

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian yang akan dilaksanakan diperlukan dasar-dasar argumentasi ilmiah yang berhubungan dengan konsep-konsep yang dipermasalahkan dalam penelitian dan akan dipakai dalam analisis. Dalam bab ini akan dijelaskan beberapa argumentasi dan teori yang digunakan dalam penelitian.

2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian terdahulu yang mendasari penelitian ini antara lain:

1. Pratiwi (2014), melakukan penelitian RULA dan REBA pada pembuat gerabah di Yogyakarta. Pengambilan data postur tubuh dilakukan pada proses pembentukan karena hampir 80% waktu yang dibutuhkan untuk pengerajin menyelesaikan pekerjaannya, adapun sikap kerja sangat bervariasi tergantung dari produk yang akan dibuat. Pengumpulan data meliputi perekaman aktivitas pengerajin dilakukan selama *capture* 5 detik, pemilihan postur kerja yang berbeda dan muncul 10 macam postur kerja, selanjutnya melakukan pengukuran sudut tiap segmen meliputi: bagian leher, punggung, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, putaran pergelangan tangan, dan kaki. Selain itu dilakukan pengukuran: penggunaan otot, berat beban, penggunaan tenaga, faktor *coupling*, dan aktivitas *score*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada metode RULA, postur 3 dan 8 mendapatkan hasil *score* 7 yang berarti masuk dalam *action* 4 bahwa kondisi ini berbahaya maka pemeriksaan dan perubahan diperlukan dengan segera. Metode REBA, postur 2 dengan *grand score* 7, yang berarti risiko cedera tinggi sehingga tindakan perbaikan perlu segera dilakukan.
2. Susihono (2013), melakukan perbaikan metode kerja pada perusahaan konstruksi dan fabrikasi, pengamatan awal telah dilakukan pada perusahaan ini dan terdapat beberapa pekerjaan yang dapat menimbulkan cedera, dari kuisisioner *Nordic Body Map* diketahui keluhan yang dirasakan pekerja, seperti sakit atau kaku pada leher bagian atas sebesar 61%, kaku di leher bagian bawah 53%, sakit di punggung 69%, sakit pada lengan kanan 46%, sakit pada pinggang 53% dan sakit di bagian betis 53%, sakit pergelangan kaki 46% dari 13 pekerja. Kondisi ini dapat menimbulkan potensi cedera punggung (*low back pain*) dan keluhan musculoskeletal yang berkepanjangan, sehingga harus segera dilakukan perbaikan kerja dalam waktu

singkat. Metode RULA merupakan metode untuk meminimalisir pekerjaan dari ergonomi hazard, juga merupakan program pengendalian kelelahan pada pekerja, mengevaluasi postur tubuh, kekuatan yang dibutuhkan dan gerakan otot pekerja pada saat sedang bekerja. Hasil diperoleh skor RULA 6 pada proses preparation tahap pengerjaan membuat pola dan skor 7 pada proses cutting, assembling, finishing proses mengoprasikan alat. Prioritas gerakan kerja yang harus diperbaiki adalah saat proses mengambil tools, gerakan saat menghidupkan dan mematikan mesin dan gerakan saat mengoperasikan mesin. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan penambahan fasilitas kerja dan re-layout menyimpan alat.

3. Trihastuti (2013), Penelitian untuk mengurangi kelelahan muskuloskeletal pada karyawan pada studi kasus di PT. XYZ Surabaya dengan menganalisis postur dan metode kerja karyawan saat ini serta kelelahan muskuloskeletal yang ditimbulkan. Pengumpulan data dilakukan dengan metode kuesioner (Standard Nordic Questionnaire), observasi, wawancara, dan studi pustaka. Data diolah dengan menggunakan analisis reliabilitas, normalitas, penggunaan RULA *Worksheet*, analisis pengukuran beban kerja menggunakan metode *lifting index*, dan metode perancangan produk dari proses pengembangan konsep hingga pembuatan *prototype*. Penelitian dilakukan di PT. XYZ Surabaya dengan objek penelitian karyawan bagian assembling. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa sebagian besar karyawan mengalami kelelahan muskuloskeletal. Untuk menanggulangnya, peneliti merancang kursi *prototype* ergonomis yang sesuai dengan antropometri tubuh karyawan dan beberapa perbaikan pada metode kerja dan *layout* stasiun kerja.
4. Elza (2008), melakukan sebuah penelitian penilaian risiko yang dilakukan pada pengerajin soket tradisional Silukang di Sumatra Barat untuk mengetahui tingkat risiko ergonomi serta menggambarkan keluhan yang berkaitan dengan *Muskuloskeletal Disorders* pada pengerajin. Penelitian bersifat deskriptif analitik dengan desain penelitian *cross sectional*. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan observasi dan penyebaran kuesioner pada pengerajin. Dari hasil penelitian diketahui bahwasannya pekerjaan bertenun songket memiliki tingkat risiko ergonomi tinggi (dengan skor RULA 7). Keluhan *muskuloskeletal disorders* yang paling sering ditemukan adalah keluhan pada pinggang sebanyak 80% , bahu kanan sebesar 74%, dan pinggang sebanyak 72%.

Dari hasil penelitian terdahulu diatas yang menjadi dasar perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian terdahulu dapat ditunjukkan pada Table 2.1 ini.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Karateristik Penelitian	Nama Peneliti				
	Elza (2008)	Trihastuti (2013)	Susihono (2013)	Pratiwi (2014)	Lammalif (2014)
Judul Penelitian	Gambaran Tingkat Risiko Ergonomi dan Keluhan Musculoskeletal Disorders pada Pengerajin Songket Tradisional Silungkang, Sumatra Barat	Analisis Perbaikan Postur dan Metode Kerja Untuk Mengurangi Kelelahan Musculoskeletal Disorders	Perbaikan Metode Kerja Berdasarkan Rapid Upper Limb Assessment (RULA) pada Perusahaan Konstruksi dan Fabrikasi	Evaluasi Postur Kerja pengerajin Gerabah Menggunakan RULA dan REBA	Analisi Postur kerja di PT. Jaykay Files Indonesia dengan Menggunakan Metode RULA, REBA, dan Mutual Liberty Tables
Metode yang Digunakan	RULA, REBA, dan QEC (Quick Exposure Checklist),	Nordic Body Map dan RULA	RULA	RULA dan REBA	RULA, REBA, Mutual Liberty Tables
Obyek Penelitian	Pengerajin Songket di Silungkang, Sumatra Barat	Metode Kerja Pada PT. XYZ	Pada Perusahaan Konstruksi dan Fabrikasi PT. MFG	Pengerajin Gerabah di Yogyakarta	Departemen Produksi di Perusahaan PT. Jaykay Files Indonesia

2.2 PENGERTIAN ERGONOMI

Menurut Wignjosoebroto (2000), ergonomi atau *ergonomis* (dalam bahasa Inggris) berasal dari bahasa Yunani yaitu *Ergo* yang berarti kerja dan *Nomos* yang berarti hukum. Dengan demikian Ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia yang berkaitan dengan pekerjaannya. Fokus perhatian dari Ergonomi ialah aspek-aspek manusia dalam perencanaan “*man-made objects*” dan lingkungan kerjanya.

Ergonomi juga dapat didefinisikan sebagai suatu disiplin ilmu tentang manusia yang ditinjau dari segi anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan perancangan. Ergonomi juga terkait sebagai metode untuk optimasi, efisiensi, keselamatan, kesehatan, dan kenyamanan manusia di tempat kerjanya. Menurut *International Labour Organisation* (ILO), kajian ergonomi meliputi berbagai kondisi kerja yang dapat mempengaruhi kesehatan dan kenyamanan pekerjaannya, adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kesehatan dan kenyamanan pekerja adalah: faktor pencahayaan, tingkat kebisingan, suhu, getaran, desain tempat kerja, desain alat, desain mesin, penyusunan metode kerja, serta hal lain seperti *shift* kerja, dan jadwal istirahat yang ada.

2.2.1 Konsep Dasar Ergonomi

Bridger (2009), menyatakan bahwa ergonomi merupakan sebuah konsep, ide dan cara pandang mengenai interaksi manusia, khususnya pekerja dengan semua aspek kerjanya, seperti lingkungan, peralatan dan kondisi kerja untuk menjamin terjadinya interaksi yang optimal. Menurutnya terdapat tiga komponen utama dalam sebuah sistem ergonomi, yaitu manusia, peralatan, dan lingkungan kerjanya. Ergonomi juga berfokus pada interaksi antara manusia dengan mesin serta lingkungan kerjanya (Bridger, 2009).

Dari sebuah sistem yang terdiri satu manusia, satu mesin, dan satu lingkungan, terdapat enam kemungkinan interaksi yang terjadi. Adapun interaksi tersebut yaitu, interaksi *human* terhadap *machine* (H>M), *human* terhadap *environment* (H>E), *machine* terhadap *human* (M>H), *machine* terhadap *environment* (M>E), *environment* terhadap *human* (E>H), dan *environment* terhadap *machine* (E>M). Penjelasan enam kemungkinan interaksi yang terjadi dapat dilihat pada Table 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Interaksi Dasar dan Evaluasinya dalam Sebuah Sistem Kerja

Interaksi	Evaluasi
H>M Tindakan pengendalian dasar dilakukan oleh manusia yang menggunakan mesin, misalnya penanganan material, <i>maintenance</i> , dan sebagainya	<ul style="list-style-type: none"> • Dengan evaluasi anatomi (postur dan pergerakan tubuh, besarnya kekuatan, waktu dan banyaknya frekuensi pergerakan dan kelelahan otot) • Fisiologi (<i>work rate</i>, yaitu konsumsi oksigen dan detak jantung, kebugaran dan kelelahan fisiologi). • Psikologis (<i>skill</i> yang dibutuhkan, bebann mental, proses informasi yang paralel atau <i>sequential</i>)
H>E Efek manusia dalam suatu lingkungan, dimana manusia menghasilkan panas, kebisingan, CO ₂ , dan sebagainya.	Fisik (pengukuran lingkungan kerja yang objektif dengan implikasi berupa pemenuhan standart yang berlaku)
M>E Mesin dapat mengubah lingkungan kerja dengan menghasilkan kebisingan, panas, maupun gas-gas hasil buang yang berbahaya.	Perbaikan dilakukan oleh pihak perusahaan, dengan mengubah tataletak fasilitas sehingga dapat menurunkan faktor-faktor permasalahan yang ada.
M>H Dalam hal ini mesin dapat memberikan efek samping terhadap manusia atau operator seperti, getaran dan akselerasi yang dihasilkan. Permukaan mesin yang panas atau dingin dapat mempengaruhi kondisi kesehatan pekerja.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluasi menggunakan evaluasi anatomi (desain control dan peralatan). • Fisik (pengukuran getaran yang dihasilkan, kekuatan mesin, kebisingan dan temperature permukaan di area kerja secara objektif). • Fisiologis (penerapan prinsip pengelompokan desain panel dan <i>display</i> grafis).
E>H Dalam hal ini lingkungan dapat mempengaruhi kemampuan manusia untuk berinteraksi dengan mesin ataupun sistem kerja, seperti kebisingan, panas, dan sebagainya.	Evaluasi dengan fisik atau fisiologis (kebisingan, pencahayaan, dan temperatur dari fasilitas yang ada)
E>M Dalam hal ini lingkungan dapat mempengaruhi fungsi dari mesin itu sendiri, seperti menyebabkan kelebihan panas (<i>overheating</i>) maupun pembekuan komponen pada mesin itu sendiri.	Dilakukan oleh manajemen fasilitas yang menangani permasalahan untuk <i>maintenance</i> .

Sumber: Bridger, 2009

2.2.2 Klasifikasi Ergonomi

Menurut *International Ergonomi Association*, ergonomi diklasifikasikan menjadi tiga katagori, yaitu ergonomi fisik, ergonomi kognitif, dan ergonomi organisasi (www.iea.cc, 2011).

1. Ergonomi Fisik

Ergonomi fisik merupakan klasifikasi dari ergonomi yang berkaitan tentang anatomi manusia, antropometri, karakteristik fisiologis, dan biomekanik. Topik kajian ergonomi fisik ini meliputi pengukuran postur kerja, penanganan material (*material handling*), gerakan berulang (*repetitive movement*) yang berhubungan dengan musculoskeletal, tata letak ruang kerja, serta keselamatan dan kesehatan kerja.

2. Ergonomi Kognitif

Ergonomi kognitif berkaitan dengan proses mental pekerja, seperti persepsi, memori, penalaran, dan respon motorik yang mempengaruhi interaksi antara manusia dan elemen lainnya. Dalam hal ini topik kajian meliputi beban kerja, mental, pengambilan keputusan, kinerja, keterampilan, interaksi manusia-alat, stress kerja dan pelatihan.

3. Ergonomi Organisasi

Ergonomi organisasi berhubungan dengan optimasi sistem sosioteknik, termasuk struktur organisasi, kebijakan, desain kerja, desain waktu kerja, kerja sama tim, desain partisipatif, ergonomi masyarakat, kerja kooperatif, paradigma kerja baru, budaya organisasi, dan manajemen mutu.

2.2.3 Anthropometri

Anthropometri menurut wignjosoebroto (2000) adalah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Bidang antropometri meliputi berbagai ukuran tubuh manusia seperti berat badan, posisi ketika berdiri, ketika merentangkan tangan, lingkaran tubuh, dan sebagainya. Data antropometri digunakan untuk berbagai keperluan, seperti perancangan stasiun kerja, fasilitas kerja, dan desain produk agar diperoleh ukuran – ukuran yang sesuai dan layak dengan dimensi tubuh manusia yang akan menggunakannya. Pada tabel 2.3 merupakan data berkaitan dengan dimensi antropometri tubuh manusia beserta keterangan tentang pengukuran dimensi tersebut.

Tabel 2.3 Dimensi Antropometri

Dimensi	Keterangan	Dimensi	Keterangan
D1	Tinggi tubuh	D19	Lebar pinggul
D2	Tinggi mata	D20	Tebal dada
D3	Tinggi bahu	D21	Tebal perut
D4	Tinggi siku	D22	Panjang lengan atas
D5	Tinggi pinggul	D23	Panjang lengan bawah
D6	Tinggi tulang ruas	D24	Panjang rentan tangan ke depan
D7	Tinggi ujung jari	D25	Panjang bahu – genggam tangan ke depan
D8	Tinggi dalam posisi duduk	D26	Panjang kepala
D9	Tinggi mata dalam posisi duduk	D27	Lebar kepala
D10	Tinggi bahu dalam posisi duduk	D28	Panjang tangan
D11	Tinggi siku dalam posisi duduk	D29	Lebar tangan
D12	Tebal paha	D30	Panjang kaki
D13	Panjang lutut	D31	Lebar kaki
D14	Panjang popliteal	D32	Panjang tangan ke samping
D15	Tinggi lutut	D33	Panjang rentang siku
D16	Tinggi popliteal	D34	Tinggi genggam tangan ke atas
D17	Lebar sisi bahu	D35	Tinggi genggam ke atas dalam posisi duduk
D18	Lebar bahu bagian atas	D36	Panjang tangan genggam tangan ke depan

Sumber: Anthropometriindonesia.com

Selanjutnya perhitungan persentil juga menjadi bagian terpenting didalam antropometri karena memiliki kajian yang erat dengan jumlah populasi. Tabel 2.4 merupakan ketentuan dari perhitungan persentil didalam antropometri.

Tabel 2.4 Tabel Persentil

Persentil	Rumus
1	$x - 2,325 SD$
2,5	$x - 1,960 SD$
5	$x - 1,645 SD$
10	$x - 1,280 SD$
50	X
90	$x + 1,280 SD$
95	$x + 1,645 SD$
97,5	$x + 1,960 SD$
99	$x + 2,325 SD$
X = nilai rata-rata	SD = Standar Deviasi

2.3 MUSCULOSKELETAL DISORDER (MSDs)

2.3.1 Definisi MSDs

Gangguan *musculoskeletal* atau biasa disebut dengan MSDs merupakan serangkaian sakit pada otot, tendon dan saraf. Aktivitas dengan tingkat pengulangan

yang tinggi dapat menyebabkan kelelahan pada otot, merusak jaringan, hingga menyebabkan ketidaknyamanan. Hal ini bisa terjadi walaupun tingkat gaya yang dikeluarkan adalah ringan (OHSCO, 2007). Menurut Bernard (1997), gangguan pada *musculoskeletal* adalah sekumpulan dari kondisi yang mempengaruhi fungsi dari jaringan halus sistem *musculoskeletal* yang mencakup daerah syaraf dan otot.

Definisi lain tentang *musculoskeletal disorders* merupakan adanya suatu gangguan kronis pada otot, tendon, dan syaraf yang disebabkan oleh penggunaan tenaga secara berulang, gerakan secara cepat, beban kerja yang tinggi, tekanan postur janggal, getaran dan rendahnya temperature di lingkungan sekitar.

Berdasarkan berbagai definisi dari lembaga-lembaga yang tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa gangguan *musculoskeletal* merupakan suatu gangguan yang menyerang otot, tendon, dan syaraf manusia yang disebabkan oleh aktivitas yang dilakukan secara berulang dengan posisi postur yang janggal.

2.3.2 Jenis-jenis MSDs

Postur kerja yang janggal merupakan faktor pada kejadian MSDs, karena pada postur janggal ini otot, tulang, dan sendi bekerja berlebihan memberikan tekanan atau gaya untuk mempertahankan keseimbangan posisi tubuh tertentu. Postur janggal akan meningkatkan risiko kejadian MSDs bila terjadi kombinasi dengan faktor ergonomi lain, seperti durasi, frekuensi, intensitas, repetitif, dan adanya faktor stressor dari lingkungan. Berikut ini merupakan beberapa jenis MSDs yang dapat diakibatkan oleh postur kerja yang janggal, yaitu:

1. *Low Back Pain*, merupakan rasa sakit akut dan kronis yang terletak pada tulang belakang, pantat dan kaki bagian atas yang biasanya terjadi karena penipisan intervertebral *disk* atau berkurangnya cairan pada *disk*. Biasanya terjadi pada pekerja yang melakukan pengangkatan (Bridger, 2009)
2. *Carpal Tunnel Syndrome*, yaitu tendon pada *carpal tunnel* membengkak karena penggunaannya yang cepat dan berulang pada jari dan tangan. Menyebabkan rasa nyeri dan menurunkan kemampuan genggam (Humantech, 1995).
3. *Bursitis*, yaitu rongga yang berisi cairan pelumas pada sendi membengkak sehingga menyebabkan rasa nyeri dan keterbatasan gerak (Bridger, 2003).
4. *Trigger Finger*, yaitu keadaan kaku dan gemetar pada jari karena gerakan berulang dan penggunaan yang berlebihan dari ibu jari atau pergelangan tangan yang terus-menerus terjadi (Bridger, 2003)

2.3.3 Faktor Risiko MSDs

Dalam suatu pekerjaan terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi risiko terjadinya suatu cedera ataupun penyakit akibat kerja, yang biasanya disebut dengan *musculoskeletal disorders*, *repetitive strain injury*, *cumulative trauma disorders*, dan penyakit lainnya. Bridger (2009), menjabarkan beberapa faktor risiko ergonomi yaitu, faktor fisik pekerjaan, faktor organisasi kerja, dan faktor psikososial. Sedangkan Bridger (2003), mengkatagorikan kedalam empat faktor kelompok risiko terhadap gangguan *musculoskeletal* yaitu, beban, postur, frekuensi, dan durasi pekerjaannya.

a. Postur kerja

Salah satu faktor yang dipertimbangkan dalam ergonomi adalah postur kerja. Menurut *Occupational Safety and Health Council of Ontario* (2008) disebutkan bahwa postur kerja adalah berbagai posisi dari anggota tubuh pekerja selama melakukan kegiatan pekerjaannya.

b. Ferkuensi

Postur yang salah dengan frekuensi pekerjaan yang sering dapat mengakibatkan tubuh kekurangan suplai darah, akan terjadi penumpukan asam laktat dan trauma mekanis. Frekuensi terjadinya postur janggal terkait dengan terjadinya *repetitive motion* dalam melakukan pekerjaan. Keluhan otot terjadi karena otot menerima tekanan akibat beban kerja terus menerus tanpa melakukan relaksasi (Bridger, 2003).

c. Durasi

Durasi adalah jumlah waktu terpanjang pada suatu pekerjaan. Durasi dapat dilihat sebagai menit-menit dari jam kerja karyawan terhadap risiko cedera. Secara umum, semakin besar waktu atau durasi yang dilakukan pekerja terhadap pekerjaannya maka, semakin besar pula tingkat risikonya.

d. Beban atau *force*

Beban merupakan sebuah usaha yang dibutuhkan untuk melakukan gerakan. Pekerjaan yang menuntut penggunaan tenaga besar, maka akan memberikan beban pada otot, tendon, dan sendi.

2.4 METODE ANALISIS POSTUR KERJA

Metode analisis postur kerja merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menganalisis postur tubuh pekerja dari potensi cedera yang ada. Banyak sekali metode untuk menganalisis potensi cedera kerja, namun dalam penelitian ini peneliti menggunakan 3 metode analisis postur tubuh diataranya adalah: RULA, REBA, dan

Liberty Mutual tables. dibawah ini merupakan penjelasan terkait dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini, adapun penjelasannya sebagai berikut.

2.4.1 Rapid Upper Limb Assesment (RULA)

Mc Atamney dan Corlett (1993), *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* adalah sebuah metode untuk menilai postur, gaya dan gerakan suatu aktivitas kerja yang berkaitan dengan penggunaan anggota tubuh bagian atas (*upper limb*). Metode ini untuk menyelidiki risiko 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 risiko yang akan dialami oleh pekerja. Faktor-faktor risiko 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

2.4.1.1 Aplikasi RULA

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

1. Menyediakan metode untuk penjabaran kemungkinan risiko 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. Membandingkan beban *musculoskeletal* sebelum dan setelah memodifikasi alat bantu.
4. Mengevaluasi hasil kerja seperti produktivitas dan kesesuaian alat.
5. Memberikan pengetahuan kepada pekerja mengenai risiko *musculoskeletal* akibat kerja.

2.4.1.2 Prosedur Penilaian RULA

Prosedur penilaian potensi cedera menggunakan RULA terdiri atas tiga langkah, yaitu:

1. Pengamatan awal dan menentukan postur yang akan dinilai

Nilai atau skor RULA diwakili oleh pergerakan postur dalam suatu siklus proses kerja perbagian tubuh yang dinilai. Karena itu, perlu dilakukan pengamatan terhadap proses kerja secara keseluruhan sebelum melakukan penilaian. Hal ini bertujuan untuk memastikan dan menentukan postur yang akan dinilai merupakan postur dalam keadaan statis dalam waktu lama.

2. Scoring

Scoring dilakukan dengan menggunakan lembar penilaian RULA untuk menentukan skor masing-masing anggota tubuh, beban, dan kekuatan otot yang dibutuhkan untuk setiap postur yang dinilai. Setiap skor kemudian dikalkulasikan sesuai petunjuk yang tertera pada lembar penilaian sehingga diperoleh skor akhir dari RULA.

3. Action level

Berikut Tabel 2.5 merupakan table *action* pada table keseluruhan RULA.

Tabel 2.5 Action Level

RULA score	Action
1-2	Risiko minimal, tidak perlu perbaikan

Tabel 2.5 Action Level

RULA score	Action
3-4	Investigasi lebih lanjut, perbaikan mungkin dibutuhkan
5-6	Investigasi lebih lanjut, perlu perbaikan segera
7	Investigasi lebih lanjut, perlu perbaikan langsung

Sumber: Stanton *et al*, 2005

Nilai akhir RULA dinyatakan dengan angka terendah 1 hingga tertinggi 7. Skor ini kemudian dikelompokkan menjadi empat tingkatan rekomendasi upaya tindak lanjut yang diperlukan. Adapun gambar keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.

RULA Employee Assessment Worksheet

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position

Step 2: Locate Lower Arm Position

Step 3: Locate Wrist Position

Step 4: Wrist Twist

Step 5: Look-up Posture Score in Table A

Step 6: Add Muscle Use Score

Step 7: Add Force/Load Score

Step 8: Find Row in Table C

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position

Step 10: Locate Trunk Position

Step 11: Legs

Step 12: Look-up Posture Score in Table B

Step 13: Add Muscle Use Score

Step 14: Add Force/Load Score

Step 15: Find Column in Table C

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Flexion	Wrist Extension	Wrist Deviation	Wrist Twisting
1	1	1	1	1	1
1	2	2	2	2	2
1	3	3	3	3	3
1	4	4	4	4	4
2	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
2	3	3	3	3	3
2	4	4	4	4	4
3	1	1	1	1	1
3	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
3	4	4	4	4	4
4	1	1	1	1	1
4	2	2	2	2	2
4	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	1	1	1	1	1
5	2	2	2	2	2
5	3	3	3	3	3
5	4	4	4	4	4
6	1	1	1	1	1
6	2	2	2	2	2
6	3	3	3	3	3
6	4	4	4	4	4

Table B: Trunk Posture Score

Neck	Trunk	Legs	Neck	Trunk	Legs
1	1	1	1	1	1
1	2	2	1	2	2
1	3	3	1	3	3
1	4	4	1	4	4
2	1	1	2	1	1
2	2	2	2	2	2
2	3	3	2	3	3
2	4	4	2	4	4
3	1	1	3	1	1
3	2	2	3	2	2
3	3	3	3	3	3
3	4	4	3	4	4
4	1	1	4	1	1
4	2	2	4	2	2
4	3	3	4	3	3
4	4	4	4	4	4

Table C: Neck, Trunk and Leg Score

Neck	Trunk	Legs	Neck	Trunk	Legs
1	1	1	1	1	1
1	2	2	1	2	2
1	3	3	1	3	3
1	4	4	1	4	4
2	1	1	2	1	1
2	2	2	2	2	2
2	3	3	2	3	3
2	4	4	2	4	4
3	1	1	3	1	1
3	2	2	3	2	2
3	3	3	3	3	3
3	4	4	3	4	4
4	1	1	4	1	1
4	2	2	4	2	2
4	3	3	4	3	3
4	4	4	4	4	4

Scoring: (Final score from Table C)

2 or 2 = acceptable posture
3 or 4 = further investigation, change may be needed
5 or 6 = further investigation, change soon
7 = investigate and implement change

Final Score

Gambar 2.1 Lembar Kerja Penilaian RULA

Sumber: Stanton *et al*, 2005

2.4.1.3 Kelebihan dan Kekurangan RULA

RULA sering digunakan untuk melakukan penilaian ergonomi, karena disadari memiliki beberapa kelebihan, di antaranya:

1. Bersifat spesifik untuk tiap-tiap anggota tubuh sehingga hasil penilaian yang diperoleh lebih *valid* dan *reliable*.
2. Menyediakan skor tunggal untuk masing-masing tugas.
3. Perhitungan skor RULA sederhana dan mudah dilakukan.

Adapun kekurangan RULA diantaranya adalah:

1. Hanya menitik beratkan pada anggota tubuh bagian atas, posisi kaki dan beban tidak terlalu diperhatikan.
2. Kurang menyeluruh, sehingga perlu dipadukan dengan metode lain.

2.4.2 Rapid Body Assesment (REBA)

REBA atau *Rapid Entire Body Assessment* dikembangkan oleh Dr. Sue Hignett dan Dr. Lynn Mc Atamney yang merupakan ergonom dari universitas di Nottingham (*University of Nottingham's Institute of Occupational Ergonomi*). *Rapid Entire Body Assessment* adalah sebuah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi dan dapat digunakan secara cepat untuk menilai posisi kerja atau postur leher, punggung,

pergelangan lengan tangan dan kaki seorang operator. Selain itu metode ini juga dipengaruhi faktor *coupling*, beban eksternal yang ditopang oleh tubuh serta aktifitas pekerja. Penilaian dengan menggunakan REBA tidak membutuhkan waktu yang lama untuk melengkapi dan melakukan *scoring general* pada daftar aktivitas yang mengindikasikan perlu adanya pengurangan risiko yang diakibatkan postur kerja operator (Stanton *et al*, 2005).

Metode ergonomi tersebut mengevaluasi postur, kekuatan, aktivitas dan faktor *coupling* yang menimbulkan potensi cedera akibat aktivitas yang berulang-ulang. Penilaian postur kerja metode ini dengan cara pemberian skor risiko antara satu sampai lima belas, yang mana skor yang tertinggi menandakan level yang mengakibatkan risiko yang besar (bahaya) untuk dilakukan dalam bekerja. Hal ini berarti bahwa skor terendah akan menjamin pekerjaan yang diteliti bebas dari *ergonomi hazard*. REBA dikembangkan untuk mendeteksi postur kerja yang berisiko dan melakukan perbaikan sesegera mungkin.

REBA dikembangkan tanpa membutuhkan piranti khusus. Ini memudahkan peneliti untuk dapat dilatih dalam melakukan pemeriksaan dan pengukuran tanpa biaya peralatan tambahan. Pemeriksaan REBA dapat dilakukan di tempat yang terbatas tanpa mengganggu pekerja. Pengembangan REBA dilakukan dalam empat tahap. Tahap pertama adalah pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan bantuan video atau foto, tahap kedua adalah penentuan sudut-sudut dari bagian tubuh pekerja, tahap ketiga adalah penentuan berat benda yang diangkat, penentuan *coupling*, dan penentuan aktivitas pekerja. Dan yang terakhir, tahap keempat adalah perhitungan nilai REBA untuk postur yang bersangkutan. Dengan didaptnya nilai REBA tersebut dapat diketahui level risiko dan kebutuhan akan tindakan yang perlu dilakukan untuk perbaikan kerja.

Penilaian postur dan pergerakan kerja menggunakan metode REBA melalui tahapan-tahapan sebagai berikut (Stanton *et al*, 2005):

1. Untuk mendapatkan gambaran sikap (postur) pekerja dari leher, punggung, lengan, pergelangan tangan hingga kaki secara terperinci dilakukan dengan merekam atau memotret postur tubuh pekerja. Hal ini dilakukan supaya peneliti mendapatkan data postur tubuh secara detail (*valid*), sehingga dari hasil rekaman dan hasil foto bisa didapatkan data akurat untuk tahap perhitungan serta analisis selanjutnya.
2. Penentuan sudut-sudut dari bagian tubuh pekerja. Setelah didapatkan hasil rekaman dan foto postur tubuh dari pekerja dilakukan perhitungan besar sudut dari masing –

masing segmen tubuh yang meliputi punggung (batang tubuh), leher, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan dan kaki. Pada metode REBA segmen – segmen tubuh tersebut dibagi menjadi dua kelompok, yaitu grup A dan B. Grup A meliputi punggung (batang tubuh), leher dan kaki. Sementara grup B meliputi lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan. Dari data sudut segmen tubuh pada masing–masing grup dapat diketahui skornya, kemudian dengan skor tersebut digunakan untuk melihat tabel A untuk grup A dan tabel B untuk grup B agar diperoleh skor untuk masing–masing tabel. Adapun gambar table REBA secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini.

REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical Note: Rapid Ethical Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 263-277

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

Neck Score: -1, 0, +1, +2, +3, +4

Step 2: Locate Trunk Position

Trunk Score: -1, 0, +1, +2, +3, +4

Step 3: Legs

Leg Score: -1, 0, +1, +2

Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A.

Step 5: Add Forearm Score

Forearm Score: -1, 0, +1, +2

Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Table A: Neck, Trunk and Leg Analysis

Neck	Trunk	Legs
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12

Table B: Arm and Wrist Analysis

Upper Arm	Lower Arm
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12

Table C: Final Score

Score A	Score B	Final Score
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position

Upper Arm Score: -1, 0, +1, +2, +3, +4

Step 8: Locate Lower Arm Position

Lower Arm Score: -1, 0, +1, +2, +3, +4

Step 9: Locate Wrist Position

Wrist Score: -1, 0, +1, +2

Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B.

Step 11: Add Coupling Score

Coupling Score: -1, 0, +1, +2, +3, +4

Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find Column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Step 13: Activity Score

Activity Score: -1, 0, +1, +2, +3, +4

Final REBA Score

Table C Score + Activity Score = Final REBA Score

Task name: _____ Reviewer: _____ Date: _____

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts presented in REBA.

provided by: *Applied Ergonomics*
 hignett@ergonomics.com (200) 444-6627

Gambar 2.2 Lembar Kerja Penilaian REBA
Sumber: Stanton *et al*, 2005

2.4.3 Liberty Mutual Tables (Snook Table)

Pada tahun 1970, sebuah organisasi yang bernama “*Liberty Mutual Group Loss Prevention Filed Organization*” yang menganalisa dan mengevaluasi pengangkatan, pendorongan, penarikan dan bagaimana cara untuk membawa sesuatu yang dilakukan oleh seorang pekerja, dan organisasi tersebut melakukan sebuah penelitian yang dilakukan oleh seorang peneliti bernama Stover Snook dan Vincent Ciriello dari institute *Liberty Mutual Research for Safety* mereka menggunakan metode *psychophysical* dan memberikan informasi tentang kemampuan dan keterbatasan dari seorang pekerja dan cara untuk mendesain suatu *manual material handling* untuk mengurangi cedera tulang belakang pada pekerja (Stanton *et al*, 2005).

2.4.3.1 Pengumpulan data Liberty Mutual Tables

Penggunaan umum dari *Liberty Mutual Tables* memerlukan enam langkah, adapun langkah-langkah tersebut, sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi range *lifting* umum untuk pekerjaan anda. Seperti tinggi genggam ke tinggi bahu, tinggi bahu ke jangkauan lengan, dan jarak vertikal antara lantai dengan genggam.
2. Identifikasi frekuensi umum *lifting* dalam pekerjaan operator. Frekuensi *lifting* tersedia dalam *Liberty Mutual Tables* yang meliputi satu *lifting* setiap 15 detik, 30 detik, 1 menit, 5 menit, dan 8 jam.
3. Identifikasi lebar barang yang akan digunakan atau diangkat.
4. Tentukan jenis kelamin. Gambar 2.3 dibawah ini merupakan salah satu table dalam *Liberty Mutual Tables* yang digunakan untuk pengamatan operator pada jenis kelamin laki-laki.

OBJECT WEIGHT (POUNDS)	LIFTING DISTANCE (INCHES)	HAND DISTANCE		7 INCHES					10 INCHES					15 INCHES					
		FREQUENCY		15s	30s	1m	5m	8h	15s	30s	1m	5m	8h	15s	30s	1m	5m	8h	
		ONE LIFT EVERY																	
96	30	-	-	-	30	49	-	-	-	16	35	-	-	-	-	-	-	-	
	20	-	-	13	34	54	-	-	-	20	39	-	-	-	-	-	-	12	
	10	-	-	11	25	48	65	-	-	13	33	53	-	-	-	-	-	23	
	30	-	-	14	34	54	-	-	-	20	40	-	-	-	-	-	-	12	
	20	-	-	17	39	58	-	-	-	24	44	-	-	-	-	-	-	16	
	10	-	-	15	30	52	69	-	-	16	38	57	-	-	-	-	-	11	28
	30	-	-	17	39	58	-	-	-	25	45	-	-	-	-	-	-	16	
	20	-	-	21	44	62	-	-	-	29	49	-	-	-	-	-	-	20	
	10	11	19	34	57	72	-	-	-	20	43	61	-	-	-	-	-	15	33
	30	-	-	22	45	63	-	-	-	30	50	-	-	-	-	-	-	20	
	20	-	-	11	26	49	66	-	-	14	34	54	-	-	-	-	-	25	
	10	15	23	40	61	75	-	-	11	25	48	65	-	-	-	-	-	19	38
30	-	-	27	50	67	-	-	-	14	35	55	-	-	-	-	-	25		
20	-	-	14	31	54	70	-	-	18	40	59	-	-	-	-	-	13	30	
10	20	28	45	65	78	-	-	15	30	53	69	-	-	-	-	-	24	43	
30	-	-	14	33	55	71	-	-	19	41	60	-	-	-	-	-	13	31	
20	11	19	37	59	73	-	-	-	23	46	63	-	-	-	-	-	17	36	
10	25	34	51	69	80	12	19	36	58	73	-	-	-	-	-	-	29	49	
30	-	-	19	39	60	74	-	-	24	47	64	-	-	-	-	-	18	37	
20	15	24	43	64	77	-	-	12	29	51	68	-	-	-	-	-	22	42	
10	31	40	56	73	83	16	25	42	63	76	-	-	-	-	-	-	14	35	
30	15	25	45	65	78	-	-	12	30	53	69	-	-	-	-	-	24	43	
20	20	31	50	69	80	-	-	16	35	57	72	-	-	-	-	-	28	48	
10	37	46	62	77	85	21	31	48	68	79	-	-	-	-	-	-	19	42	
30	20	31	52	70	81	-	-	17	37	59	73	-	-	-	-	-	11	30	
20	26	37	56	73	83	13	22	42	63	76	-	-	-	-	-	-	14	35	
10	44	53	67	80	87	28	38	55	72	82	-	-	-	-	-	-	25	48	
30	27	39	58	75	84	13	23	44	65	77	-	-	-	-	-	-	16	37	
20	34	45	62	77	85	18	29	49	68	80	-	-	-	-	-	-	20	42	
10	51	59	72	83	89	35	45	61	76	85	-	-	-	-	-	-	14	33	
30	35	46	64	79	86	19	31	52	70	81	-	-	-	-	-	-	22	45	
20	41	52	68	81	88	25	37	56	73	83	-	-	-	-	-	-	27	50	
10	58	65	76	86	+	42	52	67	80	87	12	21	40	62	75	-	19	42	
30	43	54	70	82	89	27	39	59	75	84	-	-	-	-	-	-	11	30	
20	49	59	73	84	+	33	45	63	78	86	-	-	-	-	-	-	14	35	
10	65	71	80	88	+	51	60	72	84	89	18	28	48	68	79	-	18	42	
30	52	62	76	85	+	36	48	66	80	87	-	-	-	-	-	-	17	39	
20	58	66	78	87	+	42	53	69	82	88	11	22	44	64	77	-	14	35	
10	71	76	84	+	+	59	66	77	87	+	26	37	57	74	83	-	26	48	
30	60	69	80	88	+	45	57	73	84	89	14	26	49	68	80	-	14	35	
20	65	73	82	89	+	52	62	75	85	+	19	31	53	71	82	-	19	42	
10	76	81	87	+	+	66	73	82	89	+	35	47	65	79	86	-	25	48	
30	68	76	85	+	+	56	66	78	87	+	23	37	59	75	84	-	17	39	
20	73	79	86	+	+	61	70	81	88	+	29	42	62	77	85	-	22	45	
10	81	85	+	+	+	73	79	86	+	+	46	57	72	83	89	-	29	50	
30	75	81	88	+	+	65	73	83	+	+	35	48	68	81	88	-	18	42	
20	79	84	89	+	+	70	77	85	+	+	40	53	71	83	89	-	21	45	
10	86	88	+	+	+	80	84	89	+	+	57	66	78	87	+	-	28	51	
30	82	86	+	+	+	74	80	86	+	+	48	60	76	86	+	-	21	45	
20	84	88	+	+	+	77	83	89	+	+	53	64	78	87	+	-	24	48	
10	89	+	+	+	+	85	88	+	+	+	67	75	84	+	+	-	27	51	
30	87	+	+	+	+	81	86	+	+	+	61	71	83	+	+	-	24	48	
20	89	+	+	+	+	84	87	+	+	+	66	74	84	+	+	-	27	51	
10	+	+	+	+	+	89	+	+	+	+	77	82	88	+	+	-	30	54	

+ = GREATER THAN 90% - = LESS THAN 10%

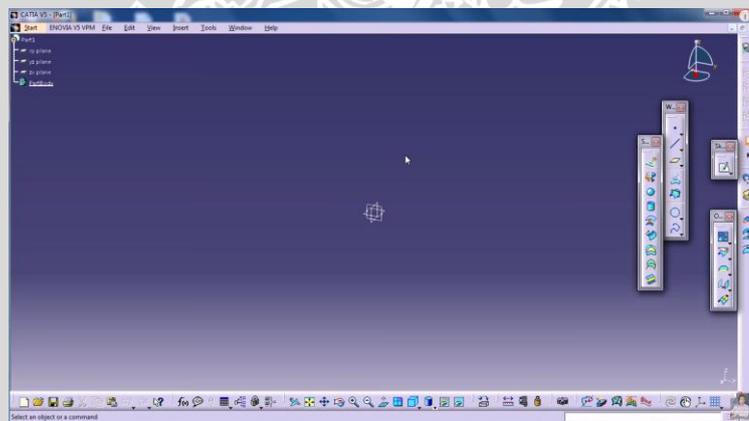
Gambar 2.3 Male Population Percentages for Lifting Task Ending Below Knuckle Hight (<31")

Sumber: Stanton et al, 2005

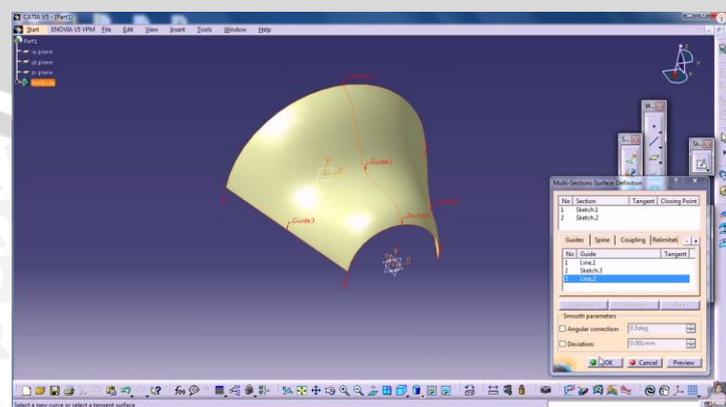
2.4.4 Computer Graphics Aided Three-Dimensional Interactive Application (CATIA)

Menurut Bernard (2003) CATIA merupakan sebuah *software* yang dikembangkan dari perusahaan pesawat milik Perancis yang bernama *Avions Marcel Dassault*. *Software* ini dulunya digunakan untuk melakukan perancangan pesawat untuk pengembangan mesin jet tempur, sejak saat itu *software* ini kemudian diadopsi oleh perusahaan otomotif, pembuatan kapal, dan industry lainnya. Awalnya *software* ini bernama *Conception Assistee Tridimensionnelle Interactif* (CATI) pada tahun 1977, kemudian berganti nama menjadi *Computer Graphics Aided Three-Dimensional Interactive Application* (CATIA) pada tahun 1980.

Kemudian pada tahun 1984 perusahaan Boeing memilih *software* ini sebagai alat perancangan tiga dimensi utamanya, dan perusahaan Boeing menjadi pelanggan terbesar yang menggunakan *software* CATIA ini. Sejak saat itu *software* ini mulai dikenal banyak pihak perusahaan untuk melakukan perancangan desain dengan menggunakan *software* ini. Adapun tampilan *software* CATIA disajikan pada Gambar 2.4 dan 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.4 Tampilan Awal *Software* CATIA
Sumber: www.youtube.com



Gambar 2.5 Tampilan Perancangan Desain dengan *Software* CATIA
Sumber: www.youtube.com

