

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu “*Ergon*” dan “*Nomos*” (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek – aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain atau perancangan. Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah, dan tempat rekreasi. Di dalam ergonomi dibutuhkan studi tentang ergonomi dimana manusia, kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Ergonomi disebut juga sebagai “*Human Factor*”. Ergonomi juga digunakan oleh berbagai macam ahli atau professional pada bidangnya masing-masing, misalnya seperti : ahli anatomi, arsitektur, perancangan produk industri, fisika, fisioterapi, terapi pekerjaan, psikologi dan teknik industri (Nurmianto, 2008).

Ergonomi didefinisikan sebagai satu upaya dalam bentuk ilmu, teknologi dan seni untuk menyesuaikan peralatan, mesin, pekerjaan, sistem, organisasi dan lingkungan dengan kemampuan, keahlian dan keterbatasan manusia sehingga tercapai suatu kondisi dan lingkungan yang sehat, aman, nyaman, efisien dan produktif, melalui pemanfaatan fungsional tubuh manusia secara optimal dan maksimal (Siska, 2014).

Disiplin ergonomi adalah cabang keilmuan yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan dengan efektif, efisien, aman, dan nyaman (Wigjosoebroto, 2008).

Berbagai pendapat di atas bahwa ergonomi masih tetap tidak lepas dari makna dasar yakni *ergon* yakni kerja dan *nomos* adalah hukum-hukum alam.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

stasiun kerja, dan lain sebagainya. Dengan sistem kerja yang ergonomi dapat meminimumkan resiko kesalahan, mengupayakan optimasi, efisiensi kerja, dan hilangnya resiko kesehatan akibat metode kerja yang kurang tepat (Nurmianto, 2008).

2.2 Pemindahan Bahan secara Manual

Manual material handling berhubungan dengan dengan pemindahan beban dimana pekerja menggunakan gaya otot untuk mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik, membawa, menggenggam, objek (*Swedish Nasional Board of Occupational safety and Health*, 1998 dikutip oleh Prastowo 2006). Pengertian pemindahan secara beban manual, menurut (*American Material Handling Society*, AHMS dikutip oleh Wignjosoebroto, 2008) bahwa *material Handling* dinyatakan sebagai seni dan ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), pengepakan (*Packaging*), penyimpanan (*storing*) dan pengawasan (*controlling*) dari material dari segala bentuknya.

Lifting berarti menaikkan beban dari posisi yang rendah keposisi yang lebih tinggi yang menunjukkan/menyatakan penggunaan gaya harus melebihi/melampaui gaya gravitasi beban. Pemindahan bahan secara manual apabila tidak dilakukan secara ergonomis akan menimbulkan kecelakaan dalam industri. Faktor yang berpengaruh terhadap timbulnya nyeri punggung (*back injury*), adalah arah beban yang akan diangkat dan frekuensi aktivitas pemindahan. Beberapa pertimbangan/parameter yang harus diperhatikan untuk mengurangi timbulnya nyeri punggung (Nurmianto, 2008) antara lain:

1. Beban yang harus diangkat.
2. Perbandingan antara berat beban dan orangnya.
3. Jarak horizontal dari beban terhadap orangnya.
4. Ukuran beban yang akan diangkat (beban yang berdimensi besar akan mempunyai jarak CG (*Center of Gravity*) yang lebih jauh dari tubuh, dan bias mengganggu jarak pandangnya.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penanganan material secara manual memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut (Nurmianto, 2008):

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

Pencegahan terjadinya kecelakaan kerja terutama pada bagian *musculoskeletal* adalah mengurangi dan menghilangkan pekerjaan yang beresiko terhadap keselamatan kerja. Dibawah ini beberapa tindakan untuk mengurangi resiko gangguan *musculoskeletal* pada pekerjaan *manual material handling*.

1. Perencanaan ulang pekerjaan
 - a. Mekanisasi
 - b. Rotasi pekerjaan
 - c. Perbanyak dan pengayaan kerja
 - d. Kelompok kerja

2. Perancangan tempat kerja

Prinsip yang dilaksanakan adalah perancangan kerja dengan memperhatikan kemampuan dan keterbatasan pekerja. Tempat kerja menyesuaikan dengan bentuk dan ukuran pekerja agar aktivitas MMH dilakukan dengan leluasa. Kondisi lingkungan seperti cahaya, suara, lantai dan lain-lain juga perlu perhatian untuk menciptakan kondisi kerja yang nyaman.

3. Perancangan peralatan dan perlengkapan

Perancangan peralatan dan perlengkapan yang layak mampu mengurangi penggunaan tenaga yang berlebihan dalam menyelesaikan pekerjaan. Menyediakan pekerjaan dengan alat bantu dapat mengurangi sikap kerja yang salah, sehingga menurunkan ketegangan otot.

4. Pelatihan kerja

Program ini perlu dilakukan terhadap pekerja, karena pekerja melakukan pekerjaan sebagai kebiasaan. Pekerja harus mengetahui mengenai



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pekerjaan yang berbahaya dan perlu mengetahui bagaimana melakukan pekerjaan yang aman. Untuk melakukan kegiatan *manual material handling* (MMH) dengan aman, maka dalam melaksanakan pelatihan kerja MMH perlu memahami pedoman. Empat prinsip yang dipegang selama *melakukan material handling* (MMH), yaitu:

- a. Berusaha untuk menjaga beban pengangkatan selalu dekat dengan tubuh (mencegah momen pada tulang belakang).
- b. Berusaha untuk menjaga posisi pinggul dan bahu selalu dalam posisi segaris (mencegah gerakan berputar pada tulang belakang).
- c. Menjaga keseimbangan tubuh agar tidak mudah jatuh.
- d. Berfikir dan merencanakan metode dalam aktivitas MMH yang sulit dan berbahaya

2.3 Perancangan Tempat Kerja dengan Pendekatan Ergonomi

Tujuan pendekatan ergonomi dalam perancangan tempat kerja adalah agar menjadi keserasian antara manusia dengan system kerja (*man-machine system*) atau dapat dikatakan bahwa desain sistem kerja harus menjadikan tenaga kerja dapat bekerja secara layak. Ini memerlukan keahlian desain alat dan perlengkapan, penataan (*layout*) ruang kerja, penataan organisasi kerja sehingga tenaga kerja dapat bekerja dengan baik dan efisien (Santoso, 2004 dikutip oleh Siska, 2014).

Tenaga kerja akan bekerja secara terus-menerus pada setiap hari kerja ditempat kerja tersebut, oleh karena itu perancangan tempat kerja menjadi penting, karena berhasil tidaknya penyelesaian suatu pekerjaan ditentukan oleh keoptimalan tenaga kerja. (Diane, 2004, dikutip oleh Siska, 2014) memberikan 12 prinsip ergonomi dalam perancangan tempat kerja agar efisien antara lain.

1. Pastikan semua benda yang ada mudah digunakan.
2. Bekerja dengan kecepatan yang tinggi.
3. Hindarkan eksekusi kerja terulang-ulang (mengulangi tugas karena kesalahan).
4. Postur kerja harus baik (tepat).



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

5. Hindarkan atau kurangi dari paparan getaran.
6. Minimalkan kelelahan dan ketegangan otot (hindarkan kerja melebihi jam kerja).
7. Minimalkan dari tekanan secara langsung.
8. Peralatan dalam ruangan kerja dapat diatur (*adjustable*).
9. Perlengkapan kerja harus standar.
10. Perbaiki organisasi kerja,
11. Perbaiki desain tempat kerja.
12. Berilah latihan (*training*) bila bekerja masih belum sempurna.

Disiplin ilmu yang terkait secara ergonomi dalam perancangan tempat kerja antara lain studi metode kerja, antropometri, tata letak dan fasilitas ruang kerja, biomekanika, keselamatan dan kesehatan kerja *maintability*, hubungan dan perilaku manusia, dan pengaturan waktu kerja (Wignjosoebroto, 2008).

2.4 Antropometri

Istilah Antropometri berasal dari “*antro*” 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 memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar, dsb), berat dan lain-lain yang berbeda satu dengan yang lainnya. Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan ergonomi dalam proses perancangan (design) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia (Wignjosoebroto, 2008).

Antropometri adalah ilmu yang mempelajari tentang bentuk dan ukuran tubuh manusia (roebuck, 1995 dikutip Supriyanto, 2011) dan menurut (Wignjosoebroto, 2008) antropometri adalah sebuah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Data antropometri digunakan untuk berbagai keperluan seperti perancangan lingkungan kerja (*workplaces*), fasilitas kerja, dll agar diperoleh ukuran-ukuran yang sesuai dan layak dengan dimensi ukuran anggota tubuh manusia yang akan menggunakannya. Hal ini dilakukan agar tercapai suatu kondisi yang enak, nyaman, aman, dan sehat bagi manusia dan



tentunya juga dapat menciptakan kondisi kerja yang efisien dengan hasil yang efektif atau dengan kata lain adalah untuk mencapai keadaan yang ergonomis

2.4.1 Antropometri dalam Sistem Manusia-Mesin

Jika disadari bahwa perancangan suatu produk juga dilakukan oleh manusia, maka perancangan sistem manusia-mesin juga tidak lepas dari faktor-faktor manusia karena sebagian dari kesalahan-kesalahan kerja yang terjadi disebabkan oleh rancangan produk yang tidak mempunyai kompatibilitas dengan manusia yang menanganinya. Karena itu seorang perancang produk mempunyai peran besar dalam mengurangi risiko bahaya akibat kesalahan kerja (Liliana, 2007).

Penyebab-penyebab kesalahan pengoperasian setiap produk, didapat kesalahan manusia. Dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa besarnya faktor manusia berperan dalam kelancaran pemakaian produk. Memang kesalahan adalah manusiawi, tetapi penelitian lebih jauh menunjukkan bahwa kesalahan manusia banyak disebabkan kesalahan rancangan produk. Ini menunjukkan bahwa kesalahan manusia berawal pada perancangannya yang 'tidak manusiawi' dan berakibat pada tahap pemakaiannya sebagaimana juga pada perawatannya (Liliana, 2007).

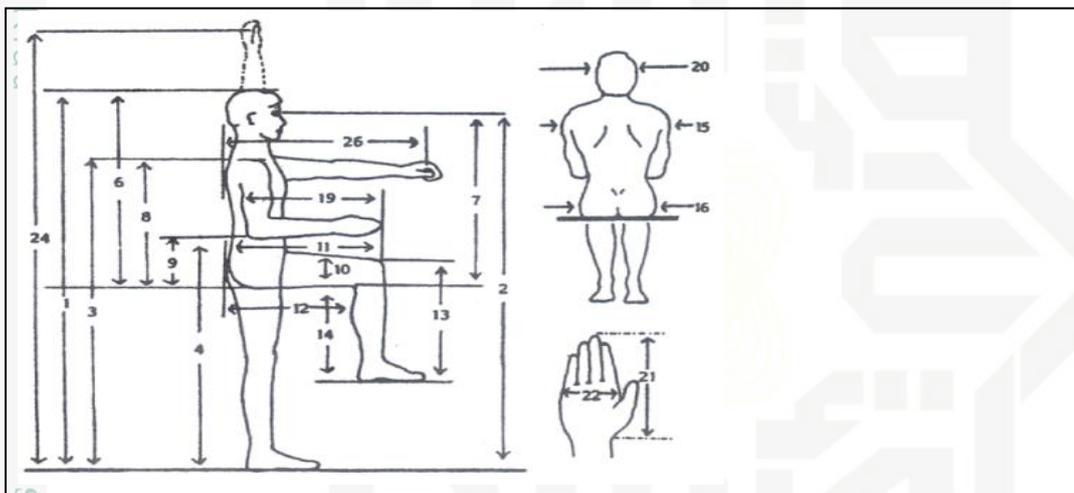
Sejalan dengan munculnya kesadaran akan arti pentingnya faktor manusia, para pendisain reaktor maupun instalasi-instalasi lainnya mengikut sertakan antropometri dalam desain stasiun kerjanya serta peralatan pendukungnya. Tujuan utama penyertaan antropometri ini adalah untuk memperkecil beban kerja operator sehingga keamanan dan keselamatan instalasi itu dapat dipertinggi lagi. Persoalan yang muncul berkaitan dengan desain peralatan adalah berkaitan dengan antropometri orang Indonesia adalah kompatibilitasnya dengan antropometri tenaga kerja Indonesia. Permasalahan ini timbul karena semuanya itu didesain bukan oleh orang Indonesia dan tidak berdasarkan pada data antropometri tenaga kerja Indonesia, meskipun pada akhirnya hasil rancangan tersebut akan dioperasikan oleh orang Indonesia. Karena itu perlu dilakukan

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pengukuran data antropometri orang Indonesia untuk menjawab permasalahan yang timbul (Liliana, 2007).

2.4.2 Dimensi Antropometri dan Pengukurannya

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya seperti faktor umur, jenis kelamin, suku, posisi tubuh. Selanjutnya untuk memperjelas mengenai data antropometri agar bisa diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka anggota tubuh yang perlu diukur dapat dilihat pada gambar-gambar yang ada dibawah ini (Nurmianto, 2008):



Gambar 2.1 Dimensi Antropometri Tubuh Manusia yang diperlukan untuk Perancangan Produk atau Fasilitas Kerja (Sumber: Nurmianto, 2008)

Keterangan Gambar 2.1:

1. Tinggi badan tegak (Tbt), yaitu dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai sampai dengan ujung kepala).
2. Tinggi mata berdiri (Tmb), yaitu tinggi mata dalam posisi berdiri tegak.
3. Tinggi bahu berdiri (Tbb), yaitu tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak.
4. Tinggi siku berdiri (Tsb), yaitu tinggi siku dalam posisi berdiri tegak.
5. Tkt, yaitu tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (tidak ditunjukkan dalam gambar).



6. Tinggi duduk tegak (Tdt), yaitu tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk/pantat sampai dengan kepala).
7. Tinggi mata duduk (Tmd), yaitu tinggi mata dalam posisi duduk.
8. Tinggi bahu duduk (Tbd), yaitu tinggi bahu dalam posisi duduk.
9. Tinggi siku duduk (Tsd), yaitu tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus).
10. Tebal paha (Tp), yaitu tebal atau lebar paha.
11. Pantat ke lutut (Pkl), yaitu panjang paha yang diukur dari pantat sampai dengan ujung lutut.
12. Pantat popliteal (Pp), yaitu panjang paha yang diukur dari pantat sampai dengan bagian belakang dari lutut atau betis.
13. Tinggi lutut duduk (Tld), yaitu tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
14. Tinggi popliteal (Tpo), yaitu tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan lutut bagian dalam.
15. Lebar bahu (Lb), yaitu lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk).
16. Lebar pinggul (Lp), yaitu lebar pinggul atau pantat.
17. Lebar sandaran duduk (Lsd), yaitu lebar dari punggung, jarak horizontal antara kedua tulang belikat.
18. Tinggi pinggang (Tpg).
19. Panjang lengan bawah (Plb), yaitu panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi tegak lurus.
20. Lebar kepala (Lkp).
21. Panjang tangan (Pt), yaitu panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
22. Lebar telapak tangan.
23. Lebar tangan (Lt), yaitu lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar ke samping kiri-kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

24. Tinggi jangkauan tangan tegak (Tjtt), yaitu tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapak tangan yang terjangkau lurus ke atas (vertikal).
25. Tinggi jangkauan tangan duduk (Tjtd), yaitu tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya No. 24, tetapi dalam posisi duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar).
26. Jangkauan tangan ke depan (Jtd), yaitu jarak jangkauan tangan yang terjulur ke depan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.
27. Rentangan tangan (RT), yaitu jarak jangkauan tangan kanan dan tangan kiri yang direntangkan di ukur dari ujung jari tangan kanan sampai ujung jari tangan kiri.

2.5 Pengujian Data

Pengujian data bertujuan untuk menentukan data antropometri operator terhadap alat yang akan dirancang dengan menguji kenormalan, keseragaman dan kecukupan data dapat dijelaskan sebagai berikut (Siska, 2014):

2.5.1 Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data digunakan untuk mengetahui apakah suatu data berdistribusi normal atau tidak. Untuk uji kenormalan data digunakan distribusi Chi_Hitung ($X^2 \sigma$) (Siska, 2014):

Hipotesis H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Keputusan

$Chi_Hitung < Chi_Tabel$: H_0 diterima

$Chi_Hitung > Chi_Tabel$: H_0 ditolak, terima H_1

Chi_Tabel menggunakan tingkat signifikansi (σ) = 5%, ini berarti dalam penelitian hanya diperbolehkan penyimpangan sebesar 5 %

2.5.2 Uji Keseragaman Data

Langkah-langkah perhitungan uji keseragaman data (Siska, 2014):

- Langkah pertama dalam uji keseragaman data yaitu menghitung besarnya rata-rata dari setiap hasil pengamatan, dengan Rumus 1 berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \quad (2.1)$$

- Langkah kedua adalah menghitung standar deviasi dengan Rumus 2

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(xi-\bar{x})^2}}{N-1} \quad (2.2)$$

Dimana:

σ = Standar deviasi dari populasi

N = Banyaknya jumlah pengamatan

x = Data hasil pengukuran

- Langkah kedua adalah menghitung standar deviasi dengan Rumus 3

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{k}} \quad (2.3)$$

- Langkah ketiga adalah menentukan batas control atas (BKA) dan batas control bawah (BKB) yang digunakan sebagai pembatas dibuangnya data ekstrim dengan menggunakan Rumus 3 dan 4 berikut (Siska, 2014):

$$BKA = \bar{X} + k\sigma \quad (2.4)$$

$$BKB = \bar{X} - k\sigma \quad (2.5)$$

Dimana

\bar{X} = Rata-rata data hasil pengamatan

σ = Standar deviasi dari populasi

k = Koefisien indeks tingkat kepercayaan, yaitu :

- Tingkat kepercayaan 0% - 68% harga k adalah 1
- Tingkat kepercayaan 69% - 95% harga k adalah 2
- Tingkat kepercayaan 95% - 100% harga k adalah 3

2.5.3 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data ini dilakukan bertujuan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan adalah cukup secara objektif. Idealnya pengukuran harus dilakukan dalam jumlah yang banyak, bahkan sampai jumlah yang tak terhingga, agar data hasil dari pengukuran itu layak untuk digunakan. Namun pengukuran dalam jumlah yang banyak sulit untuk dilakukan mengingat keterbatasan-keterbatasan yang ada baik dari segi waktu, biaya, tenaga dan sebagainya (Siska, 2014).

Pengujian kecukupan data ini dapat dilakukan dengan menggunakan Rumus :

$$N' = \left[\frac{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2 \quad (2.6)$$

Dimana

N' = jumlah pengukuran yang seharusnya dilaksanakan

N = jumlah pengamatan yang dilakukan

X = data antropometri untuk tiap-tiap individu pengamatan

Apabila $N' < N$, maka dikatakan telah cukup. Namun apabila $N' > N$, maka jumlah data belum cukup sehingga harus dilakukan penambahan data sebesar selisih antara N' dan N .

2.5.4 Persentil

Persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan persentasi tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut. Sebagai contoh persentil ke -95 akan menunjukkan 95% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran tersebut, sedangkan persentil ke -5 akan menunjukkan 5% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran itu. Dalam antropometri, angka persntil ke-95 akan menggambarkan ukuran manusia yang “terbesar” dan persentil ke-5 sebaliknya akan menunjukkan ukuran “terkecil” (Wigjosoebroto, 2008):

Pemakain nilai-nilai persentil yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data antropometri ada pada Tabel 2.1 berikut (Wigjosoebroto, 2008):

Tabel 2.1 Persentil dan Perhitungan

Persentil	Perhitungan
Ke-1	$X - 2,325 \sigma_x$
Ke-2,5	$X - 1,96 \sigma_x$
Ke-5	$X - 1,645 \sigma_x$
Ke-10	$X - 1,28 \sigma_x$
Ke-50	X
Ke-90	$X + 1,28 \sigma_x$
Ke-95	$X + 1,645 \sigma_x$
Ke-97,5	$X + 1,96 \sigma_x$
Ke-99	$X + 2,325 \sigma_x$

(Sumber : (Wigjosoebroto, 2008)

2.6 QEC (*Quick Exposure Check*)

Postur kerja merupakan pengaturan sikap tubuh saat bekerja. Sikap kerja yang sering dilakukan oleh manusia dalam melakukan pekerjaan antara lain berdiri, membungkuk, jongkok, berjalan, dan lain-lain (Bridger, 1995 dikutip oleh Priyono, 2014). (Grandjean, 1998 dikutip oleh Priyono, 2014), menjelaskan bahwa posisi kaki dalam kondisi diam, dimana sendi, dan lutut tidak bergerak/bergeser dalam jangka waktu yang lama serta memanfaatkan tenaga yang sedikit, merupakan sikap kerja yang tidak alamiah.

MSDs (*Musculoskeletal Disorders*) adalah sekumpulan gejala yang berkaitan dengan jaringan otot, tendon, ligament, kartilago, sistem saraf, struktur tulang, dan pembuluh darah (Tarwaka, 2004 dikutip oleh Priyono, 2014). Keluhan *musculoskeletal* ialah keluhan yang timbul pada bagian otot skeletal yang dirasakan seseorang mulai dari keluhan ringan sampai sangat fatal (Grandjean, 1998 dikutip oleh Priyono, 2014). Sikap kerja yang salah, canggung dan di luar kebiasaan akan menambah resiko cedera pada bagian *musculoskeletal*, (Bridger, 1995 dikutip oleh Priyono, 2014).

(Kroemer, 2001 dikutip oleh Priyono, 2014), menjelaskan bahwa NBM (*Nordic Body Map*) ialah salah satu bentuk kuesioner *checklist* ergonomi yang paling sering digunakan karena sudah terstandarisasi dan tersusun rapi. NBM berfungsi untuk mengetahui bagian tubuh manusia yang terasa sakit yang telah dibagi menjadi 9 bagian utama yaitu leher, bahu, punggung bagian atas, siku, punggung bagian bawah, pergelangan tangan, pinggang/pantat, lutut, tumit/kaki.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

QEC merupakan salah satu metode pengukuran beban postur yang diperkenalkan oleh (Li dan Buckle, 1999 dikutip oleh Adha, 2014). QEC memiliki tingkat sensitivitas dan kegunaan yang tinggi serta dapat diterima secara luas *realibilitasnya*. QEC merupakan suatu metode untuk penilaian terhadap risiko kerja yang berhubungan dengan gangguan otot di tempat kerja. Metode ini menilai gangguan resiko yang terjadi pada bagian belakang punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher. QEC membantu untuk mencegah terjadinya WMSDs seperti gerak *repetitive*, gaya tekan, postur yang salah, dan durasi kerja.

(Li and Buckle, 1999 dikutip oleh Priyono, 2014), memaparkan QEC (*Quick Exposure Check*) cepat dalam menilai untuk pekerjaan yang berhubungan dengan resiko WMSDs (*Work Musculoskeletal Disorders*), penilaian QEC yaitu pada tubuh statis (*body static*) dan kerja dinamis (*dynamic task*).

Konsep dasar dari metode ini adalah mengetahui seberapa besar *exposure score* untuk bagian tubuh tertentu yang dibandingkan dengan bagian tubuh lainnya. *Exposure score* dihitung untuk masing-masing bagian tubuh dengan mempertimbangkan ± 5 kombinasi/ interaksi, misalnya postur dengan gaya/beban, pergerakan dengan gaya /beban, durasi dengan gaya/beban, postur dengan durasi, pergerakan dengan durasi (Brown & Li , 2003 dikutip oleh Adha, 2014).

Tujuan dari penggunaan QEC ini adalah (Adha, 2014):

1. Menilai perubahan paparan pada tubuh yang berisiko terjadinya *musculoskeletal* sebelum dan sesudah intervensi ergonomi.
2. Melibatkan pengamat dan juga pekerja dalam melakukan penilaian dan mengidentifikasi kemungkinan untuk perubahan pada sistem kerja.
3. Membandingkan paparan risiko cedera diantara dua orang atau lebih yang melakukan pekerjaan yang sama, atau diantara orang-orang yang melakukan pekerjaan yang berbeda.
4. Meningkatkan kesadaran diantara para manager, *engineer*, *designer*, praktisi keselamatan dan kesehatan kerja dan para operator mengenai faktor risiko *musculoskeletal* pada stasiun kerja.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Salah satu karakteristik yang penting dalam metode ini adalah penilaian dilakukan oleh peneliti/*observer* dan pekerja/*worker*, dimana faktor risiko yang ada dipertimbangkan dan digabungkan dalam implementasi dengan tabel skor yang ada (Li & Buckle, 1999 dikutip oleh Adha, 2014) sehingga memperkecil bias penilaian subjektif dari peneliti/*observer*.

Adapun kelebihan lain dari metode ini adalah didalam (Adha, 2014) :

1. Dapat digunakan untuk sebagian besar faktor risiko fisik dari MSDs.
2. Mempertimbangkan kebutuhan peneliti dan bisa digunakan oleh peneliti yang tidak berpengalaman.
3. Mempertimbangkan kombinasi dan interaksi berbagai faktor risiko di tempat kerja (*multiple risk factors*), baik yang bersifat fisik maupun psikososial.
4. Mudah dipelajari dan efektif untuk digunakan.

Disamping berbagai keuntungan tersebut, metode ini memiliki beberapa kekurangan, diantaranya adalah di dalam (Adha, 2014):

1. Metode hanya fokus pada faktor fisik tempat kerja.
2. Pelatihan dan praktek tambahan diperlukan oleh penggunaan yang belum berpengalaman untuk pengembangan reliabilitas pengukuran.

Rumus perhitungan *exposure level*.

$$\frac{X}{X_{max}} \times 100\% = E(\%) \quad (2.7)$$

Keterangan:

X = Total *score* yang didapat untuk paparan risiko cedera untuk punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher yang diperoleh dari perhitungan kuisioner.

X_{max} = Total maksimum *score* untuk paparan yang mungkin terjadi cedera untuk punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher. X_{max} konstan untuk beberapa pekerjaan seperti untuk pekerjaan statis nilai X_{max} yang mungkin terjadi adalah 162 dan untuk pekerjaan manual handling (mengangkat benda/menarik benda, membawa benda) nilai X_{max} yang mungkin terjadi adalah 176.

Mengolah data kuesioner yang telah disebar ke setiap stasiun kerja untuk menghitung *exposure score* pada setiap anggota tubuh yang diamati yaitu punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher. Tingkat risiko terjadinya cedera pada anggota tubuh berdasarkan dari nilai *exposure score* yang diperoleh kemudian disesuaikan dengan tabel *exposure level* untuk mengetahui resiko cedera pada masing-masing anggota tubuh yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 *Exposure Score*

Score	Exposure Level			
	Low	Moderate	High	Verry High
Punggung (Statis)				
Punggung Bergerak	8-15	16-22	23-29	29-40
Bahu/Lengan	10-20	21-30	31-40	41-56
Pergelangan Tangan	10-20	21-30	31-40	41-56
Leher	4-6	8-10	12-14	16-18

Menghitung *exposure level* untuk menentukan tindakan apa yang dilakukan berdasarkan dari hasil perhitungan total *exposure score*. Tindakan yang harus diambil berdasarkan nilai yang dihasilkan dalam perhitungan *exposure level* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 *Exposure Level*

Total Exposure Level	Action
<40%	Aman
40-49%	Perlu penelitian lebih lanjut
50-69%	Perlu penelitian lebih lanjut dan dilakukan perubahan
≥70	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya

2.7 Mengukur Aktivitas Kerja Manusia

Yang dimaksud dengan mengukur aktivitas kerja manusia adalah mengukur beberapa besarnya tenaga yang dibutuhkan oleh seorang pekerja untuk melaksanakan pekerjaannya. Tenaga yang dikeluarkan tersebut biasanya diukur dalam satuan kilokalori (Nurmianto, 2008).

Salah satu tolak ukur selain tolak ukur waktu yang diaplikasikan untuk mengevaluasi apakah tata cara kerja sudah dirancang baik ataupun belum adalah dengan mengukur penggunaan energi yang yang harus dikeluarkan untuk melaksanakan aktivitas- aktivitas tersebut (Nurmianto, 2008).



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berat ringannya pekerjaan yang harus dilakukan oleh seseorang pekerja akan bisa ditentukan oleh gejala-gejala perubahan anggota tubuh atau fisik manusia antara lain (Nurmianto, 2008):

1. Laju detak jantung
2. Tekanan darah dan temperatur badan
3. Laju pengeluaran keringat dan konsumsi oksigen yang dihirup
4. Kandungan kimiawi dalam darah

Pengukuran detak jantung adalah aktivitas pengukuran yang sering diaplikasikan, meskipun metoda ini tidak langsung terkait dengan pengukuran energi fisik yang harus dikonsumsi seseorang untuk kerja. Pengukuran konsumsi oksigen dalam hal justru akan berkaitan dengan proses metabolisme proses pembakaran dalam tubuh manusia yang akan menghasilkan energi untuk kerja yang mana besar kecilnya oksigen yang dikonsumsi akan langsung terkait secara profesional dengan konsumsi energi yang akan dipakai untuk kerja. (Wigjosoebroto, 2008).

2.7.1 Proses Metabolisme

Proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh manusia merupakan *phase* yang terpenting sebagai penghasil energi yang diperlukan untuk kerja fisik. Proses metabolisme akan menghasilkan panas dan energi yang diperlukan untuk kerja fisik atau mekanis lewat sistem otot manusia, disini zat-zat makanan akan bersenyawa dengan oksigen yang dihirup, terbakar akan menimbulkan panas serta energi mekanik (Wignjosoebroto, 2008).

Dalam *literature* ergonomi, besarnya energi yang dihasilkan atau dikonsumsi akan dinyatakan dalam unit satuan “ kilo kalori tau kcal” atau kilo joules (KJ)” bila mana akan dinyatakan dalam satuan *standar internasional* (SI), diman satu kilocalorie (Kcal) = 4,2 kilojoules (KJ) nilai konversi di atas kan dapat berguna bilamana nilai konsumsi energi diberikan dalam unit satuan “watt”(1 watt = 1 joule/detik) selanjutnya dalam fisiolgi kerja, energi yang dikonsumsi seringkali bisa diukur secara langsung yaitu melalui konsumsi oksigen yang



1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dihisap. Dalam hal ini konversi bisa dinyatakan dengan satu liter O₂ = 4,8 Kcal = 20 KJ.

Dari nilai konversi tersebut tampak bahwa nilai kalori oksigen dari setiap liter oksigen yang dihirup akan menghasilkan energi rata-rata sebesar 4,8 kcal atau 20 KJ. Istilah yang sering digunakan untuk mengkonversikan nilai 1 liter oksigen dengan energi yang dihasilkan oleh tubuh manusia adalah “ nilai kalorifik dari oksigen”. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Adapun konsumsi oksigen dapat dihitung dengan persamaan interpolasi sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2008) :

$$Y = Y_1 + \frac{(X - X_1)}{(X_2 - X_1)}(Y_2 - Y_1) \quad (2.8)$$

Dimana :

Denyut jantung, X, X_1, X_2

Konsumsi oksigen, Y_1, Y_2

konsumsi energi yang diperlukan, Y

2.7.2 Standar Untuk Energi Kerja

Dari hasil penelitian mengenai fisiologi kerja diperoleh kesimpulan bahwa 5,2 kcal/menit akan dipertimbangkan sebagai maksimum energi yang dikonsumsi untuk melaksanakan kerja fisik berat atau kasar secara terus menerus. Nilai 5,2 kcal/menit dapat pula dikonversikan dalam bentuk konsumsi energi. Jika nilai metabolisme basal = 1,2 kcal/menit maka energi yang dikonsumsi untuk kerja fisik berat adalah (5,2 - 1,2 = 4,0 kcal/menit). Nilai kalori kerja 5,3 pada kondisi kerja standar ini akan menyebabkan jantung atau nadi akan berdetak sekitar 120 detak/menit. Nilai-nilai ini kemudian akan dipakai sebagai tolak ukur yang akan menggambarkan kondisi kerja standar (Wignjosoebroto, 2008).



2.7.3 Pengukuran Denyut Jantung

Jantung merupakan alat yang sangat penting bagi pekerja. Alat tersebut merupakan pompa darah kepada otot, sehingga zat yang diperlukan dapat diberikan kepada dan zat-zat sampah dapat diambil dari otot. Jantung bekerja di luar kemampuan dan memiliki kemampuan secara khusus. Alat itu memompa darah arteri ke jaringan, termasuk otot, dan darah vena ke paru-paru. Suatu denyut jantung merupakan suatu *volume* denyutan (*stroke volume*) (Nurmianto, 2008)

Pengukuran denyut jantung adalah salah satu alat untuk mengetahui beban kerja. Hal ini dilakukan dengan berbagai cara antara lain yaitu (Nurmianto, 2008).

1. Merasakan denyut jantung yang ada pada arteri radial pada pergelangan tangan.
2. Mendengarkan denyut dengan stethoscope
3. Menggunakan ECG (*Electrocardiogram*) yaitu mengukur signal elektrik yang diukur dari otot jantung pada permukaan kulit.

Drajat beratnya beban kerja tidak hanya tergantung pada jumlah kalori yang dikonsumsi, akan tetapi juga bergantung pada jumlah otot yang terlibat pada pembebanan statis. Sejumlah konsumsi energi tersebut akan lebih berat jika hanya di tunjang oleh sejumlah kecil otot relatif terhadap sejumlah otot besar. Begitu juga untuk konsumsi energi dapat juga menganalisa pembebanan otot statis dan dinamis.

Jumlah denyut jantung merupakan petunjuk besar-kecilnya beban kerja. Pada pekerjaan sangat ringan denyut jantung <75 *pulse*/menit, pekerjaan ringan diantara 75-100 *pulse*/menit, sangat berat 150-175 *pulse*/menit dan luar biasa berast lebih dari 175 *pulse*/menit. Maksimal denyut nadi orang muda adalah 200 *pulse*/menit. Sedangkan yang berusia 40 tahun keatas 170 *pulse*/menit. Jantung yang sehat dalam 15 menit sesudah bekerja normal kembali seperti semula. Beban kerja ini menentukan berapa lama seseorang dapat bekerja sesuai dengan kapasitas kerjanya. semangkin besar beban, semangkin pendek waktu seseorang dapat bekerja tanpa kelelahan atau gangguan (Nurmianto, 2008).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Konsumsi energi dapat menghasilkan denyut jantung yang berbeda-beda. Oleh karenanya dapat dikatakan bahwa meningkatnya denyut jantung adalah dikarenakan oleh (Nugroho, 2008) :

1. Temperatur sekeliling yang tinggi
2. Tingginya pembebanan otot statis, dan
3. Semakin sedikit otot yang terlibat dalam suatu kondisi kerja.

Adapun hubungan antara metabolisme, respirasi, *energy expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja ditunjukkan pada Tabel 2.2 sebagai berikut (Nugroho, 2008)

Tabel 2.4 Hubungan Antara Metabolisme, Respirasi, *Energi Expenditure* dan Denyut Jantung sebagai Media Pengukur Beban Kerja

<i>Assesment Of Work Load</i>	<i>Oxygen Consumption Litres/min</i>	<i>Lung Ventilation Litres/min</i>	<i>Energi Expenditure Calories/minute</i>	<i>Heart Rate Pulses/mins</i>
"Very low" (resting)	0.25-0.3	6-7	<2,5	60-70
"Low"	0.5-1	11-20	2,5-5,0	75-100
"Moderate"	1-1.5	20-31	5,0-7,5	100-125
"High"	1.5-2	31-43	7,5-10,0	125-150
"Very high"	2-2.5	43-56	10,0-12,5	150-175
"Extremely high" (e.g. sport)	2.4-4	60-100	>12,5	> 175

(Sumber : Nugroho, 2008)

2.8 Menetapkan Waktu Baku

Pengukuran waktu baku hendaknya dilaksanakan apabila kondisi dan metoda kerja dari pekerjaan yang akan diukur sudah baik, sehingga untuk waktu baku yang ditetapkan dapat menjadi tolak ukur sistem kerja dalam keadaan yang terbaik pada saat itu.

2.8.1 Penyesuaian Waktu dengan *Performance Rating* Kerja

Performance rating adalah aktivitas untuk menilai atau mengevaluasi terhadap kecepatan kerja operator. Dengan melakukan *rating* ini diharapkan waktu kerja yang diukur dapat dinormalkan kembali. Ketidaknormalan dari waktu kerja ini diakibatkan oleh kerja operator yang bekerja secara kurang wajar yaitu bekerja dalam tempo atau kecepatan yang tidak sebagaimana mestinya. Untuk

menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan, maka hal ini dilakukan dengan mengadakan penyesuaian yaitu dengan cara mengalikan waktu pengamatan rata-rata dengan faktor penyesuaian atau *rating* (Wigjosoebroto, 2008).

(*Westing house company*, 1927 dikutip oleh Wigjosoebroto, 2008) memperkenalkan sistem yang dianggap lebih lengkap. Prosedur pengukuran kerja yang dibuat oleh *Westing house* meliputi keterampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*condition*), kekonsistensian (*consistency*) dari operator dalam melakukan kerja. Untuk ini *Westing house* berhasil membuat tabel *performance rating* yang berisikan nilai-nilai angka yang berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor tersebut.

2.8.2 Menetapkan Waktu Kelonggaran

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada kecepatan atau tempo kerja yang normal. Walaupun demikian pada prakteknya kita akan melihat bahwa tidaklah bisa diharapkan operator tersebut akan mampu bekerja secara terus-menerus sepanjang hari tanpa adanya interupsi sama sekali. Di sini kenyataannya operator akan sering menghentikan kerja dan membutuhkan waktu-waktu khusus untuk keperluan seperti *personal needs*, istirahat melepas lelah, dan alasan-alasan lain yang diluar kontrolnya. Waktu longgar yang dibutuhkan dan akan menginterupsi proses produksi ini bisa diklasifikasikan menjadi *personal allowance*, *fatigue allowance*, dan *delay allowance* (Wigjosoebroto, 2008).

2.8.3 Menghitung Waktu Siklus

Untuk mengetahui waktu baku dari suatu elemen kerja makater lebih dahulu harus diketahui waktu siklus dan waktu normal darisuatu elemen kerja (Nugroho, 2008).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Waktu siklus dapat dihitung dengan Rumus 8 berikut (Nugroho, 2008):

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{N} \quad (2.9)$$

Dimana :

$\sum xi$ = jumlah waktu yang diamati

N = jumlah pengamatan yang dilakukan

2.8.4 Menghitung Waktu Normal

Waktu normal merupakan hasil perkalian antara waktu siklus dengan *performance rating* yang telah ditetapkan. Nilai *performancerating* diperoleh berdasarkan tabel *westing house* meliputi ketrampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*condition*), kekonsistensian (*consistency*) dari operator dalam melakukan kerja. Apabila operator bekerja terlalu lambat maka nilai ratingnya $p < 1$, dan apabila operator bekerja terlalu cepat maka nilai ratingnya $p > 1$ (Nugroho, 2008). Adapun waktu normal dapat dihitung dengan Rumus 9 berikut:

$$Wn = Ws \times P \quad (2.10)$$

Dimana :

Ws = waktu siklus

P = faktor penyesuaian

2.8.5 Menghitung Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja dengan kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan pada sistem yang terbaik pada saat itu. Nilai *allowance* berdasarkan tabel penyesuaian *westing house* dengan melihat kondisi tempat kerja yang ada. Adapun waktu baku dapat dihitung dengan Rumus 10 berikut (Nugroho, 2008):

$$\text{Waktu Baku (Wb)} = Wn \times (1 + \% \text{ Allowance}) \quad (2.11)$$

Dimana :

Wn = waktu normal

1 = kelonggaran (*allowance*) yang dihasilkan pekerja untuk menyelesaikan pekerjaan disamping waktu normal

2.8.6 Menghitung *Output* Standar

Output standar adalah sejumlah *output* atau keluaran yang seharusnya dihasilkan dari seorang pekerja dengan kemampuan rata-rata. Untuk mengetahui jumlah *output* standar dapat dapat dihitung dengan Rumus berikut (Nugroho, 2008) :

$$\text{Output Standar (OS)} = \frac{1}{Wb} \quad (2.12)$$

Dimana :

1 = jumlah jam kerja / hari

Wb = waktu baku

2.9 Produktivitas Kerja

2.9.1 Sejarah Produktivitas

Produktivitas lahir karena adanya pengembangan industri sehingga dapat dikatakan bahwa produktivitas adalah saudara kembar industri. Pada abad ke-19 sampai awal abad ke-20, F.W. Taylor dan rekan-rekannya meneliti dan mengenalkan apa yang dinamakan *Scientific Management* dibidang ketenagakerjaan produksi. Tingkat mekanisme waktu itu masih relatif rendah sehingga efisiensi kerjanya ditentukan oleh kecepatan produksi dengan menggunakan kecepatan manusia dalam menjalankan mesin serta peralatan. F.W.Taylor bersama rekannya mencoba mengukur kecepatan produksi dengan menggunakan pendekatan metode ilmiah dan berhasil menetapkan standar kegiatan per hari yang harus dilakukan. Berdasarkan studi Taylor tersebut maka perencanaan dibuat dengan berdasarkan pada derajat ketepatan tertentu terhadap banyaknya pekerjaan yang harus dilakukan tenaga kerja pada satuan waktu (Nugroho, 2008).

2.9.2 Konsep dan Definisi Produktivitas

Produktivitas sering diartikan sebagai ukuran, sampai sejauh mana sumber-sumber sebagai masukan sistem produksi dikelola sedemikian rupa untuk mencapai hasil atau keluaran kuantitas tertentu. Seperti yang dikemukakan oleh Komplain, bahwa produktivitas merupakan konsepsi sistem, dimana konsep



produktivitas dalam wujudnya diekpresikan sebagai rasio yang mereflesikan bagaimana memanfaatkan sumber daya yang ada secara efisien untuk menghasilkan keluaran.

Umumnya keluaran dari suatu industri sulit diukur secara kualitatif. Dalam pengukuran produktivitas biasanya selalu dihubungkan dengan keluaran secara fisik, yaitu produk akhir yang dihasilkan. Produk disini bisa terdiri dari bermacam-macam tipe dan ukuran, teristimewa dijumpai dalam suatu industri yang bersifat *joborder*. Demikian pula proses yang dipakai dalam industri umumnya terdiri dari bermacam-macam proses produksi yang berbeda satu dengan yang lainnya (Nugroho, 2008).

Untuk mengukur produktivitas kerja dari tenaga kerja manusia, operator mesin, dapat diformulasikan sebagai berikut (Nugroho, 2008):

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output 2} - \text{Output 1}}{\text{Output 1}} \times 100\% \quad (2.13)$$

Dimana : *Output 1* = *output* standar sebelum perancangan.

Output 2 = *output* standar sesudah perancangan.

Disini produktivitas dari tenaga kerja ditunjukkan sebagai rasio dari jumlah keluaran yang dihasilkan per total tenaga kerja jam manusia (*man-hours*), yaitu jam kerja yang dipakai untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU