



## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Ergonomi

Ergonomi merupakan ilmu yang menitikberatkan pada pembahasan mengenai manusia sebagai elemen utama dalam suatu sistem kerja. Ergonomi berasal dari bahasa Yunani yaitu *ergo* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti hukum. Istilah ergonomi lebih populer dipergunakan oleh beberapa negara di Eropa Barat, di Amerika istilah ini lebih dikenal sebagai *human factor engineering* atau *human engineering* (Wignjosoebroto, 2008).

Disiplin ergonomi secara khusus akan mempelajari keterbatasan dan kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk-produk buaatannya. Disiplin ini berangkat dari kenyataan bahwa manusia memiliki batas-batas kemampuan pada saat berhadapan dengan keadaan lingkungan sistem kerjanya (Wignjosoebroto, 2008).

Maksud dan tujuan utama dari pendekatan disiplin ergonomi diarahkan pada upaya memperbaiki *performans* kerja manusia seperti menambah kecepatan kerja, *accuracy*, keselamatan kerja disamping untuk mengurangi *energy* kerja yang berlebihan serta mengurangi datangnya kelelahan yang terlalu cepat. Disamping itu disiplin *ergonomic* diharapkan pula mampu memperbaiki pendayagunaan sumber daya manusia serta meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan kesalahan manusia (*human error*) (Wignjosoebroto, 2008).

Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktifitas rancang bangun (*desain*) ataupun rancang ulang (*re-desain*). Hal ini dapat meliputi perangkat keras seperti misalnya perkakas kerja (*tools*), bangku kerja (*benches*), platform, kursi, pegangan alat kerja (*workholders*), system pengendalian (*controls*), alat peraga (*display*), jalan atau lorong (*access ways*) pintu (*doors*), jendela (*windows*) dan lain-lain. Masih dalam kaitan dengan hal tersebut diatas adalah bahasan mengenai

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

rancang bangun lingkungan kerja (*working environment*), karena jika system perangkat keras berubah maka akan berubah pula lingkungan kerjanya (Nurmianto, 2008).

Disamping itu ergonomi juga memberikan peranan penting juga memberikan peranan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan an kesehatan kerja misalnya: desain suatu system kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada system kerangka dan oto manusia, desain stasiun kerja untuk alat peraga visual (visual display unit stasion). Hal tiu adalah untuk mengurangi ketidaknyamanan visual dan postur kerja, desain suatu perkakas kerja (*handtools*) untuk mengurangi kelelahan kerja, desain suatu peletakan instrumen dan system pengendalian agar didapat optimasi dalam proses transfer informasi dengan dihasilkannya suatu respon yang cepat dengan meminimumkan resiko kesalahan, serta supaya didapatkan optimasi, efisiensi kerja dan hilangnya resiko kesehatan akibat metoda kerja yang kurang tepat (Nurmianto, 2008).

Penerapan faktor ergonomic lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah untuk desain dan evaluasi produk. Produk-produk ini haruslah dapat dengan mudah diterapkan (dimengerti dan digunakan) pada sejumlah populasi masyarakat tertentu tanpa mengakibatkan bahaya resiko dalam penggunaannya (Nurmianto, 2008).

## 2.2 Kelelahan Kerja

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Kelelahan diatur secara sentral oleh otak. Istilah kelelahan biasanya menunjukkan kondisi yang berbeda dari setiap individu, tetapi semuanya bermuara kepada kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh. Kelelahan diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot merupakan tremor pada otot atau perasaan nyeri pada otot. Sedang kelelahan umum biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh



#### 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.

monotoni, intensitas, lamanya kerja fisik, keadaan lingkungan, mental, status kesehatan dan keadaan gizi (Rachman, 2008).

Kelelahan yang disebabkan oleh sejumlah faktor kerja yang berlangsung secara terus menerus dan terakumulasi akan menyebabkan apa yang disebut dengan “lelah kronis”. Gejala-gejala yang tampak jelas akibat lelah kronis ini dapat dicirikan seperti meningkatnya emosi dan rasa jengkel sehingga orang menjadi kurang toleran atau a-sosial terhadap orang lain, munculnya sikap apatis terhadap pekerjaan, depresi yang berat dan lain-lain. Dampak nyata akibat kondisi seperti ini bisa menjawab pada fisiologis maupun psikologis manusia, yang akhirnya akan memerlukan perawatan khusus (Wignjosoebroto, 2008).

### 2.2.1 Faktor Penyebab Terjadinya Kelelahan Akibat Kerja

Faktor penyebab terjadinya kelelahan sangat bervariasi. Hal ini dapat diantisipasi dengan melakukan proses penyegaran di luar tekanan untuk memelihara atau mempertahankan kesehatan. Penyegaran terjadi terutama selama waktu tidur malam, tetapi periode istirahat dan waktu berhenti kerja juga dapat memberikan penyegaran. Kelelahan yang disebabkan oleh kerja statis berbeda dengan kerja dinamis. Pada kerja otot statis, dengan pengerahan tenaga 50% dari kekuatan maksimum otot hanya dapat bekerja selama 1 menit, sedangkan pada pengerahan tenaga, 20% kerja fisik dapat berlangsung cukup lama. Tetapi pengerahan tenaga statis sebesar 15-20% akan menyebabkan kelelahan dan nyeri, jika pembebanan berlangsung setiap hari (Tarwaka, 2004).

Menurut Satalaksana (1979), faktor yang menyebabkan kelelahan ada dua hal, yaitu kelelahan fisiologis (fisik atau kimia) adalah kelelahan yang timbul karena adanya perubahan fisiologis (fisik atau kimia) dalam tubuh, dan kelelahan psikologis (kejiwaan) adalah kelelahan palsu yang timbul dalam perasaan orang yang bersangkutan dan terlihat dengan tingkah lakunya atau pendapatnya yang tidak konsekwen lagi serta jiwanya yang labil. Dari segi fisiologis (fisik atau kimia), tubuh manusia dianggap sebagai mesin yang mengkonsumsi bahan bakar, dan memberikan



#### 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.

output berupa tenaga yang berguna untuk melaksanakan aktivitas. Pada prinsipnya, ada lima macam mekanisme yang dilakukan tubuh, yaitu sistem peredaran, sistem pencernaan, sistem otot, sistem syaraf dan sistem pernafasan(Sutalaksana, 1979).

Kerja fisik yang terus menerus berpengaruh terhadap mekanisme di atas, baik secara terpisah maupun sekaligus. Kelelahan psikologis (kejiwaan) menyangkut perubahan yang bersangkutan dengan moril seseorang. Kelelahan ini bisa disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya kurang minat pada pekerjaan, pekerjaan yang monoton, keadaan lingkungan, adanya hukum moral yang mengikat dan merasa tidak cocok. Sebab mental seperti tanggung jawab, kekhawatiran dan konflik. Pengaruh ini berkumpul dalam benak dan menimbulkan rasa lelah (Sutalaksana, 1979).

Waters dan Bhattacharya (1996, dikutip oleh Tarwaka, 2004) berpendapat agak lain, bahwa kontraksi otot baik statis maupun dinamis dapat menyebabkan kelelahan otot setempat. Kelelahan tersebut terjadi pada waktu ketahanan otot terlampaui. Waktu ketahanan otot tergantung pada jumlah tenaga yang dikembangkan oleh otot sebagai suatu prosentase tenaga maksimum yang dapat dicapai oleh otot. Kemudian pada saat kebutuhan metabolisme dinamis dan aktivitas melampaui kapasitas energi yang dihasilkan oleh tenaga kerja, maka kontraksi otot akan terpengaruh sehingga kelelahan seluruh badan terjadi (Tarwaka, 2004).

Untuk mengurangi tingkat kelelahan maka harus dihindarkan sikap kerja yang bersifat statis dan diupayakan sikap kerja yang lebih dinamis. Hal ini dapat dilakukan dengan merubah sikap kerja yang statis menjadi sikap kerja yang lebih bervariasi atau dinamis, sehingga sirkulasi darah dan oksigen dapat berjalan normal ke seluruh anggota tubuh (Tarwaka, 2004).

Kelelahan dapat dikurangi dengan berbagai cara, yaitu dengan menyediakan kalori secukupnya sebagai input untuk tubuh, bekerja dengan menggunakan metoda kerja yang baik, misalnya bekerja dengan dengan memakai prinsip ekonomi gerakan., memperhatikan kemampuan tubuh, artinya pengeluaran tenaga tidak melebihi pemasukannya dengan memperhatikan batasannya, memperhatikan waktu kerja yang teratur dengan melakukan pengaturan terhadap jam kerja, waktu istirahat dan





sarananya, masa libur dan rekreasi dan lainnya, serta berusaha mengurangi monotoni dan ketegangan akibat kerja (Sutalaksana, 1979).

### 2.3 Kuesioner *Nordic Body Map*

Pengukuran kelelahan pada sistem otot rangka dalam bidang ergonomi mengalami satu kesulitan dalam satu kendala yang cukup serius yang sampai saat ini tidak ada cara pengukuran langsung terhadap luasnya aspek kelelahan. Tidak ada pengukuran yang bersifat mutlak terhadap kelelahan (Tarwaka, 2004).

Menurut Kroemer (2001), kuesioner *nordic* merupakan kuisisioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan atau kesakitan pada tubuh. Kuesioner ini sudah cukup terstandarisasi dan tersusun rapi. Kuesioner ini dikembangkan oleh Kourinka (1987) dan dimodifikasi oleh Dickinson (1992, dikutip oleh Rachman, 2008).

Survei ini menggunakan banyak pilihan jawaban yang terdiri dari 2 bagian yaitu bagian umum dan terperinci. Bagian umum menggunakan gambar dari tubuh yaitu dilihat dari bagian depan dan belakang, kemudian dibagi menjadi 9 area utama. Responden yang mengisi kuesioner diminta untuk memberikan tanda ada tidaknya gangguan pada bagian area tubuh tersebut (Rachman, 2008).

Ada beberapa cara yang telah diperkenalkan dalam melakukan evaluasi ergonomis untuk mengetahui hubungan antara tekanan fisik dengan resiko keluhan otot skeletal. Salah satu alat bantu untuk mempermudah pengukuran serta mengenali sumber penyebab musculoskeletal disorder adalah *Nordic body map* (NBM) melalui NBM maka dapat diketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit (Prasetyo, 2011)

Suatu bagian yang spesifik dalam daftar pertanyaan *nordic* terpusat pada area tubuh dimana gejala gangguan bagian area tubuh tersebut paling umum dijumpai seperti leher atau punggung. Pertanyaan lain yang biasa ditanyakan adalah sifat alamiah keluhan, jangka waktu dan kebiasaan manusia (Rachman, 2008).

Tabel 2.1 Kuisisioner *Nordic Body Map*

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

(Sumber: Rachman, 2008)

#### 2.4 *Quick Exposure Check (QEC)*

*Quick Exposure Check (QEC)* merupakan salah satu metode pengukuran beban postur yang diperkenalkan oleh Dr. Guanyang Li dan Peter Buckle. QEC menilai pada empat area tubuh yang terpapar pada risiko yang tertinggi untuk

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 mengumumkannya 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.

terjadinya work musculoskeletal disorders (WMSDs) pada seseorang ataupun operator. QEC dikembangkan untuk (Ilman, 2013):

1. Menilai perubahan paparan pada tubuh yang berisiko terjadinya musculoskeletal sebelum dan sesudah intervensi musculoskeletal.
2. Melibatkan pengamat dan juga pekerja dalam melakukan penilaian dan mengidentifikasi kemungkinan untuk perubahan pada fokus 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 manajer, engineer, desainer, praktisi keselamatan dan kesehatan kerja dan para operator mengenai faktor risiko musculoskeletal pada stasiun kerja.

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 risiko 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 (Adha, 2014).

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  $\pm 5$  kombinasi/ interaksi, misalnya postur dengan gaya/beban, pergerakan dengan gaya /beban, durasi dengan gaya/beban, postur dengan durasi, pergerakan dengan durasi (Brown & Li , 2003). Tujuan dari penggunaan QEC ini adalah (Adha, 2014):



#### 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.

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 manajer, engineer, desainer, praktisi keselamatan dan kesehatan kerja dan para operator mengenai faktor risiko musculoskeletal pada stasiun kerja.

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 focus skor yang ada (Li & Buckle, 1999) sehingga memperkecil bias penilaian subjektif dari peneliti/observer. Adapun kelebihan lain dari metode ini adalah (Adha, 2014):

1. Dapat digunakan untuk sebagian besar faktor risiko fisik dari MSDs.
2. Mempertimbangkan kebutuhan peneliti dan 80% 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:

1. Metode hanya focus pada faktor fisik tempat kerja.
2. Pelatihan dan praktek tambahan diperlukan oleh penggunaan yang belum berpengalaman untuk pengembangan reliabilitas pengukuran (Adha, 2014).





#### 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Kuesioner QEC diberikan kepada seluruh operator pada stasiun kerja yang ada dan juga pengamat yang melihat bagaimana postur tubuh operator ketika bekerja. Kuesioner QEC untuk pengamat dan operator berbeda, akan tetapi keduanya digunakan untuk menganalisis kondisi suatu stasiun kerja. Kuesioner pengamat lebih menitik beratkan kepada postur tubuh yang terbentuk oleh operator ketika melakukan pekerjaannya. Kuesioner operator lebih menitik beratkan kepada yang dirasakan oleh operator ketika melakukan pekerjaannya seperti beban yang harus diangkat dan juga durasi kerja.

Hasil dari perhitungan exposure score ini kemudian akan digunakan untuk menghitung nilai exposure level menggunakan rumus:

$$E(\%) = \frac{X}{X_{max}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

$X$  = Total skor yang didapat untuk paparan risiko cedera untuk punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher yang diperoleh dari perhitungan kuesioner.

$X_{max}$  = Total maksimum skor untuk paparan yang mungkin terjadi untuk punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher. 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. (Ilman, 2013).

## 2.5 Pengukuran Waktu Kerja

Secara singkat pengukuran waktu kerja ini adalah metoda keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit *output* yang dihasilkan. Secara umum penetapan kumum teknik-teknik pengukuran waktu kerja dapat dikelompokkan menjadi pengukuran waktu kerja secara langsung dan pengukuran waktu kerja secara tidak langsung (Wignjosobroto, 2008)



### 2.5.1 Pengukuran Waktu Kerja Secara Langsung

Pengukuran waktu kerja secara langsung adalah pengukuran yang dilaksanakan secara langsung yaitu ditempat dimana pekerjaan yang diukur dijalankan. Dua cara termasuk didalamnya adalah cara pengukuran waktu kerja dengan menggunakan jam henti (*stopwatch time study*) dan sampling kerja (*work sampling*). Pengukuran kerja secara langsung ini, terutama pengukuran dengan jam henti adalah merupakan aktivitas yang mengawali dan menjadi landasan untuk kegiatan-kegiatan pengukuran kerja yang lain (Wignjosoebroto, 2008)

### 2.5.2 Pengukuran Waktu Kerja Dengan Jam Henti (*Stopwatch Time Study*)

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti diperkenalkan pertama sekali oleh Frederick W. Taylor sekitar abad 19 yang lalu. Metoda ini terutama sekali baik diaplikasikan untuk pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang. 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 sama seperti itu. Adapun langkah-langkah untuk melakukan pengukuran menggunakan jam henti ini adalah (Wignjosoebroto, 2008) :

1. Definisikan pekerjaan yang akan diteliti untuk diukur waktunya dan diberitahukan 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, atau spesifikasikan mesin atau peralatan kerja lain yang digunakan.
3. Bagi operasi pekerja dalam elemen-elemen kerja sedetail-detailnya tapi masih dalam batas-batas kemudahan untuk pengukuran waktunya.
4. Amati, ukur dan catat waktu yang dibuthkan oleh operator untu 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.
6. Tetapkan *rate of performance* dari operator saat melakukan aktivitas kerja yang diukur dan dicatat waktunya tersebut.

### 2.5.2.1 Langkah-Langkah Sebelum Melakukan Pengukuran *Stopwatch Time Study*

Untuk mendapatkan hasil yang baik, yaitu yang dapat dipertanggung jawabkan maka tidaklah cukup sekedar melakukan beberapa kali pengukuran dengan menggunakan jam henti. Banyak faktor yang harus diperhatikan agar akhirnya dapat diperoleh waktu yang pantas untuk pekerjaan yang bersangkutan seperti yang berhubungan dengan kondisi kerja, cara pengukuran, jumlah pengukuran dan lain-lain. Sebagian langkah yang perlu diikuti agar maksud di atas dapat dicapai adalah (Sutalaksana, 1979).

#### a. Penetapan Tujuan

Sebagaimana halnya dengan berbagai kegiatan lain, tujuan melakukan kegiatan harus ditetapkan terlebih dahulu. Dalam pengukuran waktu, hal-hal penting yang harus diketahui dan ditetapkan adalah untuk apa hasil pengukuran digunakan, beberapa tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan dari hasil pengukuran tersebut.

#### b. Melakukan Penelitian Pendahuluan

Hal yang dicari-cari dari pengukuran waktu adalah waktu yang pantas diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Tentu suatu kondisi yang ada dapat dicari waktu yang pantas tersebut artinya akan didapat juga yang pantas untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kondisi yang bersangkutan

#### c. Memilih Operator

Operator yang akan melakukan pekerjaan yang diukur bukanlah orang yang begitu saja diambil dari pabrik. Orang ini harus memenuhi beberapa



#### 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.

persyaratan tertentu agar pengukuran dapat berjalan dengan baik, dan dapat diandalkan hasilnya. Syarat-syarat tersebut adalah berkemampuan normal dan dapat diajak bekerja sama.

#### d. Melatih Operator

Walaupun operator yang baik telah didapat, kadang-kadang masih diperlukan adalah bagi operator tersebut terutama jika kondisi dan cara kerja yang dipakai tidak sama dengan yang biasa dijalankan operator. Hal ini terjadi jika pada saat penelitian pendahuluan kondisi kerja atau cara kerja sesudah mengalami perubahan. Dalam keadaan ini operator harus dilatih terlebih dahulu karena sebelum diukur operator harus terbiasa dengan kondisi dan cara kerja yang telah ditetapkan dan telah dibakukan.

#### e. Mengurai Pekerjaan Atas Elemen Pekerjaan

Disini pekerjaan dipecah menjadi elemen pekerjaan yang merupakan gerakan bagian dari pekerjaan yang bersangkutan. Elemen-elemen inilah yang diukur waktunya. Waktu siklusnya jumlah dari waktu setiap elemen ini. Waktu siklus adalah waktu penyelesaian satu satuan produksi sejak bahan baku mulai diproses di tempat kerja yang bersangkutan.

#### f. Menyiapkan Alat Pengukuran

Sebelum melakukan pengukuran yaitu menyiapkan alat-alat yang diperlukan seperti jam henti, lembaran-lembaran pengamatan, pena atau pensil, dan papan pengamat.

Waktu kerja didapatkan melalui pengukuran waktu kerja dengan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerjanya baik setiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan. Adapun proses pengukuran waktu kerja dapat dilihat dari langkah-langkah di bawah ini :

#### 1. Perhitungan Waktu Siklus

Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen-elemen kerja pada umumnya akan diselesaikan dalam waktu yang sama persis. Sehingga waktu siklus adalah harga akan sedikit berbeda dari siklus-siklus kerja sekalipun





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.

operator bekerja pada kecepatan normal dan uniform, tiap-tiap elemen dalam siklus yang berbeda tidak selalu rata-rata dari sub group dibagi harga banyaknya sub group yang terbentuk (Sutalaksana, 1979).

Rumus waktu siklus :

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

- Ws = Waktu siklus
- N = Jumlah keseluruhan data

2. Waktu Normal

Waktu Normal didapat jika operator bekerja secara wajar (tidak cepat dan tidak lambat). Ketidaknormalan dari waktu kerja yang terjadi bisa diakibatkan oleh 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 (bisa waktu siklus atau waktu tiap-tiap elemen) dengan waktu faktor penyesuaian/ rating “P”(Sutalaksana, 1979).

Rumus waktu Normal:

$$W_n = \frac{W_s}{p} \dots\dots\dots(2.3)$$

- Wn = Waktu normal
- Ws = Waktu siklus
- p = faktor penyesuaian

3. Waktu Baku

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata untuk menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualitas baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada kecepatan atau tempo kerja yang normal. Waktu baku adalah sama dengan waktu normal kerja dengan waktu longgar. Pertimbangan waktu longgar antara lain (Sutalaksana, 1979):



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.

- a. Kelonggaran waktu untuk kebutuhan personal (*Personal Allowance*)
- b. Kelonggaran waktu untuk melepaskan lelah (*Fatigue Allowance*)
- c. Kelonggaran waktu karena keterlambatan (*Delay Allowance*)

Rumus waktu baku :

$$Wb = Wn + \ell \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

$Wb$  = Waktu baku

$Wn$  = Waktu Normal

$\ell$  = Kelonggaran yang diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya disamping waktu normal.

4. Uji Keseragaman Data

Untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari sistem yang sama, maka dilakukan pengujian terhadap keseragaman data. Perlunya dilakukan uji keseragaman data ini adalah untuk memisahkan data yang memiliki karakteristik yang berbeda. Uji keseragaman data dapat dilakukan dengan peta *control-x* (*x-chart*) untuk membuat peta control, prosedur yang harus diikuti adalah sebagai berikut (Sutalaksana, 1979):

- a. Mencari rata-rata keseluruhan

Mean adalah nilai rata-rata yang dihitung dari sekelompok data tertentu.

Rumus mean (nilai rata-rata) dinyatakan sebagai berikut (Sutalaksana, 1979):

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

$Ws$  = Waktu siklus

$N$  = Jumlah keseluruhan data



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.

b. Menghitung standar deviasi

Standar Deviasi (SD) adalah simpangan yang dibakukan dari data yang dihitung. Rumus standar deviasi dinyatakan sebagai berikut (Sutalaksana, 1979):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Xi-X)^2}{N-1}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

$\sum Xi$  = Jumlah semua nilai X ke i

$N$  = Jumlah sampel yang diteliti

c. Menghitung batas-batas kendala

Tentukan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) dengan formula sebagai berikut (Sutalaksana, 1979):

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{X} + \sigma_x \\ BKB &= \bar{X} - \sigma_x \end{aligned} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

$BKA = +\beta$

$BKB = -\beta$

$BKA$  = Batas Kontrol Atas

$BKB$  = Batas Kontrol Bawah

$\bar{X}$  = Nilai Rata-Rata

$\sigma$  = standard deviasi

$\sigma_x$  = standard deviasi dari distribusi rata-rata sub group

$k$  = sub group

$n$  = group



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

5. Uji kecukupan data

Apabila semua nilai rata-rata sub grup berada dalam batas control, maka semua data-data dapat digunakan. Dalam proses pengukuran waktu kerja diperlukan kegiatan pengujian terhadap data yang dikumpulkan. Kegiatan pengujian tersebut dimulai dari analisis jumlah data yang seharusnya dikumpulkan sampai dengan analisis atas konsentrasi kerja operator (Sutalaksana, 1979).

Adapun formula dari uji kecukupan data tersebut adalah :

$$N' = \left[ \frac{\frac{\alpha}{\beta} \sqrt{(N \sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right] \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

- $k$  = tingkat kepercayaan
- Bila tingkat kepercayaan 99%, maka  $k = 2,58 \approx 3$
- Bila tingkat kepercayaan 95%, maka  $k = 1,96 \approx 2$
- Bila tingkat kepercayaan 68%, maka  $k \approx 1$
- $s$  = derajat ketelitian

Apabila  $N' < N$ , maka data dinyatakan cukup.

- $N'$  = Jumlah data yang diperlukan
- $N$  = jumlah data yang telah dilakukan
- $\beta$  = tingkat kepercayaan
- $\alpha$  = tingkat ketelitian

6. Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian adalah suatu teknik untuk menyetarakan penentuan waktu yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan oleh operator yang bekerja secara normal setelah waktu kerja diperoleh dari pengukuran. Beberapa metode dalam menentukan besar faktor penyesuaian dan dalam praktikum ini faktor penyesuaian yang digunakan adalah metode *Westinghouse* (Wignjosoebroto, 2008).





Tabel 2.2 Penyesuaian Metode Westinghouse

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Keterampilan	<i>Superskil</i>	A1	+0,15
		A2	+0,13
	<i>Excellent</i>	B1	+0,11
		B2	+0,08
	<i>Good</i>	C1	+0,06
		C2	+0,03
	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E1	-0,05
		E2	-0,10
	<i>Poor</i>	F1	-0,16
F2		-0,22	
Usaha	<i>Excessive</i>	A1	+0,13
		A2	+0,12
	<i>Excellent</i>	B1	+0,10
		B2	+0,08
	<i>Good</i>	C1	+0,05
		C2	+0,02
	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E1	-0,04
		E2	-0,08
	<i>Poor</i>	F1	-0,12
F2		-0,17	
Kondisi Kerja	<i>Excessive</i>	A1	+0,13
		A2	+0,12
	<i>Excellent</i>	B1	+0,10
		B2	+0,08
	<i>Good</i>	C1	+0,05
		C2	+0,02
	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E1	-0,04
		E2	-0,08
	<i>Poor</i>	F1	-0,12
F2		-0,17	
Konsistensi	<i>Perfect</i>	A	+0,04
	<i>Excellent</i>	B	+0,03
	<i>Good</i>	C	+0,01
	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E	-0,02
	<i>Poor</i>	F	-0,04

(Sumber : Satalaksana, 1979)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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



## 2.6 Antropometri

Istilah Anthropometri berasal dari “antrho” yang berarti manusia dan “metri” yang berarti ukuran. Secara definitif Anthropometri dapat dinyatakan sebagai satu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar, dsb) berat dan lain-lain. Anthropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam memerlukan interaksi manusia (Wignjosuebrotto, 2008).

Anthropometri menurut Stevenson (1989) adalah salah satu kumpulan data numeric yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Penerapan data Anthropometri ini akan dilakukan jika tersedia nilai mean (rata-rata) dan SD (standar deviasi) nya dari suatu distribusi normal (Nurmianto, 2008).

Antropometri merupakan bidang ilmu yang berhubungan dengan dimensi tubuh manusia. Dimensi-dimensi ini dibagi menjadi kelompok statistika dan ukuran persentil. Jika seratus orang berdiri berjajar dari yang terkecil sampai terbesar dalam suatu urutan, hal ini akan dapat diklasifikasikan dari 1 percentile sampai 100 percentile. Data dimensi manusia ini sangat berguna dalam perancangan produk dengan tujuan mencari keserasian produk dengan manusia yang memakainya. Pemakaian data antropometri mengusahakan semua alat disesuaikan dengan kemampuan manusia, bukan manusia disesuaikan dengan alat. Rancangan yang mempunyai kompatibilitas tinggi dengan manusia yang memakainya sangat penting untuk mengurangi timbulnya bahaya akibat terjadinya kesalahan kerja akibat adanya kesalahan disain (*design-induced error*) (Liliana, 2007).

### 2.6.1 Pengujian Statistik

Pengujian statistik terdiri dari perhitungan *mean* (nilai rata-rata), nilai standar deviasi, uji normalitas data, uji keseragaman data, dan perhitungan persentil (Rusdianto, 2016).



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.

1. Mean (Nilai Rata-Rata)

Mean adalah nilai rata-rata yang dihitung dari sekelompok data tertentu. Rumus mean (nilai rata-rata) dinyatakan sebagai berikut (Rusdianto, 2016):

$$X = \frac{\sum Xi}{n} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

- $\sum Xi$  = Jumlah semua nilai X ke i
- $N$  = Jumlah sampel yang diteliti

2. Standar Deviasi Standar Deviasi (SD) adalah simpangan yang dibakukan dari data yang dihitung. Rumus standr deviasi dinyatakan sebagai berikut (Rusdianto, 2016):

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

- $\sum Xi^2$  = Jumlah semua nilai X ke i dikuadratkan
- $\sum Xi$  = Jumlah semua nilai X ke i
- $n$  = Jumlah sampel yang diteliti

3. Uji Normalitas Data

Pengujian normalitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah data hasil pengukuran berdistribusi normal atau tidak, sehingga nantinya memudahkan dalam pengolahan data. Uji distribusi tersebut dengan menggunakan distribusi Chi Kuadrat ( $X^2$ ).Data distribusi normal apabila  $X^2$  hitung  $< X^2$  tabel (Rusdianto, 2016).

4. Uji Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data dilakukan untuk mengetahui homogenitas data atau untuk mengetahui tingkat keyakinan tertentu data yang diperoleh seluruhnya



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

berada dalam batas kontrol. Data yang terlalu ekstrim sewajarnya dibuang dan tidak dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya. Ada dua batas kontrol, yakni (Rusdianto, 2016):

a. Batas Kontrol Atas (BKA) atau *UpperControlLimit* (UCL)

$$BKA = \bar{X} + K\sigma \dots\dots\dots(2.11)$$

a. Batas Kontrol Bawah (BKB) atau *LowerControlLimit* (LCL)

$$BKB = \bar{X} - K\sigma \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

*BKA* = Batas Kontrol Atas

*BKB* = Batas Kontrol Bawah

$\bar{X}$  = Nilai Rata-Rata

$\sigma$  = *standard deviasi*

n = *group*

5. Perhitungan Persentil

Persentil adalah suatu nilai yang menyatakan prosentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama atau lebih rendah dari nilai tersebut. Umumnya ada beberapa nilai persentil yang sering dipergunakan, yaitu seperti terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.3 Persentil

NO	PERSENTIL	KALKULASI
1	1 st	$X - 2,325 \sigma x$
2	2,5 th	$X - 1,960 \sigma x$
3	5 th	$X - 1,645 \sigma x$
4	10 th	$X - 1,280 \sigma x$
5	50 th	$X$
6	90 th	$X + 1,280 \sigma x$
7	95 th	$X + 1,645 \sigma x$
8	97,5 th	$X + 1,960 \sigma x$
9	99 th	$X + 2,325 \sigma x$

(Sumber: Rusdianto, 2016)