

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

Aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, teknik, manajemen dan desain / perancangan yang berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan, dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah, dan tempat rekreasi. Dikenal dengan nama Ergonomi yang berasal dari bahasa latin yaitu Ergon (kerja) dan Nomos (hukum alam).

Di dalam ergonomi dibutuhkan studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Ergonomi disebut juga sebagai "*Human Factors*". Ergonomi digunakan oleh berbagai macam ahli/profesional pada bidangnya misalnya ahli anatomi, arsitektur, perancangan produk industri, fisika, fisioterapi, terapi pekerjaan, psikologi, dan teknik industri. Selain itu, ergonomi juga dapat diterapkan untuk bidang fisiologi, psikologi, perancangan, analisis, sintesis, evaluasi proses kerja dan produk bagi wiraswastawan, manajer, pemerintah, militer, dan mahasiswa.

Peranan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun (desain) ataupun rancang ulang (re-desain). Ergonomi dapat berperan pula sebagai desain pekerjaan pekerjaan pada suatu organisasi, misalnya penentuan jumlah jam istirahat, pemilihan jadwal pergantian waktu kerja (shift kerja), meningkatkan variasi pekerjaan, dan lain-lain. Ergonomi dapat pula berfungsi sebagai desain

perangkat lunak karena dengan semakin banyaknya pekerjaan yang berkaitan dengan komputer.

Disamping itu ergonomi juga memberikan peranan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, misalnya desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem rangka dan otot manusia, desain stasiun kerja untuk peragaan visual (*visual display unit station*). Hal itu adalah untuk mengurangi ketidaknyamanan visual dan postur kerja, desain suatu perkakas kerja (*handtools*) untuk mengurangi kelelahan kerja, desain suatu peletakan instrumen dan sistem pengendalian agar di dapat optimasi dalam proses transfer informasi dengan dihasilkannya suatu respon yang cepat dengan meminimumkan resiko kesalahan, serta supaya didapatkan optimasi, efisien kerja dan hilangnya resiko kesehatan akibat metode kerja yang kurang tepat.

2.2 Tujuan dan Pentingnya Ergonomi

Tujuan ergonomi adalah untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja pada suatu institusi atau organisasi. Hal ini dapat tercapai apabila terjadi kesesuaian antara pekerja dengan pekerjaannya. Pendekatan ergonomi mencoba untuk mencapai kebaikan bagi pekerja dan pimpinan institusi.

Hal itu dapat tercapai dengan cara memperhatikan empat tujuan utama ergonomik, antara lain :

1. Memaksimalkan efisiensi karyawan.
2. Memperbaiki kesehatan dan keselamatan kerja.
3. Mengajukan agar bekerja aman (*comfort*), nyaman (*convinience*) dan bersemangat.

4. Memaksimalkan kinerja (*performace*) kerja yang meyakinkan.

2.3 Musculoskeletal

Keluhan musculoskeletal adalah keluhan pada bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang dari mulai keluhan ringan hingga keluhan yang terasa sangat sakit. Apabila otot statis menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen, dan tendon. Hal inilah yang menyebabkan rasa sakit, keluhan ini disebut musculoskeletal disorders (MSDs) atau cedera pada sistem musculoskeletal.

Secara garis besar, keluhan otot dapat dibagi menjadi 2, yaitu :

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

Keluhan otot skeletal pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang terlalu berlebihan akibat pembebanan kerja yang terlalu panjang dan durasi pembebanan yang panjang. Sebaliknya, keluhan otot kemungkinan tidak terjadi apabila kontraksi otot berkisar antara 15-20 % dari kekuatan otot maksimum. Namun 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 timbulkan rasa nyeri otot.

2.4 Biomekanika

Biomekanika merupakan studi tentang karakteristik-karakteristik tubuh manusia dalam istilah mekanik. Biomekanika dioperasikan pada tubuh manusia baik saat tubuh dalam keadaan statis ataupun keadaan dinamis. Contoh dari penerapan ilmu biomekanika adalah untuk menjelaskan efek getaran dan dampak yang timbul akibat kerja, menyelidiki karakteristik kolom tulang belakang, menguji penggunaan alat prosthetic, dan lain-lain.

Sebuah lembaga di Amerika yang bernama NIOSH (*National Institute Of Occupational Safety And Health*) pada tahun 1981 melakukan analisa terhadap kekuatan manusia dalam mengangkat atau memindahkan beban, merekomendasikan batas beban yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara berulang-ulang dan dalam jangka waktu yang cukup lama.

2.5 Faktor Penyebab Terjadinya Keluhan Musculoskeletal

Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keluhan musculoskeletal, yaitu :

1. Peregangan otot yang berlebihan

Peregangan otot yang berlebihan (*over exertion*) biasanya dialami pekerja yang mengalami aktivitas kerja yang menuntut tenaga yang besar. Apabila hal

serupa sering dilakukan, maka akan mempertinggi resiko terjadinya keluhan otot, bahkan dapat menyebabkan terjadinya cidera otot skeletal.

2. 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.

3. Sikap kerja tidak alamiah

Sikap kerja tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi-posisi bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alamiahnya. Semakin jauh posisi bagian tubuh dari pusat gravitasi tubuh, semakin tinggi pula terjadinya keluhan otot skeletal.

4. Faktor penyebab sekunder

a. Tekanan

Terjadinya tekanan langsung pada jaringan otot lunak, seperti saat tangan harus memegang alat dalam jangka waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan pada otot tersebut akibat tekanan langsung yang diterima. Apabila hal ini berlangsung terus menerus maka akan menyebabkan keluhan yang menetap.

b. Getaran

Getaran dengan frekuensi yang tinggi akan menyebabkan kontraksi otot bertambah. Kontraksi statis ini akan menyebabkan darah tidak lancar, penimbunan asam laktat meningkat dan akibatnya menimbulkan rasa nyeri otot.

c. Mikrolimat

Paparan suhu dingin yang berlebihan dapat menurunkan kelincahan, kepekaan dan kekuatan pekerja, sehingga gerakannya menjadi lamban, sulit bergerak yang disertai dengan menurunnya kekuatan otot.

5. Faktor kombinasi

Resiko terjadinya keluhan otot skeletal akan semakin meningkat dengan tugas yang semakin berat oleh tubuh. Beberapa hal yang mempengaruhi faktor kombinasi tersebut adalah:

a. Umur

Keluhan otot skeletal biasanya dialami orang pada usia kerja, yaitu 24-65 tahun. Biasanya keluhan pertama dialami pada usia 35 tahun dan tingkat keluhan akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur.

b. Jenis kelamin

Dalam pendesainan suatu beban tugas harus diperhatikan jenis kelamin pemakainya. Kekuatan otot wanita hanya 60% dari kekuatan otot pria, keluhan otot juga lebih banyak dialami wanita dibandingkan pria.

c. Kebiasaan merokok

Dari penelitian yang dilakukan diperoleh bahwa meningkatnya frekuensi merokok akan meningkatkan keluhan otot yang dirasakan.

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 lebih besar dan tidak cukup istirahat akan lebih sering mengalami keluhan otot. Tingkat kesegaran

tubuh yang rendah akan mempertinggi resiko terjadinya keluhan otot. Keluhan otot akan meningkat sejalan dengan bertambahnya aktifitas fisik.

e. Kekuatan fisik

NIOSH menemukan keluhan punggung yang tajam pada para pekerja yang menuntut pekerjaan otot diatas batas kekuatan otot maksimalnya. Dan pekerja yang memiliki kekuatan otot rendah lebih beresiko tiga kali lipat lebih besar mengalami keluhan otot dibanding pekerja yang memiliki kekuatan otot yang tinggi.

f. Ukuran Antropometri

Walaupun pengaruhnya relatif kecil, ukuran tubuh juga menyebabkan keluhan otot skeletal. Wanita gemuk memiliki resiko 3 kali lipat lebih besar dibandingkan dengan wanita kurus. Temuan lain menyatakan bahwa tubuh yang tinggi umumnya sering mengalami keluhan sakit punggung, tetapi tubuh yang tinggi tidak mempunyai pengaruh terhadap keluhan pada leher, bahu, dan pergelangan tangan.

2.6 Mengukur dan Mengenali Sumber Penyebab Keluhan Musculoskeletal

Ada beberapa cara yang telah diperkenalkan dalam melakukan evaluasi ergonomi untuk mengetahui hubungan antara tekanan fisik dan dengan resiko keluhan otot skeletal. Pengukuran terhadap tekanan fisik ini cukup sulit karena mengakibatkan berbagai faktor seperti kinerja, motivasi, harapan, dan toleransi kelelahan. Alat ukur ergonomi yang dapat digunakan antara lain :

1. Checklist

Checklist merupakan alat ukur ergonomi yang paling sederhana dan mudah, oleh karena itu biasanya menjadi pilihan pertama untuk melakukan pengukuran yang masih umum. *Checklist* berisi pertanyaan umum yang biasanya mengarah pada pengumpulan data tentang tingkat beban kerja dan pertanyaan khusus yang berisi data yang lebih spesifik seperti berat beban, jarak angkat, jenis pekerjaan, dan frekuensi kerja. *Checklist* merupakan cara yang mudah untuk digunakan, tetapi hasilnya kurang teliti. Oleh karena itu, *checklist* lebih cocok digunakan untuk studi pendahuluan dan identifikasi masalah.

2. Model biomekanik

Model Biomekanik menerapkan konsep mekanik teknik pada fungsi tubuh untuk mengetahui reaksi otot yang terjadi akibat tekanan beban kerja. Beberapa faktor yang harus dicermati apabila pengukuran dilakukan dengan model biomekanik adalah sebagai berikut :

- a. Sifat dasar mekanik (statik atau dinamik).
- b. Dimensi model (dua atau tiga dimensi).
- c. Ketepatan dalam mengambil asumsi.
- d. Input yang diperlukan cukup kompleks.

3. Tabel psikofisik

Psikofisik merupakan cabang ilmu psikologi yang digunakan untuk menguji hubungan antara persepsi dari sensasi tubuh terhadap rangsangan fisik. Melalui persepsi dan sensasi tubuh, dapat diketahui kapasitas kerja seseorang. Tingkat kekuatan seseorang dalam menerima beban kerja dapat diukur melalui perasaan subjektif, dalam arti persepsi seseorang terhadap beban kerja dapat

digunakan untuk mengukur efek kombinasi dari tekanan fisik dan tekanan biomekanik akibat dari aktivitas yang dilakukan. Untuk metode psikofisik ini hasil dari pengukuran tergantung dari persepsi seseorang dan konsistensinya. Kemungkinan terjadi perbedaan antara persepsi yang satu dengan persepsi yang lainnya.

4. Metode fisik

Salah satu penyebab timbulnya keluhan otot adalah kelelahan yang terjadi akibat beban kerja yang berlebihan. Oleh karena itu salah satu metode untuk mengetahui keluhan fisik dapat dilakukan secara langsung dengan mengukur tingkat beban kerja. Tingkat beban kerja dapat diketahui melalui indikator denyut nadi, konsumsi oksigen, dan kapasitas paru-paru. Melalui beban kerja inilah dapat diketahui tingkat resiko terjadinya keluhan otot skeletal. Apabila beban kerja melebihi kapasitas kerja, maka resiko terjadinya keluhan otot akan semakin besar.

5. Pengukuran dengan video kamera

Melalui video kamera dapat direkam setiap tahap aktivitas kerja, selanjutnya hasil rekaman dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan analisis terhadap sumber terjadinya keluhan otot.

6. Pengamatan melalui monitor

Sistem ini terdiri dari sensor mekanik yang dipasang pada bagian tubuh pekerja yang dapat mengukur berbagai aspek dari aktivitas tubuh, seperti posisi, kecepatan, dan percepatan gerakan. Melalui monitor dapat dilihat secara langsung karakteristik dan perubahan gerak yang dapat digunakan untuk mengestimasi keluhan otot yang akan terjadi, dan sekaligus dapat dianalisa solusi ergonomiknya

7. Metode analitik

Metode analitik ini direkomendasikan oleh NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) untuk pekerjaan mengangkat. NIOSH memberikan cara sederhana untuk mengestimasi kemungkinan terjadinya peregangan otot yang berlebihan (*overexertion*) atas dasar karakteristik pekerjaan, yaitu dengan menghitung *Recommended Weight Limit* (RWLH) dan *Lifting Index* (LI). RWLH adalah persamaan pengangkatan beban kerja yang direkomendasikan oleh NIOSH. RWLH digunakan untuk pengangkatan beban kerja spesifik pada waktu tertentu untuk pekerja dalam kondisi normal, untuk mengurangi resiko cedera pada muskuloskeletal. NIOSH merekomendasikan menggunakan RWLH dan LI berdasarkan konsep pengangkatan beban dan Low Back Pain (LBP).

2.7 *Manual Material Handling* (MMH)

Defenisi *Manual Material Handling* (MMH) adalah suatu kegiatan transportasi yang dilakukan oleh satu pekerja atau lebih dengan melakukan kegiatan pengangkatan, penurunan, mendorong, menarik, mengangkut, dan memindahkan barang. Selama ini pengertian MMH hanya sebatas pada kegiatan lifting dan lowering yang melihat aspek kekuatan vertikal. Kegiatan MMH yang sering dilakukan oleh pekerja di dalam industri antara lain:

1. Kegiatan pengangkatan benda (*Lifting Task*)
2. Kegiatan pengantaran benda (*Carrying Task*)
3. Kegiatan mendorong benda (*Pushing Task*)
4. Kegiatan menarik benda (*Pulling Task*)

Pemilihan manusia sebagai tenaga kerja dalam melakukan kegiatan penanganan material bukanlah tanpa sebab. Penanganan material secara manual memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut:

1. Fleksibel dalam gerakan sehingga memberikan kemudahan pemindahan beban pada ruang terbatas dan pekerjaan yang tidak beraturan.
2. Untuk beban ringan akan lebih murah bila dibandingkan menggunakan mesin.
3. Tidak semua material dapat dipindahkan dengan alat.

2.7.1 Manual Material Handling Menurut OSHA

Aktivitas *manual material handling* merupakan sebuah aktivitas memindahkan beban oleh tubuh secara manual dalam rentang waktu tertentu. Berbeda dengan pendapat diatas menurut *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) mengklasifikasikan kegiatan manual material handling menjadi lima yaitu:

1. Mengangkat / menurunkan (*Lifting / Lowering*)

Mengangkat adalah kegiatan memindahkan barang ke tempat yang lebih tinggi yang masih dapat dijangkau oleh tangan. Kegiatan lainnya adalah menurunkan barang.



Gambar 2.1 Kegiatan mengangkat/menurunkan

2. Mendorong / menarik (*Push / Pull*)

Kegiatan mendorong adalah kegiatan menekan berlawanan arah tubuh dengan usaha yang bertujuan untuk memindahkan obyek. Kegiatan menarik kebalikan dari itu.



Gambar 2.2 Kegiatan Mendorong/menarik

3. Memutar (*Twisting*)

Kegiatan memutar merupakan kegiatan MMH yang merupakan gerakan memutar tubuh bagian atas ke satu atau dua sisi, sementara tubuh bagian bawah berada dalam posisi tetap. Kegiatan memutar dapat dilakukan dalam keadaan tubuh yang diam.



Gambar 2.3 Kegiatan Memutar

4. Membawa (*Carrying*)

Kegiatan membawa merupakan kegiatan memegang atau mengambil barang dan memindahkannya. Berat benda menjadi berat total pekerja.



Gambar 2.4 Kegiatan membawa

5. Menahan (*Holding*)

Memegang obyek saat tubuh berada dalam posisi diam (statis).



Gambar 2.5 Kegiatan menahan

2.7.2 Batasan Beban yang Boleh Diangkat

Dalam rangka untuk menciptakan suasana kerja yang aman dan sehat maka perlu adanya suatu batasan angkat untuk operator. Berikut ini dijelaskan beberapa batasan angkat secara legal dari berbagai negara bagian benua Australia

yang dipakai untuk industri. Batasan angkat ini dipakai sebagai batasan angkat secara internasional. Batasan angkat tersebut, yaitu:

1. Pria dibawah usia 16 tahun, maksimum angkat adalah 14 kg.
2. Pria usia 16-18 tahun, maksimum angkat 18 kg.
3. Pria usia lebih dari 18 tahun, tidak ada batasan angkat.
4. Wanita usia 16-18 tahun, maksimum angkat 11 kg.
5. Wanita usia lebih dari 18 tahun, maksimum angkat 16 kg.

Batasan angkat ini dapat membantu untuk mengurangi rasa nyeri, ngilu pada tulang belakang bagi para wanita (*back injuries incidence to women*). Disamping itu akan mengurangi ketidaknyamanan kerja pada tulang belakang, terutama bagi operator untuk pekerjaan berat.

Tabel 2.1 Tindakan yang Harus Dilakukan Sesuai dengan Batasan Angkat

Batasan Angkat (Kg)	Tindakan
Dibawah 16	Tidak ada tindakan khusus yang perlu diadakan
16 - 34	Prosedur administrasi dibutuhkan untuk mengidentifikasi ketidakmampuan seseorang dalam mengangkat beban tanpa menanggung resiko yang berbahaya kecuali dengan perantara alat bantu tertentu
34 – 55	Sebaiknya operator yang terpilih dan terlatih. Menggunakan sistem pemindahan material secara terlatih. Harus dibawah pengawasan supervisor.
Diatas 55	Harus memakai peralatan mekanis. Operator yang terlatih dan terpilih. Pernah mengikuti pelatihan kesehatan dan keselamatan kerja dalam industri. Harus dibawah pengawasan ketat.

Tabel 2.2 Tindakan yang Harus Dilakukan Sesuai dengan Batas Angkatnya

Level	Batasan Angkat (Kg)	Tindakan
1	= 16	Tidak diperlukan tindakan khusus
2	16 – 25	Tidak diperlukan alat dalam mengangkat. Ditekankan pada metode angkat.
3	25-34	Tidak diperlukan alat dalam mengangkat. Dipilih job redesign.
4	>34	Harus dibantu dengan peralatan mekanis

2.8 Nordic Body Map

Untuk mengetahui keluhan muskulosletal pada pekerja maka dilakukan pengukuran dengan alat ukur ergonomik. Alat ukur yang digunakan adalah *Nordic Body Map* (NBM). Melalui *Nordic Body Map* dapat diketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa yang tidak nyaman (agak sakit) sampai rasa sangat sakit.

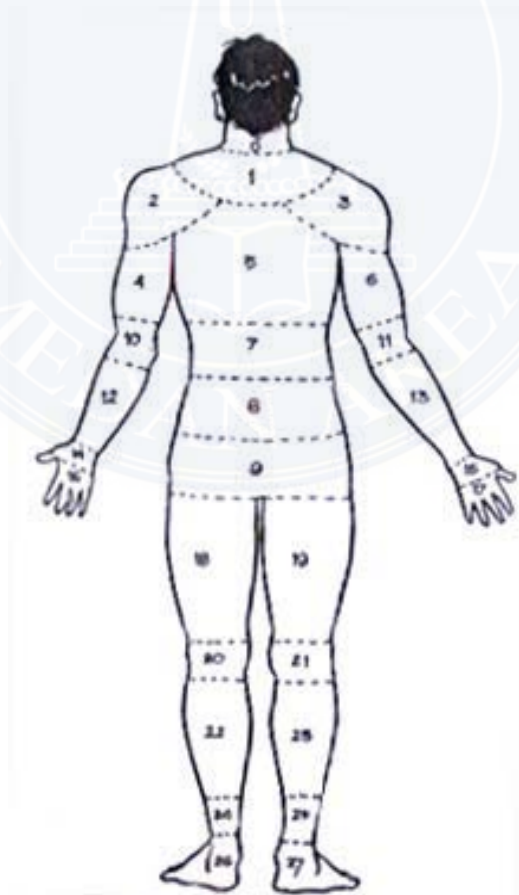
Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh (NBM) maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. Cara ini sangat sederhana namun kurang teliti karena mengandung subjektivitas yang tinggi.

Data keluhan muskulosletal didapat dengan menyebar kuisioner kepada pekerja yang bekerja pada departemen yang akan diteliti. Dari kuisioner akan ditentukan bagian tubuh dari pekerja yang mengalami keluhan muskulosletal. Tingkat keluhan terdiri dari, tidak sakit, agak sakit, sakit, dan sangat sakit.

Pertanyaan yang diajukan dalam kuisioner menyangkut bagian tubuh secara keseluruhan.

Hasil Kuisioner akan menentukan keluhan yang dirasakan pekerja pada waktu bekerja. *Nordic Body Map* merupakan indikator awal, apabila terjadi keluhan muskuloskeletal yang dirasakan oleh pekerja. Melalui kuisioner ini peneliti dapat mengindikasikan keluhan yang dirasakan oleh pekerja.

Penilaian *Nordic Body Map* berdasarkan jawaban yang diberikan oleh pekerja diantaranya tidak sakit, agak sakit, sakit, dan sangat sakit. Rasa sakit dengan nilai 1, agak sakit dengan nilai 2, sakit dengan nilai nilai 3, dan sangat sakit dengan nilai 4. Dari jawaban ini akan diketahui persentase dari pekerja yang mengalami keluhan akibat kerja.



Gambar 2.6 Nordic Body Map

Keterangan Gambar

0 : Leher Bag. Atas	10 : Siku Kiri
1 : Leher Bag. Bawah	11 : Siku Kanan
2 : Bahu Kiri	12 : Lengan Bawah Kiri
3 : Bahu Kanan	13 : Lengan Bawah Kanan
4 : Lengan Atas Kiri	14 : Pergelangan Tangan Kiri
5 : Pinggang	15 : Pergelangan Tangan Kanan
6 : Lengan Atas Kanan	16 : Tangan Kiri
7 : Punggung	17 : Tangan Kanan
8 : Bokong	18 : Paha Kiri
9 : Pantat	19 : Paha Kanan
20 : Lutut Kiri	24 : Pergelangan Kaki Kiri
21 : Lutut Kanan	25 : Pergelangan Kaki Kanan
22 : Betis Kiri	26 : Kaki Kiri
23 : Betis Kanan	27 : Kaki Kanan

2.9 Metode Penilaian Postur Kerja

Penilaian postur kerja diperlukan ketika ketika didapati postur kerja pekerja memiliki resiko menimbulkan cedera musculoskeletal yang diketahui secara visual atau melalui keluhan dari pekerja itu sendiri. Dengan adanya penilaian dan analisis perbaikan postur kerja, diharapkan dapat diterapkan untuk mengurangi atau menghilangkan resiko cedera musculoskeletal yang dialami pekerja.

2.9.1 *Ovako Working Postures Analysis System (OWAS)*

OWAS adalah suatu metode untuk mengevaluasi dan menganalisa sikap kerja yang tidak nyaman dan berakibat cedera pada musculoskeletal (sistem otot rangka). Metode OWAS didasarkan pada sebuah klasifikasi yang sederhana dan sistematis dari postur kerja yang dikombinasikan dengan pengamatan dari tugas selama bekerja.

Metode OWAS pertama kali dilakukan untuk menganalisis postur kerja pada industri baja. Metode ini telah digunakan dalam penelitian dan pembangunan di Finlandia, Swedia, Jerman, Belanda, India dan Australia. Metode ini dapat diterapkan pada suatu area :

1. Pembangunan stasiun kerja (*work place*) atau sebuah metode kerja, untuk mengurangi beban gangguan otot (*musculoskeletal*) agar lebih nyaman dan lebih produktif.
2. Pengukuran ergonomi untuk beban postur kerja.
3. Pelayanan kesehatan yang mengalami sakit dalam suatu pekerjaan.
4. Riset dan pembangunan.

Dengan bantuan kamera digital dalam observasi dan teknologi komputer, OWAS dapat digunakan secara efisien dalam mengidentifikasi postur kerja yang kaku/tidak nyaman, untuk daerah bagian belakang punggung (*back*), lengan (*arms*), dan kaki (*legs*).

Prosedur OWAS dilakukan dengan melakukan observasi untuk mengambil data postur, beban/tenaga, dan fase kerja untuk kemudian dibuat kode berdasarkan data tersebut. Evaluasi penilaian didasarkan pada skor dari tingkat bahaya postur

kerja yang ada dan selanjutnya dihubungkan dengan kategori tindakan yang harus diambil.

Klasifikasi postur kerja dari metode OWAS adalah pada pergerakan tubuh bagian belakang (punggung), lengan (*arms*), dan kaki (*legs*). Setiap postur tubuh tersebut terdiri atas 4 postur bagian belakang, 3 postur lengan, 7 postur kaki. Berat badan yang dikerjakan juga dilakukan penilaian mengandung 3 skala point.

2.9.2 *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*

RULA adalah sebuah metode untuk menilai postur, gaya, dan gerakan suatu aktivitas kerja yang berkaitan dengan penggunaan tubuh bagian atas (upper limb). Metode ini dikembangkan untuk menyelidiki resiko kelainan yang akan dialami oleh seorang pekerja dalam melakukan aktivitas kerja yang memanfaatkan anggota tubuh bagian atas (*upper limb*).

Metode ini menggunakan diagram postur tubuh dan tiga tabel penilaian untuk memberikan evaluasi terhadap faktor resiko yang akan dialami oleh pekerja. Faktor-faktor resiko yang diselidiki dalam metode ini adalah yang telah dideskripsikan oleh McPhee sebagai faktor beban eksternal (*external load factors*) yang meliputi :

1. Jumlah gerakan.
2. Kerja otot statis
3. Gaya
4. Postur kerja yang ditentukan oleh perlengkapan dan perabotan
5. Waktu kerja tanpa istirahat

Untuk menilai empat faktor beban eksternal pertama yang disebutkan diatas (jumlah gerakan, otot statis, gaya dan postur), RULA dikembangkan untuk :

1. Menyediakan metode penyaringan populasi kerja yang cepat, untuk penjabaran kemungkinan resiko cedera dari pekerjaan yang berkaitan dengan anggota tubuh bagian atas.
2. Mengenali usaha otot berkaitan dengan postur kerja, penggunaan gaya dan melakukan pekerjaan statis atau repetitif, dan hal-hal yang dapat menyebabkan kelelahan otot.
3. Memberikan hasil yang dapat digabungkan dalam penilaian ergonomi yang lebih luas meliputi faktor-faktor epidemiologi, fisik, mental, lingkungan, dan organisasional.

2.9.2.1 Prosedur RULA

Prosedur dalam pengembangan metode RULA meliputi tiga tahap, yaitu :

1. Pengembangan metode untuk merekam postur kerja
2. Pengembangan sistem penilaian dengan skor
3. Pengembangan dari skala tingkat tindakan yang memberikan panduan pada tingkat resiko dan kebutuhan tindakan untuk mengadakan penilaian yang lebih detail.

Untuk menghasilkan sebuah metode kerja yang cepat untuk digunakan, tubuh dibagi dalam segmen-segmen yang membentuk dua kelompok atau grup yaitu grup A dan grup B. Grup A meliputi bagian lengan atas dan lengan bawah, serta pergelangan tangan. Sementara grup B meliputi leher, punggung, dan kaki. Hal ini untuk memastikan bahwa seluruh postur tubuh terekam, sehingga segala

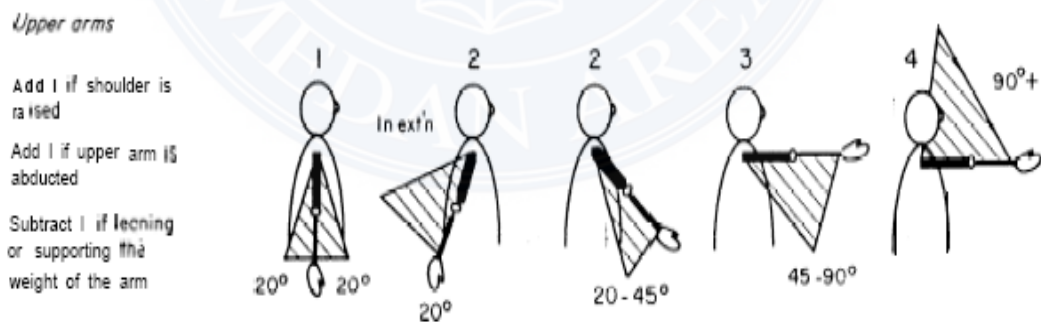
kejanggalaan atau batasan postur oleh kaki, punggung atau leher yang mungkin saja mempengaruhi postur anggota tubuh bagian atas dapat tercakup dalam penilaian.

1. Pengembangan Metode untuk Merekam Postur Kerja

Jangkauan gerakan untuk tiap bagian tubuh dibagi dalam bagian-bagian berdasarkan kriteria yang berasal dari literatur-literatur terkait yang telah ada. Bagian-bagian ini diberi angka, kemudian angka 1 diberikan pada jangkauan gerakan atau postur kerja yang memiliki faktor-faktor resiko paling kecil atau minimal. Angka yang lebih besar diberikan pada jangkauan gerakan dengan postur yang lebih ekstrim yang menunjukkan peningkatan kehadiran faktor resiko yang menyebabkan beban pada struktur segmen tubuh.

a. Lengan bagian atas (*upper arm*)

Jangkauan gerakan untuk lengan bagian atas (*upper arm*) dinilai dan diberi skor berdasarkan studi yang telah dilakukan oleh Tichauer, Chaffin, Herberts, Schuldt, dan Harm-Ringdahl.



Gambar 3.7 Standar RULA untuk postur lengan atas

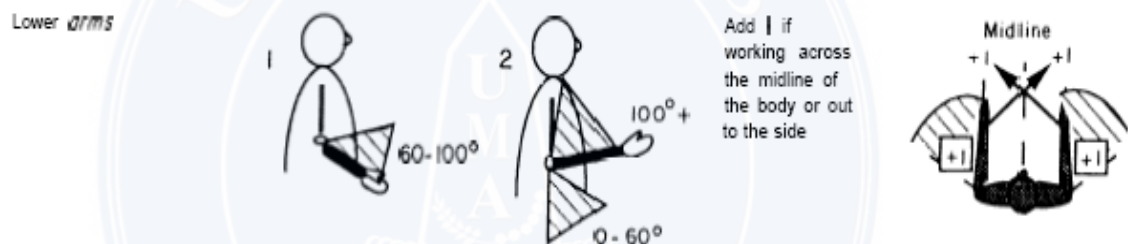
Skor gerakan untuk lengan bagian atas (*upper arm*) dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.3 Skor Bagian Lengan Atas (*upper arm*)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
20 ⁰ (ke depan maupun ke belakang dari tubuh)	1	+1 jika bahu naik +1 jika lengan berputar/bengkok
> 20 ⁰ (ke belakang) atau 20 – 45 ⁰	2	
45 - 90 ⁰	3	
> 90 ⁰	4	

b. Lengan bagian bawah (*lower arm*)

Jangkauan untuk lengan bagian bawah (*lower arm*) dikembangkan berdasarkan penelitian Grandjean dan Tichauer.



Gambar 2.8 Standar RULA untuk postur lengan bawah

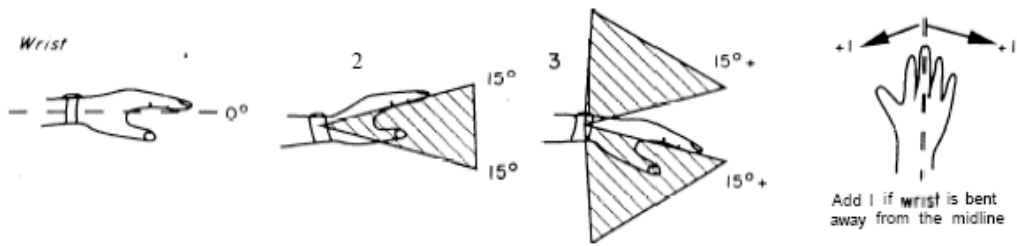
Skor gerakan untuk lengan bagian bawah (*lower arm*) dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.4 Skor Bagian Lengan Bawah (*lower arm*)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
60 – 100 ⁰	1	+1 jika lengan bawah bekerja melewati garis tengah atau keluar dari sisi tubuh
< 60 ⁰ atau > 100 ⁰	2	

c. Pergelangan tangan (*wrist*)

Panduan untuk pergelangan tangan diterbitkan oleh *Health and Safety Executive*.



Gambar 2.9 Standar RULA untuk postur pergelangan tangan

Skor gerakan untuk pergelangan tangan (*wrist*) dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 3.5 Skor Pergelangan Tangan (*wrist*)

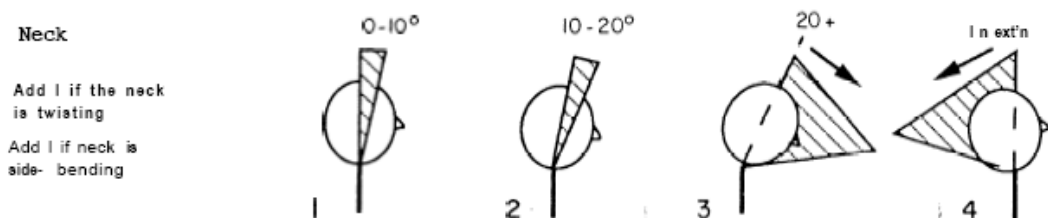
Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
Posisi netral	1	-1 jika pergelangan tangan menjauhi sisi tengah
0 – 15°	2	
> 15°	3	

Untuk putaran pergelangan tangan (*wrist twist*) pada posisi postur yang netral diberi skor :

- 1 = posisi tengah dari putaran.
- 2 = posisi pada atau dekat dari putaran.

d. Leher (*neck*)

Jangkauan postur untuk leher (*neck*) didasarkan pada studi yang dilakukan oleh Chaffin dan Kilbom.



Gambar 2.10 Standar RULA untuk postur leher

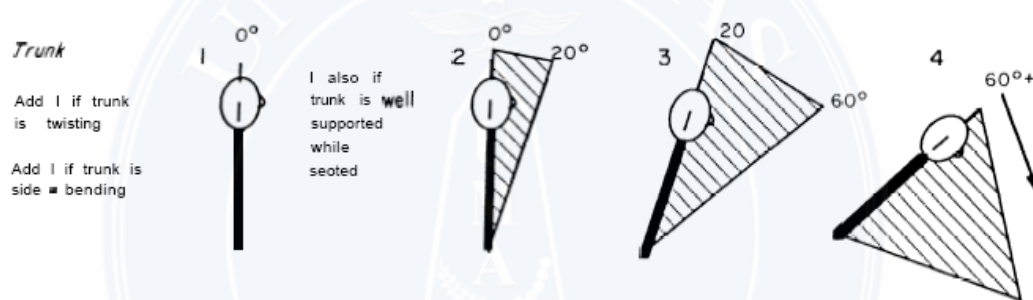
Skor gerakan dan jangkauan untuk leher (neck) dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.6 Skor Bagian leher (*neck*)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
0 - 10 ⁰	1	
10 - 20 ⁰	2	+ 1 jika leher berputar/bengkok
>20 ⁰	3	
Ekstensi	4	

e. Punggung (*trunk*)

Jangkauan gerakan punggung (trunk) dikembangkan dari Drury dan Grandjean.



Gambar 2.11 Standar RULA untuk postur punggung

Skor untuk punggung (trunk) dapat dilihat pada Tabel 2.7 berikut ini.

Tabel 2.7 Skor Bagian Punggung (Trunk)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
Posisi normal	1	+ 1 jika leher berputar/bengkok
0 - 200	2	+ 1 jika punggung bungkuk
20 - 600	3	
>600	4	

f. Kaki (*legs*)

Skor postur kaki (*legs*) dapat dilihat pada Tabel 2.8 berikut.

Tabel 2.8 Skor Bagian Kaki (*legs*)

Pergerakan	Skor
Posisi normal/seimbang	1
Tidak seimbang	2

2. Pengembangan Sistem Skor untuk Pengelompokkan Bagian Tubuh

Sebuah skor tunggal dibutuhkan dari grup A dan B yang dapat mewakili tingkat pembebanan postur dari sistem musculoskeletal berkaitan dengan kombinasi postur tubuh.

Rekaman yang dihasilkan dari postur grup A yang meliputi lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, dan putaran pergelangan tangan diamati dan ditentukan skor untuk masing-masing postur. Kemudian skor tersebut dimasukkan dalam Tabel A untuk memperoleh skor A

Tabel 2.9 Skor Postur Grup A (Tabel A)

Upper Arm Score	Lower Arm Score	Wrist Posture Score							
		1		2		3		4	
		Wrist	Twist	Wrist	Twist	Wrist	Twist	Wrist	Twist
1	1	1	2	1	2	1	2	1	2
	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	3	1	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	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	5	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

Rekaman yang dihasilkan dari postur grup B yaitu leher, punggung, dan kaki diamati dan ditentukan skor untuk masing-masing postur. Kemudian skor tersebut dimasukkan ke dalam Tabel B untuk memperoleh skor B.

Tabel 2.10 Skor Postur Grup B (Tabel B)

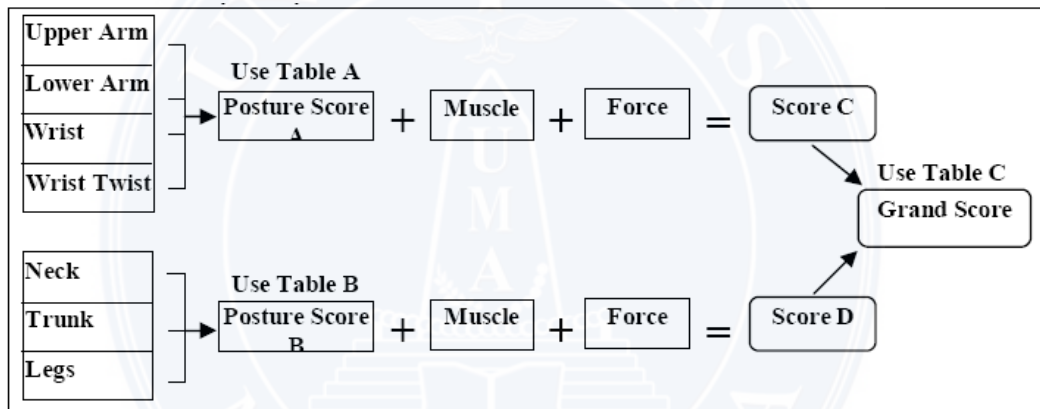
Neck Posture Score	Trunk Posture											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Sistem penilaian dilanjutkan dengan melibatkan otot (*mucl*e) dan tenaga (*force*) yang digunakan. Skor untuk penggunaan tenaga (beban) dikembangkan berdasarkan penelitian Putz-Anderson dan Stevenson dan Baida dapat dilihat pada Tabel 2.9 berikut ini.

Tabel 3.11 Skor Penggunaan Tenaga (beban)

Beban	Skor	Skor Perubahan
< 2 kg	0	
2 – 10 kg	1	+1 jika postur statis dan dilakukan berulang-ulang
> 10 kg	3	

Skor penggunaan otot (*muscle*) dan skor tenaga (*force*) pada grup tubuh bagian A dan B diukur dan dicatat dalam kotak-kotak yang tersedia kemudian ditambahkan dengan skor yang berasal dari tabel A dan B seperti pada Gambar 2.12 berikut ini.



Gambar 2.12 Diagram Penilaian RULA

Hasil penjumlahan skor penggunaan otot (*muscle*) dan tenaga (*force*) dengan skor postur A menghasilkan skor C, sedangkan penjumlahan dengan skor postur B menghasilkan skor D.

3. Pengembangan *Grand Score* dan *Action List*

Tahap ini bertujuan untuk menggabungkan Skor C dan Skor D menjadi suatu *Grand Score* tunggal yang dapat memberikan panduan terhadap prioritas penyelidikan /

investigasi berikutnya. Tiap kemungkinan kombinasi Skor C dan Skor D telah diberikan peringkat dari 1-7, yang disebut Grand Score berdasarkan estimasi resiko cedera yang berkaitan dengan pembebanan musculoskeletal seperti terlihat pada Gambar 2.13 berikut ini.

	Score D (neck, trunk, leg)						
	1	2	3	4	5	6	7+
Score C (upper limb) 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

Gambar 2.13 Grand Score (Tabel C)

Berdasarkan *Grand Score* dari tabel C, tindakan yang akan dilakukan dapat dibedakan menjadi 4 level action yang dapat dilihat pada Tabel 2.13 berikut.

Tabel 2.13 Kategori Tindakan RULA

Skor	Level Resiko	Tindakan
1 – 2	Minimum	Aman
3 – 4	Kecil	Diperlukan beberapa waktu kedepan
5 – 6	Sedang	Tindakan dalam waktu dekat
7	Tinggi	Tindakan sekarang juga

2.9.3 Rapid Entire Body Assessment (REBA)

REBA dirancang oleh Lynn Mc Atamney dan Sue Hignett (2000) sebagai sebuah metode penilaian postur kerja untuk menilai faktor resiko gangguan tubuh secara keseluruhan. Data yang dikumpulkan adalah data mengenai postur tubuh,

kekuatan yang digunakan, jenis pergerakan atau aksi, pengulangan dan pegangan. Skor akhir REBA dihasilkan untuk memberikan sebuah indikasi tingkat resiko dan tingkat keutamaan dari sebuah tindakan yang harus diambil.

Faktor postur tubuh yang dinilai dibagi atas dua kelompok utama atau grup yaitu grup A yang terdiri atas postur tubuh kanan dan postur tubuh kiri dari batang tubuh (*trunk*), leher (*neck*) dan kaki (*legs*). Sedangkan grup B terdiri atas postur kanan dan kiri dari lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), dan pergelangan tangan (*wrist*). Pada masing-masing grup, diberikan suatu skala postur tubuh dan suatu pernyataan tambahan. Diberikan juga faktor beban/kekuatan dan pegangan (*coupling*).

REBA dapat digunakan ketika penilaian postur kerja diperlukan dan dalam sebuah pekerjaan:

1. Keseluruhan bagian badan digunakan.
2. Postur tubuh statis, dinamis, cepat berubah, atau tidak stabil.
3. Melakukan sebuah pembebanana seperti mengangkat benda baik secara rutin maupun sesekali.
4. Perubahan tempat kerja, peralatan, atau pelatihan pekerja sehingga dilakukan dan diawasi sebelum atau sesudah perubahan.

2.9.4 Quick Exposure Check (QEC)

QEC merupakan salah satu metode penilaian postur kerja yang digunakan untuk menilai postur kerja pekerja yang berhubungan dengan gangguan otot (*work related musculoskeletal disorders*). Metode ini diciptakan oleh Guangyan Li

dan Peter Buckle pada tahun 1999. QEC didasarkan kepada riset dan penelitian para praktisi pada jenis pekerjaan yang beresiko menimbulkan gangguan otot.

Penilaian postru kerja dengan metode QEC dilakukan dari dua sisi. Penilaian pertama didasarkan kepada penilaian pengamat (*Observer's Assessment*) dengan mengisi *Observer's Assesement Checklist* dan penilaian kedua berdasarkan kepada penilaian pekerja (*Worker's Assessment*) dengan mengisi *Worker's Assessment Checklist*. QEC menilai gangguan resiko yang terjadi pada bagian belakang punggung (back), bahu/lengan (*shoulder/arm*), pergelangan tangan (*hand/wrist*), dan leher (*neck*).

Selanjutnya menghitung skor penilaian untuk masing-masing bagian tubuh yang dinilai dengan tabel skor penilaian sebagai skor akhir QEC untuk diwujudkan dalam empat tingkatan tindakan.