

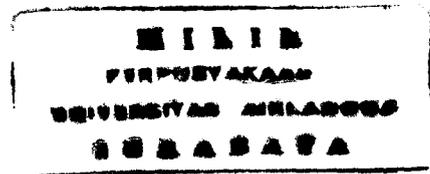
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TINJAUAN UMUM TENTANG ERGONOMI

2.1.1 Pengertian Ergonomi

Ditinjau dari asal katanya, ergonomi berarti bidang studi yang mempelajari tentang hukum-hukum pekerjaan (dalam bahasa Yunani, *ergos* = pekerjaan, *nomos* = hukum) (Nurmianto, 2004). Apabila didefinisikan secara bebas, ergonomi adalah bidang studi multidisiplin yang mempelajari prinsip-prinsip dalam mendesain peralatan, mesin, proses, dan tempat kerja yang sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan manusia yang menggunakannya. Ergonomi dilaksanakan dengan tujuan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pekerjaan, baik dalam hal kenyamanan penggunaan, mengurangi kesalahan, dan meningkatkan produktivitas. Dengan demikian, akan menambah nilai-nilai kemanusiaan yang diinginkan, seperti meningkatkan keselamatan kerja, mengurangi kelelahan/stress akibat pekerjaan, mengurangi cuti sakit akibat gangguan muskuloskeletal akibat kerja, meningkatkan kepuasan kerja dan memperbaiki kualitas hidup. Ergonomi bertujuan untuk mengurangi kelelahan (*fatigue*) atau ketidaknyamanan (*discomfort*) dengan cara mendesain tugas/alat bantu kerja sesuai dengan kapasitas kerja individu pekerja. Ergonomi merupakan multidisiplin ilmu, ergonomi mencakup berbagai aspek ilmu yang sangat luas (Wignjosoebroto, 2003). Pada dasarnya, ergonomi dapat dibagi menjadi 3 kelompok spesialisasi ilmu, yaitu :



1. Ergonomi fisik, yang meliputi sikap kerja, aktivitas mengangkat beban, gerakan repetitif, penyakit muskuloskeletal akibat kerja, tata letak tempat kerja, keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Ergonomi kognitif, yang meliputi beban mental akibat kerja, pengambilan keputusan, penampilan keterampilan kerja, interaksi manusia-mesin, pelatihan yang berhubungan dengan sistem perencanaan pekerja.
3. Ergonomi organisasi, meliputi komunikasi, manajemen sumber daya pekerja, perencanaan tugas, perencanaan waktu kerja, kerja sama tim kerja, perencanaan partisipasi kerja, ergonomi komunitas, paradigma kerja yang baru, pola kerja jarak jauh dan manajemen kualitas kerja.

Beberapa ilmu dasar mengenai tubuh manusia yang mempelajari bentuk detail tubuh manusia, baik dalam keadaan istirahat maupun dalam keadaan bergerak, menjadi pondasi ilmu ergonomi. Jadi, ergonomi terdiri dari ilmu yang mempelajari bagian tubuh manusia dan interaksinya dalam berbagai sikap tubuh (anatomi) serta ilmu tentang ukuran-ukuran tinggi, jangkauan dan dimensi tubuh dalam berbagai sikap tubuh (antropometri). Di samping itu, ergonomi juga berhubungan dengan ilmu tentang ukuran-ukuran sikap tubuh pada saat bekerja untuk menelaah gaya-gaya pengungkit maupun arah gaya dan beban dari suatu gerakan (biomekanik), serta ilmu yang mempelajari tentang tenaga yang dilepaskan, konsumsi oksigen, dan variabel proses-proses lainnya (*faal kerja/work physiology*).

2.1.2 Penerapan Prinsip Ergonomi di Tempat Kerja

Menurut (Suma'mur, 1996), beberapa prinsip ergonomi di bawah ini antara lain dapat digunakan sebagai pegangan dalam program kesehatan kerja:

- a. Sikap tubuh dalam melakukan pekerjaan sangat dipengaruhi oleh bentuk, susunan, ukuran dan penempatan mesin-mesin, penempatan alat-alat penunjuk, cara-cara harus melayani mesin (macam gerak, arah, kekuatan, dan sebagainya).
- b. Standarisasi bentuk dan ukuran mesin serta peralatan kerja, harus diambil ukuran terbesar sebagai dasar, serta diatur dengan suatu cara sehingga ukuran tersebut dapat dikecilkan dan dapat dilayani oleh tenaga kerja yang lebih kecil, misalnya tempat duduk yang dapat dinaik-turunkan, dan dimajukan atau diundurkan.
- c. Ukuran-ukuran antropometri yang dapat dijadikan dasar untuk penempatan alat-alat kerja adalah sebagai berikut:

Berdiri : tinggi badan, tinggi bahu, tinggi siku, tinggi pinggul, panjang lengan

Duduk : tinggi duduk, panjang lengan atas, panjang lengan bawah, jarak lekuk lutut.
- d. Pekerjaan manual yang dilakukan dengan cara berdiri, tinggi meja kerja 5-10 cm di bawah tinggi siku.
- e. Dari segi otot, sikap duduk yang paling baik adalah sedikit membungkuk, sedangkan dari sudut tulang, dianjurkan duduk tegak agar punggung tidak bungkuk dan otot perut tidak lemas, maka dianjurkan pemilihan sikap duduk yang tegak yang baik diselingi istirahat sedikit membungkuk.
- f. Tempat duduk yang memenuhi syarat sebagai berikut:

- 1) Tinggi dataran duduk dapat diatur dengan papan injakan kaki sehingga sesuai dengan tinggi lutut, sedangkan paha berada dalam keadaan datar.
 - 2) Tinggi papan sandaran punggung dapat diatur dan dapat menekan pada punggung.
 - 3) Lebar alas duduk tidak kurang dari lebar terbesar ukuran antropometri pinggul misalnya lebih dari 40 cm.
- g. Pekerjaan yang dilakukan sambil berdiri, maka disediakan tempat duduk dan kesempatan untuk beristirahat.
 - h. Arah penglihatan untuk pekerjaan berdiri adalah 23 - 37 derajat ke bawah, sedangkan untuk pekerjaan duduk arah penglihatan antara 32 - 44 derajat ke bawah. Arah penglihatan ini sesuai dengan sikap kepala yang istirahat.
 - i. Ruang gerak lengan ditentukan oleh punggung lengan seluruhnya dan lengan bawah. Pegangan-pegangan harus diletakkan pada daerah tersebut. Terutama bila sikap tubuh tidak berubah.
 - j. Jenis gerakan yang kontinyu dan berirama lebih diutamakan, sedangkan gerakan yang sekonyong-konyong pada permulaan dan berhenti dengan paksa sangat melelahkan.
 - k. Kemampuan seseorang bekerja adalah 8-10 jam per hari. Lebih dari itu efisiensi dan efektivitas kerja menurun.
 - l. Kemampuan beban fisik maksimal oleh ILO ditentukan sebesar 50 kg
 - m. Beban tambahan akibat lingkungan kerja fisik, mental-psikologis dan sosial sebaiknya sedapat mungkin dikurangi.

- n. Pemeliharaan indera penglihatan dilakukan sebaik-baiknya terutama dengan penyelenggaraan pencahayaan dan penerangan yang baik terutama berkaitan dengan kepentingan pelaksanaan pekerjaan.

2.2 WAKTU KERJA

Waktu kerja bagi seseorang menentukan kesehatan yang bersangkutan, efisiensi, efektivitas dan produktivitas kerjanya. Aspek terpenting dari waktu kerja terdiri dari :

- a. Lamanya seseorang mampu bekerja dengan baik
- b. Hubungan antara waktu kerja dengan istirahat
- c. Waktu bekerja sehari menurut periode waktu yang meliputi siang hari (pagi, siang, sore) dan malam hari.

Lamanya seseorang bekerja dengan baik dalam sehari pada umumnya 6-10 jam. Sisanya (14-18) jam dipergunakan untuk kehidupan dalam keluarga dan masyarakat, istirahat, tidur, dan lain-lain (Suma'mur, 1996). Memperpanjang waktu kerja lebih dari kemampuan lama kerja tersebut biasanya tidak disertai efisiensi, efektivitas dan produktivitas kerja yang optimal, bahkan biasanya terlihat penurunan kualitas dan hasil kerja serta bekerja dengan waktu yang berkepanjangan dapat menimbulkan terjadinya kelelahan, gangguan kesehatan, penyakit dan kecelakaan serta ketidakpuasan. Dalam seminggu, seseorang biasanya dapat bekerja dengan baik selama 40-50 jam. Lebih dari itu, kemungkinan besar akan timbul hal-hal negatif bagi tenaga kerja yang bersangkutan dan pekerjaannya itu sendiri. Makin lama waktu kerja dalam seminggu, maka makin besar kecenderungan terjadinya hal-hal yang tidak diharapkan. Jumlah 40 jam seminggu ini dapat dibuat 5 atau 6 hari kerja

tergantung berbagai faktor, namun kenyataannya bekerja 5 hari dan 40 jam kerja seminggu adalah fenomena yang berlaku dan banyak diterapkan di tempat kerja (Suma'mur, 1996).

Jika diteliti suatu pekerjaan yang bebannya biasa-biasa saja (tidak terlalu ringan atau berat) produktivitas mulai menurun setelah 4 jam bekerja. Keadaan ini terutama sejalan dengan menurunnya kadar gula di dalam darah. Untuk mengatasi hal ini, perlu dilakukan istirahat dan diberikan kesempatan untuk makan agar menaikkan kembali kadar gula darah sebagai bahan bakar dalam menghasilkan energi tubuh untuk keperluan melakukan pekerjaan. Oleh karena itu, istirahat 30 menit setelah 4 jam bekerja terus-menerus sangat penting artinya baik untuk pemulihan kemampuan fisik dan mental maupun pengisian energi yang sumbernya berasal dari makanan (Suma'mur, 1996).

Pekerjaan yang berat ditandai dengan pengerahan tenaga fisik dan juga kemampuan mental yang besar dengan pemakaian energi berskala besar pula dalam waktu yang relatif pendek. Otot, sistem kardiovaskuler, paru dan lain-lain harus bekerja sangat berat (Suma'mur, 1996). Konsekuensi pekerjaan dengan beban berat tidak dapat secara terus - menerus dilakukan seperti halnya pekerjaan dengan beban kerja yang ringan, melainkan perlu istirahat singkat setiap selesai melakukan aktivitas kerja yang berat. Pengaturan ritme kerja antara pelaksanaan kerja yang berat dan istirahat yang singkat yang memadai diatur dan diprogram dalam pengorganisasian cara kerja yang baik, yaitu selalu diberikan kesempatan kepada tubuh untuk senantiasa pulih kembali setelah memikul suatu beban pekerjaan agar pelaksanaan kerja berlangsung selama jam kerja.

2.3 GANGGUAN SISTEM MUSKULOSKELETAL

Keluhan pada sistem muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian-bagian otot rangka yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai berat. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan hingga kerusakan ini disebut *muskuloskeletal disorders* (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Grandjean, 1993 dalam Tarwaka, 2011). Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

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

Gangguan sistem muskuloskeletal pada umumnya terjadi karena adanya 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. 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 timbulnya rasa nyeri otot (Suma'mur,1982; Grandjean,1993 dalam Tarwaka, 2011).

2.3.1 Faktor Penyebab Keluhan pada Sistem Muskuloskeletal

Peter Vi (2000) menjelaskan bahwa terdapat faktor yang menyebabkan terjadinya gangguan sistem muskuloskeletal antara lain:

1. Peregangan otot yang berlebihan

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 terjadinya cedera otot skeletal.

2. Aktivitas berulang

Aktivitas berulang adalah pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus seperti pekerjaan mencangkul, membelah kayu besar, angkat-angkat dan sebagainya. Keluhan otot terjadi karena otot menerima tekanan akibat beban kerja secara terus-menerus tanpa memperoleh kesempatan untuk relaksasi.

3. Sikap kerja tidak alamiah

Sikap kerja tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alamiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat. Semakin jauh posisi bagian tubuh dari pusat gravitasi tubuh, maka semakin tinggi pula risiko terjadinya gangguan sistem muskuloskeletal.

Sikap kerja tidak alamiah ini pada umumnya karena karakteristik tuntutan tugas, alat kerja dan stasiun kerja yang tidak sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan pekerja (Grandjean,1993; Anis & McConville, 1996 & Manuaba, 2000 dalam Tarwaka, 2011).

Di Indonesia, sikap kerja alamiah ini lebih banyak disebabkan oleh adanya ketidaksesuaian antara dimensi alat dan stasiun kerja dengan ukuran tubuh pekerja. Sebagai negara berkembang, sampai saat ini Indonesia masih tergantung pada perkembangan teknologi negara-negara maju, khususnya dalam pengadaan peralatan industri. Mengingat bahwa dimensi peralatan tersebut didesain tidak berdasarkan ukuran tubuh orang Indonesia, maka pada saat pekerja Indonesia harus mengoperasikan peralatan tersebut, terjadi sikap kerja tidak alamiah. Sebagai contoh pengoperasian mesin produksi di suatu pabrik yang di impor dari Amerika dan Eropa akan menjadi masalah bagi sebagian besar pekerja Indonesia. Hal tersebut disebabkan karena negara pengekspor di dalam mendesain mesin tersebut berdasarkan pada antropometri dari populasi pekerja negara yang bersangkutan, yang pada kenyataannya ukuran tubuhnya lebih besar dari pekerja Indonesia. Dapat dipastikan bahwa kondisi tersebut akan menyebabkan sikap paksa pada waktu pekerja mengoperasikan mesin. Apabila hal ini terjadi dalam kurun waktu yang lama, maka akan terjadi akumulasi keluhan yang pada akhirnya dapat menyebabkan cedera otot.

4. Faktor penyebab sekunder

- a. Tekanan. Terjadinya tekanan langsung pada jaringan otot yang lunak. Sebagai contoh, pada saat tangan harus memegang alat, maka jaringan otot tangan yang lunak akan menerima tekanan langsung dari

adanya peningkatan keluhan punggung yang tajam pada pekerjaan yang melakukan tugas yang menuntut kekuatan melebihi batas kekuatan otot pekerja. Bagi pekerjaan yang kekuatan ototnya rendah, risiko terjadinya keluhan tiga kali lipat yang mempunyai kekuatan tinggi. Sementara itu (Betti'e, *et.al* (1990) dalam Tarwaka, 2011) menemukan bahwa pekerjaan yang mempunyai keluhan pinggang mampu melakukan pekerjaan seperti pekerjaan lainnya yang belum memiliki keluhan pinggang. Dalam kondisi kekuatan yang berbeda ini, apabila harus melakukan pekerjaan yang memerlukan pengerahan otot, maka yang mempunyai kekuatan rendah akan lebih rentan terhadap risiko cedera otot. Namun untuk pekerjaan yang tidak memerlukan pengerahan tenaga, maka faktor kekuatan fisik kurang relevan terhadap risiko gangguan sistem muskuloskeletal.

- f. Ukuran tubuh (*antropometri*). Walaupun pengaruhnya relatif kecil, berat badan, tinggi badan, dan massa tubuh merupakan faktor yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan sistem muskuloskeletal. (Vessy, *et.al* (1990) dalam Tarwaka, 2011) menyatakan bahwa wanita yang gemuk mempunyai risiko dua kali lipat dibandingkan wanita kurus. Hal ini diperkuat oleh (Werner, *et.al* (1994) dalam Tarwaka, 2011) yang menyatakan bahwa bagi pasien yang gemuk (obesitas dengan tubuh > 29) mempunyai risiko 2,5 lebih tinggi dibandingkan dengan yang kurus (massa tubuh < 20). Apabila dicermati, gangguan sistem muskuloskeletal 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

pegangan alat, dan apabila hal ini sering terjadi, dapat menyebabkan rasa nyeri otot yang menetap.

- b. Getaran. Getaran dengan frekuensi tinggi akan menyebabkan kontraksi otot bertambah. Kontraksi ini menyebabkan peredaran darah tidak lancar, penimbunan asam laktat meningkat dan akhirnya timbul rasa nyeri otot (Suma'mur, 1995).
- c. Mikroklimat. Paparan suhu dingin yang berlebihan dapat menurunkan kelincahan, kepekaan, dan kekuatan pekerja sehingga gerakan pekerja menjadi lamban, sulit bergerak disertai dengan menurunnya kekuatan otot (Tarwaka, 2004). Demikian juga dengan paparan udara yang panas. Beda suhu lingkungan dengan suhu tubuh yang terlampau besar menyebabkan sebagian 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 oksigen 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, 1982; Grandjean, 1993 dalam Tarwaka, 2011).

5. Penyebab Kombinasi

Risiko terjadinya keluhan otot skeletal akan semakin meningkat apabila dalam melakukan tugasnya, pekerja dihadapkan pada faktor risiko dalam waktu yang bersamaan, misalnya pekerja harus melakukan aktivitas angkat-angkut di bawah tekanan panas matahari seperti yang dilakukan oleh pekerja

bangunan. Di samping kelima faktor penyebab terjadinya gangguan sistem muskuloskeletal tersebut di atas, beberapa ahli menjelaskan bahwa faktor individu seperti umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok, aktivitas fisik, kekuatan fisik, dan ukuran tubuh juga menjadi penyebab terjadinya keluhan otot skeletal.

- a. Umur. Tarwaka (2004) menyatakan bahwa pada umumnya gangguan sistem muskuloskeletal mulai dirasakan pada usia kerja, yaitu 25-65 tahun. Keluhan pertama biasanya dirasakan pada umur 35 tahun dan keluhan akan terus meningkat sejalan bertambahnya umur. Hal ini terjadi karena pada umur setengah baya kekuatan dan kelemahan otot mulai menurun sehingga risiko terjadinya keluhan otot meningkat. (Riihimaki, *et.al* (1989) dalam Tarwaka, 2011) menjelaskan bahwa umur mempunyai hubungan yang sangat kuat dengan gangguan sistem muskuloskeletal, terutama untuk otot leher dan bahu, bahkan ada beberapa ahli lainnya menyatakan bahwa umur merupakan penyebab utama terjadinya keluhan otot.
- b. Jenis kelamin. Walaupun masih ada perbedaan pendapat dari beberapa ahli tentang pengaruh jenis kelamin terhadap risiko gangguan sistem muskuloskeletal, namun beberapa hasil penelitian secara signifikan menunjukkan bahwa jenis kelamin sangat mempengaruhi tingkat risiko keluhan otot. Hal ini terjadi karena secara fisiologis, kemampuan otot wanita memang lebih rendah daripada pria.
(Astrand & Rodahl (1996) dalam Tarwaka, 2011) menjelaskan bahwa kekuatan otot wanita hanya sekitar dua per tiga dari kekuatan otot pria, sehingga daya tahan otot pria pun lebih tinggi dibandingkan dengan wanita. Hasil penelitian (Bett'e *at al.* (1980) dalam Tarwaka, 2011) menunjukkan

bahwa rerata kekuatan otot wanita kurang lebih hanya 60 %, kekuatan otot pria khususnya untuk otot, lengan, punggung dan kaki. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian (Chiang, *et.al.*(1993), Bernard, *et.al.* (1993), Hales, *et.al.* (1994) dan Johanson (1994) dalam Tarwaka, 2011) yang menyatakan bahwa perbandingan keluhan otot antara pria dan wanita adalah 1:3. Dari uraian tersebut di atas maka jenis kelamin perlu dipertimbangkan dalam mendesain beban tugas.

- c. Kebiasaan merokok. Sama halnya dengan faktor jenis kelamin, pengaruh kebiasaan merokok terhadap risiko keluhan otot juga masih diperdebatkan dengan para ahli, namun demikian, beberapa penelitian telah membuktikan bahwa meningkatkan 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. (Boshuizen, *et.al* (1993) dalam Tarwaka, 2011) menemukan hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dengan keluhan otot, pinggang, khususnya untuk pekerjaan yang memerlukan pengerahan otot. Hal ini sebenarnya terkait erat dengan kondisi kesegaran tubuh seseorang. Kebiasaan merokok akan dapat menurunkan kapasitas paru-paru, sehingga kemampuan untuk mengkonsumsi 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 nyeri otot.

- d. Kesegaran jasmani. Pada umumnya, keluhan otot lebih jarang. Ditemukan pada seseorang yang dalam aktivitas kesehariannya mempunyai cukup waktu untuk istirahat. Sebaliknya, bagian dalam kesehariannya melakukan pekerjaan yang memerlukan pengerahan tenaga yang besar, di sisi lain tidak mempunyai waktu yang cukup untuk istirahat, hampir dapat dipastikan akan terjadi keluhan otot. Tingkat keluhan otot juga sangat dipengaruhi oleh tingkat kesegaran tubuh. Laporan NIOSH yang dikutip dari hasil penelitian (Cady, *et.al* (1979) dalam Tarwaka, 2011) menyatakan bahwa untuk tingkat kesegaran tubuh yang rendah, maka risiko terjadinya keluhan adalah 7,1% tingkat kesegaran tubuh sedang adalah 3,2% dan tingkat kesegaran tubuh tinggi adalah 0,8% . Hal ini juga diperkuat dengan laporan ((Betti'e *et.al* (1898) dalam Tarwaka, 2011) yang menyatakan bahwa hasil penelitian terhadap para penerbang menunjukkan bahwa kelompok penerbangan dengan tingkat kesegaran tubuh yang tinggi mempunyai risiko yang sangat kecil terhadap risiko cedera otot. Dari uraian di atas dapat digaris bawahi bahwa tingkat kesegaran tubuh yang rendah akan meningkatkan risiko terjadinya keluhan otot. Keluhan otot akan meningkat sejalan dengan bertambahnya aktivitas fisik.
- e. Kekuatan fisik. Sama halnya dengan faktor lainnya, hubungan antara kekuatan fisik dengan risiko gangguan sistem muskuloskeletal juga masih diperdebatkan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan, namun penelitian lainnya menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kekuatan fisik dengan keluhan otot skeletal. (Chaffin & Park (1973) dalam Tarwaka, 2011) yang dilaporkan oleh NIOSH menemukan

- d. Ventilasi, yaitu dengan menambah ventilasi untuk mengurangi risiko sakit, misalnya akibat suhu udara yang terlalu panas.
2. Rekayasa manajemen. Rekayasa manajemen dapat dilakukan melalui tindakan-tindakan sebagai berikut:
 - a. Pendidikan dan latihan. Melalui pendidikan dan latihan, pekerja menjadi lebih memahami lingkungan dan alat kerja sehingga diharapkan dapat melakukan penyesuaian dan inovatif dalam melakukan upaya pencegahan terhadap risiko penyakit akibat kerja.
 - b. Pengaturan waktu kerja dan istirahat yang seimbang. Pengaturan waktu kerja dan istirahat yang seimbang dalam arti disesuaikan dengan kondisi lingkungan kerja dan karakteristik pekerjaan, sehingga dapat mencegah paparan yang berlebihan terhadap sumber bahaya.
 - c. Pengawasan yang intensif. Melalui pengawasan yang intensif dapat dilakukan pencegahan secara lebih dini terhadap kemungkinan terjadinya risiko penyakit akibat kerja.

2.3.3 Metode Penilaian Gangguan sistem muskuloskeletal

Terdapat beberapa cara yang telah diperkenalkan dalam melakukan evaluasi ergonomi untuk mengetahui hubungan antara tekanan fisik dengan risiko keluhan otot skeletal. Pengukuran terhadap tekanan fisik ini cukup sulit karena melibatkan beberapa faktor subyektif seperti : kinerja, motivasi, harapan dan toleransi kelelahan (Waters & Anderson, 1996 dalam Tarwaka, 2011). Alat ukur ergonomi yang dapat digunakan cukup banyak dan bervariasi. Namun demikian, dari berbagai alat ukur dan berbagai metode yang ada tentunya mempunyai kelebihan dan keterbatasan masing-masing. Untuk itu perlu selektif dalam

menggunakan metode secara tepat sesuai dengan tujuan observasi yang akan dilakukan. Beberapa metode observasi postur tubuh yang berkaitan dengan risiko gangguan sistem muskuloskeletal antara lain “OWAS”, “REBA”, dan “RULA” serta penilaian subyektif terhadap tingkat keparahan pada sistem muskuloskeletal dengan metode *Nordic Body Map* serta *checklist* sederhana yang dapat digunakan untuk melakukan identifikasi potensi bahaya pada pekerjaan yang berkaitan dengan risiko MSDs.

a. Metode OWAS (*Ovako Working Analysis System*)

Metode “OWAS” merupakan suatu metode yang digunakan untuk menilai postur tubuh pada saat bekerja, seperti halnya metode “RULA” dan “REBA”. Metode ini diperkenalkan pertama oleh seorang penulis dari Osmo Karhu Finlandia, tahun 1977 dengan judul “*correcting working postures in industry : A practical method for analysis,*” yang diterbitkan dalam jurnal “*Applied Ergonomics*”. Metode ini awalnya ditujukan untuk mempelajari suatu pekerjaan di industri baja di Finlandia, dimana akhirnya para ergonomist dan penulis dapat menarik suatu kesimpulan yang valid dan memperkenalkan metode ini secara luas dan menamainya dengan metode “OWAS”.

Metode “OWAS” ini merupakan suatu metode yang sederhana yang dapat digunakan untuk menganalisis suatu pembebanan pada postur tubuh. Penerapan metode ini dapat memberikan suatu hasil yang baik, yang dapat meningkatkan kenyamanan kerja, sebagai peningkatan kualitas produksi, setelah dilakukannya perbaikan sikap kerja. Sampai saat ini, metode ini telah diterapkan secara luas di berbagai sektor industri. Aplikasi metode “OWAS” didasarkan pada hasil pengamatan dari berbagai posisi yang diambil pada pekerja selama

melakukan pekerjaannya dan digunakan untuk mengidentifikasi 252 posisi yang berbeda, sebagai hasil dari kemungkinan kombinasi postur tubuh bagian belakang (4 posisi), lengan (3 posisi), kaki (7 posisi), dan pembebanan (3 interval). Tetapi tidak dapat dihindari bahwa metode ini memiliki beberapa keterbatasan. Metode ini memungkinkan untuk dilakukan identifikasi pada beberapa posisi yaitu punggung, lengan, dan kaki dengan pemberian kode pada masing-masing posisi. Namun demikian metode ini tidak menilai secara detail tingkat keparahan pada masing-masing posisi. Misalnya, metode ini mengidentifikasi pekerja melakukan pekerjaan dengan posisi lutut menekuk atau tidak, namun tidak membedakan antar berbagai tingkat fleksi. Oleh karena itu, setelah dilakukan identifikasi posisi kritis dengan metode "OWAS", maka diperlukan aplikasi metode lain yang lebih spesifik, khususnya tentang klasifikasi tingkat keparahan dari posisi yang berbeda, yang akan dapat membantu hasil kajian secara lebih mendalam.

b. Metode RULA (*The Rapid Upper Limb Assessment*)

Metode ini pertama kali dikembangkan oleh (Lynn McAtamney dan Nigel Corlett, E. (1993) dalam Tarwaka, 2011) seorang ahli ergonomi dari Nottingham's *Institute of Occupational Ergonomics England*. Metode ini prinsip dasarnya hampir sama dengan metode REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) maupun metode OWAS (*Ovako Postur Analysis System*). Ketiga metode ini ("RULA", "REBA" dan "OWAS") sama-sama mengobservasi segmen tubuh khususnya *upper limb* dan mentransfernya dalam bentuk *skoring*. Selanjutnya, skor final yang diperoleh akan digunakan sebagai pertimbangan untuk memberikan saran perbaikan secara tepat.

Metode “RULA” merupakan suatu metode dengan menggunakan target postur tubuh untuk mengestimasi terjadinya risiko gangguan muskuloskeletal, khususnya pada anggota tubuh bagian atas (*upper limb disorders*), seperti adanya gerakan repetitif, pekerjaan diperlukan pengerahan kekuatan, aktivitas statis pada otot skeletal, dll. Penilaian pada metode “RULA” ini merupakan penilaian yang sistematis dan cepat terhadap risiko terjadinya gangguan dengan menunjuk bagian anggota tubuh pekerja yang mengalami gangguan tersebut. Analisis dapat dilakukan sebelum dan sesudah intervensi, untuk menunjukkan bahwa intervensi yang diberikan akan dapat menurunkan risiko cedera. Di dalam aplikasi metode “RULA”, tentunya juga mempunyai berbagai keterbatasan. Metode ini hanya berfokus pada faktor risiko terpilih yang dievaluasi. “RULA” tidak mempertimbangkan faktor risiko pada keadaan seperti:

- 1) Waktu kerja tanpa istirahat.
- 2) Variasi individual pekerja, seperti umur, pengalaman, ukuran tubuh, kekuatan, atau riwayat kesehatan.
- 3) Faktor lingkungan kerja.
- 4) Faktor psiko-sosial.

Keterbatasan lain pada metode ini adalah bahwa penilaian postur pekerja tidak meliputi analisis posisi ibu jari atau jari-jari tangan lainnya, meskipun pengerahan kekuatan yang dikeluarkan jari-jari tersebut ikut dihitung. Tidak dilakukan pengukuran waktu, meskipun faktor waktu menjadi penting karena berhubungan dengan kelelahan otot dan kerusakan jaringan akibat kontraksi otot. Aplikasi metode “RULA” dimulai dengan mengobservasi aktivitas pekerja selama beberapa siklus kerja. Dari observasi tersebut, dipilih pekerjaan dan postur

tubuh yang paling signifikan. Pada saat memilih postur tubuh saat kerja, perlu mempertimbangkan beberapa aspek yaitu durasi, atau beberapa postur tubuh yang mengalami pembebanan berlebihan, yang selanjutnya postur tubuh tersebut dinilai. Jika siklus kerja cukup panjang, akan lebih baik untuk melakukan penilaian dengan interval secara regular. Dalam hal demikian, maka lama waktu terhadap postur tubuh yang mengalami pembebanan tersebut perlu dipertimbangkan.

Pengukuran terhadap postur tubuh dengan metode “RULA” pada prinsipnya adalah mengukur sudut dasar yaitu sudut yang dibentuk oleh perbedaan anggota tubuh (*limbs*) dengan titik tertentu pada postur tubuh yang dinilai. Pengukuran ini dapat secara langsung dilakukan pada pekerja dengan menggunakan peralatan pengukur sudut, seperti busur, elektro-goniometer, atau peralatan pengukur sudut lainnya atau juga dengan kamera.

c. Metode REBA (*Rapid Entire Body Assessment*)

Metode “REBA” diperkenalkan oleh Sue Hignett dan Lynn McAtamney dan diterbitkan dalam jurnal *Applied Ergonomics* tahun 2000. Metode ini merupakan hasil kerja kolaboratif antar tim ergonomits, fisioterapi, ahli okupasi, dan para perawat yang mengidentifikasi sekitar 600 posisi di *manufacturing industry*. Metode “REBA” memungkinkan dilakukan suatu analisis secara bersama dari posisi yang terjadi pada anggota tubuh bagian atas (lengan, lengan bawah, dan pergelangan tangan), badan, leher dan kaki. Metode ini juga mendefinisikan faktor lainnya yang dianggap dapat menentukan untuk penilaian akhir dari postur tubuh, seperti beban atau *force* atau gaya yang dilakukan, jenis pegangan atau jenis aktivitas otot yang dilakukan oleh pekerja. Hal ini

memungkinkan untuk mengevaluasi baik posisi statis dan dinamis, dan keadaan yang dapat menunjukkan adanya perubahan secara tiba-tiba pada postur atau posisi tidak stabil. Dalam hal ini, perlu disebutkan apakah posisi anggota tubuh bagian atas dilakukan dengan melawan gravitasi, karena faktor gravitasi berkaitan erat dengan posisi tubuh seseorang. Untuk definisi segmen tubuh yang dianalisis untuk serangkaian pekerjaan merupakan metode yang sederhana dengan variasi beban dan gerakan.

Metode “REBA” merupakan suatu alat analisis postural yang sangat sensitif terhadap pekerjaan yang melibatkan perubahan mendadak dalam posisi, biasanya akibat dari penanganan kontainer yang tidak stabil atau tidak terduga. Penerapan metode ini ditujukan untuk mencegah terjadinya risiko cedera yang berkaitan dengan posisi, terutama pada otot skeletal. Oleh karena itu, metode ini dapat berguna untuk melakukan pencegahan risiko dan dapat sebagai peringatan bahwa terjadi kondisi kerja yang tidak tepat ditempat kerja.

Prinsip Metode “REBA”

- a) Metode “REBA” merupakan metode yang sangat sensitif untuk mengevaluasi risiko, khususnya pada sistem muskuloskeletal.
- b) Metode “REBA”, membagi menjadi segmen-segmen tubuh yang akan diberi kode secara individu, dan akan mengevaluasi baik anggota badan bagian atas maupun badan, leher, dan kaki.
- c) Metode ini digunakan untuk menganalisis pengaruh pada beban postural selama penanganan kontainer yang dilakukan dengan tangan atau bagian tubuh lainnya.

- d) Metode ini dianggap relevan untuk jenis kontainer yang mempunyai pegangan.
- e) Memungkinkan untuk melakukan penilaian terhadap aktivitas otot yang disebabkan oleh posisi tubuh statis, dinamis atau karena terjadinya perubahan postur yang tak terduga atau tiba-tiba.
- f) Hasilnya adalah untuk menentukan tingkat risiko cedera dengan menetapkan tingkat tindakan korektif yang diperlukan dan melakukan intervensi untuk perbaikan segera.

Sebagai langkah nyata sebelum menggunakan metode "REBA", maka perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Menentukan periode waktu observasi dengan mempertimbangkan posisi tubuh pekerja, dan jika memungkinkan tentukan siklus waktu kerja.
- 2) Jika terdapat pekerjaan dengan durasi waktu yang berlebihan perlu dilakukan analisis secara detail.
- 3) Catat posisi yang berbeda yang dilakukan oleh pekerja selama bekerja, baik dengan rekaman video, atau melalui foto kamera atau dengan memasukkan waktu riil apabila memungkinkan selama proses observasi.
- 4) Lakukan identifikasi posisi untuk semua pekerjaan yang dianggap paling penting dan berbahaya untuk penilaian lebih lanjut dengan metode "REBA".
- 5) Metode "REBA" harus diaplikasikan secara terpisah untuk kedua sisi tubuh baik kanan maupun kiri.

Informasi penting yang diperlukan di dalam aplikasi dengan metode "REBA" antara lain harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- a) Sudut antara bagian tubuh yang berbeda (badan, leher, kaki, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan) terhadap posisi tertentu. Pengukuran ini dapat dilakukan secara langsung pada pekerja dengan menggunakan peralatan ukur seperti elektro-goniometer atau alat pengukur sudut lainnya yang relevan atau dapat melalui foto kamera, sehingga diperoleh titik pandang sudut bagi tubuh yang diukur.
- b) Beban atau *force* yang sedang dikerjakan oleh pekerja dan dinyatakan dalam kilogram.
- c) Jenis pegangan kontainer yang dikerjakan secara manual atau dengan menggunakan bagian tubuh lainnya.
- d) Karakteristik aktivitas otot yang digunakan oleh pekerja (pengerahan otot statis, dinamis dan pengerahan otot secara mendadak atau tiba-tiba).

Langkah-langkah penggunaan metode “REBA”, antara lain:

- 1) Seperti halnya pada metode “RULA”, metode “REBA” juga membagi segmen tubuh ke dalam dua grup, di mana grup A meliputi badan, leher dan kaki. Sedangkan grup B meliputi anggota tubuh bagian atas (lengan, lengan bawah, dan pergelangan tangan). Skor individu untuk masing-masing grup diambil dari Tabel secara berurutan.
- 2) Lihat Tabel A untuk mendapatkan skor awal pada grup A untuk skor individu terhadap badan, leher dan kaki.
- 3) Rating grup B diambil dari rating lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan pada Tabel B.
- 4) Modifikasi skor dari grup A (badan, leher, dan kaki), tergantung pada beban atau *force* yang dilakukan, yang selanjutnya disebut “skor A”.

- 5) Koreksi skor pada grup B (lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan) berdasarkan pada jenis pegangan kontainer, yang selanjutnya disebut dengan “skor B”.
- 6) Dari “skor A” dan “skor B” dan ditransfer ke dalam Tabel C akan memberikan skor baru yang selanjutnya disebut dengan “skor C”.
- 7) Memodifikasi “skor C” tergantung pada jenis aktivitas otot yang dikerahkan untuk mendapatkan skor akhir pada metode “REBA” ini.
- 8) Periksa tingkat aksi (*action level*), risiko dan urgensi tindakan perbaikan yang harus dilakukan berdasarkan nilai akhir perhitungan.

Penguraian secara detail langkah metode “REBA”

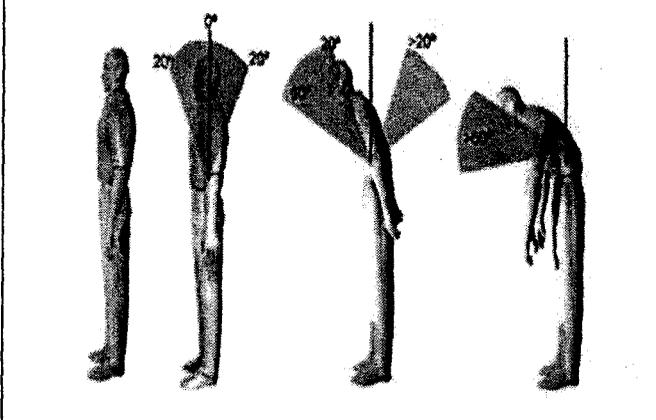
- a. Group A (Penilaian tubuh bagian badan, leher dan kaki).

Metode “REBA” ini dimulai dengan melakukan penilaian dan pemberian skor individu untuk group A (badan, leher dan kaki).

- 1) *Skoring* pada badan (*trunk*)

Anggota tubuh pertama yang dievaluasi pada grup A adalah badan. Hal ini akan dapat menentukan apakah pekerja melakukan pekerjaan dengan posisi badan tegak atau tidak, dan kemudian menentukan besar kecilnya sudut fleksi atau ekstensi dari badan yang diamati, dan memberikan skor berdasarkan posisi badan, seperti diilustrasikan dengan piktogram pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Ilustrasi Posisi Badan dan *Skoring*

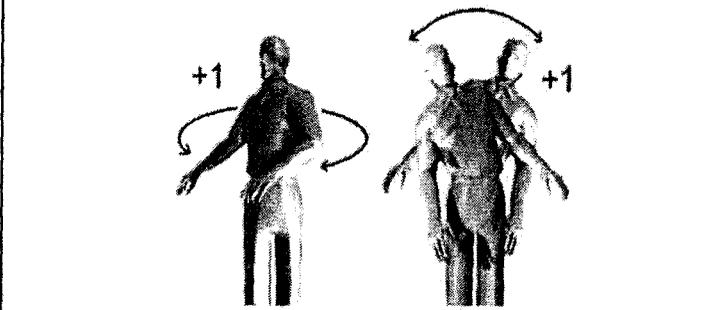


Skor	Posisi
1	Posisi badan tegak lurus
2	Posisi badan fleksi: antara 0°- 20° dan extensi: antara 0°- 20°
3	Posisi badan fleksi: antara 20°- 60° dan extensi >20°
4	Posisi badan membungkuk fleksi > 60°

Sumber : <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

Skor pada bagian ini akan meningkat, jika terdapat posisi badan membungkuk atau memutar lateral. Dengan demikian skor pada bab ini harus dimodifikasi sesuai dengan posisi yang terjadi, seperti yang diilustrasikan dengan piktogram pada Tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Ilustrasi Posisi Badan yang Dapat Mengubah Skor



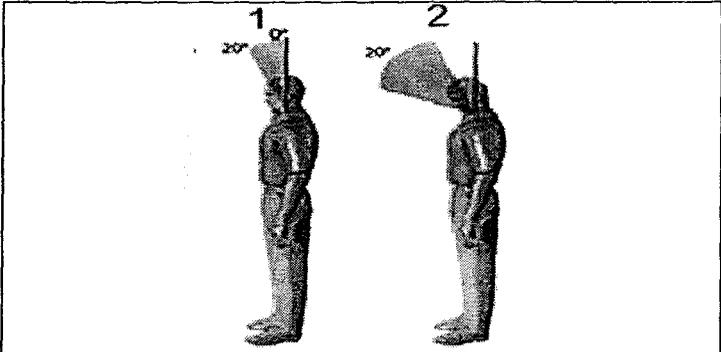
Skor	Posisi
+1	Posisi badan membungkuk dan atau memutar secara lateral.

Sumber : <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

2) *Skoring* pada leher

Setelah selesai menilai bagian badan, maka langkah kedua adalah menilai posisi leher.

Tabel 2.3 Ilustrasi Posisi Leher dan *Skoring*

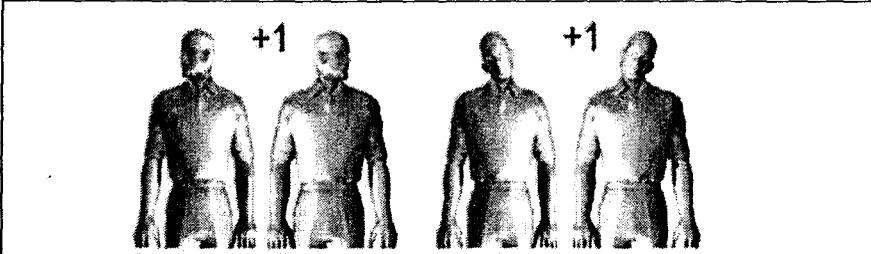


Skor	Posisi
1	Posisi leher fleksi: 0°- 20°
2	Posisi leher fleksi atau ekstensi > 20°

Sumber: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

Metode “REBA” mempertimbangkan kemungkinan dua posisi leher. Pertama, posisi leher menekuk fleksi antara 0°-20° dan yang kedua posisi leher fleksi atau ekstensi > 20°. Skor hasil perhitungan tersebut kemungkinan dapat ditambah jika posisi leher pekerja membungkuk atau memuntir secara lateral, seperti yang diilustrasikan dengan piktogram pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4 Ilustrasi Posisi Leher yang dapat Mengubah Skor



Skor	Posisi
+1	Posisi leher membungkuk dan atau memuntir secara lateral

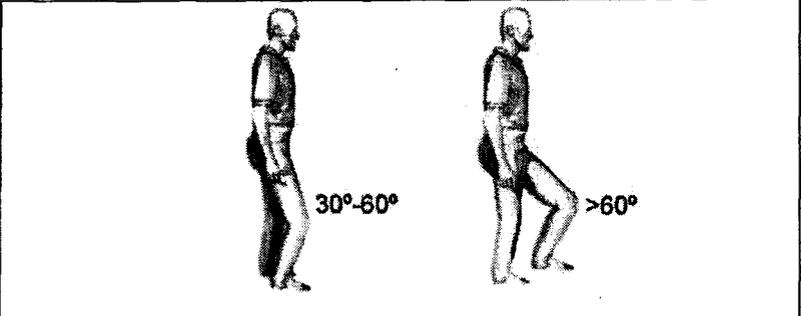
Sumber : <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBAayuda.php>

3) *Skoring* pada kaki.Tabel 2.5 Ilustrasi Posisi Kaki dan *Skoring*

Skor	Posisi
1	Posisi kedua kaki tertopang dengan baik dilantai dalam keadaan berdiri maupun berjalan
2	Salah satu kaki tidak tertopang di lantai dengan baik atau terangkat.

Sumber: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBAayuda.php>

Untuk melengkapi alokasi skor pada grup A, maka selanjutnya adalah mengevaluasi posisi kaki. Skor pada kaki akan meningkat jika salah satu atau kedua lutut fleksi atau ditekuk. Kenaikan tersebut mungkin sampai dengan 2 (+2) jika lutut menekuk $> 60^\circ$, seperti diilustrasikan dengan piktogram pada Tabel 2.6 di bawah ini. Namun demikian, jika pekerja duduk, maka keadaan tersebut dianggap tidak menekuk dan tidak meningkatkan skor pada kaki.

Tabel 2.6 Ilustrasi Posisi Kaki yang dapat Mengubah Skor


Skor	Posisi
+1	Salah satu atau kedua kaki ditekuk fleksi antara 30°- 60°
+2	Salah satu atau kedua kaki ditekuk fleksi antara > 60°

Sumber: http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA_ayuda.php

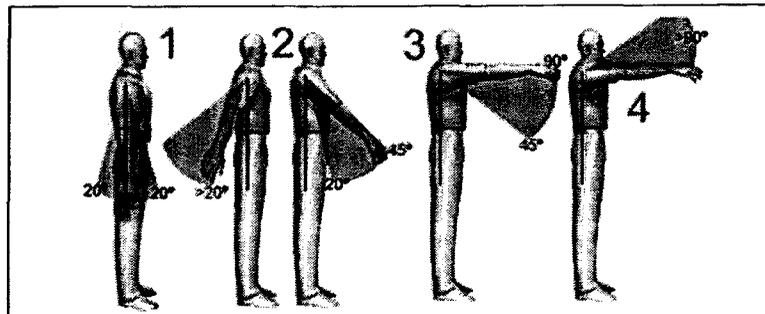
- b. Group B (Penilaian anggota tubuh bagian atas (lengan, lengan bawah dan pergelangan tangan).

Setelah selesai melakukan penilaian terhadap anggota tubuh pada grup A, maka selanjutnya harus menilai anggota tubuh bagian atas (lengan, lengan bawah dan pergelangan tangan) pada kedua sisi kiri dan kanan dan menilainya secara individu.

4) *Skoring* pada lengan

Untuk menentukan skor yang dilakukan pada lengan atas, maka harus diukur sudut antara lengan dan badan. Piktogram pada Tabel 2.7 di bawah menunjukkan posisi lengan yang dianggap berbeda, yang bertujuan untuk memberikan pedoman pada saat melakukan pengukuran. Skor yang diperoleh akan sangat bergantung pada besar kecilnya sudut yang terbentuk antara lengan dan badan selama pekerja melakukan pekerjaannya.

Tabel 2.7 Ilustrasi Posisi Lengan dan *Skoring*

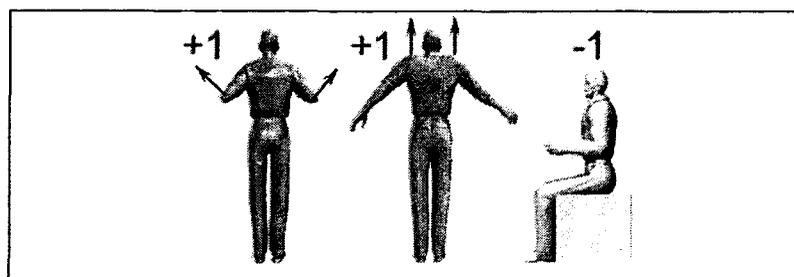


Skor	Posisi
1	Posisi lengan fleksi atau ekstensi antara 0°- 20°
2	Posisi lengan fleksi antara 21°- 45° atau ekstensi > 20°
3	Posisi lengan fleksi antara 46°- 90°
4	Posisi lengan fleksi > 90

Sumber : <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

Skor untuk lengan harus dimodifikasi, yaitu ditambah atau dikurangi jika bahu pekerja terangkat, jika lengan diputar, diangkat menjauh dari badan, atau dikurangi 1 jika lengan ditopang selama bekerja, seperti diilustrasikan dengan piktogram pada Tabel 2.8. Masing-masing kondisi tersebut akan menyebabkan suatu peningkatan atau penurunan skor postur pada lengan. Jika tidak ada situasi lengan seperti tersebut di atas, maka skor langsung dapat menggunakan tabel di atas dengan tanpa dimodifikasi.

Tabel 2.8 Ilustrasi Posisi Lengan yang dapat Mengubah Skor



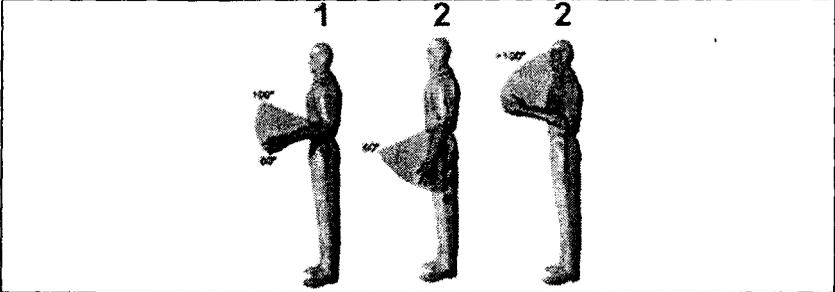
Skor	Posisi
+1	Jika bahu diangkat atau lengan diputar atau dirotasi
+1	Jika lengan diangkat menjauh dari beban
-1	Jika berat lengan ditopang untuk menahan gravitasi

Sumber : <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

5) *Skoring* pada lengan bawah

Berikutnya yang harus dianalisis adalah posisi lengan bawah. Skor postur untuk lengan bawah juga tergantung pada kisaran sudut yang dibentuk oleh lengan bawah selama melakukan pekerjaan. Piktogram pada Tabel 2.9 di bawah ini menunjukkan perbedaan kisaran sudut yang mungkin terjadi. Setelah dilakukan penilaian terhadap sudut pada lengan bawah, maka skor postur pada lengan bawah langsung dapat dihitung.

Tabel 2.9 Ilustrasi Posisi dan Kisaran Sudut Lengan Bawah dan *Skoring*.



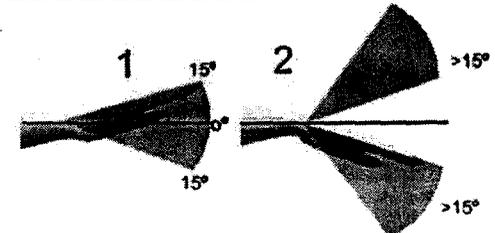
Skor	Kisaran sudut
1	Posisi lengan bawah fleksi antara 60°- 100°
2	Posisi lengan bawah fleksi < 60° atau >100°

Sumber : <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

6) *Skoring* pada pergelangan tangan

Terakhir pengukuran pada grup B adalah menilai posisi pergelangan tangan. Piktogram pada Tabel 2.10 di bawah menunjukkan dua posisi yang perlu dipertimbangkan dalam metode ini. Setelah mempelajari sudut menekuk pada pergelangan tangan, maka akan dilanjutkan dengan penentuan berdasarkan besar kecilnya sudut yang dibentuk oleh pergelangan tangan.

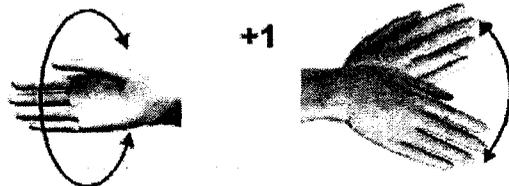
Tabel 2.10 Ilustrasi Posisi dan Kisaran Sudut Pergelangan Tangan dan Skoring



Skor	Kisaran sudut
1	Posisi pergelangan tangan fleksi atau ekstensi antara 0°- 15°
2	Posisi pergelangan tangan fleksi atau ekstensi > 15°

Sumber: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

Tabel 2.11 Ilustrasi Posisi Pergelangan Tangan yang dapat Mengubah Skor



Skor	Posisi
+1	Pergelangan tangan pada saat bekerja mengalami torsi atau deviasi baik <i>ulnar</i> maupun <i>radial</i>

Sumber: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

Skor untuk pergelangan tangan ini akan ditambah dengan 1 (+1), jika pergelangan tangan pada saat bekerja mengalami torsi atau deviasi baik *ulnar* atau *radial* (menekuk ke atas maupun ke bawah), seperti diilustrasikan dengan piktogram pada Tabel 2.11 di atas.

Skoring Group A dan B

Skor individu yang diperoleh dari posisi badan, leher dan kaki (grup A), akan memberikan skor pertama berdasarkan Tabel A.

Tabel 2.12 Skor Awal untuk Group A

Tabel A												
Badan n	Leher											
	1				2				3			
	Kaki				Kaki				Kaki			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	4	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Sumber : <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

Selanjutnya, skor awal untuk grup B berasal dari skor posisi lengan, lengan bawah dan pergelangan tangan berdasarkan Tabel B.

Tabel 2.13 Skor Awal untuk Group B

Tabel B						
Lengan	Lengan Bawah					
	Pergelangan tangan			Pergelangan tangan		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	3	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	9

Sumber : <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

Skoring untuk beban atau force

Besar kecilnya skor untuk pembebanan dan *force* akan sangat tergantung dari berat ringannya beban yang dikerjakan oleh pekerja, penentuan skor didasarkan pada Tabel 2.14 di bawah ini yang selanjutnya disebut "skor A".

Tabel 2.14 Skor untuk Pembebanan atau *Force*

Skor	Posisi
+0	Beban atau <i>force</i> < 5 kg
+1	Beban atau <i>force</i> antara 5-10 kg
+2	Beban atau <i>force</i> > 10 kg
Skor	Posisi
+1	Pembebanan atau <i>force</i> secara tiba-tiba atau mendadak

Sumber: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

Skoring untuk jenis pegangan

Jenis pegangan akan dapat meningkatkan skor pada grup B (lengan, lengan bawah dan pergelangan tangan), kecuali dipertimbangkan bahwa jenis pegangan pada kontainer adalah baik. Tabel 2.15 di bawah menunjukkan kenaikan untuk penerapan pada jenis pegangan. Setelah itu, skor grup B dapat dimodifikasi berdasarkan jenis pegangan, yang selanjutnya disebut “skor B”.

Tabel 2.15 Skoring untuk Jenis Pegangan Kontainer

Skor	Posisi
+0	Pegangan bagus. Pegangan kontainer baik dan kekuatan pegangan berada pada posisi tengah
+1	Pegangan sedang. Pegangan tangan dapat diterima, tetapi tidak ideal atau pegangan optimum yang dapat diterima untuk menggunakan bagian tubuh lainnya.
+2	Pegangan kurang baik. Pegangan ini mungkin dapat digunakan tetapi tidak diterima.
+3	Pegangan jelek. Pegangan ini terlalu dipaksakan, atau tidak ada pegangan atau genggam tangan, pegangan bahkan tidak dapat diterima untuk menggunakan bagian tubuh lainnya.

Sumber : <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

Penentuan dan perhitungan skor C

Tabel C di bawah ini menunjukkan nilai untuk “skor C” yang didasarkan pada hasil perhitungan dari skor A dan skor B.

Tabel 2.16 Skor C terhadap Skor A dan Skor B

		Tabel C											
Skor A	Skor B												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	
2	1	2	2	3	4	5	4	6	6	7	7	8	
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Sumber : <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

Penentuan dan dan perhitungan Final skor “REBA”

Final skor dari metode “REBA” ini adalah merupakan hasil penambahan antara “skor TABEL C” dengan peningkatan jenis aktivitas otot.

Tabel 2.17 *Skoring* untuk Jenis Aktivitas Otot

Skor	Aktivitas
+1	Satu atau lebih bagian tubuh dalam keadaan statis, misalnya ditopang untuk lebih dari 1 menit
+1	Gerakan berulang-ulang terjadi, misalnya repetisi lebih dari 4 kali per menit (tidak termasuk berjalan)
+1	Terjadi perubahan yang signifikan pada postur tubuh atau postur tubuh tidak stabil selama bekerja

Sumber : <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

Selanjutnya, metode “REBA” ini mengklasifikasikan skor akhir ke dalam lima (5) tingkatan. Setiap tingkat aksi menentukan tingkat risiko dan tindakan

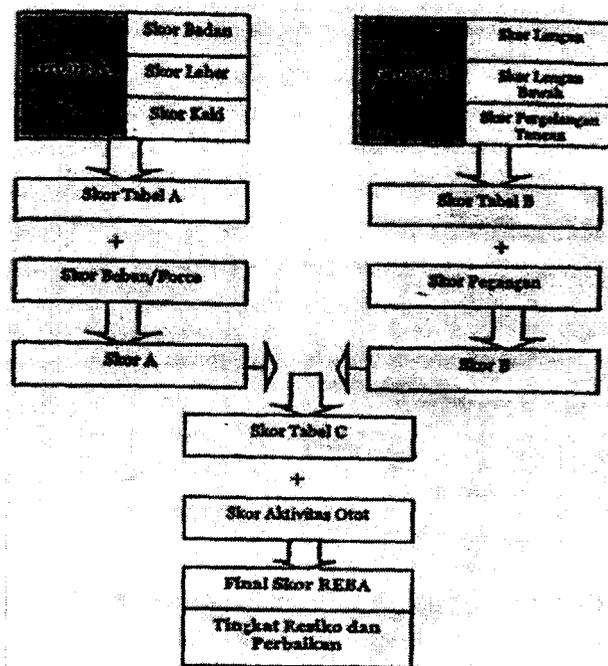
korektif yang disarankan pada posisi yang dievaluasi. Semakin besar nilai dari hasil yang diperoleh, maka akan lebih besar risiko yang dihadapi untuk posisi yang bersangkutan. Nilai 1 menunjukkan risiko yang dapat diabaikan, sedangkan nilai maksimum adalah 15, yang menyatakan bahwa posisi tersebut berisiko tinggi dan harus segera diambil tindakan secepatnya.

Tabel 2.18 Standar Kinerja Berdasarkan Skor Akhir

Skor akhir	Tingkat aksi	Tingkat risiko	Tindakan
1	0	Sangat rendah	Tidak ada tindakan yang diperlukan
2-3	1	Rendah	Mungkin diperlukan tindakan
4-7	2	Sedang	Diperlukan tindakan
8-10	3	Tinggi	Diperlukan tindakan segera
11-15	4	Sangat tinggi	Diperlukan tindakan sesegera mungkin

Sumber : <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/REBA-ayuda.php>

Berikut ini adalah ringkasan alur proses penilaian dengan metode REBA:



Sumber : Tarwaka, 2011

Gambar 2.1 Alur Proses Penilaian dengan Metode REBA

2.3.4 Metode “*Nordic Body Map*” (NBM)

Metode *Nordic Body Map* merupakan metode yang digunakan untuk menilai tingkat keparahan (*severity*) atas terjadinya gangguan atau cedera pada otot-otot skeletal. Sementara itu, metode “OWAS”, ”RULA”, dan “REBA” ditujukan untuk menilai postur tubuh selama periode kerja, menentukan tingkat risiko dan melakukan tindakan perbaikan, tanpa melihat tingkat keparahan atau keluhan yang dialami oleh pekerja. Metode *Nordic Body Map* merupakan metode lanjutan yang dapat digunakan setelah melakukan observasi dengan metode “OWAS”, “RULA” dan “REBA”.

Metode *Nordic Body Map* merupakan metode penilaian yang sangat subjektif, artinya keberhasilan metode ini sangat tergantung dari kondisi dan situasi yang dialami pekerja pada saat dilakukannya penilaian dan juga tergantung dari keahlian dan pengalaman observer yang bersangkutan. Namun demikian, metode ini telah secara luas digunakan oleh para ahli ergonomi untuk menilai tingkat keparahan gangguan pada sistem muskuloskeletal dan mempunyai validitas dan reabilitas cukup baik.

Pada pengaplikasiannya, metode *Nordic Body Map* dengan menggunakan lembar kerja berupa peta tubuh (*body map*) merupakan cara yang sangat sederhana, mudah dipahami, murah dan memerlukan waktu yang sangat singkat (± 5 menit) per individu. Observer langsung dapat mewawancarai atau menanyakan kepada responden, pada otot skeletal bagian mana saja yang nyeri, atau dengan menunjuk langsung pada setiap otot skeletal sesuai yang tercantum dalam lembar kuisisioner *Nordic Body Map*.

Nordic Body Map meliputi 28 bagian otot skeletal pada kedua sisi tubuh yaitu kanan dan kiri, yang dimulai dari anggota tubuh bagian atas yaitu otot leher samapi dengan bagian paling bawah yaitu otot pada kaki. Melalui kuisisioner *Nordic Body Map* maka akan dapat diketahui bagian otot yang nyeri dari tingkat rendah (tidak ada keluhan/cedera) sampai dengan tingkat tinggi (ada keluhan/cedera).

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-hari berikutnya. Untuk mengatasi kondisi tersebut, maka sebaiknya desain pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah melakukan aktivitas kerja (*pre and post test*). Dari perbedaan skor hasil antara sebelum kerja dan sesudah kerja merupakan skor gangguan otot skeletal yang sebenarnya. Pengukuran keluhan muskuloskeletal dengan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* sebaiknya digunakan untuk menilai tingkat keparahan keluhan muskuloskeletal individu dalam kelompok kerja yang cukup banyak atau kelompok sampel yang dapat merepresentasikan populasi secara keseluruhan. Jika metode ini dilakukan hanya untuk beberapa orang pekerja di dalam kelompok populasi kerja yang besar, maka hasilnya tidak akan *valid* dan *reliable*.

Penilaian dengan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* dapat dilakukan dengan berbagai cara, misalnya dengan menggunakan 2 jawaban sederhana yaitu “Ya” (ada keluhan atau rasa sakit pada otot skeletal) dan “Tidak” (tidak keluhan atau tidak ada rasa sakit pada otot skeletal). Tetapi lebih utama untuk menggunakan desain penilaian dengan *skoring* (misalnya, 4 skala linkert).

Apabila digunakan *skoring* dengan skala linkert, maka setiap skor atau nilai haruslah mempunyai definisi operasional yang jelas dan mudah dipahami oleh responden.

Di bawah ini adalah contoh desain penilaian dengan 4 skala linkert, dimana:

- a) Skor 0 = tidak ada keluhan / nyeri pada otot atau tidak ada rasa nyeri sama sekali yang dirasakan oleh pekerja selama melakukan pekerjaan (tidak sakit).
- b) Skor 1 = dirasakan sedikit adanya keluhan atau nyeri otot, tetapi belum mengganggu pekerjaan (agak sakit)
- c) Skor 2 = responden merasakan adanya keluhan/nyeri otot dan sudah mengganggu pekerjaan, tetapi rasa nyeri segera hilang setelah dilakukan istirahat dari pekerjaan (sakit)
- d) Skor 3 = responden merasakan adanya keluhan sangat nyeri pada otot dan nyeri tidak hilang meskipun telah beristirahat yang lama atau bahkan diperlukan obat pereda nyeri otot (sangat sakit).

Dro. Stajeri		Skor		NBM		Dro. Stajeri		Skor	
0. Leher Atas						1. Tengkuik			
1. Bahu kiri						2. Bahu Kanan			
4. Lengan Atas Kiri						5. Punggung			
6. Lengan Atas Kanan						7. Pinggang			
8. Pinggul						9. Pantat			
10. Siku Kiri						11. Siku Kanan			
12. Lengan Bawah Kiri						13. Lengan Bwh Kanan			
14. Pergelangan Tangan Kiri						15. Pergelangan tangan Kanan			
16. Tangan Kiri						17. Tangan Kanan			
18. Paha Kiri						19. Paha Kanan			
20. Lutut Kiri						21. Lutut Kanan			
22. Betis kiri						23. Betis kanan			
24. Pergelangan Kaki Kiri						25. Pergelangan Kaki Kanan			
26. Kaki Kiri						27. Kaki Kanan			
TOTAL SKOR KANAN						TOTAL SKOR KIRI			
TOTAL SKOR INDIVIDU MSD ₂ = TOTAL SKOR KANAN + TOTAL SKOR KANAN									

Sumber : (Tarwaka, 2011)

Gambar 2.2 Lembar Kerja Kuesioner Individu *Nordic Body Map*