk sudut $\geq 45^\circ$. Sedangkan ekstensi berlawanan dari fleksi yaitu posisi pergelangan tangan yang menekuk ke arah luar/punggung tangan dengan membentuk sudut $\geq 45^\circ$.



Gambar 2.8. Posisi Fleksi (a) dan Posisi Ekstensi (b)
Pada Pergelangan Tangan (Sumber: Humantech, 1995)

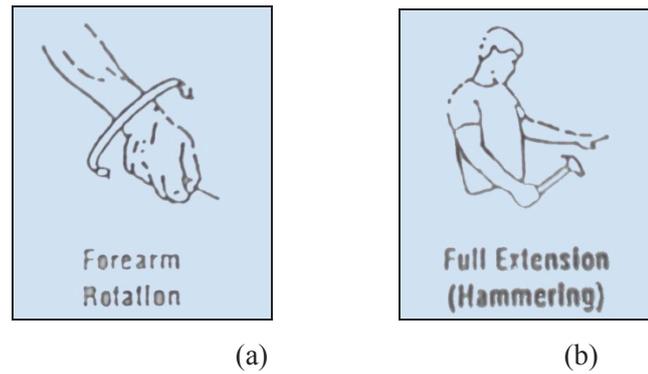
- *Power grip*, posisi tangan menggenggam benda dengan melingkarkan seluruh jari-jari pada benda yang dipegang. Posisi ini termasuk janggal apabila benda yang digenggam memiliki beban ≥ 10 lbs (4,5 kg) (Humantech, 1995).



Gambar 2.9. Postur *Power Grip* (Sumber: Humantech, 1995)

2) Postur siku

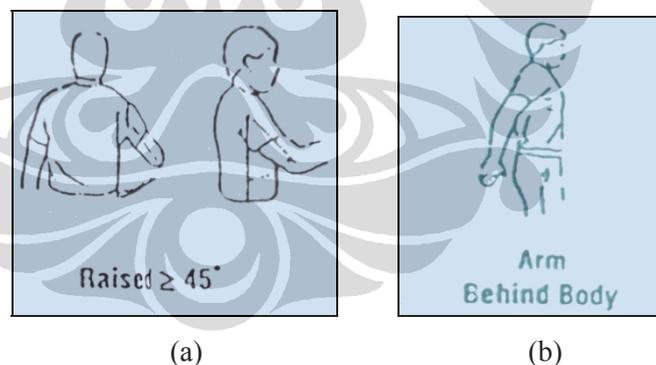
Posisi janggal pada siku tangan terjadi jika bagian tangan bawah (dari siku sampai jari-jari) melakukan gerakan memutar/rotasi. Pergerakan ini dapat ditemukan pada pekerja yang menggunakan obeng (*screwdriver*) untuk memutar mur atau benda lainnya. Gerakan lainnya pada siku adalah gerakan ekstensi penuh (*full extension*) dimana siku digerakkan secara berulang kali ke arah atas dan bawah, contoh dari postur ini adalah gerakan ketika memalu (*hammering*) atau mencangkul.



Gambar 2.10. Pergerakan Siku yang Janggal, Posisi Lengan Bawah Rotasi (a) dan Siku Ekstensi Penuh (b) (Sumber: Humantech, 1995)

3) Postur bahu

Bahu termasuk posisi berisiko apabila posisi mengangkat pada bahu memebentuk sudut sebesar $\geq 45^\circ$ dari arah vertikal sumbu tubuh, baik ke samping tubuh maupun ke arah depan tubuh. Posisi ini biasanya dilakukan pekerja jika obyek pekerjaannya berada jauh di depan atau samping dari tubuh pekerja. Selain itu, postur bahu yang janggal apabila bahu melewati garis vertical sumbu tubuh. Pekerja melakukan posisi ini apabila obyek berada di belakang tubuhnya seperti menarik benda yang berada di belakang.

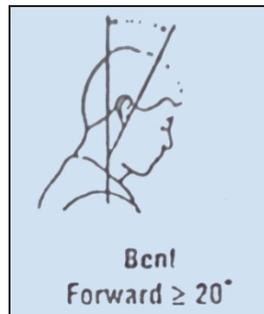


Gambar 2.11. Posisi Janggal Pada Bahu, Bahu Diangkat Sebesar $\geq 45^\circ$ (a) dan Posisi Bahu ke Arah Belakang (b) (Sumber: Humantech, 1995)

4) Postur leher

- Menunduk, postur janggal pada leher jika leher menunduk memebentuk sudut $\geq 20^\circ$ dari garis vertikal dengan ruas tulang leher. Posisi menunduk dilakukan pekerja jika obyek yang sedang dikerjakannya berada lebih dari

20° di bawah pandangan mata, sehingga pekerja harus menundukkan kepala untuk melihat obyek tersebut.



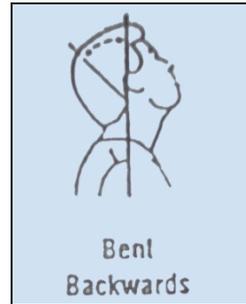
Gambar 2.12. Posisi Leher Menunduk $\geq 20^\circ$ (Sumber: Humantech, 1995)

- Miring (*sideways*), setiap gerakan dari leher yang miring, baik ke kanan maupun ke kiri, tanpa melihat besarnya sudut yang dibentuk oleh garis vertikal dengan sumbu dari ruas tulang leher. Posisi miring biasanya dilakukan jika benda/obyek yang dikerjakannya tidak tepat berada di depan pekerja, melainkan berada di samping kanan atau kiri atau berada di atas maupun bawah.



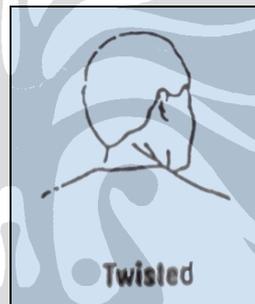
Gambar 2.13. Posisi Leher Miring (Sumber: Humantech, 1995)

- Ke arah belakang/mendongak (*backwards*), posisi leher deviasi ke arah belakang yang nyata pada postur leher. Setiap postur dari leher yang tengadah (mendongak) ke atas tanpa melihat besar sudut yang dibentuk oleh garis vertikal dengan sumbu dari ruas tulang leher. Postur seperti ini biasanya ditemukan pada pekerjaan dimana obyek kerjanya berada di atas pandangan mata pekerja atau di atas kepala.



Gambar 2.14. Posisi Leher ke ke Arah Belakang/Mendongak ke Atas
(Sumber: Humantech, 1995)

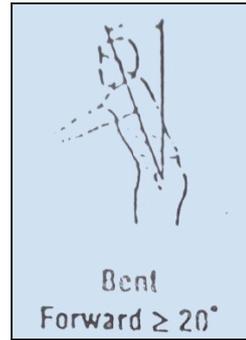
- Memutar (*twisted*), postur leher yang berputar, baik ke arah kanan maupun kiri, tanpa menilai besarnya sudut rotasi yang dilakukan. Biasanya pekerja melakukan posisi leher memutar jika obyek jauh berada di samping kanan atau kiri pekerja atau di belakang tubuh pekerja.



Gambar 2.15. Posisi Leher Memutar ke Samping
(Sumber: Humantech, 1995)

5) Postur punggung

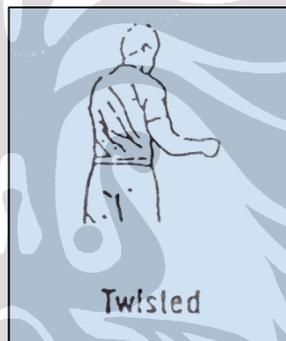
- Memebungkuk, merupakan gerakan atau posisi tubuh ke arah depan sehingga antara sumbu badan bagian atas akan membentuk sudut $\geq 20^\circ$ dengan garis vertikal. Posisi ini terjadi apabila benda berada jauh di depan tubuh atau di bawah garis horizontal tubuh sehingga pekerja memebungkuk untuk dapat meraih benda tersebut.



Gambar 2.16. Gerakan Punggung Membungkuk $\geq 20^\circ$ ke Depan

(Sumber: Humantech, 1995)

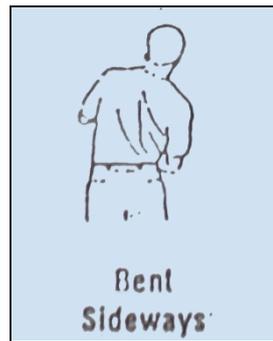
- Miring (*sideways*), yaitu deviasi bidang median tubuh dari garis vertikal pada punggung tanpa memperhitungkan besarnya sudut yang dibentuk. Postur ini terjadi jika obyek yang sedang dikerjakan berada di samping kanan atau kiri tubuh pekerja.



Gambar 2.17. Gerakan Punggung Rotasi

(Sumber: Humantech, 1995)

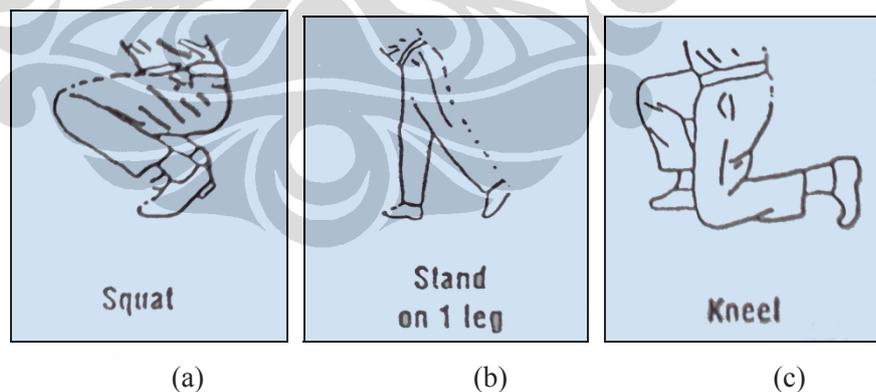
- Memutar (*twisted*), yaitu postur punggung yang berputar baik ke kanan maupun ke kiri dimana garis vertikal menjadi sumbu tanpa memperhitungkan besarnya derajat rotasi yang dibentuk. Gerakan seperti ini dapat ditemukan pada pekerjaan memindahkan barang dari satu sisi ke sisi lainnya dari tubuh pekerja.



Gambar 2.18. Posisi Punggung Deviasi ke Samping
(Sumber: Humantech, 1995)

6) Postur kaki

Postur janggal pada kaki antara lain posisi jongkok. Pekerja melakukan pekerjaannya sambil berjongkok, biasanya obyek yang dikerjakannya berada di bawah horizontal tubuh. Posisi lainnya yaitu berdiri dengan bertumpu pada satu kaki dan kaki lainnya tidak dibebankan. Pekerja melakukan gerakan ini untuk meraih obyek yang berada melebihi jangkauan tangannya misalnya jauh di atas kepalanya. Contoh dari gerakan ini adalah pekerja yang mengambil atau meletakkan benda di rak yang letaknya tinggi. Kaki juga dapat dikatakan janggal apabila posisinya berlutut atau salah satu atau kedua lutut dijadikan tumpuan ketika sedang bekerja.



Gambar 2.19. Postur Kaki Janggal, Posisi Berjongkok (a); Posisi Berdiri dengan Bertumpu Pada Satu Kaki (b); dan Posisi Berlutut (c) (Sumber: Humantech, 1995)

b) Beban

Pembabanan fisik pada pekerjaan dapat mempengaruhi terjadinya kesakitan pada *musculoskeletal* tubuh. Pembabanan fisik yang dibenarkan adalah

pembebanan yang tidak melebihi 30-40% dari kemampuan kerja maksimum tenaga kerja dalam 8 jam sehari dengan memperhatikan peraturan jam kerja yang berlaku. Semakin berat beban maka semakin singkat waktu pekerjaan (Suma'mur, 1989). Beban dapat diartikan sebagai beban muatan (berat) dan kekuatan pada struktur tubuh. Satuan beban dinyatakan dalam newton atau pounds, atau dinyatakan sebagai sebuah proporsi dari kapasitas kekuatan individu (NIOSH, 1997).

Beban biasanya diartikan sebagai seberapa besar penggunaan fisik, seperti ketika mengangkat barang-barang yang berat atau mendorong beban yang berat. Pada sebuah penelitian *cross-sectional*, didapatkan hasil bahwa, pekerjaan dengan beban dan tingkat pengulangan yang rendah, memiliki kasus *musculoskeletal* yang lebih sedikit, dan pekerjaan dengan tingkat beban dan pengulangan yang tinggi, memiliki angka kesakitan *musculoskeletal* 30 kali yang lebih besar (dalam Shrawan Kumar, 1999).

c) Durasi

Durasi merupakan jumlah waktu dimana pekerja terpajan oleh faktor risiko. Beberapa penelitian menemukan dugaan adanya hubungan antara meningkatnya level atau durasi pajanan dan jumlah kasus MSDs pada bagian leher (NIOSH, 1997).

Lamanya waktu kerja (durasi) berkaitan dengan keadaan fisik tubuh pekerja. Pekerjaan fisik yang berat akan mempengaruhi kerja otot, kardiovaskular, sistem pernapasan dan lainnya. Jika pekerjaan berlangsung dalam waktu yang lama tanpa istirahat, kemampuan tubuh akan menurun dan dapat menyebabkan kesakitan pada anggota tubuh (Suma'mur, 198).. Jika gerakan berulang-ulang dari otot menjadi terlalu cepat untuk membiarkan oksigen yang memadai mencapai jaringan atau membiarkan uptake kalsium, terjadilah kelelahan otot (*Bird, 2005*).

Untuk menentukan waktu lamanya bekerja, diketahui terlebih dahulu kemampuan maksimum penggunaan oksigen (*maximum oxygen uptake*) yang rata-rata besarnya 2,4 liter/menit. Dengan penggunaan oksigen tersebut, maka pekerjaan dapat berlangsung selama 4 menit karena tubuh harus dikerahkan untuk memenuhi oksigen (Suma'mur, 1989). Durasi dari postur yang berisiko adalah

apabila postur tersebut bertahan dalam waktu lebih dari 10 detik atau postur kaki bertahan selama lebih dari 2 jam sehari (Humantech, 1995).

d) Frekuensi

Frekuensi dapat diartikan sebagai banyaknya gerakan yang dilakukan dalam suatu periode waktu. Jika aktivitas pekerjaan dilakukan secara berulang, maka dapat disebut sebagai *repetitive*. Gerakan repetitif dalam pekerjaan, dapat dikarakteristikan baik sebagai kecepatan pergerakan tubuh, atau dapat di perluas sebagai gerakan yang dilakukan secara berulang tanpa adanya variasi gerakan.

Posisi/postur yang salah dengan frekuensi pekerjaan yang sering dapat menyebabkan suplai darah berkurang, akumulasi asam laktat, inflamasi, tekanan pada otot, dan trauma mekanis. Frekuensi terjadinya sikap tubuh yang salah terkait dengan berapa kali terjadi repetitive motion dalam melakukan suatu pekerjaan. Keluhan otot terjadi karena otot menerima tekanan akibat beban kerja terus-menerus tanpa memperoleh kesempatan untuk relaksasi (Bridger, 1995).

Dalam Humantech (1995), posisi tangan dan pergelangan tangan berisiko apabila dilakukan gerakan berulang/frekuensi sebanyak 30 kali dalam sehari dan sebanyak 2 kali per menit untuk anggota tubuh seperti bahu, leher, punggung dan kaki.

2.2.2.2 Faktor Individu

Musculoskeletal disorders disebabkan oleh multifaktor, selain faktor-faktor yang berhubungan dengan pekerjaan, MSDs juga dapat terjadi karena karakteristik individu dari pekerja. Beberapa faktor ini dapat mempengaruhi kejadian MSDs seperti usia, masa kerja dan kebiasaan merokok. Beberapa studi atau penelitian telah membuktikan hubungan antara kesakitan muskuloskeletal dengan faktor-faktor individu tersebut.

a) Usia

Pekerjaan fisik membutuhkan kekuatan otot dimana kekuatan otot itu dipengaruhi oleh usia seseorang, kemampuan fisik kelompok pekerja muda melebihi kelompok pekerja yang lebih tua. Penelitian oleh Damon, Stoudt and

McFarland (1971), perubahan dimensi tubuh dari lahir hingga usia matang terjadi secara konsisten meskipun kadang-kadang tidak teratur. Seperti tinggi tubuh yang terus bertambah hingga mencapai usia 20 tahun pada pria dan 17 tahun pada wanita. Terjadi penyusutan tubuh pada usia lanjut dimana mempengaruhi perubahan biologi meratakan *disc* di tulang punggung dan penipisan bantalan kartilago. Stoudt menyatakan bahwa dimensi tubuh mulai menurun diantara usia 18 hingga 74 tahun (Oborne, 1995).

Usia mempengaruhi kapasitas pekerja untuk melakukan pekerjaannya. Pada usia 20 tahun ke atas, kapasitas oksigen maksimal (VO_2) dalam tubuh akan berkurang secara berangsur, *aerobic fitness* akan menurun sekitar 8-10% setiap 10 tahun dimulai sejak usia tersebut. Pada usia sekitar 50-60 tahun, kemampuan kekuatan otot akan semakin berkurang dimana berpengaruh pada kemampuan fisik tubuh dalam melakukan pekerjaan (Bridger, 1995).

Studi dari Guo et al (1995) melaporkan bahwa pada usia 35 tahun, sebagian besar pekerja di tahap awal mengeluhkan sakit punggung. Hal itu disebabkan kelemahan *musculoskeletal* dengan gejala keshetan yang menurun terjadi pada usia pertengahan dan tua (Buckwalter et al, 1993 dalam Bernard et al; NIOSH, 1997). Meskipun begitu, kelompok umur dengan angka tertinggi terhadap sakit punggung dan ketegangan otot adalah umur 20-24 tahun pada pria dan umur 30- 34 tahun pada wanita. Menurunnya fungsi *musculoskeletal* karena usia berhubungan dengan kejadian gangguan degeneratif, hilangnya kekuatan jaringan dengan usia mungkin meningkatkan peluang atau keparahan kerusakan jaringan halus (dalam Bernard et al, 1997).

b) Masa Kerja

Kejadian *musculoskeletal disorders* dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor individu, salah satunya adalah pengalaman bekerja. Lamanya pekerja bekerja di suatu industri, mempengaruhi kesakitan *musculoskeletal* yang dirasakan. Beberapa hasil studi menyatakan bahwa absen sakit dikarenakan kesakitan pada *upper limbs* lebih tinggi pada pekerja yang baru dibandingkan pekerja yang telah berpengalaman, terutama pada kelompok pekerja dengan beban kerja tinggi (Hakkanen et al, 2001).

Survei tersebut membagi pengalaman kerja ke dalam tiga kelompok yaitu pekerja yang berpengalaman, pekerja baru tahun pertama, pekerja baru tahun kedua atau lebih. Hasilnya adalah bahwa pekerja baru tahun kedua atau lebih memiliki tingkat absen sakit paling tinggi dengan kasus kesakitan pada *musculoskeletal*. Pada studi lainnya oleh Park et al menemukan angka yang tinggi pada gangguan *upper limb* di beberapa kategori terpajan tinggi di industri otomotif selama enam bulan pertama masa kerja (Hakkanen et al, 2001).

c) Kebiasaan Merokok

Asap rokok mengandung sekitar 4 persen *carbon monoxide* (CO) didalamnya. CO dapat mengikat hemoglobin 200 kali lebih besar dibandingkan dengan oksigen. Rokok dapat menyebabkan penurunan kemampuan kerja dengan menghambat aliran oksigen dalam darah. Hal ini berdampak pada kerusakan yang kronik pada sistem pernapasan yang berpengaruh pada ventilasi udara di paru-paru dan mengganggu transfer oksigen dari udara ke dalam darah. Rokok juga mengandung banyak racun dan bahan kimia lainnya yang bersifat karsinogen yang akibatnya dapat menekan kemampuan fisik perokok (Bridger, 1995).

Pada sebuah survei di Britania oleh Palmer et al (1996) ditemukan 13.000 orang yang merokok sering mengeluhkan rasa tidak nyaman pada *musculoskeletal* dan rasa lumpuh terhadap cedera *musculoskeletal* dibandingkan mereka yang tidak pernah merokok. Hal ini disebabkan rokok dapat merusak jaringan otot dan mengurangi respon syaraf terhadap rasa sakit. Palmer juga mengatakan penyebab perokok lebih merasakan sakit *musculoskeletal* antara lain:

- 1) Zat nikotin yang terkandung di dalam rokok merupakan stimulan kuat yang secara efektif menjalankan respon sakit pada tubuh perokok
- 2) Asap rokok mungkin menyebabkan kerusakan umum pada jaringan *musculoskeletal* dengan cara mengurangi suplai darah ke jaringan *musculoskeletal*, meningkatkan penggumpalan darah, atau mengurangi aliran nutrisi ke otot dan sendi

Kebiasaan merokok menyebabkan pekerja lebih sering merasakan rasa sakit pada *musculoskeletal* mereka dibandingkan pekerja yang tidak merokok, hal itu disebabkan zat-zat yang ada di dalam rokok menyebabkan sistem syaraf

perokok bereaksi lebih cepat terhadap rasa sakit. Kebiasaan merokok berhubungan dengan rasa sakit pada punggung (*low back pain*), *intervertebral herniated disc*, leher, dan pada tubuh bagian atas dan bawah (*Pasquale, 2003*). Hal ini disebabkan batuk yang diderita perokok dapat meningkatkan tekanan pada *abdominal* dan *intradiscal*, sehingga menyebabkan tekanan pada bagian tulang belakang serta kandungan zat kimia dalam rokok dapat mempengaruhi berkurangnya kandungan mineral dalam tulang yang berakibat *microfractures* (*NIOSH, 1997*).

2.3 *Baseline Risk Identification of Ergonomics Factors (BRIEF) Survey*

Salah satu dari metode penilaian (*assessment*) untuk mengukur risiko ergonomi yaitu BRIEF Survey, metode penilaian dari Humantech Inc. BRIEF merupakan alat skrining awal (*initial screening*) dengan menggunakan sistem rating untuk mengidentifikasi bahaya ergonomi yang diterima pekerja dalam kegiatannya sehari-hari. BRIEF Survey digunakan untuk menentukan sembilan bagian tubuh meliputi tangan kiri dan pergelangannya, siku kiri, bahu kiri, tangan kanan dan pergelangannya, siku kanan, bahu kanan, leher, punggung dan kaki yang berisiko terhadap MSDs (*muscoloskeletal disorders*) dengan menilai empat faktor berikut:

- Postur (*posture*), sikap anggota tubuh pekerja yang janggal sewaktu menjalankan pekerjaan
- Gaya/beban (*force*), merupakan beban yang harus ditanggung oleh anggota tubuh pada saat melakukan postur janggal
- Lama (*duration*), yaitu lamanya waktu anggota tubuh dalam melakukan postur janggal selama pekerjaan
- Frekuensi (*frequency*), adalah banyaknya gerakan postur janggal yang dilakukan secara berulang tiap menit

Untuk melakukan penilaian dengan menggunakan lembar survei ini adalah dengan memberikan nilai 1 pada setiap faktor yang dinilai, dikarenakan faktor-faktor yang dinilai tersebut ada empat maka nilai maksimal adalah 4 untuk setiap bagian tubuh (*Humantech, 1995*). Semakin tinggi nilainya berarti semakin berisiko anggota tubuh tersebut terhadap *musculoskeletal disorders*. Selanjutnya,

skor dengan nilai 0 dan 1 berarti memiliki tingkat risiko rendah, nilai skor 2 berarti tingkat risiko sedang dan skor dengan nilai 3 dan 4 adalah tingkat risiko tinggi.

BRIEF Survey pernah digunakan industri-industri di Taiwan seperti industri *semiconductor*, industri komputer, dan industri komunikasi. Tujuan digunakan BRIEF Survey adalah untuk meneliti faktor risiko ergonomi yang menyebabkan keluhan *musculoskeletal* seperti RSI (*repetitive strain injuries*) pada pekerja di tiga industri tersebut. Perbandingan dari hasil skor BRIEF Survey terhadap tiga industri tersebut menunjukkan bahwa risiko tertinggi berada pada cedera bahu kiri dan siku kiri di industri *semiconductor*. Sedangkan keluhan paling banyak dialami pada tubuh bagian kaki, tangan, punggung bagian bawah, dan mata di industri *semiconductor*. Dalam penelitian ini, kesimpulannya bahwa dari keluhan pada bagian tubuh yang dirasakan pekerja tidak selalu konsisten dengan hasil dari BRIEF Survey, hal ini mungkin disebabkan pekerja tidak melakukan gerakan yang tidak nyaman sehingga tidak merasakan sakit pada bagian tubuhnya (*Li et al, 2003*).

2.3.1 Alasan menggunakan BRIEF Survey

BRIEF Survey adalah metode penilaian terhadap faktor-faktor risiko ergonomi yang terkait dengan pekerjaan. Alasan peneliti menggunakan metode BRIEF Survey untuk melakukan *assessment* faktor risiko ergonomi di tempat kerja konstruksi antara lain karena mudah diterapkan dan sudah pernah dilakukan ketika kuliah berlangsung. Dalam menggunakan BRIEF Survey, hanya dibutuhkan lembar kerja survei dan *stopwatch* untuk mengetahui durasi dan frekuensinya. Alasan lainnya karena BRIEF Survey menilai postur kaki dengan berbagai macam jenis posisi janggal yang sesuai dengan keadaan pekerja konstruksi.

Selain itu, BRIEF menilai postur tangan dan pergelangannya, siku dan bahu pada kedua sisi, kanan dan kiri, karena bagaimanapun pekerja konstruksi melakukan pergerakan/posisi yang mungkin berbeda antara bagian kanan dan kiri. Dengan menilai tiap bagian tubuh, maka dapat diketahui anggota tubuh mana

yang berisiko terhadap MSDs. Berikut ini adalah kelebihan dan kekurangan metode BRIEF Survey.

Kelebihan BRIEF Survey:

- a. Dapat mengkaji hampir seluruh bagian tubuh (9 bagian tubuh)
- b. Dapat menentukan risiko terhadap terjadinya CTD (*Cumulatif Trauma Disorders*).
- c. Dapat menentukan bagian tubuh mana yang memiliki beban paling berat.
- d. Dapat mengidentifikasi awal penyebab MSDs.
- e. BRIEF Survey telah memenuhi semua persyaratan untuk menjadi sebuah sistem analisa bahaya MSDs yang diakui OSHA.
- f. Tidak membutuhkan seorang ahli ergonomi untuk melakukan penilaian pekerjaan menggunakan BRIEF survey.

Kekurangan BRIEF Survey :

- a. Tidak dapat mengetahui total skor secara menyeluruh dari suatu pekerjaan. Karena skor yang dihitung berdasarkan bagian tubuh.
- b. Banyak faktor yang harus dikaji.
- c. Membutuhkan waktu pengamatan yang lebih lama.
- d. Tidak dapat digunakan untuk *manual handling*.