

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisa Metode

Analisa metode (*Methods Analysis*) adalah kegiatan pencatatan secara sistematis dan pemeriksaan dengan seksama mengenai cara yang berlaku atau diusulkan untuk melaksanakan kerja. Hal ini dimaksudkan untuk mempelajari prinsip-prinsip dan teknik-teknik pengaturan kerja yang optimal dalam suatu sistem kerja. Sistem kerja¹ merupakan komponen kerja seperti manusia, mesin, material serta lingkungan fisik berinteraksi dengan aturan tertentu untuk mencapai suatu tujuan.

Terdapat 4 macam komponen sistem kerja yang harus dipelajari untuk memperoleh metode kerja yang sebaik-baiknya, yaitu :

1. **Komponen Material**

Material meliputi bahan baku, komponen, produk jadi, limbah, dan sebagainya. Hal yang perlu diperhatikan adalah cara menempatkan material, jenis material yang mudah diproses, dan sebagainya.

2. **Komponen Manusia**

Hal yang perlu diperhatikan adalah posisi orang pada saat bekerja sehingga memberikan gerakan yang efektif dan efisien.

3. **Komponen Mesin**

Desain dari mesin merupakan faktor utama yang harus disesuaikan dengan prinsip ergonomi

4. Komponen Lingkungan Kerja Fisik

Hal yang perlu diperhatikan adalah apakah kondisi lingkungan fisik aman dan nyaman.

2.1.1. Antropometri

Menurut Sritomo Wignjosoebroto dalam bukunya, istilah antropometri berasal dari " anthro " yang berarti manusia dan " metri " yang berarti ukuran. Secara definitif antropometri dapat dinyatakan sebagai satu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar, berat) yang berbeda satu dengan yang lainnya. Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan (desain) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Data antropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal :

1. Perancangan areal kerja (work station, interior mobil, dll)
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas (*tools*) dan sebagainya.
3. Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi/meja komputer dll.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi munculnya perbedaan karakteristik atau antropometri manusia diantaranya umur, jenis kelamin, suku bangsa, pekerjaan, kehamilan (*pregnancy*), cacat tubuh, posisi tubuh.

2.1.2. Aplikasi Antropometri dalam Perancangan Fasilitas Kerja

Data antropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam *percentile* tertentu akan sangat besar manfaatnya pada saat suatu rancangan produk ataupun fasilitas kerja akan dibuat. Agar rancangan suatu produk nantinya bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya, maka prinsip-prinsip yang harus diambil didalam aplikasi data antropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu seperti diuraikan berikut ini :

1. Perancangan fasilitas berdasarkan individu yang ekstrim.

Prinsip ini digunakan apabila kita mengharapkan agar fasilitas yang dirancang tersebut dapat dipakai dengan enak dan nyaman oleh sebagian besar orang-orang yang akan memakainya (biasanya minimal oleh 95% pemakai).

Dalam perancangan ini rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi dua sasaran produk yaitu :

- a. Biasa sesuai dengan untuk ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim dalam arti terlalu besar atau terlalu kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
- b. Tetap bisa digunakan untuk memnuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada).

Secara umum aplikasi data antropometri untuk perancangan produk ataupun fasilitas kerja akan menetapkan nilai 5-th *percentile* untuk dimensi maksimum dan 95-th untuk dimensi minimumnya.

2. Perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan.

Prinsip ini digunakan untuk merencanakan suatu fasilitas agar fasilitas tersebut bisa menampung atau bisa dipakai dengan enak dan nyaman oleh semua orang yang mungkin memerlukannya. Disini rancangan bisa dirubah-rubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh.

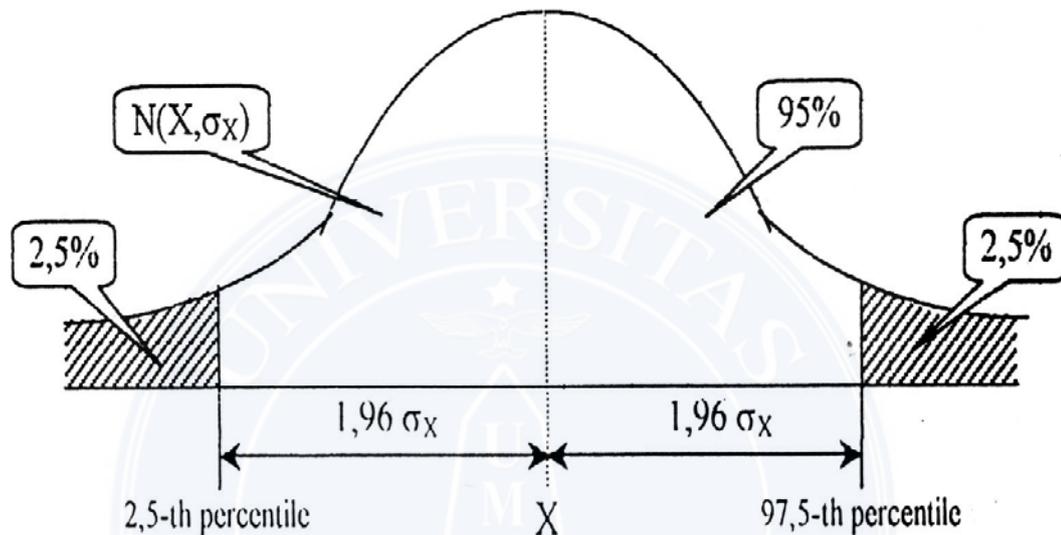
3. Perancangan fasilitas berdasarkan harga rata-rata para pemakainya.

Prinsip ini digunakan apabila perancang berdasarkan harga ekstrim tidak mungkin dilaksanakan dan tidak layak jika kita menggunakan prinsip perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan. Prinsip berdasarkan harga ekstrim tidak mungkin dilaksanakan bila lebih banyak rugi daripada untungnya artinya hanya sebagian kecil dari orang-orang yang merasa enak dan nyaman ketika menggunakan fasilitas tersebut. Dalam hal ini rancangan produk didasarkan terhadap rata-rata ukuran manusia. Problem pokok yang dihadapkan dalam hal ini justru sedikit sekali yang berbeda dalam ukuran rata-rata.

2.1.3. Aplikasi Distribusi Normal Dalam Penetapan Data Antropometri

Data antropometri jelas diperlukan agar rancangan suatu produk sesuai denganyang menggunakannya. Ukuran tubuh yang sesuai pada dasarnya sulit diperoleh dari pengukuran secara individual. Adanya variasi akan lebih mudah diatasi bilamana kita mampu merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat mampu suai (*adjustable*) dengan suatu rentang ukuran tertentu. Untuk penetapan data antropometri ini pemakaian distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan harga rata-rata (*mean*, \bar{X}) dan simpangan bakunya (*standard deviation*, σ_x) dari data yang ada. Dari nilai yang ada tersebut maka persentil

dapat ditetapkan sesuai dengan tabel dan gambar distribusi normal (lampiran). Maksud dari persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan persentasi tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau di bawah nilai tersebut. 95-th menggambarkan ukuran manusia yang terbesar sedangkan 5-th menunjukkan ukuran terkecil.



Gambar 2.1. Kurva Distribusi Normal dengan Persentil 95-th

Tabel 2.1. Tabel Persentil dan Cara Perhitungan Dalam Distribusi Normal

Persentil	Perhitungan
1-st	$\bar{X} - 2.325$
2.5-th	$\bar{X} - 1.96$
5-th	$\bar{X} - 1.645$
10-th	$\bar{X} - 1.28$
50-th	\bar{X}
90-th	$\bar{X} + 1.28$
95-th	$\bar{X} + 1.645$
97.5-th	$\bar{X} + 1.96$
99-th	$\bar{X} + 2.325$

2.2. Keluhan Muskuloskeletal

Keluhan muskuloskeletal adalah keluhan pada otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan yang sangat ringan sampai pada yang sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, maka dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen, dan tendon. Keluhan hingga kerusakan ini disebut juga *musculoskeletal disorders* (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal. 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, keluhan tersebut segera hilang apabila pembebanan dihentikan.
2. Keluhan menetap (*Persistent*), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap. Walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih berlanjut.

Keluhan muskuloskeletal dapat terjadi oleh beberapa penyebab, diantaranya adalah :

1. Peregangan otot yang berlebihan.

Peregangan otot yang berlebihan pada umumnya sering dikeluhkan oleh pekerja yang aktivitas kerjanya menuntut pengerahan tenaga yang besar seperti aktivitas mengangkat, mendorong, menarik, dan menahan beban yang berat.

2. Aktivitas berulang

Aktivitas berulang adalah pekerjaan yang dilakukan secara terus-menerus seperti pekerjaan mencangkul, membelah kayu, dan sebagainya. Keluhan otot

terjadi karena otot menerima tekanan akibat beban kerja secara terus-menerus tanpa memperoleh waktu untuk relaksasi.

3. Sikap kerja tidak alamiah.

Posisi bagian tubuh yang bergerak menjauhi posisi alamiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat, dan sebagainya dapat menyebabkan keluhan pada otot skeletal.

4. Faktor penyebab skunder.

Faktor skunder yang juga berpengaruh terhadap keluhan muskuloskeletal adalah tekanan, getaran dan mikroklimat.

5. Penyebab kombinasi

Resiko terjadinya keluhan otot skeletal akan semakin meningkat apabila dalam melakukan tugasnya pekerja dihadapkan pada beberapa faktor resiko dalam waktu yang bersamaan, misalnya pekerja harus melakukan aktivitas mengangkat beban di bawah tekanan panas matahari.

Langkah-langkah untuk mengatasi keluhan muskuloskeletal sebagai berikut:

1. Rekayasa Teknik

Rekayasa teknik dilakukan melalui pemilihan beberapa alternatif sebagai berikut :

- Eliminasi, yaitu menghilangkan sumber bahaya yang ada. Hal ini jarang dapat dilakukan mengingat kondisi dan tuntutan pekerjaan yang mengharuskan menggunakan peralatan yang ada.
- Substitusi, yaitu mengganti alat/bahan lama dengan alat/bahan baru yang aman, menyempurnakan proses produksi dan menyempurnakan prosedur penggunaan peralatan

- Partisi, yaitu melakukan pemisahan antara sumber bahaya dengan pekerja, contohnya memisahkan ruang mesin yang bergetar dengan ruang kerja lainnya.
- Ventilasi, yaitu dengan menambah ventilasi untuk mengurangi resiko sakit, misalnya akibat suhu udara yang terlalu panas.

2. Rekayasa Manajemen

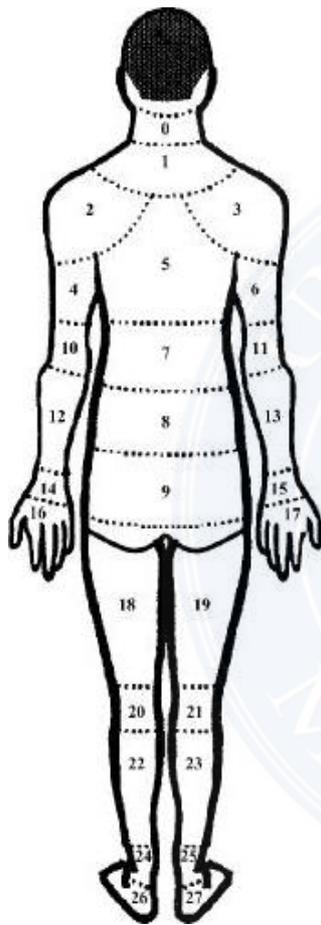
Rekayasa manajemen dapat dilakukan melalui tindakan sebagai berikut :

- Pendidikan dan pelatihan
Melalui pendidikan dan pelatihan, pekerja menjadi lebih memahami lingkungan dan alat kerja sehingga diharapkan lebih inovatif dalam upaya pencegahan resiko sakit akibat kerja.
- Pengaturan waktu kerja istirahat yang seimbang
Menyesuaikan kondisi lingkungan kerja dan karakteristik pekerjaan sehingga dapat mencegah paparan yang berlebihan terhadap sumber bahaya.
- Pengawasan yang intensif
Melalui pengawasan yang intensif dapat dilakukan pencegahan secara lebih dini terhadap kemungkinan terjadinya resiko sakit akibat kerja.

2.3. *Standard Nordic Questionnaire (SNQ)*

Ada beberapa cara dalam melakukan evaluasi ergonomi untuk mengetahui hubungan antara tekanan fisik dengan resiko keluhan otot skeletal. Pengukuran terhadap tekanan fisik ini cukup sulit karena melibatkan berbagai faktor subjektif seperti kinerja, motivasi, harapan dan toleransi kelelahan. Salah satunya adalah

melalui *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ). Melalui kuesioner ini dapat diketahui bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari Tidak Sakit (TS), Agak Sakit (AS), Sakit (S) dan Sangat Sakit (SS). Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh seperti pada Gambar 4.1. maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja.



NO	JENIS KELUHAN	TINGKAT KELUHAN			
		Tidak Sakit	Agak Sakit	Sakit	Sangat Sakit
0	Sakit kaku di leher bagian atas				
1	Sakit kaku di leher bagian bawah				
2	Sakit di bahu kiri				
3	Sakit di bahu kanan				
4	Sakit lengan atas kiri				
5	Sakit di punggung				
6	Sakit lengan atas kanan				
7	Sakit pada pinggang				
8	Sakit pada bokong				
9	Sakit pada pantat				
10	Sakit pada siku kiri				
11	Sakit pada siku kanan				
12	Sakit pada lengan bawah kiri				
13	Sakit pada lengan bawah kanan				
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri				
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan				
16	Sakit pada tangan kiri				
17	Sakit pada tangan kanan				
18	Sakit pada paha kiri				
19	Sakit pada paha kanan				
20	Sakit pada lutut kiri				
21	Sakit pada lutut kanan				
22	Sakit pada betis kiri				
23	Sakit pada betis kanan				
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri				
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan				
26	Sakit pada kaki kiri				
27	Sakit pada kaki kanan				

Gambar 2.2. Standard Nordic Questionnaire

2.4. Rapid Entire Body Assessment (REBA)

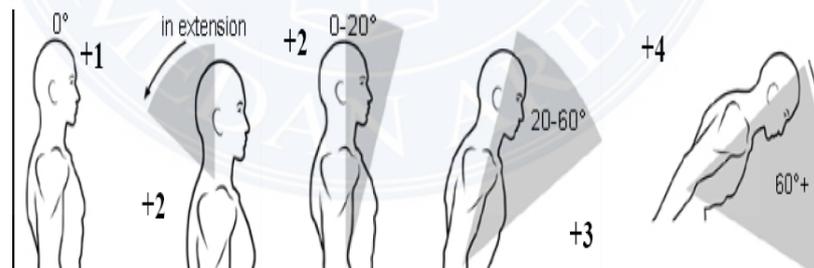
REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) merupakan suatu metode penilaian postur untuk menilai faktor resiko gangguan tubuh keseluruhan. Untuk masing-masing tugas, kita menilai faktor postur tubuh dengan penilaian pada masing-masing grup yang terdiri atas 2 grup yaitu:

1. Grup A yang terdiri dari postur tubuh kiri dan kanan dari batang tubuh (*trunk*), leher (*neck*), dan kaki (*legs*).
2. Grup B yang terdiri atas postur tubuh kanan dan kiri dari lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), dan pergelangan tangan (*wrist*).

Pada masing-masing grup diberikan suatu skala postur tubuh dan suatu pernyataan tambahan. Diberikan juga faktor beban/kekuatan dan *coupling*. Berikut ini adalah faktor-faktor yang dinilai pada metode REBA.

Grup A:

- a. Batang tubuh (*trunk*)



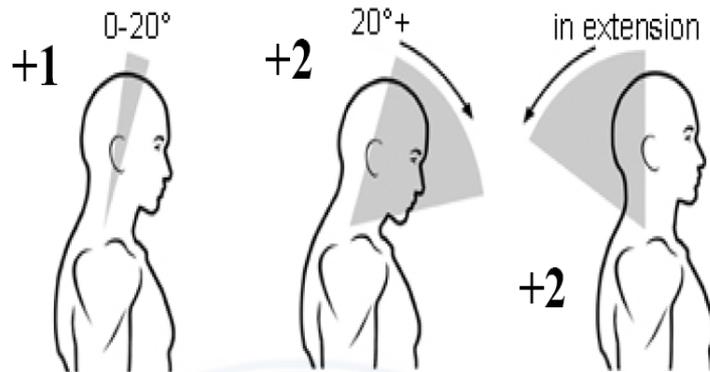
Gambar 2.3. Postur Batang Tubuh REBA

Tabel 2.2. Skor Batang Tubuh REBA

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
Posisi normal	1	+1 jika batang tubuh berputar/bengkok/bungkuk
0-20° (ke depan dan belakang)	2	
<-20° atau 20-60°	3	

>60 ⁰	4	
------------------	---	--

b. Leher (*neck*)

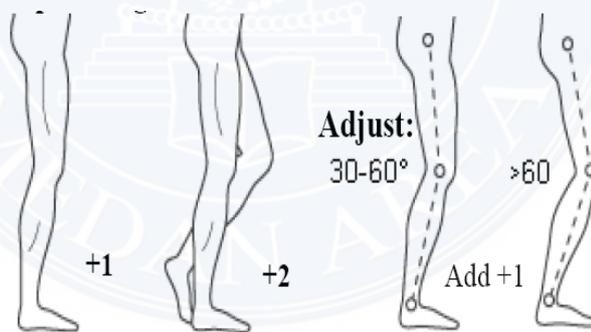


Gambar 2.4. Postur Leher REBA

Tabel 2.3. Skor Leher REBA

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
0-20 ⁰	1	+1 jika leher berputar/bengkok
>20 ⁰ -ekstensi	2	

c. Kaki (*legs*)



Gambar 2.5. Postur Kaki REBA

Tabel 2.4. Skor Kaki REBA

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
Posisi normal/seimbang (berjalan/duduk)	1	+1 jika lutut antara 30-60 ⁰
Bertumpu pada satu kaki lurus	2	+2 jika lutut >60 ⁰

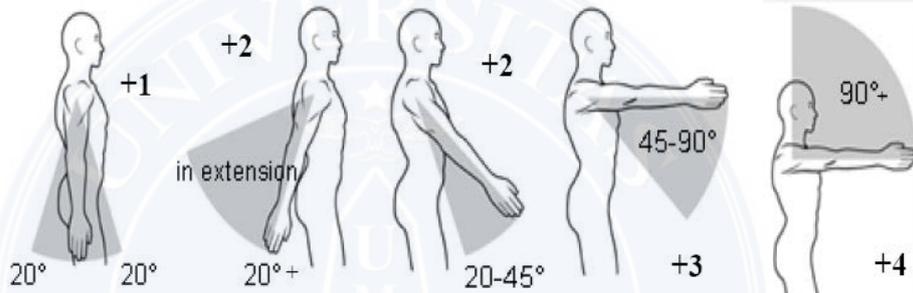
d. Beban (*load*)

Tabel 2.5. Skor Beban REBA

Pergerakan	Skor	Skor Pergerakan
<5 kg	0	+1 jika kekuatan cepat
5-10 kg	1	
>10 kg	2	

Grup B:

a. Lengan atas (*upper arm*)

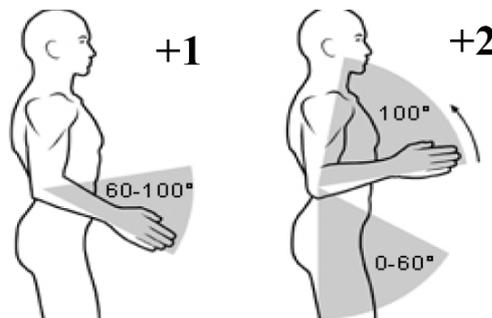


Gambar 2.6. Postur Lengan Atas REBA

Tabel 2.6. Skor Lengan Atas REBA

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
20^0 (ke depan dan belakang)	1	+1 jika bahu naik
$>20^0$ (ke belakang) atau $20-45^0$	2	+1 jika lengan berputar/bengkok
$45-90^0$	3	-1 miring, menyangga berat
$>90^0$	4	lengan

b. Lengan bawah (*lower arm*)



Gambar 2.7. Postur Lengan Bawah REBA

Tabel 2.7. Skor Lengan Bawah REBA

Pergerakan	Skor
60-100 ⁰	1
<60 ⁰ atau >100 ⁰	2

c. Pergelangan tangan (*wrist*)



Gambar 2.8. Postur Pergelangan Tangan REBA

Tabel 2.8. Skor Pergelangan Tangan REBA

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
0-15 ⁰ (ke atas dan bawah)	1	+1 jika pergelangan tangan putaran menjauhi sisi tengah
>15 ⁰ (ke atas dan bawah)	2	

d. *Coupling*

Tabel 2.9. *Coupling*

<i>Coupling</i>	Skor	Keterangan
Baik	0	Kekuatan pegangan baik
Sedang	1	Pegangan bagus tapi tidak ideal atau kopling cocok dengan bagian tubuh
Kurang baik	2	Pegangan tangan tidak sesuai walaupun mungkin
Tidak dapat diterima	3	Kaku, pegangan tangan tidak nyaman, tidak ada pegangan atau kopling tidak sesuai dengan bagian tubuh

Selain itu, penilaian postur kerja dengan menggunakan metode REBA dapat dilakukan dengan menilai tubuh bagian kiri dan kanan menggunakan tabel REBA seperti Tabel 2.10 berikut.

Tabel 2.10. Penilaian REBA Kiri dan Kanan

Grup A			Grup B			
Postur	Skor	Total	Postur	Skor	Total	
Batang Tubuh			Lengan Atas		Kiri	Kanan
Normal	1	+1 jika batang tubuh berputar/ bengkok/ bungkuk	0-20° (ke depan atau belakang)	1	+1 jika bahu naik +1 jika lengan berputar/bengkok -1 miring, menyangga berat lengan	+1 jika bahu naik +1 jika lengan berputar/bengkok -1 miring, menyangga berat lengan
0-20° (ke depan atau belakang)	2		>20° (ke belakang) atau 20-45° (ke depan)	2		
20-60° (ke depan) atau >20° (ke belakang)	3		45-90° (ke depan)	3		
>60°(ke depan)	4		>90°(ke depan)	4		
Leher			Lengan Bawah		Kiri	Kanan
0-20°(ke depan)	1	+1 jika leher berputar/bengkok	60-100°	1	-	-
>20° (ke depan atau ke belakang)	2		<60° atau >100°	2		
Kaki			Pergelangan Tangan		Kiri	Kanan
Posisi normal/seimbang (berjalan/duduk)	1	+1 jika lutut antara 30-60°	0-15° (ke atas atau bawah)	1	+1 jika pergelangan tangan putaran menjauhi sisi tengah	+1 jika pergelangan tangan putaran menjauhi sisi tengah
Bertumpu pada satu kaki lurus	2	+2 jika lutut >60°	>15° (ke atas atau bawah)	2		

Skor Tabel A				Skor Tabel B		Kiri	Kanan
Beban				<i>Coupling</i>		Kiri	Kanan
<5 kg	0	+1 jika kecepatan cepat		Baik	0	-	-
5-10 kg	1			Sedang	1		
>10 kg	2			Kurang baik	2		
		Tidak diterima	3				
Skor A = Skor Tabel A + Beban		Skor A = + =		Skor B = Skor Tabel B + Coupling		Skor B = + =	Skor baik = + =
Aktivitas							
+ 1	Ada bagian tubuh yang statis > 1 menit			Skor C			
+ 1	Pengulangan gerakan jarak dekat, > 4 kali/menit			Skor Aktivitas			
+ 1	Perubahan postur secara cepat atau tidak stabil			Skor REBA = Skor C + Aktivitas			

Skor yang didapat dari grup A (tidak termasuk beban) dimasukkan ke dalam

Tabel 2.11.

Tabel 2.11. Skor Grup A

Neck	Leg	Trunk				
		1	2	3	4	5
1	1	1	2	2	3	4
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
2	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9

3	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8
	3	5	6	7	8	9
	4	6	7	8	9	9

Skor yang didapat dari grup B (tidak termasuk *coupling*) dimasukkan kedalam Tabel 2.12.

Tabel 2.12. Skor Grup B

<i>Lower Arm</i>	<i>Wrist</i>	<i>Upper Arm</i>					
		1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	4	5	7	8
	3	2	3	5	5	8	8
2	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	3	5	6	8	9
	3	3	4	5	7	8	9

Skor grup A ditambah dengan beban yang akan menjadi skor grup A yang akan digunakan pada Tabel 3.12. Dan skor grup B ditambah dengan *coupling* yang akan menjadi skor grup B yang akan digunakan pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13. Skor Akhir

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

9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12
10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
12	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12

Skor yang didapat dari Tabel 4.14. ditambah dengan skor aktivitas yang akan menjadi skor akhir untuk REBA.

Tabel 2.14. Skor Aktivitas

Aktivitas	Skor	Keterangan
Postur statik	+1	1 atau lebih bagian tubuh statis/diam
Pengulangan	+1	Tindakan berulang-ulang
Ketidakstabilan	+1	Tindakan menyebabkan jarak yang besar dan cepat pada postur atau tubuh tidak stabil

Untuk menentukan level tindakan REBA, kita membutuhkan tambahan data apakah akan menggunakan tubuh bagian kiri atau kanan. Berikut ini nilai level tindakan REBA yang skornya diperoleh dari skor akhir REBA.

Tabel 2.15. Nilai Level Tindakan REBA

Skor REBA	Level Resiko	Level Tindakan	Tindakan
1	Dapat diabaikan	0	Tidak diperlukan
2-3	Kecil	1	Mungkin diperlukan
4-7	Sedang	2	Perlu
8-10	Tinggi	3	Segera
11-15	Sangat tinggi	4	Sekarang juga

2.5. Peta Proses Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*)

Peta proses kelompok kerja merupakan hasil perkembangan dari suatu peta aliran proses. Orang pertama yang memperkenalkan dan kemudian

mengembangkannya adalah *John A. Adridge*. Peta ini bisa digunakan dalam suatu tempat kerja dimana untuk melaksanakan pekerjaan tersebut memerlukan kerjasama yang baik dari sekelompok pekerja, misalnya pekerjaan pergudangan, pemeliharaan, atau pekerjaan-pekerjaan pengangkutan material dan lain-lain.

Peta ini digunakan sebagai alat untuk menganalisis aktivitas suatu kelompok kerja. Tujuan utama yang harus dianalisis dari kelompok kerja adalah agar bisa meminimumkan waktu menunggu (*delay*). Dengan berkurangnya waktu menunggu berarti bisa mencapai tujuan lain, diantaranya :

1. Bisa mengurangi ongkos produksi atau proses
2. Bisa mempercepat waktu penyelesaian produksi atau proses

Prinsip-prinsip pembuatan peta proses kelompok kerja adalah sebagai berikut:

1. Langkah pertama, mencatat judul lengkap dengan identifikasi-identifikasi lainnya dan ringkasan seperti peta aliran proses, hanya pada kepalanya ditulis “PETA PROSES KELOMPOK KERJA”.
2. Lambang-lambang yang biasa digunakan untuk membuat Peta Aliran Proses (kecuali) penyimpanan permanen (∇) bisa digunakan untuk membuat peta proses kelompok kerja.
3. Tiap peta aliran proses yang menunjukkan satu seri kerja, merupakan anggota dari suatu peta proses kelompok kerja. Peta-peta aliran proses tersebut diletakkan saling berdampingan secara paralel, bergerak mulai dari kiri ke kanan, di mana kolom vertikal menunjukkan aktivitas-aktivitas yang terjadi secara bersamaan dari semua anggota kelompok.

4. Lambang-lambang dari setiap anggota kelompok dapat diletakkan secara berdekatan dan perubahan lambang menunjukkan perubahan aktivitas.

²Untuk membuat peta proses regu kerja usulan digunakan beberapa analisis.

Ada empat langkah yang diikuti dalam menganalisis peta proses regu kerja.

- a. Menggunakan analisis 5W dan 1H yaitu enam pertanyaan apa, siapa, di mana, kapan, bagaimana, dan mengapa untuk seluruh proses.
- b. Setiap proses operasi dan pemeriksaan dianalisis dengan menggunakan enam pertanyaan yang sama tersebut.
- c. Proses transportasi dan penyimpanan sisa dipelajari. Langkah ketiga sama dengan yang digunakan dalam menganalisis peta proses yang individu.
- d. Menerapkan pertanyaan “bagaimana” dengan cara baru setelah perbaikan setelah selesai langkah 1, 2, dan 3.

Pertanyaan bertanya ini: "Bagaimana seharusnya peta proses regu kerja disusun untuk mengurangi waktu menunggu?" Berikut ini akan membantu analisis untuk "keseimbangan" peta proses regu kerja dalam langkah sebagai berikut:

1. Tentukan kelas operator yang memiliki jumlah terbesar waktu tunggu per siklus, dan memiliki waktu menunggu paling sedikit.
2. Sesuaikan peta proses regu kerja dengan mengurangi jumlah operator yang paling sibuk dengan operator yang sedikit waktunya.

2.6. Pengukuran Waktu dengan *Stop Watch*

Pengukuran waktu dengan jam henti (*stop watch*) pertama kali diperkenalkan oleh Frederick W. Taylor sekitar abad 19 yang lalu. Metode ini

terutama baik sekali diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (*repetitive*). Dari hasil pengukuran maka akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan, yang mana waktu ini akan dipergunakan sebagai standar penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama seperti itu. Secara garis besar langkah-langkah untuk pelaksanaan pengukuran waktu kerja dengan jam henti ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Defenisi pekerjaan yang akan diteliti untuk diukur waktunya dan beritahukan maksud dan tujuan pengukuran ini kepada pekerja yang dipilih untuk diamati dan supervisor yang ada.
2. Catat semua informasi yang berkaitan erat dengan penyelesaian pekerjaan, seperti *layout*, karakteristik/spesifikasi mesin atau peralatan kerja lain yang digunakan dan lain-lain.
3. Bagi operasi kerja dalam elemen-elemen kerja sedetail-detailnya tapi masih dalam batas-batas kemudahan untuk pengukuran waktunya.
4. Amati, ukur dan catat waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk menyelesaikan elemen-elemen kerja tersebut.
5. Tetapkan jumlah siklus kerja yang harus diukur dan dicatat. Teliti apakah jumlah siklus kerja yang dilaksanakan ini sudah memenuhi syarat atau tidak, uji pula keseragaman data yang diperoleh.
6. Tetapkan *rate of performance* dari operator saat melaksanakan aktivitas kerja yang diukur dan dicatat waktunya tersebut. *Rate of performance* ini ditetapkan untuk setiap elemen kerja yang ada dan hanya ditujukan untuk *performance*

operator. Untuk elemen kerja yang secara penuh dilakukan oleh mesin maka *performance* dianggap normal (100%).

7. Sesuaikan waktu pengamatan berdasarkan *performance* yang ditunjukkan oleh operator tersebut sehingga akhirnya akan diperoleh waktu kerja normal.
8. Tetapkan waktu longgar (*allowance time*) guna memberikan fleksibilitas. Waktu longgar yang akan diberikan ini guna menghadapi kondisi-kondisi seperti kebutuhan-kebutuhan personil yang bersifat pribadi, faktor kelelahan, keterlambatan material dan lain-lainnya.
9. Tetapkan waktu kerja baku (*Standard Time*) yaitu jumlah total antara waktu normal dan waktu longgar.

Berdasarkan langkah-langkah terlihat bahwa pengukuran waktu dengan jam henti ini merupakan cara pengukuran yang objektif karena disini waktu ditetapkan berdasarkan fakta yang terjadi dan tidak cuma sekedar diestimasi secara subjektif. Disini juga akan berlaku asumsi-asumsi dasar sebagai berikut:

1. Metoda dan fasilitas untuk menyelesaikan pekerjaan harus sama dan dibakukan terlebih dahulu sebelum kita mengaplikasikan waktu baku ini dengan pekerjaan yang serupa.
2. Operator harus memahami benar prosedur dan metoda pelaksanaan kerja sebelum dilakukan pengukuran kerja. Operator-operator yang akan dibebani dengan waktu baku ini diasumsikan memiliki tingkat keterampilan dan kemampuan yang sama dan sesuai untuk pekerjaan tersebut. Untuk ini persyaratan mutlak pada waktu memilih operator yang akan dianalisa waktu kerjanya benar-benar memiliki tingkat kemampuan yang rata-rata.

3. Kondisi lingkungan fisik pekerjaan juga relatif tidak jauh berbeda dengan kondisi fisik pada saat pengukuran kerja dilakukan.
4. *Performance* kerja mampu dikendalikan pada tingkat yang sesuai untuk seluruh periode kerja yang ada.

2.6.1. Uji Keseragaman Data

Selain kecukupan data harus dipenuhi dalam pelaksanaan *time study* maka yang tidak kalah pentingnya adalah bahwa data yang diperoleh haruslah seragam. Uji keseragaman data perlu kita lakukan terlebih dahulu sebelum kita menggunakan data yang diperoleh guna menetapkan waktu standar.

Peta control adalah suatu alat yang tepat guna dalam mengetest keseragaman data yang diperoleh dari hasil pengamatan rata-rata. Batas kontrol atas (BKA) serta bata kontrol bawah (BKB) dicari dengan formulasi sebagai berikut:

$$BKA = \bar{X} + 2\sigma \qquad BKB = \bar{X} - 2\sigma$$

2.6.2. Penetapan Jumlah Siklus Kerja yang Diamati

Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen-elemen kerja pada umumnya akan sedikit berbeda dari siklus ke siklus kerja sekalipun operator bekerja pada kecepatan normal, tiap-tiap elemen dalam siklus yang berbeda tidak selalu akan bisa diselesaikan dalam waktu yang persis sama. Konsistensi dari hasil pengukuran dan pembacaan waktu oleh *stop watch* akan merupakan hal yang diinginkan dalam proses pengukuran kerja. Semakin kecil variasi atau perbedaan data waktu yang ada, jumlah pengukuran/waktu pengamatan yang harus dilakukan juga akan cukup kecil. Untuk menetapkan berapa jumlah observasi yang

seharusnya dibuat (N') maka disini harus diputuskan terlebih dahulu berapa tingkat kepercayaan (*convidence level*) dan derajat ketelitian (*degree of accuracy*) untu pengukuran kerja ini. Didalam aktivitas pengukuran kerja biasanya akan diambil 95% *convidence level* dan 5 % *degree of accuracy*. Hal ini berarti bahwa sekurang-kurangnya 95 dari 100 harga rata-rata dari waktu yang dicatat / diukur untuk suatu elemen kerja akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5 %. Dengan demikian formula di atas dapat dituliskan sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{N \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}}{\sum_{i=1}^n X_i} \right]^2$$

Dimana N' adalah jumlah pengamatan/pengukuran yang seharusnya dilaksanakan untuk memberikan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5% dari waktu yang diukur. Apabila kondisi yang diperoleh adalah N' lebih besar daripada N , maka tidak bias tidak pengamatan harus ditambah lagi sedemikian rupa sehingga data yang diperoleh kemudian bias memberikan tingkat keyakinan dan tingkat ketelitian sesuai dengan yang diharapkan.

2.7. Metode Rodgers Muscle Fatigue

Analisa kelelahan otot (*muscle fatigue analysis*) adalah sebuah metode semi-kuantitatif yang mengevaluasi potensi terjadinya lelah otot pada sebagian besar bagian tubuh melalui penilaian berdasarkan tingkat usaha suatu pekerjaan, durasi usaha yang kontinu, dan frekuensi usaha. Bila terjadi kelelahan otot, maka cedera akan lebih mudah terjadi. Bagian tubuh yang berpotensi mengalami lelah otot dikelompokan menjadi LOW, MODERATE, HIGH, dan VERY HIGH sehingga dapat teridentifikasi prioritas penanganan untuk menghindari cedera otot.

2.7.1. Aplikasi Metode Rodgers Muscle Fatigue

Menentukan tingkat potensial kelelahan otot dari bagian tubuh manusia untuk berbagai macam pekerjaan, khususnya yang ditandai postur yang canggung atau frekuensi usaha yang tinggi.

2.7.2. Batasan Metode Rodgers Muscle Fatigue

Metode analisis ini paling baik bila diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan selama satu jam atau lebih. Walaupun sudah digunakan selama dekade, publikasi mengenai validasi atas metode ini masih relatif sedikit.

Rodgers muscle fatigue assessment/ analysis merupakan metode analisis tingkat menengah. Jika dibutuhkan analisis yang lebih detail yang menyangkut kegiatan mengangkat, membawa, mendorong, atau menarik, dapat digunakan **revised NIOSH Lifting Equation** atau **Liberty Mutual Tables**. Jika dibutuhkan analisis yang lebih detail yang menyangkut gerakan-gerakan intensif dari lengan, pergelangan tangan, atau tangan, dapat digunakan **Strain Index**.

Tampilan Metode Rodgers Muscle Fatigue

Effort	Duration	Frequency
Neck		
Head turned partly to side, back or slightly forward	0-6 s	0-1/ min
Shoulders		
Right: Arms slightly away from sides; arms extended with some support	0-6 s	0-1/ min
Left: Arms slightly away from sides; arms extended with some support	0-6 s	0-1/ min
Back		
Leaning to side or bending arching back	0-6 s	0-1/ min
Arms/Elbows		
Right: Arms away from body, no load; light forces lifting near body	0-6 s	0-1/ min
Left: Arms away from body, no load; light forces lifting near body	0-6 s	0-1/ min
Wrists/Hands/Fingers		
Right: Light forces or weights handled close to body; straight wrists; comfortable power grips	0-6 s	0-1/ min
Left: Light forces or weights handled close to body; straight wrists; comfortable power grips	0-6 s	0-1/ min
Legs/Knees		
Right: Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	0-6 s	0-1/ min
Left: Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	0-6 s	0-1/ min

Ankle/Feet/Toes			
Right:	Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	0-6 s	0-1/min
Left:	Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	0-6 s	0-1/min

Calculate!

2.7.3. Dasar Ilmiah Dari Metode Rodgers Muscle Fatigue

Metode ini didasarkan pada ilmu fisiologis mengenai lelah otot. Agar tetap bugar, jaringan otot memerlukan suplai darah yang cukup/ aliran cairan yang sesuai untuk membawa nutrisi/ energi dan menghilangkan asam laktat. Terdapat beberapa mekanisme dimana aliran darah/ cairan dapat membahayakan:

- Semakin tinggi tingkat kontraksi pada otot atau semakin lama otot berkontraksi, semakin banyak darah yang tidak masuk ke dalam jaringan otot (disebabkan karena meningkatnya tekanan pada otot) dan kelelahan akan muncul dengan cepat.
- Kontraksi otot yang besar (lebih dari 70% kontraksi maksimum sukarelawan), akan membutuhkan waktu lebih lama untuk menghilangkan asam laktat dari jaringan otot daripada waktu untuk menghasilkan asam laktat itu sendiri. Jika kontraksi otot yang kedua muncul sebelum asam laktat tersebut hilang, maka lelah otot akan muncul lebih cepat.
- Aliran darah meningkat selama otot beristirahat untuk menghilangkan asam laktat yang menumpuk/ sampah metabolisme. Jika kontraksi otot yang kedua muncul sebelum kesetimbangan cairan tubuh terjadi, maka jaringan edema dapat berkembang.

Rodgers berpedoman pada kerja Rohmerts untuk mengidentifikasi durasi kerja yang aman/ siklus istirahat bagi otot. Rogers merancang metode analisisnya mengikuti konsep bahwa pekerjaan yang aman adalah pekerjaan yang mempunyai waktu istirahat yang cukup bagi otot untuk suatu pekerjaan (persentase kontraksi

maksimum sukarelawan) dan lama waktu usaha yang kontinu (durasi kontraksi) sehingga otot dapat beristirahat.

2.7.4. Cara Kerja Metode Rodgers Muscle Fatigue

Beberapa karakteristik pekerjaan dapat dijelaskan melalui :

1. Bagian tubuh pekerja yang mengeluarkan usaha.
2. Tingkat usaha yang diperlukan.
3. Durasi (lamanya) pengerjaan usaha kontinu.
4. Lama waktu pemulihan (recovery time) di antara selang waktu bekerja.

Menentukan Tingkat Usaha

Tingkatan usaha (Effort Levels) diklasifikasikan menjadi *light* (ringan), *Moderate* (sedang), *heavy* (berat). Penilaian dilakukan skala Borg CR 10 sebagai berikut:

1. *Light* (Borg CR 10 Scale 0 – 3) – bernilai 1.
2. *Moderate* (Borg CR 10 Scale 4 – 7) – bernilai 2.
3. *Heavy* (Borg CR 10 Scale 8 – 10) – bernilai 3.
4. Nilai 4 diberikan jika usaha/ kerja tidak dapat dilakukan oleh orang pada umumnya.

Rogers menyajikan deskripsi untuk menjelaskan tingkatan usaha (effort levels) pada beberapa bagian tubuh.

Menentukan Durasi Usaha Kontinu

Lamanya usaha yang kontinu (*continuous Effort time*) adalah durasi/lamanya waktu dari aktivitas otot secara terus- menerus tanpa istirahat. Terdapat empat kategori penilaian untuk *continuous Effort time*, yaitu:

1. Kurang dari 6 detik bernilai 1.
2. 6 s/d 20 detik bernilai 2.
3. □ 20 s/d 30 detik bernilai 3.
4. □ lebih dari 30 detik bernilai 4.

Jika waktu yang tercatat mendekati batas atas salah satu kategori, penilaian yang diberikan adalah satu tingkat di atasnya (misal 29 detik diberi nilai 4 dengan alasan untuk keselamatan pekerja).

Menentukan Usaha Per Menit

Frekuensi usaha dilakukan untuk bagian tubuh yang spesifik. Terdapat empat buah kategori penilaian untuk usaha per menit (*effort per minute*):

1. Kurang dari 1 menit (pekerjaan dengan muatan yang besar) bernilai 1.
2. 1 s/d 5 per menit bernilai 2.
3. 5 s/d 15 per menit (mengambil barang dari conveyor) bernilai 3.
4. Lebih dari 15 per menit (pekerjaan merakit) bernilai 4.