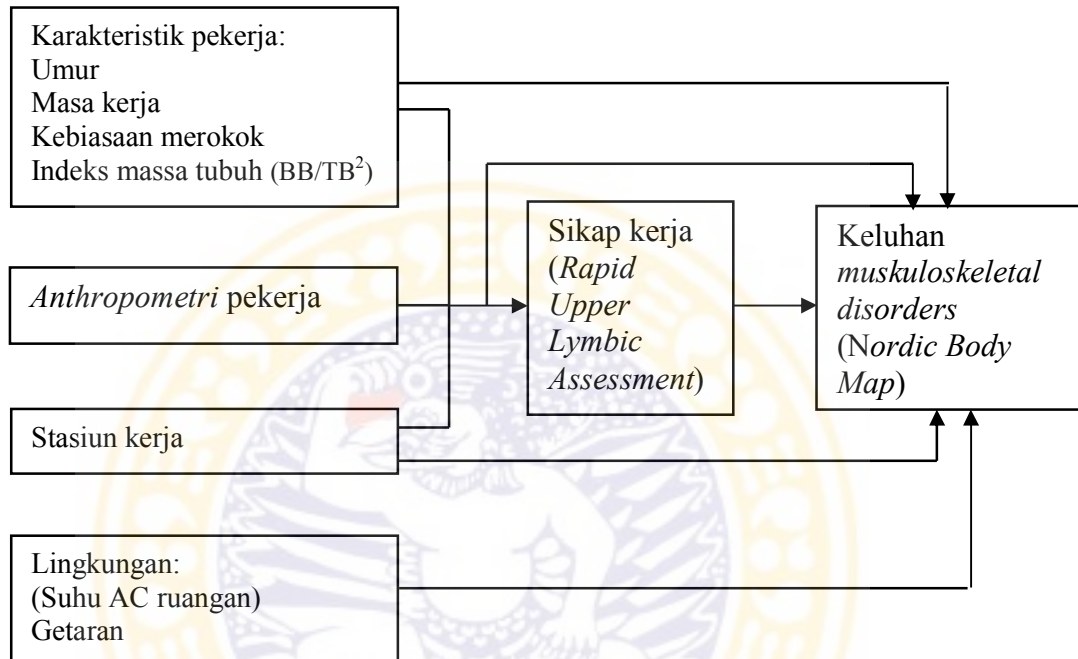


BAB 3

KERANGKA KONSEPTUAL

3.1 Kerangka Konseptual



Gambar 3.1 Kerangka Konseptual

Paparan dari faktor risiko ergonomi di tempat kerja dapat menyebabkan atau memberi kontribusi bagi perkembangan *musculoskeletal disorders* atau disebut faktor risiko *musculoskeletal disorders* (MSDs). *Musculoskeletal Disorders* dapat terjadi sebagai akibat dari sikap kerja (posisi kerja) operator *container crane*, karakteristik pekerja operator *container crane*, *anthropometri* pekerja (postur tubuh) operator *container crane*, stasiun kerja (tempat duduk) operator *container crane*, lingkungan kerja (suhu AC ruang operator) dan getaran (*hand arm vibration* dan *whole body vibration*).

Faktor risiko *musculoskeletal disorders* yaitu faktor sikap kerja (posisi kerja) operator *container crane* posisi kenyamanan operator dalam mengoperasikan pesawat angkat *container crane*. Faktor karakteristik pekerja operator *container crane* (meliputi umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok dan indeks massa tubuh). Faktor *anthropometri* pekerja (postur tubuh) operator *container crane* (meliputi : jangkauan tangan, tinggi badan, bahu, siku, pinggul, Panjang depan, lengan atas dan bawah). Faktor stasiun kerja (tempat duduk) operator *container crane* (meliputi : tinggi alas duduk, panjang alas duduk, lebar alas duduk). Faktor lingkungan terdiri dari suhu ac ruangan operator *container crane* dan getaran (*hand arm vibration* dan *whole body vibration*).

Kerangka konsep terdiri dari variabel dependen dan variabel independen. Variabel dependen faktor keluhan *musculoskeletal disorders*. Keluhan *musculoskeletal disorders* di ukur menggunakan metode penilaian *nordic body map*. Metode ini merupakan alat ukur yang subjektif yang artinya bahwa hasil dari metode ini akan ditentukan tergantung dari kondisi dan situasi yang dialami oleh pekerja/operator *container crane*. Bentuk alat ukurnya adalah lembar kuesioner berupa peta tubuh yang akan digunakan untuk menunjukkan bagian tubuh yang mengalami keluhan (meliputi : sakit/kaku di leher bawah dan atas, sakit punggung, sakit pada pinggang, sakit di bahu kanan dan kiri), di mulai dari keluhan tingkat rendah hingga keluhan tingkat tinggi.

Variabel independen faktor sikap kerja (posisi kerja) operator *container crane* di ukur dengan menggunakan metode *rapid upper limb assesment*. Metode penilaian keluhan *musculoskeletal disorders* ini digunakan untuk menentukan

besar risiko pada variabel individu pekerja dengan melakukan pengukuran pada sikap kerja. Metode ini dikembangkan untuk mendeteksi sikap kerja yang beresiko dan dilakukan perbaikan dengan segera. Metode *rapid upper limb assesment* menggunakan diagram *body postures* dan 4 tabel penilaian yang disediakan untuk mengevaluasi postur kerja yang berbahaya dalam siklus pekerjaan operator *container crane*. Melalui metode ini akan didapatkan nilai batasan maksimum dan berbagai postur pekerja, nilai batasan tersebut berkisar antara nilai 1 – 7.

Variabel independen faktor karakteristik pekerja/operator *container crane* diukur menggunakan kuesioner. Lembar kuesioner yang berisi umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok dan indeks massa tubuh merupakan alat ukur yang subjektif yang artinya bahwa hasil pengisian kuesioner ini akan ditentukan dan tergantung dari kondisi dan situasi yang dialami oleh pekerja/operator *container crane*.

Variabel independen faktor *anthropometri* pekerja (postur tubuh) operator *container crane* (meliputi : jangkauan tangan, tinggi badan, bahu, siku, pinggul, Panjang depan, lengan atas dan bawah), diukur menggunakan meteran, busur, timbangan. Variabel independen faktor stasiun kerja (tempat duduk) operator *container crane* (meliputi : tinggi alas duduk, panjang alas duduk, lebar alas duduk), diukur menggunakan meteran.

Variabel independen faktor lingkungan kerja (suhu AC ruangan operator *container crane*) diukur dengan menggunakan alat *heat stress apparatus* menurut Permenakertrans Nomor : Per.13/MEN/X/2011 dan getaran (*hand arm vibration*

dan *whole body vibration*) di ukur dengan menggunakan alat *Vibration Meter* menurut Permenakertrans Nomor : Per.13/MEN/X/2011.

3.2 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Ada hubungan antara karakteristik individu (pekerja) dengan keluhan *musculoskeletal disorders* operator *container crane* PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Cabang Tanjung Perak.
- b. Terdapat hubungan antara *antropometri* tubuh dengan keluhan *musculoskeletal disorders* operator *container crane* PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Cabang Tanjung Perak.
- c. Terdapat hubungan antara stasiun kerja dengan keluhan *musculoskeletal disorders* operator *container crane* PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Cabang Tanjung Perak.
- d. Terdapat hubungan antara lingkungan kerja dengan keluhan *musculoskeletal disorders* operator *container crane* PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Cabang Tanjung Perak.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Musculoskeletal Disorders*

2.1.1 Definisi *Musculoskeletal Disorders*

Musculoskeletal Disorders merupakan salah satu penyakit yang berkaitan dengan jaringan otot, tendon, ligamen sistem saraf, struktur tulang dan pembuluh darah. Bagian tubuh yang menjadi fokus penelitian dari *musculoskeletal disorders* adalah leher, bahu, lengan bawah, lengan atas, pergelangan tangan dan kaki. *Musculoskeletal disorders* pada awalnya menyebabkan sakit, nyeri, mati rasa, kesemutan, bengkak, kekakuan, gemetar, gangguan tidur dan rasa terbakar. (Humantech, 1995).

Menurut NIOSH (1997) *musculoskeletal disorders* adalah sekumpulan kondisi patologis yang mempengaruhi fungsi normal dari jaringan halus sistem *musculoskeletal* yang mencakup syaraf, tendon, otot, dan struktur penunjang seperti *discus* intervertebra. Menurut WHO, *musculoskeletal disorders* didefinisikan sebagai salah satu gangguan terkait yang timbul ketika seseorang terkena aktivitas kerja dan kondisi kerja yang signifikan berkontribusi pada pengembangan atau eksaserbasi tetapi tidak bertindak sebagai satu determinan penyebab (Pulat, 1997; Grieco, 1998; (Canadian Centre of Occupational Health and Safety, 2005).

2.1.2 Keluhan *Musculoskeletal Disorders*

Keluhan *muskuloskeletal disorders* adalah keluhan sakit, nyeri, pegal dan lainnya pada sistem otot (*muskuloskeletal*) seperti tendon, pembuluh darah, sendi, tulang, syaraf dan lainnya yang disebabkan oleh aktivitas kerja (Fitrihana, 2008). Menurut Tarwaka (2004) keluhan *muskuloskeletal disorders* adalah keluhan pada bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit berat. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligament dan tendon.

Keluhan otot skeletal pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat pemberian beban kerja yang terlalu berat dengan durasi pembebanan yang panjang. Sebaliknya, keluhan otot kemungkinan tidak terjadi apabila kontraksi otot hanya berkisar antara 15-20% dari kekuatan otot maksimum. Apabila kontraksi otot melebihi 20%, maka peredaran darah ke otot berkurang menurut tingkat kontraksi yang dipengaruhi oleh besarnya tenaga yang diperlukan. Suplai oksigen ke otot menurun, proses metabolisme karbohidrat terhambat dan sebagai akibatnya terjadi penimbunan asam laktat yang menyebabkan timbulnya rasa nyeri otot.

(Akobundu, 2008) mengatakan bahwa rasa sakit pertama adalah sinyal bahwa otot tendon mulai merasakan sakit dan harus beristirahat serta memulihkan. Jika sebuah cedera dapat menjadi lama dan kadang

ireversibel. Semakin cepat seseorang mengenali gejala, semakin cepat mereka harus menanggapi agar keluhan *musculoskeletal disorders* dapat segera diatasi. Gejalanya terdiri dari sensasi terbakar di tangan, berkurangnya kekuatan pegangan di tangan, pembengkakan atau kekakuan pada sendi, nyeri di pergelangan tangan, lengan, siku, leher atau kembali diikuti dengan rasa tidak nyaman, pengurangan berbagai gerakan di bahu, leher atau punggung, gatal, kering, sakit pada mata dan kram. Menurut Week *et al.* (1991) tanda awal yang menunjukkan *musculoskeletal disorders* yaitu bengkak (*swelling*), gemetar (*numbness*), kesemutan (*tingling*), sakit (*aching*) dan rasa terbakar. Gejala ini dapat berlangsung secara bertahap dari ringan sampai parah.

Gejala keluhan *musculoskeletal disorders* biasanya sering disertai dengan keluhan subjektif sehingga sulit untuk menentukan derajat keparahan tersebut. (Grandjean, 1997) dan (Akobundu, 2008) mengungkapkan gejala terjadinya *musculoskeletal disorders* terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

- 1) Tahap 1 atau awal: Sakit atau pegal dan kelelahan pada bagian tubuh yang tertentu selama jam kerja tapi biasanya menghilang setelah waktu kerja usai atau di malam hari. Tidak berpengaruh terhadap performa kerja. Efek ini pulih setelah istirahat.
- 2) Tahap 2 atau *intermediate*: Gejala tetap ada setelah melewati waktu satu malam setelah bekerja atau sakit dan kelelahan pada bagian tubuh tertentu yang muncul pada awal shift kerja dan bertahan di malam hari.

Tidur mungkin terganggu, kadang menyebabkan menurunnya performa kerja secara bertahap.

- 3) Tahap 3 atau akhir: Gejala atau sakit, kelelahan dan kelemahan tidak menghilang meskipun sudah istirahat, nyeri terjadi ketika bekerja secara repetitif. Tidur terganggu, sulit melakukan pekerjaan bahkan pekerjaan yang ringan, kadang tidak sesuai kapasitas kerja. Pemulihan pada tahap ini bisa berlangsung selama 6-24 bulan. Tidak semua orang melewati tahap ini dengan cara yang sama. Bahkan, mungkin sulit untuk kapan tepatnya satu tahap berakhir dan tahap berikutnya mulai.

2.1.3 Faktor Risiko *Musculoskeletal Disorders*

Hubungan pasti sebab dan akibat faktor penyebab timbulnya *musculoskeletal disorders* sulit untuk dijelaskan, karena banyak faktor yang mempengaruhinya dan dalam banyak kesempatan *musculoskeletal disorders* terjadi akibat dari kombinasi dari berbagai faktor tersebut. Adapun faktor risiko yang biasanya muncul memberikan kontribusi terhadap timbulnya *musculoskeletal disorders* (Kuntodi, 2008) dapat dikategorikan dalam tiga kategori yaitu faktor pekerjaan, faktor individu dan faktor lingkungan. Faktor pekerjaan meliputi; postur kerja (postur janggal dan postur statis), penggunaan tenaga, pergerakan repetitif dan karakteristik objek. Faktor karakteristik individu terdiri dari; umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok, kekuatan fisik dan indeks masa tubuh. Faktor lingkungan terdiri dari; vibrasi/getaran dan iklim mikro. (OSHA & Peter Vi, 2000; Kumar 2001).

1) Faktor Pekerjaan

a. Postur Kerja

Postur adalah orientasi relatif dari bagian tubuh dalam ruang. Postur manusia dalam keadaan melakukan pekerjaannya ditentukan oleh dimensi tubuh dan dimensi desain kerjanya, jika tidak terdapat keselarasan dalam kedua dimensi tersebut maka akan timbul dampak jangka panjang dan dampak jangka pendek terhadap tubuh manusia (Sanders, 2004).

ILO (1998) mengategorikan postur tubuh sebagai postur janggal adalah berdiri, duduk tanpa dukungan lumbar, duduk tanpa dukungan punggung, duduk tanpa *footrest* (tumpuan kaki) yang baik dengan ketinggian yang sesuai, duduk dengan mengistirahatkan bahu pada permukaan alat kerja yang terlalu tinggi, tangan bagian atas terangkat tanpa dukungan dari alas vertikal, tangan meraih sesuatu yang sulit terjangkau (jauh atau tinggi), kepala mendongak, posisi membungkuk, punggung yang mengarah ke depan, membawa beban berat dengan cara memanggul atau memikul, semua posisi tegang, posisi ekstrim yang terus menerus setiap sendi.

Postur statis merupakan postur kerja fisik dalam posisi yang sama dimana pergerakan yang terjadi sangat minimal. Pada waktu diam, dimana pergerakan yang tak berguna terlihat, pengurangan suplai darah, darah tidak mengalir baik ke otot. Berbeda halnya,

dengan kondisi yang dinamis, suplai darah segar terus tersedia untuk menghilangkan hasil buangan melalui kontraksi dan relaksasi otot. Pekerjaan kondisi diam yang lama mengharuskan otot untuk suplai oksigen dan nutrisi sendiri, dan hasil buangan tidak dihilangkan.

Penumpukan *local hypoxia* dan asam *lactic* dapat mengakibatkan timbul rasa nyeri otot, dengan dampak sakit dan letih. Sifat yang khusus dari gangguan statik termasuk di dalamnya menjaga usaha dalam level yang tinggi dalam 10 menit atau lebih, level menengah 1 menit atau lebih, atau usaha dengan level rendah 4 menit atau lebih. Contoh dari gangguan statik termasuk di dalamnya: meningkatkan bahu untuk periode yang lama, menggenggam benda dengan lengan mendorong dan memutar benda berat, berdiri ditempat yang sama dalam waktu yang lama dan memiringkan kepala ke depan dalam waktu yang lama. Diperkirakan semua pekerjaan itu dapat diatur dalam beberapa jam per hari tanpa gejala keletihan dalam jika menggunakan gaya yang besar tidak boleh melebihi 8 % dari maksimum gaya otot (Helander, 2006).

b. Peregangan otot yang berlebihan

Peregangan otot yang berlebihan (*over exertion*) biasanya dialami pekerja yang mengalami aktifitas kerja yang menuntut tenaga yang besar seperti aktivitas mengangkat, mendorong,

menarik dan menahan beban yang berat. Peregangan otot yang berlebihan ini terjadi karena pengerahan tenaga yang diperlukan melampaui kekuatan optimum otot. Apabila hal serupa sering dilakukan, maka akan mempertinggi risiko terjadinya keluhan otot, bahkan dapat menyebabkan terjadinya cedera otot skeletal (Helander, 2006).

c. Aktivitas Berulang

Aktivitas berulang adalah pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus. Keluhan otot terjadi karena otot menerima tekanan akibat beban kerja secara terus menerus, tanpa memperoleh kesempatan untuk melakukan relaksasi (Helander, 2006). Gerakan lengan dan tangan yang dilakukan secara berulang terutama pada saat bekerja mempunyai risiko bahaya yang tinggi terhadap timbulnya *cumulative trauma disorders*. Tingkat risiko akan bertambah jika pekerjaan dilakukan dengan tenaga besar, dalam waktu yang sangat cepat dan waktu pemulihan kurang (Punnet & Wegman, 2004).

d. Penggunaan Tenaga

Pekerjaan membutuhkan penggunaan tenaga untuk menempatkan beban yang tinggi untuk otot, tendon, ligamen, dan sendi. Pekerjaan yang menggunakan tenaga besar dapat membebani otot, tendon, ligamen, dan sendi. Peregangan otot yang berlebihan pada umumnya sering dikeluhkan oleh pekerja dimana

aktivitas kerjanya menuntut pengerahan tenaga yang besar seperti aktivitas mengangkat, mendorong, menarik, dan menahan beban yang berat. Peregangan otot yang berlebihan ini terjadi karena pengerahan tenaga yang diperlukan melampaui kekuatan optimum otot. Apabila hal serupa sering dilakukan, maka dapat mempertinggi risiko terjadinya keluhan otot, bahkan dapat menyebabkan cedera pada otot skeletal (Tarwaka, 2004).

Force adalah jumlah usaha fisik yang digunakan untuk melakukan pekerjaan seperti mengangkat benda berat. Jumlah tenaga bergantung pada tipe pegangan yang digunakan, berat obyek, durasi aktivitas, postur tubuh dan jenis dari aktivitasnya. Massa beban merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya gangguan otot rangka (Soleha, 2009).

Jenis pekerjaan angkat dan angkut, maka beban maksimum yang diperkenankan, agar tidak menimbulkan kecelakaan kerja, sesuai dengan Peraturan Menteri Tenaga Kerja, Transmigrasi dan Koperasi No. Per.01/MEN/1978 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam penebangan dan pengangkutan kayu. laki dewasa dengan pekerjaan terus menerus sebesar 40 kg dan pekerjaan sekali sebesar 15-18 kg dan untuk wanita dewasa dengan pekerjaan terus menerus sebesar 15 kg dan pekerjaan sesekali sebesar 10 kg. Tenaga kerja muda laki dengan pekerjaan terus menerus sebesar 15 kg dan pekerjaan sekali sebesar 10-15 kg dan

untuk tenaga kerja muda wanita dengan pekerjaan terus menerus sebesar 10-12 kg dan pekerjaan sekali sebesar 6-9 kg (Nurmianto, 2008).

e. Durasi

Durasi menunjukkan jumlah waktu yang digunakan dalam melakukan suatu pekerjaan. Semakin lama durasinya dalam melakukan pekerjaan yang sama akan semakin tinggi risiko yang diterima dan semakin lama juga waktu yang diperlukan untuk pemulihan tenaganya (NIOSH, 1997). (Bird, 2005) mendefinisikan durasi dengan pengkategorian yaitu durasi singkat jika < 1 jam/hari, durasi sedang jika 1-2 jam/hari dan durasi lama jika > 2 jam/hari.

2) Faktor Individu

Faktor lain yang merupakan faktor risiko keluhan *muskuloskeletal disorders* adalah faktor individu. Faktor individu terdiri dari faktor umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok, kesegaran jasmani, kekuatan fisik, indeks massa tubuh dan masa kerja.

a. Umur

Prevalensi keluhan *muskuloskeletal disorders* seseorang meningkat saat mereka mulai masuk bekerja. Pada umumnya keluhan *muskuloskeletal disorders* mulai dirasakan pada umur 30 tahun dan semakin meningkat pada umur 40 tahun ke atas. Hal ini disebabkan perubahan biologis secara alamiah pada usia paruh

baya kekuatan dan ketahanan otot mulai menurun karena proses bertambah tua, misalnya degeneratif otot, tendon, ligamen dan sendi sehingga risiko terjadinya keluhan pada otot meningkat (Sanders, 2004).

Pada usia 35 tahun, kebanyakan orang memiliki keluhan *muskuloskeletal disorders* pertama dan mereka kembali sakit setelah di masa kerja mereka usia 25-65 tahun (Moon & Sauter, 2005). Gangguan otot adalah salah satu gejala sebagian besar masalah kesehatan umum usia menengah dan tua (Morken *et al.*, 2007). Kelompok usia dengan tingkat nyeri punggung tertinggi *compensable* dan *strain* adalah kelompok usia 20-24 tahun untuk laki, dan kelompok usia 30-34 tahun untuk perempuan. Selain penurunan fungsi otot karena perkembangan usia yang terkait gangguan degeneratif usia, kehilangan kekuatan jaringan dapat meningkatkan probabilitas atau tingkat keparahan kerusakan jaringan lunak (NIOSH, 1997). Morken *et al.* (2007) menjelaskan bahwa umur mempunyai hubungan yang sangat erat dengan kekuatan otot, terutama untuk otot leher dan bahu, bahkan ada beberapa ahli lainnya menyatakan bahwa umur merupakan penyebab utama terjadinya keluhan otot.

b. Jenis Kelamin

Desain suatu beban tugas harus diperhatikan jenis kelamin pemakainya, (Astarnd dan Rodahl, 1977) menjelaskan bahwa

kekuatan otot wanita hanya sekitar dua pertiga dari kekuatan otot pria, sehingga daya tahan otot pria pun lebih tinggi dibandingkan dengan wanita. Pendapat ini masih diperdebatkan oleh para ahli, namun beberapa hasil penelitian secara signifikan menunjukkan jenis kelamin sangat mempengaruhi tingkat risiko keluhan otot.

Hal ini terjadi karena secara fisiologis, kemampuan otot wanita memang lebih rendah dari pria. (Rodahl, 2005) menyatakan bahwa dalam pekerjaan yang melibatkan beban kerja fisik yang berat, laki lebih superior dibandingkan dengan wanita. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian yang menyatakan bahwa perbandingan keluhan otot antara pria dan wanita adalah 1:3 (Tarwaka, 2004).

c. Kebiasaan Merokok

Beberapa penelitian telah menyajikan bukti bahwa riwayat merokok positif dikaitkan dengan keluhan *muskuloskeletal disorders* seperti nyeri pinggang, linu panggul, atau *intervertebral disc hernia* (Sanders, 2004). Meningkatnya keluhan otot sangat erat hubungannya dengan lama dan tingkat kebiasaan merokok. Semakin lama dan semakin tinggi frekuensi merokok, semakin tinggi pula tingkat keluhan otot yang dirasakan.

(Rodahl, 2005) memandang fakta asap rokok, dapat berefek pada kondisi kesegaran tubuh seseorang misalnya kemampuan bekerja dengan beban fisik yang lama. Hal ini sebenarnya terkait

erat dengan kondisi kesegaran tubuh seseorang. Kebiasaan merokok akan dapat menurunkan kapasitas paru, sehingga kemampuan untuk mengonsumsi oksigen menurun dan sebagai akibatnya tingkat kesegaran tubuh juga menurun. Apabila yang bersangkutan harus melakukan tugas yang menuntut pengerahan tenaga, maka akan mudah lelah karena kandungan oksigen dalam darah rendah, pembakaran karbohidrat terhambat, terjadi tumpukan asam laktat dan akhirnya timbul rasa nyeri otot (Tarwaka, 2004).

d. Kesegaran Jasmani

Pada umumnya keluhan otot jarang dialami oleh seseorang yang dalam aktifitas kesehariannya mempunyai cukup waktu untuk beristirahat. Sebaliknya, bagi yang dalam pekerjaan kesehariannya memerlukan tenaga besar dan tidak cukup istirahat akan lebih sering mengalami keluhan otot. Kurangnya aktivitas fisik juga dapat meningkatkan kerentanan terhadap cedera dan setelah cedera, ambang batas untuk cedera lebih jauh berkurang. Di sisi lain, beberapa ahli pengobatan telah menemukan bahwa gejala keluhan *muskuloskeletal disorders* sering membaik oleh aktivitas fisik (CDC, 2014).

e. Kekuatan Fisik

Beberapa studi epidemiologi mengatakan ada hubungan antara cedera punggung, tidak kekuatan fisik dan tugas pekerjaan. (CDC, 2014) menemukan keluhan punggung yang tajam pada para

pekerja yang menuntut pekerjaan otot di atas batas kekuatan otot maksimalnya. Dan pekerja yang memiliki kekuatan otot rendah berisiko 3 kali lipat lebih besar mengalami keluhan otot dibandingkan pekerja yang memiliki kekuatan otot yang tinggi. Di sisi lain, studi lain tidak menemukan hubungan yang sama dengan kekuatan fisik. Oleh karena itu, jika dicermati bersama, studi yang menemukan hubungan yang signifikan antara kekuatan/pekerjaan tugas dan kembali sakit digunakan penilaian pekerjaan atau analisis yang lebih menyeluruh dan terfokus pada pekerjaan mengangkat manual. Studi ini hanya diikuti pekerja untuk jangka waktu 1 tahun, dan apakah hubungan yang sama akan terus selama masa kerja lama, tentunya masih banyak yang tidak jelas dalam hal ini. Terdapat studi yang tidak menemukan hubungan, meskipun mereka mengikuti pekerja untuk jangka waktu yang lebih lama, tidak termasuk pengukuran tingkat kekuatan yang tepat untuk setiap pekerja, sehingga mereka tidak bisa menilai kemampuan kekuatan yang penting dalam pekerjaan individu. Oleh karena itu, mereka tidak bisa memperkirakan tingkat ketidakcocokan antara kekuatan pekerja dan tuntutan tugas (CDC, 2014).

f. Indeks Massa Tubuh

Keluhan otot skeletal yang terkait dengan ukuran tubuh lebih disebabkan oleh kondisi keseimbangan struktur rangka di dalam menerima beban, baik beban berat tubuh maupun beban

tambahan lainnya. Sebagai contoh, tubuh yang tinggi pada umumnya mempunyai bentuk tulang yang langsing sehingga secara biomekanik rentan terhadap beban tekanan dan rentan terhadap tekukan, oleh karena itu mempunyai risiko yang lebih tinggi terhadap terjadinya keluhan otot skeletal (Tarwaka, 2004).

g. Masa Kerja

Masa kerja adalah faktor yang berkaitan dengan lamanya seseorang bekerja di suatu perusahaan. Terkait dengan hal tersebut, *muskuloskeletal disorders* merupakan penyakit kronis yang membutuhkan waktu lama untuk berkembang dan bermanifestasi. Jadi semakin lama waktu bekerja atau semakin lama seseorang terpajan faktor risiko keluhan *muskuloskeletal disorders* ini maka semakin besar pula risiko untuk mengalami *muskuloskeletal disorders* (Guo, 2004).

3) Faktor Lingkungan

a. Mikrolimat

Paparan suhu dingin maupun panas yang berlebihan dapat menurunkan kelincahan, kepekaan dan kekuatan pekerja sehingga gerakan pekerja menjadi lamban, sulit bergerak dan kekuatan otot menurun. Demikian juga dengan paparan udara yang panas. Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Per.13/MEN/X/2011 tentang nilai ambang batas faktor fisika dan faktor kimia ditempat kerja nilai

ambang batas suhu normal adalah 28-32°C, suhu di atas dan di bawah nilai ambang batas (NAB) akan menyebabkan perbedaan suhu tubuh dengan lingkungan. Peraturan tersebut menyebutkan bahwa pada beban kerja sedang nilai ambang batas suhu ketika bekerja maksimal adalah 28°C. Operator *container crane* tergolong dalam beban kerja sedang dikarenakan membutuhkan kurang lebih 200-350 kalori per/jam. Pengukuran iklim lingkungan kerja (suhu AC ruang operator) dilakukan dengan menggunakan alat *heat stress area monitor*.

Tabel 2.1 Nilai Ambang Batas Iklim Kerja Indeks Suhu Basah dan Bola yang diperkenankan Berdasarkan Permenakertrans RI Nomor Per.13/MEN/X/2011

Pengaturan waktu kerja setiap jam	ISBB		
	Beban Kerja		
	Ringan	Sedang	Berat
75 % - 100 %	31,0	28,0	-
50 % - 75 %	31,0	29,0	27,5
25 % - 50 %	32,0	30,0	29,0
0 % - 25 %	32,2	31,1	30,5

Beda suhu lingkungan dengan suhu tubuh yang terlampau besar menyebabkan sebagian besar energi yang ada dalam tubuh akan dimanfaatkan oleh tubuh untuk beradaptasi dengan lingkungan tersebut. Apabila hal ini tidak diimbangi dengan pasokan energi yang cukup, maka akan terjadi kekurangan suplai energi ke otot. Sebagai akibatnya, peredaran darah kurang lancar, suplai oksigen ke otot menurun, proses metabolisme karbohidrat

terhambat dan terjadi penimbunan asam laktat yang dapat menimbulkan rasa nyeri otot (Suma'mur, 2009).

b. Iluminasi

Iluminasi adalah datangnya cahaya ke suatu objek. Iluminasi merupakan besaran penerangan yang kaitannya erat dengan kuat penerangan penerangan. Iluminasi adalah pernyataan kuantitatif jumlah cahaya yang dipantulkan oleh permukaan pada suatu arah. (Muhaimin, 2001). Iluminasi suatu permukaan ditentukan oleh kuat penerangan dan kemampuan memantulkan cahaya oleh permukaan.

Penelitian yang dilakukan *Escuyer* dan *Fontoyont*, mengadopsi metode wawancara tidak langsung untuk mensurvei kecenderungan intensitas penerangan yang disukai oleh para pekerja di Perancis melalui lingkungan kerjanya. Hasilnya, 44% responden mengatakan bahwa "memiliki pencahayaan alami yang sedikit" adalah karakteristik utama pada sebuah kantor. Kadar pencahayaan dapat dikategorikan berdasarkan jenis pekerjaannya yaitu:

- 1) Tidak cermat (misal: menumpuk barang) < 170 lux.
- 2) Agak cermat (misal: memasang, tidak persis) < 350 lux.
- 3) Cermat/persis (misal: membaca, menggambar) < 700 lux.
- 4) Amat persis (misal: memasang, persis) < 10000 lux.

Jika tingkat iluminasi pada suatu tempat tidak memenuhi persyaratan maka akan menyebabkan postur leher untuk fleksi ke depan (menunduk) dan postur tubuh untuk fleksi (membungkuk) yang berisiko mengalami keluhan *muskuloskeletal disorders* (Helander, 2006). Standar Penerangan didasarkan pada Peraturan Menteri Perburuan No. 7 tahun 1964 tentang syarat Kesehatan, Kebersihan, dan Penerangan dalam tempat kerja Pasal 14 ayat 5, yaitu Penerangan lokal rata-rata untuk pekerjaan tidak teliti adalah 100 Lux , untuk pekerjaan agak teliti adalah 200 Lux dan pekerjaan teliti adalah 300 Lux. Alat yang digunakan untuk mengukur pencahayaan adalah lux meter.

c. Vibrasi

Getaran dengan frekuensi yang tinggi akan menyebabkan kontraksi otot bertambah. Kontraksi statis ini menyebabkan penimbunan asam laktat dalam alat dengan bertambahnya panjang waktu reaksi. Rasa tidak enak menjadi sebab kurangnya perhatian. Rangsangan pada *system retikuler* diotak menjadi sebab mabuk. (Suma'mur, 2009).

Paparan dari getaran lokal terjadi ketika bagian tubuh tertentu kontak dengan objek yang bergetar, seperti kekuatan alat yang menggunakan tangan. Paparan getaran seluruh tubuh dapat terjadi ketika berdiri atau duduk dalam lingkungan atau objek yang

bergetar, seperti ketika mengoperasikan kendaraan atau mesin yang besar (Helander, 2006).

Di samping rasa tidak nyaman yang ditimbulkan oleh goyangan organ pada seluruh tubuh, menurut beberapa penelitian telah dilaporkan efek jangka lama yang menimbulkan osteoarthritis tulang belakang (Moon & Sauter, 2005). Menambahnya tonus otot oleh karena getaran di bawah frekuensi 20 Hz menjadi sebab kelelahan (Rodahl, 2005).

Getaran menjadi faktor risiko jika pekerja terpapar secara terus menerus atau berada pada intensitas tinggi, yang mungkin di dapat dari penggunaan peralatan. Pekerja yang mengalami getaran dapat menyebabkan kelelahan, letih, mati rasa dan peningkatan sensitifitas terhadap dingin (Nurmianto, 2004). Nilai ambang batas intensitas getaran *whole body vibration* yang diperkenankan berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 13/MEN/2011 adalah $0,5 \text{ m/det}^2$ untuk 4-8 jam kerja, *Hand arm vibration* adalah 4 m/det^2 . Alat yang digunakan untuk mengukur getaran adalah *vibration meter*.

Tabel 2.2 Nilai Ambang Batas Getaran untuk pemaparan *Hand arm vibration* dan *whole body vibration* Berdasarkan Permenakertrans RI Nomor Per.13/MEN/X/2011

Jumlah Waktu Pemaparan Per Hari Kerja	Nilai Percepatan Pada Frekuensi Dominan	
	Meter per detik kuadrat m/det^2	Gravitasi
4 Jam dan Kurang dari 8 Jam	4	0,40
2 Jam dan Kurang dari 4 Jam	6	0,61
1 Jam dan Kurang dari 2 Jam	8	0,81
Kurang dari 1 Jam	12	1,22

2.2 Konsep Sistem *Muskuloskeletal*

Manusia bergerak bukan hanya merupakan gerakan yang sekedar berpindah. Alat gerak di susun atas kerjasama otot, tulang, dan persendian. Tulang adalah 30% bahan organik yang terkandung di dalam yang terdiri atas serat kolagen dan proteoglikan (kurang dari 10% mengandung protein dan polisakarida) yang berfungsi memberi kekuatan terhadap adanya regangan. Tulang juga terbentuk dari 70% endapan garam yang di dalamnya terdapat kandungan kalsium, fosfat, natrium, kalium karbonat, dan magnesium yang berperan memberikan kekuatan terhadap adanya tekanan (kompresi). Selain tulang, terdapat otot dan persendian yang memberikan fungsi gerak kepada manusia. Setiap *muskuloskeletal* memiliki fungsi sebagai penyangga tubuh, pemberi bentuk, pelindung dan penggerak tubuh (Waraharini, 2013).

2.2.1 Anatomi Tulang Belakang

Columna vertebrae atau tulang belakang menyangga tubuh dan melindungi medulla spinalis yang terdiri dari 7 ruas vertebra servikalis (tulang leher), 12 ruas vertebra torakalis (tulang punggung), dan 5 ruas vertebra lumbalis (tulang pinggang/ panggul). Ke lima *os sacrum* (tulang sakrum/ sakral) membentuk tulang panggul dan 3-5 tulang *koksigeal* (tulang ekor) menyatu menjadi tulang koksiks, semua tulang tersebut dipisahkan oleh diskus fibrokartilago intervertebra. Memiliki lengkung saraf (vertebra) yang terbentuk dari dua pedikel dan lamina membungkus

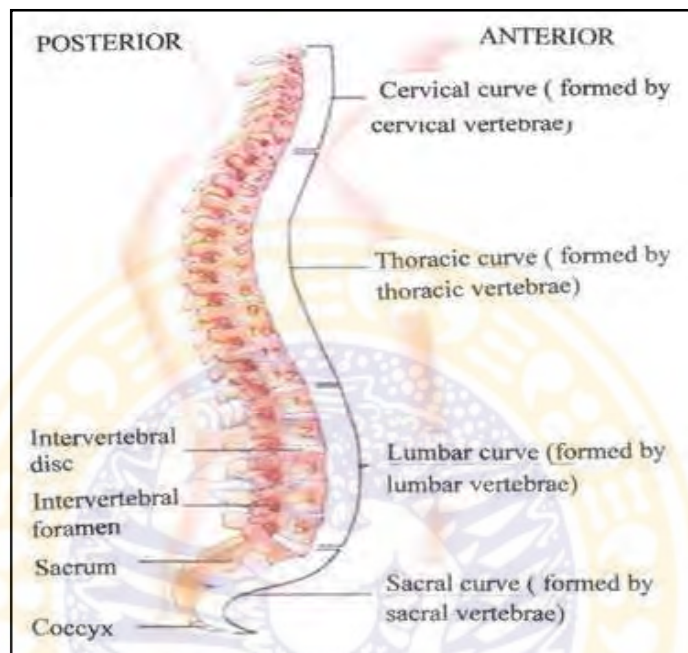
rongga saraf dan menjadi lintasan medulla spinalis yang berisi sumsum tulang belakang (Sloane, 2004).

Tulang belakang merupakan salah satu bagian paling penting dari tubuh, memberikan fungsi untuk menompang tubuh bahkan berdiri tegak. Bisa bergerak bebas secara fleksibel serta di dalamnya terdapat sumsum tulang sebagai penghubung otak dengan seluruh organ tubuh sehingga dapat mengontrol gerakan tubuh sesuai keinginan.

Tulang belakang terdiri dari 24 tulang kecil (vertebra) yang di tumpuk di atas satu sama lain untuk menciptakan tulang belakang. Antara setiap tulang belakang terdapat bantal seperti gel lembut yang disebut diskus, berperan membantu menyerap tekanan dan menjaga tulang dari gesekan satu sama lain. Setiap vertebra menyanggah vertebra lainnya yang dilakukan oleh ligamen. Ligamen menghubungkan antar tulang tendon menghubungkan otot dengan tulang. Tendon juga berfungsi mengencangkan otot tulang belakang. Kolom tulang belakang juga memiliki sendi yang nyata (seperti lutut atau siku atau sendi lain) disebut sendi facet. Sendi facet menghubungkan antar vertebra dan memberi fleksibilitas untuk bergerak melawan satu sama lain (Medical Center of University of Maryland, 2013).

Setiap ruas memiliki lubang di tengah, menumpuk di atas satu sama lain dan membentuk tabung hampa yang memegang dan melindungi seluruh sumsum tulang belakang serta akar saraf. Tulang belakang adalah kumpulan besar jaringan saraf yang membawa pesan dari otak ke seluruh

tubuh. Cabang tulang belakang dari 31 pasang akar saraf dan akar ini keluar dari tulang belakang di kedua sisi melalui ruang (foramina saraf) antara setiap tulang belakang.



Gambar 2.1: Susunan Tulang Belakang
Sumber: Sloane (2004)

Tulang belakang sendiri memiliki 3 segmen utama, yaitu tulang belakang leher, tulang belakang dada, dan tulang belakang lumbar. Serviks adalah bagian atas dari tulang belakang, terdiri dari tujuh vertebra (tulang). Dada adalah bagian tengah tulang belakang, yang terdiri dari 12 tulang. Bagian bawah tulang belakang disebut tulang belakang lumbar. Hal ini biasanya terdiri dari lima vertebra, namun beberapa orang mungkin memiliki 6 vertebra lumbalis. Memiliki 6 vertebra tampaknya tidak menyebabkan masalah. Pada bawah tulang belakang lumbar adalah sakrum yang merupakan sekelompok tulang khusus yang menghubungkan

tulang belakang ke panggul. Tulang belakang merupakan susunan rantai berbentuk huruf S, yang melalui ligamen elastis memanjang dengan karakteristik bentuk kurva. Pergerakan kolumna vertebralis dimungkinkan melalui persendian yang sambung menyambung (Dreccoll *et al.*, 2001).

Beberapa bagian yang membentuk tulang belakang adalah, sebagai berikut (Dreccoll *et al.*, 2001) :

1. Tulang

Beberapa tulang yang membentuk tulang belakang adalah blok bangunan tulang belakang. Vertebra melindungi dan mendukung sumsum tulang belakang dan juga menanggung sebagian dari berat badan yang diletakkan pada tulang belakang. setiap bentuk tubuh tulang belakang adalah besar, bulat, dan melekat pada cincin tulang. Ketika vertebra di tumpuk satu di atas yang lain, cincin tulang menciptakan tabung hampa di mana sebagai jalan sumsum tulang belakang (Sloane, 2004). Cincin tulang melekat pada tubuh vertebra I yang terdiri dari beberapa bagian. Pertama, lamina memperpanjang dari tubuh untuk menutupi kanal tulang belakang, yang merupakan lubang di tengah tulang belakang. Kedua, proses spinosus adalah bagian tulang berlawanan dengan tubuh vertebra. Vertebra sama seperti semua tulang, memiliki kulit luar yang disebut tulang kortikal yang keras dan kuat. Bagian dalamnya terbuat lembut dari jenis tulang spons yang disebut tulang kanselus (Pearce, 2002).

2. Diskus Intervertebralis

Diskus intervertebralis yang datar, bulat seperti "bantal" yang bertindak sebagai peredam kejut antara setiap tulang di tulang belakang. Ada satu diskus antara setiap tulang. Setiap diskus memiliki cincin luar yang kuat terbuat dari serat yang disebut anulus dan bentuknya lembut seperti jelly yang disebut *nukleus pulposus* (Sherwood, 2004).

Anulus adalah lapisan luar diskus dan bagian terkuat dari diskus. Hal ini juga membantu menjaga pusat diskus tetap utuh. Anulus sebenarnya merupakan ligamen yang kuat yang menghubungkan setiap tulang belakang secara bersama. Inti diskus lembek berfungsi sebagai peredam kejut utama. Intinya terdiri dari jaringan yang sangat lembab karena memiliki kandungan air yang tinggi. Isi air membantu diskus bertindak seperti peredam kejut seperti kasur yang terbuat dari air. Setelah umur 30 tahun, diskus ini akan mengalami degenerasi, menimbulkan robekan dan jaringan parut, cairan berkurang, ruang diskus mendangkal secara permanen dan segmen spinal kehilangan stabilitasnya (Syarifudin, 1997).

3. Sendi Faset (*Facet Joint*)

Faset adalah "tombol kurus" yang memenuhi antara setiap tulang untuk membentuk sendi faset yang bergabung di dalam vertebra. Ada dua sendi faset antara setiap pasangan tulang (vertebra), terdapat satu di setiap sisi. Saling mempertahankan dan saling tumpang

tindih satu sama lain untuk membentuk sebuah gabungan antar tulang sendi faset. Tanpa sendi faset, manusia tidak akan memiliki fleksibilitas dalam tulang belakang dan hanya bisa bergerak dalam gerakan sangat lurus dan kaku.

Sendi faset adalah dikenal dengan sebutan sendi sinovial. Sebuah sendi sinovial, seperti lutut atau siku, adalah struktur yang memungkinkan gerakan antara dua tulang. Dalam sendi sinovial, ujung tulang ditutupi dengan bahan yang disebut tulang rawan artikular. Bahan ini merupakan bahan spons licin yang memungkinkan tulang untuk meluncur terhadap satu sama lain tanpa banyak gesekan (Pearce, 2002).

4. Saraf Foramen (*Neural Foramen*)

Saraf foramen adalah lubang antara setiap dua tulang di mana akar saraf tulang belakang keluar. Akar saraf berjalan melalui foramen untuk mencapai seluruh tubuh. Ada dua foramen saraf antara setiap pasangan tulang dan terdapat satu pada setiap sisi. Tanpa foramen, sinyal saraf tidak bisa melakukan perjalanan ke otak maupun dari otak menuju seluruh tubuh. Tanpa sinyal saraf, tubuh tidak akan bisa berfungsi (Pearce, 2002).

5. Sumsum Tulang Belakang dan Akar Saraf

Sumsum tulang belakang adalah lajur jutaan serabut saraf yang berjalan melalui tulang belakang. Memanjang dari otak hingga ke antara ruas tulang lumbal pertama dan ruas tulang lumbal yang kedua.

Pada ruas tulang lumbal kedua, sumsum tulang belakang terbagi menjadi beberapa kelompok yang berbeda dari serat yang membentuk saraf yang akan masuk ke bagian bawah tubuh (Sloane, 2004).

Serat saraf di tulang belakang bercabang untuk membentuk pasang akar saraf yang berjalan melalui lubang kecil (foramen) antar tulang. Saraf di setiap daerah dari sumsum tulang belakang terhubung ke beberapa bagian tertentu dari tubuh. Saraf juga membawa sinyal listrik kembali ke otak yang memungkinkan untuk merasakan sesuatu jika tubuh sedang terluka misalnya merasakan nyeri, kesemutan, atau mati rasa di mana terdapat perjalanan saraf. Berlaku juga untuk nyeri punggung, saraf akan mengantarkan sinyal tersebut ketika merasakan sakit (Sherwood, 2004).

6. Otot Paraspinal

Otot paraspinal mengacu pada otot di sebelah tulang belakang. Membantu tulang belakang dan gerakan tulang belakang. Sendi memungkinkan fleksibilitas dan otot melakukan mobilitas atau pergerakan. Ada banyak otot kecil di belakang, yang masing-masing mengendalikan beberapa bagian dari gerakan keseluruhan antar semua tulang dan kerangka. Otot ini dapat terluka secara langsung, seperti ketika otot ditarik atau regangan otot punggung. Otot juga dapat menyebabkan masalah secara tidak langsung, seperti ketika otot kejang setelah cedera ke bagian lain dari tulang belakang (Drecoil *et al.*, 2001).

Ketika mengalami kejang otot mengencang dan tidak rileks. Kejang ini biasanya terjadi sebagai refleks yang berarti tidak dapat mengontrol kontraksi otot. Ketika setiap bagian dari tulang belakang terluka, termasuk diskus, ligamen, tulang, atau otot menjadi kejang secara otomatis untuk mengurangi gerakan di seluruh wilayah kerjanya. Mekanisme perlindungan ini dirancang untuk melindungi daerah luka (Sherwood, 2004).

7. Ruas Tulang Belakang (*Spinal Segment*)

Segmen tulang belakang terdiri dari dua vertebra yang diikuti oleh ligamen, dengan cakram lembut sebagai pemisah. Sendi faset antara dua tulang belakang, yang memungkinkan adanya gerakan, dan saraf foramen antar tulang belakang memungkinkan ruang untuk akar saraf melakukan perjalanan secara bebas dari sumsum tulang belakang ke seluruh tubuh. Terkadang masalah di tulang belakang hanya melibatkan satu segmen tulang, juga terdapat yang melibatkan beberapa segmen tulang (Sloane, 2004).

Setiap segmen tulang belakang layaknya di setting baik seperti terbuat dari mesin. Semua bagian harus bekerja sama untuk memungkinkan menanggung berat, gerakan, dan tumpuan. Ketika semua bagian berfungsi dengan baik, semua segmen tulang bergabung untuk membentuk struktur yang sangat kuat yang disebut tulang belakang. Ketika salah satu segmen menjadi tidak stabil, dapat

menyebabkan masalah pada segmen yang menyebabkan rasa sakit dan kesulitan lainnya (Pearce, 2002).

8. Tulang Lumbalis atau Pinggang (*Lumbal Spine*)

Bagian terendah dari tulang belakang disebut tulang pinggang. Daerah ini memiliki lima vertebra. Terkadang orang dilahirkan dengan memiliki enam tulang di daerah pinggang. Dasar dari tulang belakang (sakrum) yang merupakan perpaduan dari banyak tulang, dan ketika salah satu membentuk sebagai vertebra yang bukan bagian sakrum disebut transisi atau vertebra keenam. Kejadian ini tidak berbahaya dan tidak memiliki efek samping yang serius.

Bentuk dari tulang pinggang membentuk kurva lordotik. Bentuk lordotik adalah seperti huruf "C" terbalik. Tulang di daerah tulang pinggang adalah yang terbesar dari seluruh bagian tulang belakang, sehingga saluran tulang pinggang lebih besar dari pada di bagian tulang serviks dan tulang toraks. Maka karena ukurannya yang lebih besar, tulang pinggang memiliki lebih banyak untuk ruang gerak saraf (Sherwood, 2004).

9. Tulang Torakalis atau Tulang Dada (*Thoracic Spine*)

Tulang dada terdiri dari 12 ruas tulang. Tulang ini terhubung ke tulang rusuk dan merupakan bagian dari dinding belakang dada (daerah tulang rusuk antara leher dan diafragma). Merupakan bagian dari tulang belakang yang sangat sempit, diskus intervertebralis tipis, sehingga ada hanya sedikit gerakan yang diperbolehkan antar tulang

dibandingkan pada bagian tulang lumbal atau bagian tulang servikalis, yang juga memiliki lebih sedikit ruang pada saluran tulang belakang untuk saraf. Kurva toraks tulang belakang ini disebut *kyphotic* karena bentuknya seperti huruf "C" pada umumnya (Pearce, 2002).

10. Tulang Servikalis atau Tulang Leher (*Cervical Spine*)

Tulang belakang leher terdiri dari tujuh tulang di tulang belakang. Di mulai tepat di bawah tengkorak dan berakhir tepat di atas tulang belakang dada. Tulang belakang leher memiliki kurva lordotik berbentuk huruf "C" terbalik seperti halnya tulang pinggang. Tulang belakang leher jauh lebih banyak bergerak dari pada kedua daerah tulang belakang lainnya misalnya mengubah sudut leher ketika menoleh (Syarifudin, 1997).

2.3 Kesehatan Kerja

Definisi kesehatan kerja mengacu pada Komisi Gabungan ILO/WHO dalam kesehatan kerja pada tahun 1950 yang disempurnakan pada tahun 1995 adalah upaya mempertahankan dan meningkatkan derajat kesehatan fisik, mental dan kesejahteraan sosial semua pekerja yang maksimal. Mencegah gangguan kesehatan yang disebabkan oleh kondisi pekerjaan, melindungi pekerja dari faktor risiko pekerjaan yang merugikan kesehatan, penempatan dan pemeliharaan pekerja dalam suatu lingkungan kerja disesuaikan dengan kapabilitas fisiologi dan psikologinya, dan

disimpulkan sebagai adaptasi pekerjaan kepada manusia dan setiap manusia kepada pekerjaannya (Kurniawidjaja, 2010).

2.3.1 Bahaya Kesehatan

Bahaya atau *Hazard* adalah keadaan atau situasi yang potensial dapat menyebabkan kerugian seperti luka, sakit, kerusakan harta benda, kerusakan lingkungan kerja, atau kombinasi seluruhnya (Ramli, 2010). Bahaya atau *Hazard* kesehatan adalah *Hazard* yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan. Dari sudut pandang kesehatan kerja, sistem kerja, mencakup empat komponen kerja yaitu pekerja, lingkungan kerja, pengorganisasian pekerjaan dan budaya kerja. Setiap komponen kerja dapat menjadi sumber atau situasi yang berpotensi menimbulkan kerugian bagi kesehatan pekerja. Kerugian kesehatan dapat berupa cedera atau gangguan kesehatan baik fisik maupun mental. Sumber atau situasi yang potensial tersebut dikenal sebagai *Hazard* atau faktor risiko kesehatan. Pada kondisi tertentu *Hazard* kesehatan dapat menjadi nyata dan menimbulkan cedera atau gangguan kesehatan. Peluang *Hazard* kesehatan untuk menimbulkan gangguan kesehatan disebut sebagai risiko kesehatan (Kurniawidjaja, 2010).

Menurut Kurniawidjaja (2010), bahaya atau *Hazard* dapat digolongkan berdasarkan jenisnya yaitu:

1. *Hazard* Tubuh pekerja

Hazard tubuh pekerja (*somatic hazard*), merupakan *hazard* yang berasal dari dalam tubuh pekerja yaitu kapasitas kerja dan status

kesehatan pekerja. Contoh seorang pekerja yang buta warna bila mengerjakan alat elektronik yang penuh dengan kabel listrik yang bervariasi, *hazard* somatiknya dapat membahayakan dirinya maupun orang lain orang lain dikelilinginya bila dia salah menyambung warna kabel tertentu karena tindakan ini berpotensi menimbulkan kebakaran atau ledakan.

2. *Hazard* Perilaku Kesehatan

Bahaya perilaku kesehatan (*behavioral hazard*), yaitu *hazard* yang terkait dengan perilaku pekerja. Contohnya antara lain model rambut panjang di ruang mesin berputar telah mengakibatkan seorang pekerja di tambang batubara tertarik dalam mesin dan hancur tubuhnya karena tergiling mesin penggiling bongkahan batu (*crusher*).

3. *Hazard* Lingkungan Kerja

Hazard lingkungan kerja (*environmental Hazard*) terdiri dari bahaya fisik, kimia, dan biologi. Bahaya fisik berpotensi menimbulkan terjadinya penyakit akibat kerja (PAK). Jenis bahaya yang termasuk dalam golongan fisik antara lain adalah bahaya mekanik, bising, getaran, suhu ekstrem, cahaya dan bahaya radiasi. Bahaya kimia berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan yang sangat luas dari yang ringan seperti bersin, kulit gatal sampai yang berat seperti kelainan organ hati dan saraf, gagal ginjal atau cacat fungsi paru. Bahaya biologi berpotensi menimbulkan penyakit infeksi akibat kerja (PAK), dari penyakit flu biasa sampai SARS bahkan HIV AIDS bagi

pekerja kesehatan. Jenis mikroorganisme yang termasuk dalam golongan faktor biologik serta pekerja berisiko terpajan antara lain virus (Hepatitis B/C, HIV AIDS), bakteri (*tuberkulosis, leptospirosis*), Jamur (*coccidiomycosis, Aktinomikosis*) serta parasit (malaria).

4. **Hazard Ergonomik**

Hazard ergonomik yang dimaksud terkait dengan kondisi pekerjaan dan peralatan kerja yang digunakan oleh pekerja termasuk stasiun kerja (*work station*). Contoh pekerja yang mengalami *Hazard* ergonomik adalah pengemudi truk, bus dan operator *container crane*.

5. **Hazard Pengorganisasian Pekerjaan dan Budaya Kerja**

Contohnya adalah faktor stres kerja berupa beban kerja berlebih atau pembagian pekerjaan yang tidak sesuai, budaya kerja sampai larut malam dan mengabaikan kehidupan sosial pekerja.

2.4 **Ergonomi**

Ergonomi adalah ilmu tentang pekerjaan, orang yang melakukan pekerjaan, bagaimana pekerjaan dilakukan, alat yang digunakan, tempat pekerjaan dilakukan dan aspek psikosial dilingkungan kerja. Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani, yaitu “*ergon*” yang berarti kerja dan “*nomos*” yang berarti peraturan atau hukum. Prinsip dari ergonomi adalah *user centered design*, dimana bila suatu obyek, sistem, atau lingkungan dimaksudkan untuk digunakan oleh manusia, maka desainnya harus berdasarkan karakteristik fisik dan mental manusia (Munir, 2012)

2.4.1 Ruang Lingkup Ergonomi

Fokus ergonomi melibatkan 3 komponen utama yakni manusia, mesin dan lingkungan yang saling berinteraksi satu dengan yang lainnya. Interaksi tersebut menghasilkan suatu sistem kerja yang tidak bisa dipisahkan antara yang satu dengan lainnya yang dikenal dengan sebutan *work system* (Bridger, 2003).

2.4.2 Faktor *Anthropometri* dan dimensi ruang kerja

Prinsip ergonomis mensyaratkan agar supaya peralatan dan fasilitas kerja sesuai dengan orang yang menggunakan khususnya menyangkut dimensi ukuran tubuh. Dalam menentukan ukuran maksimum atau minimum ergonomi tidak pernah lepas dari *Anthropometri*. *Anthropometri* berasal dari "antro" yang berarti manusia dan "metri" yang berarti ukuran. Secara garis besar *anthropometri* dapat didefinisikan sebagai satu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (Ramli, 2010).

Anthropometri adalah sekumpulan data numerik yang berhubungan dengan ciri fisik tubuh manusia seperti: ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah *design*. Tujuan dari *anthropometri* adalah sebagai acuan yang ergonomis dalam segala hal yang memerlukan interaksi manusia, dalam aplikasinya mengenai perancangan area, alat, produk, stasiun kerja, yang berkaitan dengan bentuk, ukuran, dan dimensi yang tepat, sehingga para pengguna alat atau

ruangan fisik tersebut cocok dan diharapkan akan meningkatkan produktivitas (Munir, 2012).

Anthropometri terbagi atas dua cara pengukuran yaitu *anthropometri* statis dan *anthropometri* dinamis (Ramli, 2010).

1. *Anthropometri* statis

Anthropometri statis disebut juga dengan pengukuran dimensi struktur tubuh. *Anthropometri* statis berhubungan dengan pengukuran dengan keadaan dan ciri fisik manusia dalam keadaan diam atau dalam posisi standar. Dimensi tubuh yang diukur dengan posisi tetap antara lain berat badan, tinggi tubuh, ukuran kepala, panjang lengan dan sebagainya.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi dimensi tubuh manusia di antaranya:

- a. Umur.
- b. Jenis kelamin.
- c. Suku bangsa.
- d. Pekerjaan.

2. *Anthropometri* dinamis

Anthropometri dinamis berhubungan dengan pengukuran keadaan dan ciri fisik manusia dalam keadaan bergerak atau memperhatikan gerakan yang mungkin terjadi saat pekerja tersebut melaksanakan kegiatan.

Terdapat tiga kelas pengukuran dinamis yaitu:

- a. Pengukuran tingkat keterampilan sebagai pendekatan untuk mengerti keadaan mekanis dari suatu aktivitas.
- b. Pengukuran jangkauan ruangan yang dibutuhkan saat kerja.
- c. Pengukuran variabilitas kerja.

Pengukuran *Anthropometri* bertujuan untuk mengetahui bentuk dimensi tubuh manusia, agar peralatan yang dirancang lebih sesuai dan dapat memberikan rasa nyaman serta menyenangkan. *Anthropometri* secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan ergonomis dalam memerlukan interaksi manusia. Data *anthropometri* yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal:

- a. Perancangan area kerja.
- b. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, perkakas, dsb.
- c. Perancangan produk konsumtif, seperti pakaian, kursi dan meja komputer.
- d. Perancangan lingkungan kerja fisik.

Perancangan dengan menggunakan data *anthropometri* secara umum sekurangnya 90%-95% dari populasi yang menjadi target dalam kelompok pemakai. Rancangan ini dimaksudkan agar sebagian besar dalam kelompok pemakai dapat menggunakan alat tersebut. Rancangan produk yang dapat diatur secara fleksibel akan jelas memberikan kemudahan dalam operasinya, sehingga dapat dipergunakan meskipun oleh dimensi tubuh yang berbeda. Diharapkan

anthropometri dapat digunakan dalam aplikasi alat yang dipakai secara nyaman oleh sebagian besar pemakai.

2.5 Metode Penilaian Ergonomi

Beberapa metode penilaian ergonomi diantaranya adalah *Ergonomic Assesment Survey Method* (EASY), *Base Risk Identification of Ergonomic Factor* (BRIEF), *Employee Survey* (Survei Gejala), *Medical Survey* (Survei Rekam Medis), *Rapid Upper Limb Assesment* (RULA) (Staton *et al.*, 2005). Metode RULA dapat digunakan untuk menilai kegiatan di mana pekerja banyak menggunakan *upper limb*. Khususnya, pekerja duduk atau berdiri tanpa banyak pergerakan. Contoh kegiatan yang cocok menggunakan *rapid upper limb assesment* seperti aktivitas yang memakai komputer, manufaktur dan aktivitas kasir (Albugis, 2009).

2.5.1 Metode *Rapid Upper Limb Assesment* (RULA)

Metode *rapid upper limb assesment* fokus terhadap pengukuran biomekanik dan beban postur pada tiap individu sehingga faktor risiko yang diukur dan dianalisis dengan menggunakan metode ini adalah postur, beban, penggunaan otot, durasi dan frekuensi (Mc Atammey dan Corlet, 1993; Corlett, 1998; Lueder, 1996). *Rapid upper limb assesment* memberikan sebuah kemudahan dalam menghitung rating dari beban kerja otot dalam bekerja di mana orang mempunyai risiko pada bagian leher dan beban kerja pada anggota tubuh bagian atas seperti postur dari bahu/lengan atas, siku/lengan bawah, pergelangan tangan, leher, dan

pinggang yang biasanya pada pekerjaan yang dilakukan dalam posisi duduk atau berdiri tanpa adanya perpindahan.

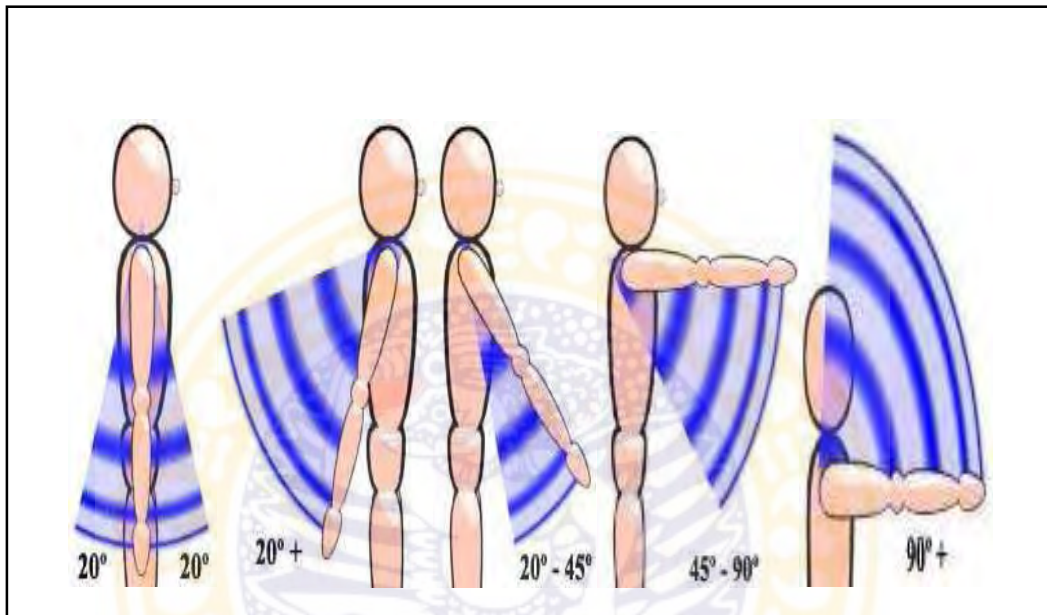
Selain itu *rapid upper limb assesment* juga mempertimbangkan adanya beban dan perpindahan yang dilakukan dalam penilaiannya serta menilai posisi kaki stabil atau tidak. Pengukuran dengan metode *rapid upper limb assesment* dilakukan dengan cara observasi secara langsung pekerja atau operator saat bekerja selama beberapa siklus tugas untuk memilih tugas (*task*) dan postur untuk pengukuran. Alat ini memasukkan skor tunggal sebagai gambaran foto dari sebuah pekerjaan, yang mana rating dari postur, besarnya gaya atau beban dan pergerakan yang diharapkan. Risiko adalah hasil perhitungan menjadi suatu nilai atau skor 1 rendah sampai skor tinggi 7, skor tersebut adalah dengan menggolongkan menjadi 4 level gerakan atau aksi itu memberikan sebuah indikasi dari kerangka waktu yang mana layak untuk mengekspektasi pengendalian risiko yang akan diajukan (Sander, 2004).

Langkah penilaian skor *Rapid Upper Limb Assesment* adalah sebagai berikut:

1. Langkah ke satu:
 - a. +1 Untuk 20° *extension* hingga 20° *flexion*.
 - b. +2 Untuk *extension* lebih dari 20° atau 20° - 45° *flexion*.
 - c. +3 Untuk 45° - 90° *flexion*.
 - d. +4 Untuk 90° *flexion* atau lebih.

Keterangan:

- a. + 1 jika pundak/bahu ditinggikan.
- b. + 1 jika lengan atas abduksi.
- c. -1 jika operator bersandar atau bobot lengan ditopang.



Gambar 2.2: Postur Bagian Lengan Atas
Sumber : Tarwaka (2010); Sugiharto *et al.* (2013)

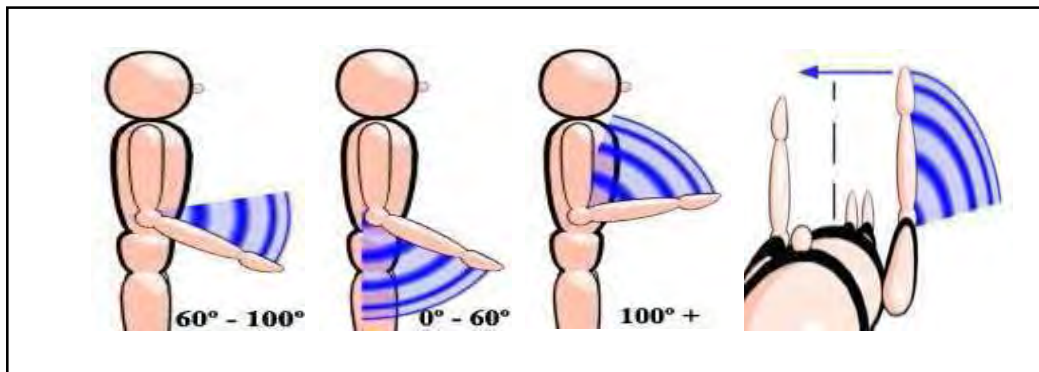
2. Langkah ke dua

Rentang untuk lengan bawah dikembangkan dari penelitian (Grandjean, 1993) dan (Tichauer, 1978). Skor tersebut yaitu:

- a. + 1 untuk $60^\circ - 100^\circ$ flexion.
- b. +2 untuk kurang dari 60° atau lebih dari 100° flexion.

Keterangan:

- a. + 1 jika lengan bekerja melintasi garis tengah badan atau keluar dari sisi.



Gambar 2.3: Postur Bagian Lengan Bawah
 Sumber : Tarwaka (2010); Sugiharto *et al.* (2013)

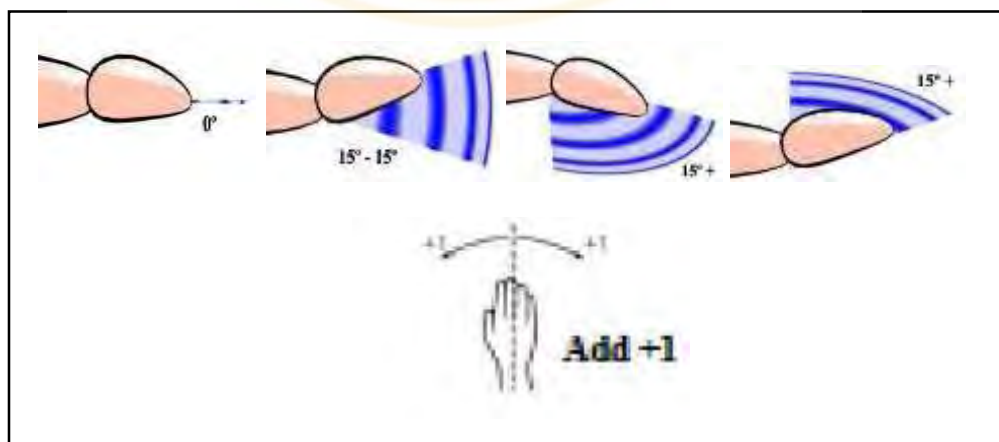
3. Langkah ke tiga

Panduan untuk pergelangan tangan dikembangkan dari penelitian *Health and Safety Executive*, digunakan untuk menghasilkan skor postur sebagai berikut:

- a. + 1 untuk berada pada posisi netral.
- b. + 2 untuk $0 - 15^\circ$ flexion maupun extension.
- c. + 3 untuk 15° atau lebih flexion maupun extension.

Keterangan:

- a. +1 jika pergelangan tangan berada pada deviasi radial maupun netral.

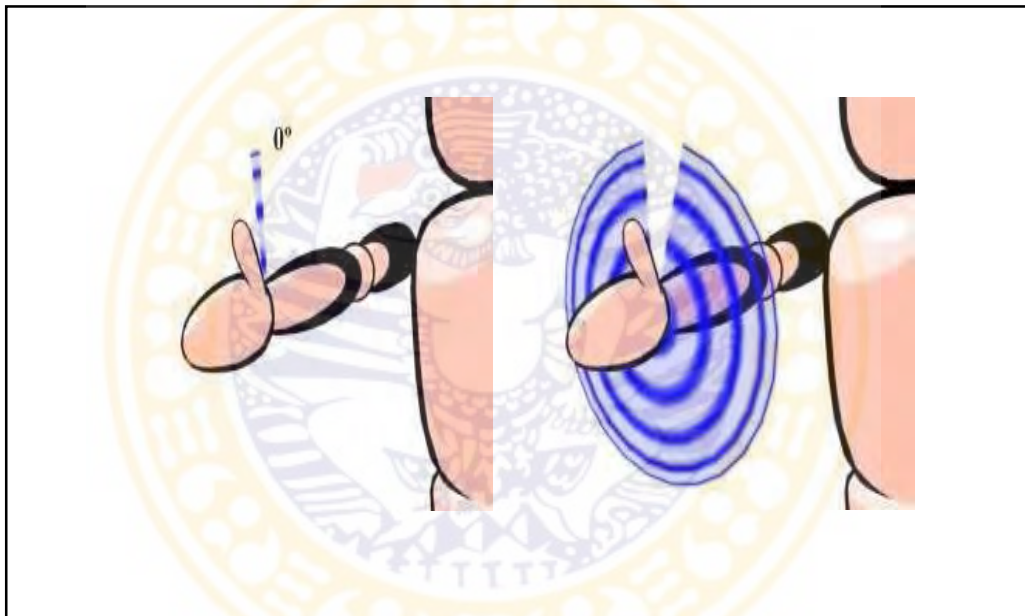


Gambar 2.4: Postur Pergelangan
 Sumber : Tarwaka (2010); Sugiharto *et al.* (2013)

4. Langkah ke empat

Putaran pergerakan tangan (*pronation* dan *supination*) yang dikeluarkan oleh *Health and Safety Executive* pada postur netral berdasar pada *Tichauer*. Skor tersebut adalah:

- a. +1 jika pergelangan tangan berada pada rentang menengah putaran.
- b. +2 jika pergelangan tangan pada atau hampir berada pada akhir rentang putaran.



Gambar 2.5: Postur Putaran Pergelangan Tangan
Sumber : Tarwaka (2010); Sugiharto *et al.* (2013)

5. Langkah ke lima

Gambar sikap kerja yang dihasilkan dari postur kelompok A yang meliputi lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan dan putaran pergelangan tangan diamati dan ditentukan skor untuk tiap postur. Kemudian skor tersebut dimasukkan dalam tabel A untuk memperoleh skor A.

Tabel 2.3 Skor Grup A (Tabel A)

Lengan atas	Lengan bawah	Skor postur pergelangan							
		1		2		3		4	
		Putaran pergelangan		Putaran pergelangan		Putaran pergelangan		Putaran pergelangan	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	4	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

(Sumber: Tarwaka, 2010; Bhandare *et al.*, 2013)

6. Langkah ke enam

Skor penggunaan otot

Tambahkan nilai +1, apabila terjadi :

- a. Postur statis, berlangsung selama 10 menit atau lebih.
- b. Gerakan berulang 4 kali atau lebih dalam 1 menit.

7. Langkah ke tujuh

Skor untuk penggunaan tenaga atau beban.

Tabel 2.4 Skor Penggunaan tenaga atau beban

0 Beban < 2 kg, Intermiten	1 Beban 2-10 kg, Intermiten
2 Beban 2-10 kg, statis atau repetitif	3 Beban > 10 kg, Repetitif atau dengan Kejutatan

(Sumber: Tarwaka, 2010)

8. Langkah ke delapan

Tetapkan lajur pada tabel C

Tabel 2.5 Grand Total Skor Tabel C

		Skor leher, punggung dan kaki						
		1	2	3	4	5	6	7+
Skor lengan dan pergelangan	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

(Sumber: Tarwaka, 2010; Bhandare *et al.*, 2013)

9. Langkah ke sembilan

Kelompok B, rentang postur untuk leher didasarkan pada studi yang dilakukan oleh (Chaffin, 1973) dan (Kilbom *et al.*, 1986). Skor dan kisaran tersebut adalah:

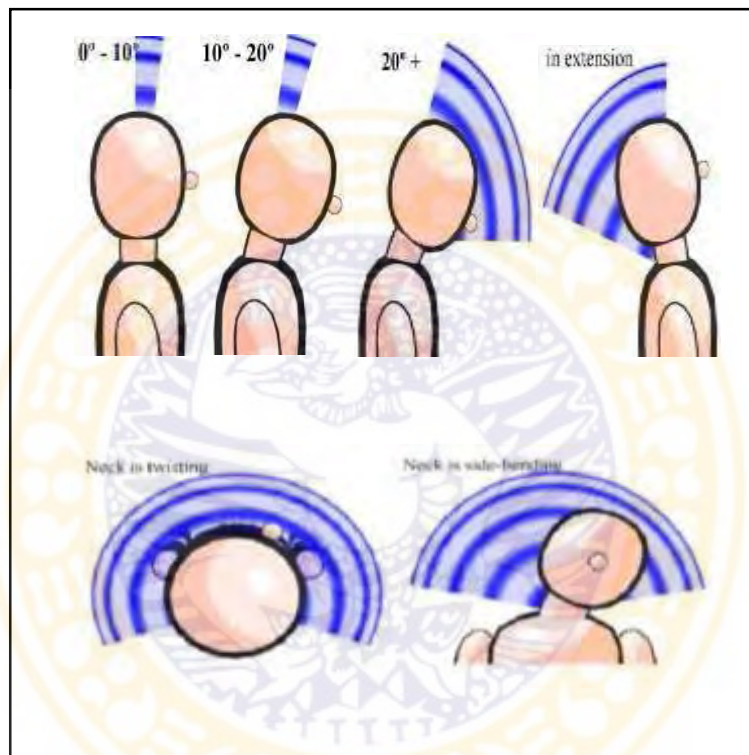
- a. +1 untuk 0 - 10° *flexion*.
- b. +2 untuk 10 - 20° *flexion*.
- c. +3 untuk 20° atau lebih *flexion*.

d. +4 jika dalam *extention*,

Apabila leher diputar atau dibengkokkan.

Keterangan :

a. +1 jika leher diputar atau posisi miring, dibengkokkan ke kanan atau kiri.



Gambar 2.6: Postur Leher
Sumber : Tarwaka (2010); Sugiharto *et al.* (2013)

10. Langkah ke sepuluh

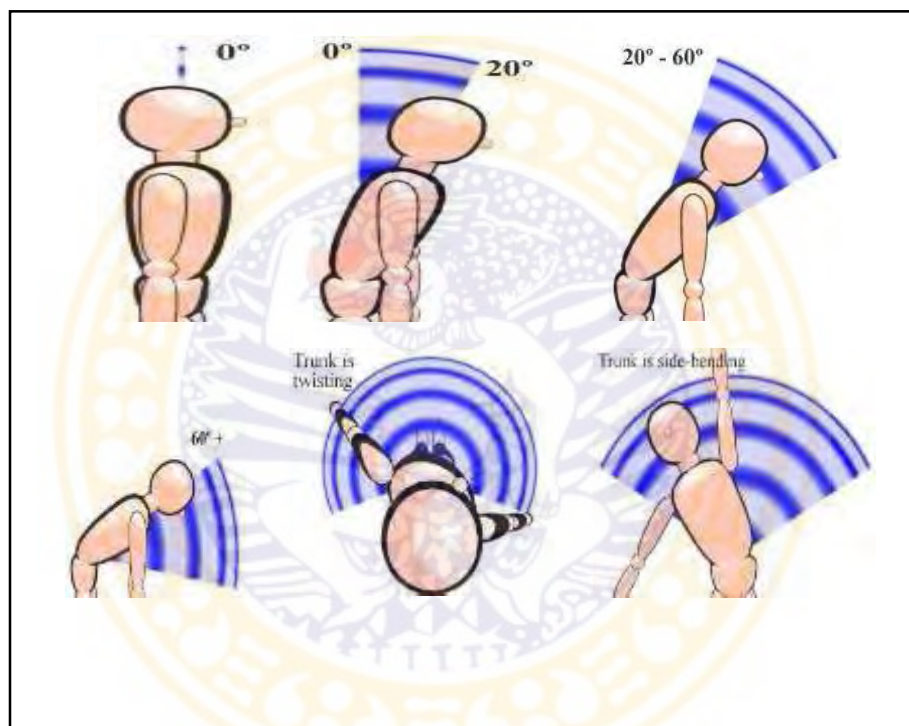
Kisaran untuk punggung dikembangkan oleh (Grandjean, 1993):

- a. +1 ketika duduk dan ditopang dengan baik dengan sudut paha tubuh 90° atau lebih.
- b. +2 untuk $0 - 20^\circ$ *flexion*.
- c. +3 untuk $20^\circ - 60^\circ$ *flexion*.

- d. +4 untuk 60° atau lebih *flexio*, Punggung diputar atau dibengkokkan.

Keterangan:

- a. +1 jika tubuh diputar.
b. +1 jika tubuh miring ke samping.



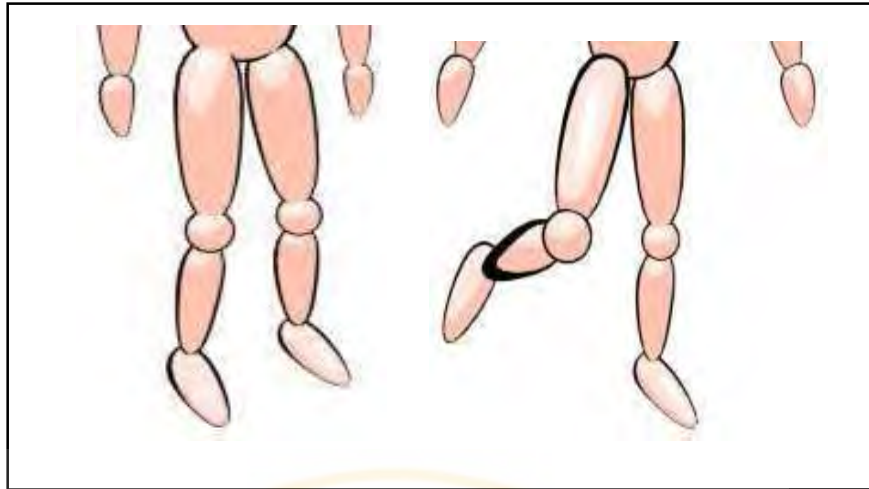
Gambar 2.7: Postur Punggung

Sumber : Tarwaka (2010); Sugiharto *et al.* (2013)

11. Langkah ke sebelas

Kisaran untuk kaki dengan skor postur kaki ditetapkan sebagai berikut:

- a. +1 jika kaki tertopang ketika duduk dengan bobot seimbang rata.
b. +1 jika berdiri di mana bobot tubuh tersebar merata pada kaki di mana terdapat ruang untuk berubah posisi.
c. +2 jika kaki tidak tertopang atau bobot tubuh tidak tersebar merata.



Gambar 2.8: Postur Kaki

Sumber : Tarwaka, (2010); Sugiharto *et al.*, (2013)

12. Langkah ke dua belas

Gambar sikap kerja yang dihasilkan dari postur kelompok B yaitu leher, punggung (badan) dan kaki diamati dan ditentukan skor untuk tiap postur. Kemudian skor tersebut dimasukkan ke dalam tabel B untuk memperoleh skor B.

Tabel 2.6 Skor Grup B (Tabel B)

Skor postur leher	Skor postur punggung											
	1		2		3		4		5		6	
	Kaki		Kaki		Kaki		Kaki		Kaki		Kaki	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

(Sumber: Tarwaka, 2010; Bhandare *et al.*, 2013)

13. Langkah ke tiga belas

Skor penggunaan otot

Tambahkan nilai +1, apabila terjadi :

- a. Postur statis, berlangsung selama 10 menit atau lebih.
- b. Gerakan berulang 4 kali atau lebih dalam 1 menit.

14. Langkah ke empat belas

Skor untuk penggunaan tenaga atau beban.

Tabel 2.7 Skor penggunaan tenaga atau beban

0 Beban < 2 kg, Intermiten	1 Beban 2-10 kg, Intermiten
2 Beban 2-10 kg, statis atau repetitif	3 Beban > 10 kg, Repetitif atau dengan kejutan

(Sumber: Tarwaka, 2010)

15. Langkah ke lima belas

Tetapkan lajur pada tabel c

Tabel 2.8 Grand Total Skor Tabel C

Skor leher, punggung dan kaki								
Skor pergelangan dan lengan		1	2	3	4	5	6	7+
	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

(Sumber: Tarwaka, 2010; Bhandare *et al.*, 2013)

Penetapan skor final yaitu dengan memasukkan nilai postur kelompok A (*arm and wrist analysis*) ke dalam kolom vertikal tabel C, lalu memasukkan nilai postur kelompok B (*neck, trunk, and leg analysis*) ke dalam kolom *horizontal* tabel C.

Setelah diperoleh *grand score*, yang bernilai 1 sampai 7 menunjukkan level tindakan (*action level*) sebagai berikut:

- a. *Action Level 1*: Skor 1 atau 2 menunjukkan bahwa postur dapat diterima selama tidak di jaga atau berulang untuk waktu yang lama.
- b. *Action Level 2*: Skor 3 atau 4 menunjukkan bahwa penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan.
- c. *Action Level 3*: Skor 5 atau 6 menunjukkan bahwa penyelidikan dan perubahan dibutuhkan segera.
- d. *Action Level 4*: Skor 7 menunjukkan bahwa penyelidikan dan perubahan dibutuhkan segera mungkin.

2.6 Metode *Nordic Body Map* (NBM)

Metode *Nordic Body Map* (NBM) merupakan metode yang digunakan untuk menilai tingkat keparahan atas terjadinya gangguan otot skeletal. *Nordic Body Map* merupakan metode penilaian yang sangat subjektif, artinya keberhasilan aplikasi tergantung dari kondisi dan situasi yang di alami pekerja saat dilakukannya penilaian dan juga tergantung dari keahlian dan pengalaman observer yang bersangkutan (Tarwaka, 2010). Kuesioner *Nordic Body Map* merupakan salah satu bentuk kuesioner *checklist* ergonomi. Bentuk lain dari *checklist* ergonomi adalah *checklist International Labour Organization* (ILO). Kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) adalah kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan pada para pekerja, dan kuesioner ini paling sering

digunakan karena sudah terstandarisasi dan tersusun rapi. (Kroemer, 2001).

Keluhan pada otot skeletal biasanya merupakan keluhan yang bersifat kronis, artinya keluhan ini sering dirasakan beberapa lama setelah melakukan aktivitas dan sering meninggalkan residu yang dirasakan pada hari berikutnya. *Nordic Body Map* meliputi 28 bagian otot skeletal pada kedua sisi tubuh kanan dan kiri yang dimulai dari anggota tubuh atas yaitu otot leher sampai dengan bagian paling bawah yaitu otot pada kaki. Pengukuran gangguan otot skeletal dengan menggunakan kuesioner sebaiknya digunakan untuk menilai tingkat keparahan gangguan otot skeletal individu dalam kelompok kerja yang cukup banyak. Penilaian *Nordic Body Map* dilakukan dengan menggunakan skala data nominal maupun ordinal (tingkatan). Pada skala data nominal dapat dilakukan dengan menggunakan dua jawaban sederhana yaitu YA (ada keluhan atau rasa sakit pada otot skeletal) dan TIDAK (tidak ada keluhan atau rasa sakit pada otot skeletal) (Tarwaka, 2010). Pada desain 4 skala Likert akan diperoleh skor individu terendah adalah sebesar 28 dan skor tertinggi adalah 112. Langkah terakhir dari metode ini adalah melakukan upaya perbaikan pada pekerjaan maupun sikap kerja, jika diperoleh hasil tingkat keparahan pada otot skeletal yang tinggi. Tindakan perbaikan yang harus dilakukan tentunya sangat bergantung dari risiko otot skeletal mana yang mengalami adanya gangguan. Hal ini dapat dilakukan dengan melihat

jumlah skor pada setiap bagian otot skeletal dan kategori tingkat risiko seperti pada tabel 2.9 berikut.

Tabel 2.9 Klasifikasi Tingkat Risiko Otot Skeletal Berdasarkan Total Skor Individu

Skala Likert	Total skor individu	Tingkat risiko	Tindakan perbaikan
1	28 – 49	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
2	50 – 70	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan dikemudian hari
3	71 – 91	Tinggi	Diperlukan tindakan segera
4	92 – 112	Sangat tinggi	Diperlukan tindakan menyeluruh segera mungkin

(sumber: Tarwaka, 2010)

Pengisian kuesioner *Nordic Body Map* ini bertujuan untuk mengetahui bagian tubuh dari operator *container crane* yang terasa sakit sesudah selesai mengoperasikan pesawat angkat *container crane*, di mana pada stasiun kerja (tempat duduk) operator dalam melakukan pekerjaan posisi badan operator selalu membungkuk dan melihat ke bawah di ketinggian 30-40 meter selama 4 jam kerja. Dalam aplikasinya, *Nordic Body Map* dilakukan dengan menggunakan lembar kerja berupa peta tubuh yang sangat sederhana, mudah dipahami, murah, dan memerlukan waktu yang sangat singkat.

Peneliti dapat langsung wawancara atau menanyakan kepada responden/subjek penelitian (operator *container crane*) bagian otot mana yang mengalami gangguan nyeri atau sakit. Kuesioner ini menggunakan gambar tubuh manusia yang sudah dibagi menjadi 9 bagian utama, yaitu leher, bahu, punggung bagian atas, siku, punggung bagian bawah,

pergelangan tangan atau tangan, pinggang atau pantat, lutut, tumit atau kaki.

Kuesioner *Nordic Body Map* ini diberikan kepada 20 operator *container crane*, Responden/subjek penelitian (operator *container crane*) yang mengisi kuesioner diminta untuk memberikan tanda ada atau tidak gangguan pada bagian tubuh tersebut dan hanya perlu memberi tanda “Ya” pada setiap kolom untuk bagian tubuh yang terasa sakit dan “Tidak” untuk bagian tubuh yang tidak terasa sakit (Charoonsri *et al.*, 2008). Dari hasil kuesioner dapat dihitung persentase yang menunjukkan bagian tubuh yang sering dikeluhkan sakit oleh responden/subjek penelitian (operator *container crane*) berdasarkan perhitungan jawaban “Ya” yang diberikan sesudah bekerja mengoperasikan pesawat angkat *container crane* selama 4 jam.

2.7 Metode Pengukuran Faktor Lingkungan

Suhu AC ruang operator, dan getaran dilakukan pengukuran oleh petugas dari unit pelaksana teknis keselamatan dan kesehatan kerja.

Berikut cara pengukuran suhu dan getaran (UPT K3, 2015):

1) Pengukuran suhu AC ruangan

a. Persiapan

1. Merendam kain kasa putih pada termometer suhu basah alami dengan air suling, jarak antara dasar lambung termometer dan

permukaan tempat air 1 inci. Merangkaikan alat pada statif dan paparkan selama 30 menit – 60 menit.

2. Merangkai termometer suhu kering pada statif dan mepaparkan selama 30 menit – 60 menit.
3. Memasang termometer suhu bola pada bola tembaga warna hitam (diameter 15 cm, kecuali alat yang sudah dirakit dalam satu unit) lambung termometer tepat pada titik pusat bola tembaga. Merangkai alat pada statif dan mepaparkan selama 20 menit – 30 menit.
4. Meletakkan alat tersebut diatas pada titik pengukuran dengan lambung termometer setinggi 1 meter – 1,25 meter dari lantai.
5. Waktu pengukuran dilakukan 3 kali dalam 8 jam kerja yaitu pada awal shift kerja, pertengahan shift kerja dan akhir shift kerja.

b. Penentuan titik pengukuran

Letak titik pengukuran ditentukan pada lokasi tempat tenaga kerja melakukan pekerjaan.

2) Pengukuran Getaran Pada Tangan dan Getaran Seluruh Tubuh

a. Getaran pada tangan

1. Memasang akselerometer pada sumbu X dan mengikatkan pada tangan.
2. Mepaparkan dengan memegang benda yang akan diukur dan mencatat berapa Intensitas getarannya.

3. Selanjutnya melepaskan akselerometer dan memasang pada sumbu yang berlainan yaitu sumbu Y dan Sumbu Z.
 4. Melakukan pengukuran seperti di atas.
 5. Hasil Akhir Intensitas Getaran pada Tangan adalah Intensitas getaran pada sumbu X, Y, dan Z dijumlahkan dan dibagi 3.
- b. Getaran Seluruh Tubuh
1. Memasang akselerometer di atas benda yang kita duduki atau benda yang menopang tubuh kita.
 2. Mencatat berapa intensitas getarannya.

