

BAB I

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Empiris

Di zaman era globalisasi modern ini, segala sesuatu diciptakan untuk meningkatkan kinerja sehingga meningkatkan efisiensi dan produktifitas di dalam bekerja. Produktivitas sendiri pada hakekatnya meliputi sikap yang senantiasa mempunyai pandangan bahwa metode kerja hari ini harus lebih baik dari metode kerja kemarin dan hasil yang dapat diraih esok harus lebih banyak atau lebih bermutu daripada hasil yang diraih hari ini (Komaruddin, 1992). Untuk pencapaian tersebut, maka dibutuhkan produk atau peralatan yang harus diciptakan sesuai dengan kemampuan penggunaannya agar metode kerja yang dilakukan adalah benar adanya. Dari itu Ergonomi mencoba menyatukan kesenjangan antara pembuat alat dengan masyarakat pengguna dengan maksud agar semua dapat diuntungkan. Ergonomi memberikan keyakinan bahwa kesesuaian produk dengan manusia pengguna produk akan meningkatkan hasil kerja (Santoso, 2013).

Di dalam prinsip Ergonomi, terdapat berbagai macam *tools* yang dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengukuran dan analisa. Berhubungan dengan pembuatan alat maupun produk yang sesuai dengan kebutuhan dari pengguna, salah satu yang dibutuhkan adalah pengukuran bentuk ukuran tubuh atau disebut juga Antropometri. Antropometri adalah studi dan pengukuran dimensi tubuh manusia atau suatu kumpulan data numerik yang terkait dengan karakteristik fisik manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta bagaimana implementasi dari data tersebut untuk penanganan masalah desain (Nurmianto, 1996). Banyak penelitian untuk melakukan desain suatu produk menggunakan antropometri, salah satunya adalah penelitian yang berjudul “Desain Bentuk Fisik Kereta Dorong Sesuai Antropometri Anak-Anak Untuk Penjual Cobek”. Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan desain alat kereta dorong

berdasarkan hasil Antropometri secara rata-rata (pengukuran tinggi bahu, lebar bahu, jarak genggam tangan kebahu, lebar tangan dan diameter genggam tangan). Dengan ukuran kereta yang disesuaikan dengan ukuran antropometri anak-anak (Pralian Delat, 2010).

Dalam bekerja, setiap orang tidak luput akan segala kesalahan. Baik itu dari faktor manusia, proses, maupun dari alat bantu di dalam pekerjaan tersebut, sehingga menyebabkan cedera ataupun kecelakaan kerja itu sendiri. Seperti tertulis di dalam sebuah penelitian dimana kecelakaan kerja yang sering terjadi didalam pengangkatan manual atau *manual material handling* oleh pekerja secara berulang-ulang (*Repetitive*). Dimana pemindahan beban secara manual merupakan pemindahan beban secara manual meliputi penanganan (*Handling*), pemindahan (*Moving*), Pengemasan (*Packaging*), Penyimpanan (*Storing*), dan Pengawasan (*Controlling*) dari material dengan segala bentuknya (Wignjosoebroto, 1996). Sehingga di dalam penelitian ini membutuhkan tools dalam menganalisa batasan beban dalam proses *handling* tersebut yaitu tool rekomendasi batas beban yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara *repetitive* dan dalam jangka waktu yang cukup lama. Disebut juga *Recommended Weight Limit* (Waters, et al, 1994).

Proses dan kebiasaan dari lingkungan kerja itu sendiri sering sekali yang menjadi faktor menyebabkan cedera yang dirasakan oleh pekerja, maka dari itu, perlu dilakukan pengukuran resiko cedera *musculoskeletal disorders*. Menggunakan tools pengukuran resiko cedera *musculoskeletal disorders*, salah satunya adalah RULA atau *Rapid Upper Limb Assesment* yang berupa metode untuk mengiventasikan dan menilai posisi kerja yang dilakukan oleh tubuh bagian atas (McAtamney & Nigel Corlett, 1993). Penelitian terdahulu yang menggunakan metode *RULA* berjudul “Evaluasi Ergonomi Menggunakan Metode RULA (*Rapid Upper Limb Assesment*) Untuk Mengidentifikasi Alat Bantu Pada Mesin Roasting Kopi”. Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa *RULA* merupakan metode untuk aktifitas tubuh bagian atas dimana hasil pengolahan *RULA* akan memberikan tingkat skor dari aktifitasnya, dan tingkat skor tersebut akan mewakili tingkat resiko *musculoskeletal disorder*. *Musculoskeletal Disorder* menurut Grandjean (1993), adalah keluhan pada bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang dimulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit.

Cedera yang dialami oleh para pekerja dapat diatasi dengan beberapa langkah, yaitu mencari penyebab masalah, analisa, eksekusi perbaikan. Salah satu perbaikannya adalah dengan menggunakan alat bantu didalam proses tersebut sehingga tingkat cedera atau kecelakaan kerja pun berkurang. Di dalam perancangan sebuah alat maupun produk, dibutuhkan berbagai macam *Invoice* dari para *Stakeholder* untuk kesesuaian dari pengguna terhadap alat yang dibuat. Dimana keterlibatan *StakeHolder* tersebut adalah sebuah partisipasi yang menjembatani segala keperluan yang dibutuhkan oleh kostumer, partisipasi untuk perbaikan yang Ergonomis atau disebut juga Ergonomi Partisipatori . Menurut St-Vincent, M., Chicoine, D., & Simoneau, S. (1998), Program ergonomi dapat terlihat dan dicapai dengan memastikan bahwa ada upaya untuk berkomunikasi dengan tenaga kerja dan dengan melibatkan *Stakeholders*. Pemilihan Stakeholder sendiri yaitu dengan memilih *Stakeholder* yang merupakan *Expert* dari permasalahan tersebut. Metode Ergonomi partisipatori adalah sebagai keterlibatan seseorang dalam perencanaan dan pengendalian sebagai aktivitas dengan pengetahuan dan kekuatan yang cukup untuk mempengaruhi proses dan hasil dalam rangka mencapai tujuan yang diinginkan (Wilson, 1995). Penelitian yang pernah dilakukan dalam perancangan suatu alat dengan menggunakan ergonomi partisipatori yang berjudul desain pengering kerupuk menggunakan metode ergonomi partisipatori, dari hasil penelitian yang dilakukan disimpulkan bahwa desain pengering yang baru merupakan solusi dari permasalahan yang ada di lapangan terkait pengeringan kerupuk (Hasan & Purnomo, 2014). Dan penelitian yang berjudul rancangan mesin pengupas sabut kelapa berbasis ergonomi partisipatori dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat meningkatkan kapasitas produksi dalam pengupasan sabut kelapa (Widananto & Purnomo, 2013). Berdasarkan kajian empiris yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa banyak penelitian yang menggunakan ergonomi untuk meningkatkan produktifitas serta mengurangi dampak negatif dari kerja. Sehingga dari hasil kajian *literature* di atas dapat dijadikan dasar untuk melakukan penelitian tentang perancangan alat bantu *handling*. Berikut kajian empiris berdasarkan penelitian terdahulu :

Tabel 2.1. Kajian Empiris

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Subjek/Objek
1	(Siswiyanti, 2013)	2013	Analisis Ergonomi desain kursi kerja karyawan PT.YYY	Antropometri	Hasil desain ulang menunjukkan bahwa terdapat pengurangan resiko cedera musculoskeletal dalam penggunaan kursi.
2	(Agus Hasan Hidayat, 2014)	2014	Desain pengering kerupuk menggunakan metode egonomi partisipatori	Ergonomi Partisipatori	Terciptanya alat pengering Kerupuk dari hasil perbaikan desain secara bersama-sama untuk meminimalisir dari masalah yang ada
3	(Yuan, 2015)	2015	Reducing ergonomic injuries for librarians using a participatory approach	Ergonomi partisipatori, RULA, REBA	Perbaikan desain alat kerja dapat mengurangi keluhan resiko cedera para petugas perpustakaan
4	(de Guimarães, Anzanello, Ribeiro, & Saurin, 2015)	2015	Participatory ergonomics intervention for improving human and production outcomes of a Brazilian Furniture Company	OWAS, Ergonomi Partisipatori	Mengintegrasikan makroergonomi dan managemen produksi untuk pekerja sejahtera dan level produksi di Brazilian Furniture Company
5	Muhammad Anshari Fadhilah, Amarria Dila Sari, Hari Purnomo, Muhammad Ragil Suryoputro, Ratih	2015	Perancangan alat bantu kerja pada kerajinan cor alumunium dengan ergonomi partisipatori	Nordic body map dan plibel, Antropometri dewasa, ergonomi partisipatori	Perancangan alat bantu cor dapat meringankan keluhan musculoskeletal para pekerjanya

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Subjek/Objek
	Dianingtyas Kurnia				
6	Didik Adji Sasongko, Hari Purnomo	2017	Perancangan ulang rak penyimpan galon dan alat bantu angkat dengan metode Ergonomi Partisipatori	Ergonomi Partisipatori, Focus Grup Discussion, Lifting Index	Perancangan ulang rak penyimpanan galon mengurangi resiko cedera oleh MSD's .Dan dengan hasil Lifting index yang turun dengan penggunaan alat
7	(Taifa & Desai, 2017)	2017	Anthropometric Measurement For Ergonomic Design of Students Furniture In India	Child Anthropometrics	bahwa koleksi data tersebut dapat membantu dalam membuat ukuran desain furniture yang lebih baik dan hal tersebut dapat mengurangi permasalahan ergonomi termasuk MSDs.
8	(Alojado, Custodio, Lasala, & Marigomen, 2015)	2015	Designing an ergonomic injuries for Pedicuriest and Manicurist in Quezon City, Philippines	Ergonomi partisipatori, RULA, REBA	keluhan cedera pada pekerjaan pedicure dan medicure dapat teratasi dengan desain yang dibuat
9	(Hari Purnomo, 2013)	2015	Rancangan mesin pengupas, penghancur dan pengayak sabut kelapa	Ergonomi Partisipatori	Mesin pengupas, penghancur dan pengayak sabut

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Subjek/Objek
10	(Joni Setiawan, 2014)	2014	Analisis kesesuaian kursi pembatik terhadap kondisi antropometri pekerja batik tulis	Antropometri	Dibutuhkan perancangan kursi pembatik yang sesuai dengan persentil dan dimensi tubuh pekerja dan kesesuaian SNI yang perlu diperhatikan
11	(Deasy M. Pardede , Prof. Dr. Ir. A. Rahim Matondang, MSIE , Dr. Eng. Listiani Nurul Huda, 2013)	2013	Analisa ergonomi desain kursi kerja karyawan PT. YYY	SNQ, Postur Kerja, Antropometri dewasa	Pengurangan resiko cedera <i>Musculoskeletal</i> menggunakan hasil desain ulang Kursi
12	(Tappin, Vitalis, & Bentley, 2016)	2016	The aplication of an industry level participatoy ergonomics approah in developing MSD interventions	Ergonomi participatory, MIHSF	adanya identifikasi range dari keluhan <i>Musculuskeletal</i>
13	(AFIF, 2016)	2017	Perancangan produk meja dan kursi alat bantu ergonomis menggunakan metode <i>ergonomic function deployment</i>	RULA, EFD dan <i>Antropometri</i>	Perancangan produk meja dan kursi alat bantu menghasilkan penurunan resiko cedera setelah dilakukan perbaikan
14	(Glina, Cardoso, Isosaki, & Rocha, 2011)	2011	Participatory ergonomics : understanding the constributons of reflection groups in a hospital food service	Ergonomi Partisipatori	kontribusi ergonomi dan industri yang merupakan keuntungan dari RG dalam pemecahan masalah di Hospital

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Subjek/Objek
15	(Pralian, 2010)	2010	Desain Bentuk Fisik Kereta Dorong Sesuai Antropometri Anak-anak Untuk Penjualan Cobek	Antropometri anak	Dengan data antropometri Anak dan persentil yang ditetapkan didapatkan desain alat bantu berupa kereta dorong yang ergonomis.
16	(Muslimah, Pratiwi, & Rafsanjani, 2006)	2006	Analisis Manual Material Handling Menggunakan Niosh Equation	Niosh Equation	Hasil pengukuran terhadap 4 orang pekerja memiliki beban atau LI > 1 dan berpotensi menyebabkan MSD's .
17	(Ranavolo et al., 2017)	2017	Mechanical Lifting Energy Consumption In Work Activities Designed By Means of The " NIOSH Lifting Equation "	Niosh Equation	Analisis mengenai beban LI menunjukkan hasil yang signifikan terhadap anggota tubuh dan beban dengan hasil cedera pada L5 S1
18	Butree Kaden, Kritsada Wannapa, and Preecha Khansri	2015	Study of Ergonomic Risks in Wooden Furniture Production	RULA	hasil penilaian RULA yaitu postur lengan bawah, batang dan leher operator adalah dalam skor resiko tinggi pada penyimpanan bahan dan penanganan dan desain workstation
19	(Nazarino, 2013)	2013	Rancang bangun mesin pengupas kelapa Berdasarkan antropometri untuk mengurangi	Antropometri	Rancang bangun mesin pengupas kelapa menggunakan data antropometri tubuh petani kelapa terbukti mengubah posisi tubuh petani dalam

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Subjek/Objek
			Kelelahan dan meningkatkan produktivitas		pengupasan kelapa sehingga petani merasakan aman dan nyaman dalam menggunakan alat.
20	Abdurrahman Wahid	2018	Perancangan Alat Bantu <i>Handling</i> untuk pengangkatan Kabinet Top Board Rear dan Top Board Front Menggunakan Metode <i>Partisipatory Ergonomic</i>	Ergonomi Partisipatori, Rula, Antropometri, Niosh Lifting Index	Dengan adanya analisis beban kerja dan tingkat cedera yang penulis dapat merekomendasikan perancangan alat bantu <i>Handling</i> yang membantu proses pekerjaan tanpa adanya cedera di PT.Yamaha Indonesia(Piano)

2.2 Kajian Teori

Kajian teori merupakan kutipan yang diambil dari buku maupun publikasi ilmiah yang relevan yang bisa mendukung proses penelitian yang dilakukan. Berikut kajian teori yang menjadi landasan penelitian ini :

2.2.1 Ergonomi

Ilmu ergonomi muncul pada perang dunia II, pada waktu itu pemerintah Inggris menggunakan metode ini pada berbagai operasi militer. Sebagai dasar penekanannya bahwa pada perancangan yang serba otomatis ternyata peralatan tersebut tidak begitu ampuh kegunaannya yang disebabkan operator tidak mampu menguasai pengoperasian dari peralatan tersebut. Hancurnya pesawat-pesawat terbang, kapal-kapal dan persenjataan lainnya semata-mata karena alat-alatnya tersebut dirancang tanpa memperhatikan kemampuan dan keterbatasan manusia sebagai operator, (Purnomo, 2004).

Kata ergonomi berasal dari bahasa Yunani dan terdiri dari 2 kata yaitu *ergos* dan *nomos* yang memiliki arti kerja dan aturan atau kaidah (Purnomo, 2004). Menurut Bridger (2003), ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia

dengan mesin dan faktor lain yang mempengaruhi. Menurut Corlett & Clark (1995), Ergonomi adalah studi dari kemampuan manusia dan karakteristik yang mempengaruhi perancangan peralatan dan sistem kerja. Ergonomi adalah ilmu, seni, dan penerapan teknologi untuk menarasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik (Tarwaka et al., 2004). Tujuan umum dari penerapan ilmu ergonomi menurut Tarwaka et al. (2004), adalah sebagai berikut:

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

2.2.2 *Manual Material Handling*

Pengertian pemindahan beban secara manual, menurut *American Material Handling Society* bahwa *material handling* dinyatakan sebagai seni dan ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), Pengemasan (*packaging*), penyimpanan (*storing*) dan pengawasan (*controlling*) dari material dengan segala bentuknya. (Wignjosoebroto, 1996).

Biomekanika adalah disiplin sumber ilmu yang mengintegrasikan faktor-faktor yang mempengaruhi gerakan manusia, yang diambil dari pengetahuan dasar seperti fisika, matematika, kimia, fisiologi, anatomi dan konsep rekayasa untuk menganalisa gaya yang terjadi pada tubuh.

Kinerja fatal dan kenyamanan dari pekerja sudah terbukti sangat menunjang tingkat produktivitas pekerja. Dengan demikian, para penanggung jawab keselamatan dan kenyamanan kerja harus memikirkan faktor bahaya-bahaya biomekanika. Sebaiknya aktifitas MMH tidak membahayakan pekerja dan tidak menimbulkan rasa sakit pada

pekerja. Sebaiknya aktivitas MMH tidak membahayakan pekerja dan tidak menimbulkan sakit pinggang, sakit pundak atau pergelangan tangan yang membuat pekerja menderita.

Recommended Weight Limit (RWL) merupakan rekomendasi batas beban yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara *repetitive* dan dalam jangka waktu yang cukup lama. RWL ini ditetapkan oleh NIOSH pada tahun 1991 di Amerika Serikat. Persamaan NIOSH berlaku pada keadaan : (Waters, et al; 1994)

1. Beban yang diberikan adalah beban statis, tidak ada penambahan ataupun pengurangan beban ditengah-tengah pekerjaan.
2. Beban diangkat dengan kedua tangan.
4. Pengangkatan atau penurunan benda dilakukan dalam waktu maksimal 8 jam.
5. Pengangkatan atau penurunan benda tidak boleh dilakukan saat duduk atau berlutut.
6. Tempat kerja tidak sempit.

Berdasarkan sikap dan kondisi sistem kerja pengangkatan beban dalam proses pemuatan barang yang dilakukan oleh pekerja dalam eksperimen, penulis melakukan pengukuran terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pengangkatan beban dengan acuan ketetapan NIOSH. Persamaan untuk menentukan beban yang direkomendasikan untuk diangkat seorang pekerja dalam kondisi tertentu menurut NIOSH adalah sebagai berikut :

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \dots \dots \dots (2.1)$$

LC : (<i>Lifting Constanta</i>) konstanta pembebanan	= 23 kg
HM : (<i>Horizontal Multiplier</i>) faktor pengali horisontal	= $25/H$
VM : (<i>Vertical Multiplier</i>) faktor pengali vertikal	= $1 - 0,003 [V - 75]$
DM : (<i>Distance Multiplier</i>) faktor pengali perpindahan	= $0,82 + 4,5/D$
AM : (<i>Asymetric Multiplier</i>) faktor pengali asimetrik	= $1 - 0,0032 A^{(0)}$
FM : (<i>Frequency Multiplier</i>) faktor pengali frekuensi	= Pada Tabel
CM : (<i>Coupling Multiplier</i>) faktor pengali kopling (<i>handle</i>)	= Pada Tabel

Catatan :

H = Jarak horizontal posisi tangan yang memegang beban dengan titik pusat tubuh.

V = Jarak vertikal posisi tangan yang memegang beban terhadap lantai

D = Jarak perpindahan beban secara vertikal antara tempat asal sampai tujuan

A = Sudut simetri putaran yang dibentuk antara tangan dan kaki.

Untuk *Frequency Multiplier* (FM) adalah :

1. Durasi pendek : 1 jam atau kurang.
2. Durasi sedang : antara 1 – 2 jam.
3. Durasi panjang : 2 – 8 jam.

Untuk *Coupling Multiplier* (CM) adalah :

a. Kriteria *Good*, adalah :

1. Kontainer atau Box merupakan design optimal, pegangan tidak licin.
2. Benda yang di dalamnya tidak mudah tumpah.
3. Tangan dapat dengan nyaman meraih box tersebut.

b. Kriteria *Fair*, adalah :

1. Kontainer atau Box tidak mempunyai pegangan.
2. Tangan tidak dapat meraih dengan mudah.

c. Kriteria *Poor*, adalah :

1. Box tidak mempunyai *Handle*/pegangan.
2. Sulit dipegang (Licin, Tajam, dll).
3. Berisi barang yang tidak stabil, (Pecah, Jatuh, Tumpah, dll).
4. Memerlukan sarung tangan untuk mengangkatnya.

Setelah nilai RWL diketahui, selanjutnya perhitungan *Lifting Index*, untuk mengetahui *index* pengangkatan yang tidak mengandung resiko cedera tulang belakang, dengan persamaan :

$$LI = \frac{\text{Berat Objek}}{\text{RWL(Recommended Weight Lifted)}} \dots\dots\dots(2.2)$$

1. Jika $LI > 1$, berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung resiko cedera tulang belakang.
2. Jika $LI < 1$, berat beban yang diangkat tidak melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut tidak mengandung resiko cedera tulang belakang (Waters, et al; 1993).

2.2.3 Keluhan *Musculoskeletal*

Keluhan *musculoskeletal* menurut Grandjean (1993), adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang dimulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima bagian statis secara berulang dan dalam waktu yang lama akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen, dan tendon. Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu sebagai berikut (Tarwaka et al., 2004):

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

Adanya keluhan otot skeletal yang terkait dengan ukuran tubuh manusia lebih disebabkan oleh tidak adanya kondisi keseimbangan struktur rangka di dalam menerima beban, baik beban berat tubuh maupun beban tambahan lainnya (Wignjosoebroto, 2008). Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal (Tarwaka et al., 2004), 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.

2. Aktivitas yang berulang

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

3. Sikap kerja yang tidak alamiah

Sikap kerja tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian-bagian tubuh terus bergerak menjauhi posisi ilmiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat. Semakin jauh posisi bagian tubuh dari pusat gravitasi tubuh maka semakin tinggi pula resiko terjadinya keluhan otot skeletal.

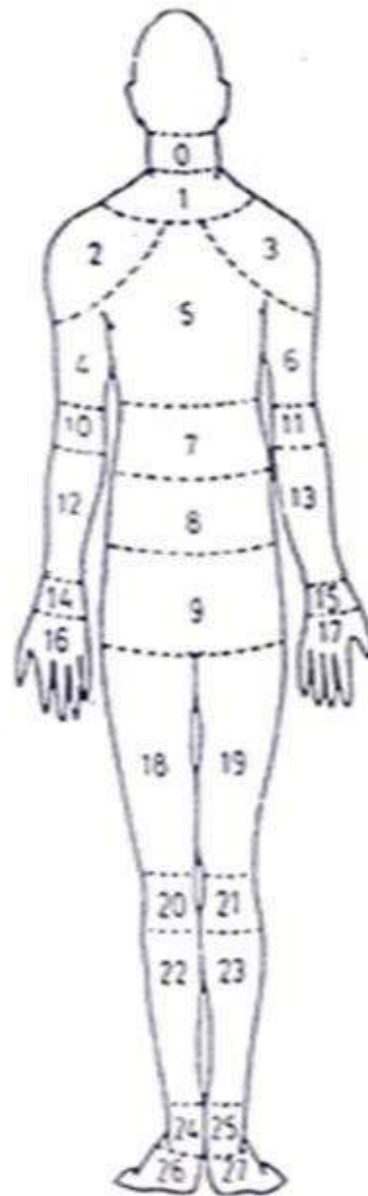
2.2.4 *Nordic Body Map*

Adanya keluhan otot skeletal yang terkait dengan ukuran tubuh manusia lebih disebabkan oleh tidak adanya kondisi keseimbangan struktur rangka didalam menerima beban, baik beban berat tubuh maupun beban tambahan lainnya. Melalui pendekatan secara subjektif adanya keluhan otot skeletal dapat diukur dan dianalisa dengan baik. Penggunaan nilai subjektif telah mencakup beberapa fenomena yang terjadi dalam psikologis, biomekanis dan pengukuran teknis, serta menjadi cara yang paling mudah untuk dinilai dan diinterpretasikan (Kroemer, 2001).

Nordic Body Map merupakan salah satu alat ukur subjektif berupa kuesioner yang digunakan untuk mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan mulai dari rasa tidaknyaman sampai sangat sakit (Corlett, 1992). Gambar 2.2 merupakan gambaran dari *Nordic body map* sebagai berikut:

Keterangan gambar:

0. Leher bagian atas
1. Leher bagian bawah
2. Bahu kiri
3. Bahu kanan
4. Lengan atas kiri
5. Punggung
6. Lengan atas kanan
7. Pinggang
8. Bokong
9. Pantat
10. Siku kiri
11. Sikukanan
12. Lengan bawah kiri
13. Lengan bawah 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. Betiskanan
24. Pergelangan kaki kiri
25. Pergelangan kaki kanan
26. Kaki kiri
27. Kaki kanan.



Gambar 2.1 *Nordic Body Map*

2.2.5 Kelelahan

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat (Tarwaka, 2015). Kelelahan diatur secara sentral oleh otak. Kelelahan diklasifikasi dalam dua jenis, yaitu kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot adalah merupakan tremor pada otot/perasaan nyeri pada otot. Sedangkan kelelahan umum biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh karena monotomi, intensitas dan lamanya kerja fisik, keadaan lingkungan, sebab sebab mental, status kesehatan dan keadaan gizi (Grandjean, 1993).

Makin berat beban yang dikerjakan dan semakin tidak teraturnya pergerakan, maka timbul kelelahan akan semakin cepat. Menurut Grandjean (1993), bahwa salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya beban kerja adalah dengan menghitung nadi kerja, konsumsi oksigen, kapasitas ventilasi paru dan suhu inti tubuh. Menurut Grandjean (1991), menjelaskan bahwa faktor penyebab terjadinya kelelahan sangat bervariasi, dan untuk memelihara/mempertahankan kesehatan dan efisiensi, proses penyegaran harus dilakukan di luar tekanan. Faktor-faktor penyebab kelelahan adalah seperti berikut (Tarwaka et al., 2004):

1. Penyembuhan/penyegaran
2. *Circadian rhythm*
3. Lingkungan: iklim, penerangan, kebisingan, getaran.
4. Intensitas dan lamanya kerja fisik dan mental
5. Problem fisik: Tanggung jawab, kekawatiran konflik
6. Kenyerian dan kondisi kesehatan
7. Nutrisi
8. Tingkat kelelahan.

Agar dapat menghilangkan kekelelahan dengan tepat, maka perlu mengetahui penyebab terjadinya kekelelahan. Berikut akan diuraikan secara skematis antara faktor penyebab terjadinya kekelelahan, penyegaran dan cara menangani kekelelahan agar tidak menimbulkan resiko yang lebih parah (Tarwaka et al., 2004), uraian disajikan dengan gambar 2.3 seperti berikut:



Gambar 2.2 Sebab dan Perbaikan Kelelahan

(Sumber: Tarwaka et al., 2004)

2.2.6 Antropometri

Istilah antropometri sendiri berasal dari kata "Anthro" yang berarti manusia dan "Metri" yang berarti ukuran (Bridger, 2003). Antropometri adalah studi dan pengukuran dimensi tubuh manusia suatu kumpulan data numerik yang terkait dengan karakteristik fisik manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta bagaimana implementasi dari data tersebut untuk penanganan masalah desain (Nurmianto, 1996). Antropometri juga diartikan

sebagai pengukuran dimensi fisik tubuh manusia atau fungsi-fungsi dari tubuh termasuk di dalamnya dimensi linier, berat tubuh sampai *range* dari gerakan anggota tubuh. Ketidak sesuaian antropometri terhadap suatu mesin. Alat kerja akan berdampak ketidaknyamanan, tetapi juga berdampak hal negatif lainnya. Dampak yang akan ditimbulkan seperti berikut:

1. Kerja otot berlebihan.
2. *Produktivitas* kerja yang menurun.
3. Resiko terjadinya kesalahan kerja.
4. Pegal dan ngilu pada bagian sistem kerangka otot.

Ada 3 filosofi dasar untuk suatu desain yang digunakan oleh ahli-ahli ergonomic sebagai data antropometri yang diaplikasikan (Niebel & Freivalds A, 2002) yaitu:

1. Perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim.
2. Perancangan produk yang bisa dioperasikan di antara rentang ukuran tertentu.
3. Perancangan produk dengan ukuran rata-rata.

Antropometri dapat dibagi menjadi atas antropometri *structural* (statis) dan antropometri fungsional (dinamis). Antropometri statis adalah pengukuran keadaan dan ciri-ciri fiksi manusia dalam posisi diam pada dimensi–dimensi dasar fisik, meliputi panjang segmen atau tubuh, lingkaran bagian tubuh, massa bagian tubuh. Antropometri dinamis adalah pengukuran keadaan dan ciri-ciri fisik manusia ketika melakukan gerakan-gerakan yang mungkin terjadi saat bekerja berkaitan dengan dimensi fungsional, misalnya tinggi duduk, panjang jangkauan. Faktor faktor yang mempengaruhi dalam dimensi tubuh manusia adalah sebagai berikut (Wickens et al., 2004) :

1. Umur

Ukuran tubuh manusia akan berkembang dari saat lahir sampai kira-kira berumur 20 tahun untuk pria dan 17 tahun untuk wanita. Kemudian manusia akan berkurang ukuran tubuhnya saat manusia berumur 60 tahun.

2. Jenis Kelamin

Pada umumnya pria memiliki dimensi tubuh yang lebih besar kecuali dada dan pinggul.

3. Suku Bangsa (Etnis)

Variasi dimensi akan terjadi, karena pengaruh etnis.

4. Pekerjaan

Aktivitas kerja sehari-hari juga menyebabkan perbedaan ukuran tubuh manusia.

Selain faktor-faktor di atas, masih ada beberapa kondisi tertentu yang menyebabkan terjadinya pengaruh variabilitas ukuran dimensi tubuh manusia yang harus diperhatikan sebagai berikut:

1. Cacat tubuh

Data antropometri akan diperlukan untuk perancangan produk bagi orang-orang cacat.

2. Tebal/tipisnya pakaian yang harus dikenakan,

Faktor iklim yang berbeda akan memberikan variasi yang berbeda pula dalam bentuk rancangan dan spesifikasi pakaian. Artinya, dimensi orang akan berbeda dalam satu tempat dengan tempat yang lain.

3. Kehamilan (*pregnancy*)

Kondisi semacam ini jelas akan mempengaruhi bentuk dan ukuran dimensi tubuh (untuk perempuan) dan tentu saja memerlukan perhatian khusus terhadap produk-produk yang dirancang bagi segmentasi seperti itu.

Dalam perancangan data antropometri biasanya digunakan dalam bentuk persentil. Persentil menunjukkan jumlah bagian per seratus orang dari suatu populasi yang memiliki ukuran tubuh tertentu. Informasi tentang persentil ini penting untuk menetapkan persentase populasi pengguna yang akan diakomodasi oleh produk yang dirancang.

2.2.7 Ergonomi Partisipatori

Menurut Wilson (1995), mendefinisikan ergonomi partisipatori sebagai keterlibatan seseorang dalam perencanaan dan pengendalian sebagai aktivitas dengan pengetahuan dan kekuatan yang cukup untuk mempengaruhi proses dan hasil dalam rangka mencapai tujuan yang diinginkan. Kemudian (Kuorinka, 1997), menyebutkan ergonomi partisipasi merupakan ergonomi praktis dengan partisipasi dari pelaku yang berkepentingan dalam pemecahan masalah. Partisipasi tidak hanya sebagai formalitas atau partisipasi *representative*. Pada prinsipnya ini meliputi semua tingkat hirarki dengan mengajak partisipasi dari mereka yang mungkin memiliki pengalaman mendalam tentang masalah tersebut. Dengan demikian, ergonomi partisipatori merupakan proses pemecahan

masalah ergonomi dalam suatu sistem dengan melibatkan pihak terkait dari proses perencanaan sampai pada implementasi (Purnomo & Johan, 2008). Kemudian (De Jong, 2004) menyatakan bahwa ergonomi partisipatori mempunyai tiga tahapan, yaitu adalah sebagai berikut:

1. Seleksi partisipan; Pada tahap ini partisipan belum berperan secara penuh karena proses seleksi ditentian oleh peneliti itu sendiri.
2. Desain dan pengembangan; Tahap ini merupakan tahap desain dan pengembangan sistem atau produk yang menjadi inovasi dan peneliti setelah mendapat masukan dari partisipan
3. Impelementasi; Sistem atau produk yang telah dirancang akan diuji cobakan pada partisipan itu sendiri.

Proses ergonomi partisipatori memungkinkan pekerja untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor resiko ergonomi yang dapat mempengaruhi perilaku serta kesehatan di tempat kerja (Robertson, 2000). Dengan adanya pendekatan ergonomi partsipatori maka semua orang yang terlibat akan merasa terlibat, berkontribusi dan bertanggungjawab tentang apa yang dikerjakan. Menurut Namagachi (1995), terdapat empat syarat untuk sukses dalam penerapan ergonomi partisipatori yaitu sebagai berikut:

1. Partisipasi: dimana partisipasi memungkinkan seseorang untuk berbagi pemahaman tentang masalah yang mereka hadapi dan bersedia menerima perbaikan yang mereka lakukan karena merupakan hasil dari gagasan mereka sendiri.
2. Organisasi: Dimana dukungan dari organisasi lapisan atas perlu dilakukan untuk mengakomodir dan menindaklanjuti masukan perbaikan dari organisasi lapisan bawah yang telah memahami pekerjaan mereka.
3. Metode dan alat ergonomi dimana seluruh pihak yang terlibat membutuhkan pengetahuan dan pemahaman tentang prinsip-prinsip ergonomi yang terkait dengan pekerjaan mereka.
4. Konsep rancangan pekerjaan: Dimana terdapat dua konsep utama yaitu mikro ergonomi dan makro ergonomi. Kedua konsep menegaskan bahwa kesejahteraan karyawan (sudut pandang mikro) sama baiknya dengan efektifitas organisasi (sudut pandang makro).

2.2.8 Focus Grup Discussion

Pengertian awal mengenai metode *Focus Grup Discussion* menurut Kitzinger dan Barbour (1999), adalah melakukan eksplorasi suatu isu/fenomena khusus dari diskusi suatu kelompok individu yang berfokus pada aktivitas bersama diantara para individu yang terlibat didalamnya untuk menghasilkan suatu kesepakatan bersama. Aktivitas para individu/ partisipan yang terlibat dalam kelompok diskusi tersebut antara lain saling berbicara dan berinteraksi dalam memberikan pertanyaan, dan memberikan komentar satu dengan lainnya tentang pengalaman atau pendapat diantara mereka terhadap suatu permasalahan/isu sosial untuk diselesaikan dalam kelompok diskusi tersebut. *Focus Group Discussion* (FGD) juga merupakan tools dalam pengambilan keputusan terhadap alternative-alternatif yang sudah di diskusikan terlebih dahulu. FGD dimaksudkan untuk menghindari permaknaan yang salah dari seorang peneliti terhadap fokus masalah yang sedang diteliti. Ciri khas metode FGD yang tidak dimiliki oleh metode riset kualitatif lainnya adalah interaksi antara peneliti dengan informan dan informan dengan informan penelitian (Sutopo, 2006). Seperti didalam penelitian sebelumnya dimana FGD digunakan sebagai alat pengumpulan data *pra-research* yang bertujuan untuk mendapatkan data dan gambaran awal (skema) dimana untuk selanjutnya akan dilakukan tahap penyesuaian spesifikasi suatu hal yang ingin di buat atau di lakukan hingga tujuan dari FGD tercapai.

2.2.9 Rula

Rula atau *Rapid Upper Limb Assesment* adalah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi yang menginventasikan dan menilai posisi kerja yang dilakukan oleh tubuh bagian atas (McAtamney & Corlett, 1993). Metode ini digunakan untuk mengambil nilai postur kerja dengan cara mengambil sampel postur dari satu siklus kerja yang dianggap mempunyai resiko berbahaya bagi kesehatan si pekerja lalu dilakukan penilaian dengan *scoring*. Tujuan dari metode RULA adalah sebagai berikut:

1. Menyediakan perlindungan yang cepat dalam pekerjaan.
2. Mengidentifikasi usaha yang dibutuhkan otot yang berhubungan dengan postur tubuh saat bekerja.
3. Memberikan hasil yang dapat dimasukkan dalam penilaian ergonomi yang luas.
4. Mendokumentasikan postur tubuh saat kerja, dengan ketentuan: Tubuh dibagi menjadi dua grup yaitu A (lengan atas dan bawah dan pergelangan tangan) dan B (leher, tulang belakang, dan kaki).

5. Jarak pergerakan dari setiap bagian tubuh diberi nomor.
6. *Scoring* dilakukan terhadap kedua sisi tubuh.

Setelah data masing-masing grup dikumpulkan maka dilakukan pengolahan data dari informasi yang didapat sehingga akan menghasilkan skor tunggal yang akan mewakili tingkat resiko *Musculoskeletal Disorder*, adapun skornya dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Score Tingkat Cedera Pada Pembobotan RULA
(Sumber: Tarwaka., 2015)

Score	Tingkat Resiko
1-2	Resiko diabaikan, tidak perlu penanganan
3-4	Resiko rendah, perlu dibutuhkan
5-6	Resiko sedang, penangan lebih lanjut, butuh perubahan segera
6+	Sangat beresiko, Lakukan perubahan Sekarang