

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Ergonomi**

Ergonomi merupakan suatu aktivitas multidisiplin yang diarahkan untuk mengumpulkan informasi tentang kapasitas dan kemampuan manusia, dan memanfaatkannya dalam merancang pekerjaan, produk, tempat kerja, dan peralatan kerja (Chengalur et al., 2004). Tujuan utama yang hendak dicapai adalah tercapainya sistem kerja yang produktif dan kualitas kerja terbaik, disertai dengan kemudahan, kenyamanan, dan efisiensi kerja tanpa mengabaikan kesehatan dan keselamatan kerja.

Cikal bakal ergonomi adalah pemanfaatan dari sejumlah ilmu dasar yang mempelajari manusia, seperti anatomi, fisiologi, kedokteran, ortopedi, psikologi, serta sosiologi. Ergonomi kemudian tumbuh dan berubah pesat. Selain itu, ergonomi dalam konteks perancangan banyak memanfaatkan ilmu–ilmu rekayasa. Berikut adalah sebagian dari berbagai sub-disiplin ergonomi.

- a. Antropometri, yaitu bidang yang mengkaji dimensi fisik tubuh manusia, termasuk usia, tinggi badan, bobot, Panjang jangkauan lengan, tinggi duduk, dan lain sebagainya. Data antropometri banyak dimanfaatkan dalam perancangan produk, peralatan, serta tempat kerja.
- b. Biomekanika kerja, yaitu suatu bidang yang memfokuskan pada proses mekanika (gaya, momen, kecepatan, percepatan, serta tekanan) yang terjadi pada tubuh manusia, terkait dengan aktivitas fisik yang dilakukan pekerja. Contoh penerapan biomekanika adalah dalam penentuan bobot beban maksimal yang boleh diangkat oleh seseorang, dengan meminimalkan resiko cedera pada tulang belakang, atau dalam memahami bagaimana proses terpeleset/terjatuh dapat terjadi.
- c. *Human information processing* dan ergonomi kognitif, yaitu bidang ergonomi yang mempelajari bagaimana manusia memproses informasi dari lingkungannya, dimulai dari tahap mengindra adanya stimulus dan

mempersepsikannya, sampai dengan mengambil keputusan dan melakukan tindakan yang diperlukan. Bidang ini mempelajari proses persepsi, mengingat, pemberi perhatian, serta pengambilan keputusan. Bidang ini sangat bermanfaat, sebagai contoh, dalam memahami bagaimana seorang operator mengartikan data yang diberikan oleh suatu *display* dalam menentukan moda yang terbaik (lisan, tulisan, atau berupa gambar), dalam menyampaikan informasi kritis pada pengguna, atau dalam menentukan besarnya beban mental seorang operator.

- d. *Human-computer interaction (HCI)*, yaitu bidang ergonomi yang mengkaji dan merancang interaksi antara pengguna dan sistem komputer, dengan salah satu tujuannya antara lain meminimalkan kesalahan, meningkatkan kinerja sistem operasi, serta meningkatkan kepuasan pengguna. Dalam penerapannya, pada bidang ini dikaji rancangan perangkat keras maupun lunak seperti apa yang sesuai dengan karakteristik (psikologis dan mental) dari para penggunanya.
- e. *Displays dan controls*, yaitu bidang ergonomi yang memiliki fokus berupa kajian atas rancangan *display* maupun control yang cocok dengan karakteristik penggunanya.
- f. Lingkungan kerja, yaitu bidang yang coba memahami respon manusia terhadap lingkungan fisik kerja, termasuk kebisingan, temperatur, pencahayaan, getaran, dan lain sebagainya. Informasi yang diperoleh dari bidang kajian ini dapat dimanfaatkan dalam menentukan, contohnya, penempatan lampu penerangan, lama waktu istirahat, dampak rotasi kerja, serta efek penggunaan alat pelindung diri.
- g. *Ergonomic makro*, berangkat dari konsep sosio-teknologi, bidang ini merupakan suatu pendekatan sistem dalam mengkaji kesesuaian antara individu, organisasi, teknologi, serta proses interaksi yang terjadi. Tujuannya adalah tercapainya tujuan organisasi secara efektif dan berkelanjutan melalui evaluasi organisasi kerja. Dengan demikian, perbaikan tidak memfokuskan pada operator dan pekerjaannya, namun

lebih pada perancangan sistem secara keseluruhan sebagai upaya yang efisien dalam mencapai tujuan organisasi. Manfaat bidang ini antara lain berupa perbaikan sistem kerja yang bersifat *bottom-up*, peningkatan *quality of work life*, serta minimasi biaya yang terkait dengan implementasi teknologi baru.

## 2.2. Fisiologi Kerja

Fisiologi atau Ilmu Faal adalah salah satu dari cabang ilmu biologi yang mempelajari berlangsungnya sistem kehidupan. Sedangkan Fisiologi Kerja merupakan suatu studi tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja dan kelelahan selama otot bekerja. Fisiologi Kerja adalah ilmu yang mempelajari fungsi atau faal tubuh manusia pada saat bekerja dan merupakan dasar berkembangnya ergonomi. Dengan diketahuinya fisiologi kerja diharapkan mampu meringankan beban kerja seorang pekerja dan meningkatkan produktivitas kerja. Secara umum jenis kerja dibedakan menjadi dua bagian yaitu kerja fisik dan kerja mental.

### a. Beban Kerja Fisik

Terlepas dari pesatnya kemajuan teknologi yang banyak membantu manusia menyelesaikan pekerjaannya, sejumlah pekerjaan yang menuntut aktivitas fisik masih dapat diamati di berbagai jenis sektor industri, seperti manufaktur, transportasi, pertanian, konstruksi, logistik, dan lain-lain. pekerjaan ini sering kali menuntut aktifitas fisik yang cukup berat dan memelahkan, terlebih lagi didukung oleh lingkungan kerja yang kurang kondusif.

Menurut Tayyari & Smith (1997), beban kerja atau kapasitas kerja fisik berhubungan dengan kapasitas maksimum dari sistem fisiologi dalam menghasilkan energi untuk kerja otot. Untuk orang normal, beban kerja berhubungan langsung dengan sistem kerja jantung dalam menyediakan oksigen untuk kerja otot dan untuk membuang limbah

metabolisme. Pengujian sederhana untuk mengetahui beban kerja tetap yang diterima manusia adalah dengan menggunakan *treadmill* atau *ergocycle*. Untuk subjek yang tidak terlatih, beban kerja yang didapatkan dari *ergocycle* sekitar 3-5%. Sedangkan jika menggunakan *treadmill* mungkin kurang dari angka tersebut.

Beban kerja yang berlebihan dapat berakibat buruk pada kualitas dan performansi kerja. Efek buruk ini, sebagai contoh, ditunjukkan oleh Briger et al. (2008), yang dapat mencakup penurunan waktu reaksi, peningkatan kesalahan dalam mengambil keputusan, penurunan kemampuan untuk berkonsentrasi, serta peningkatan potensi kecelakaan kerja.

Agar dapat melakukan suatu pekerjaan, diperlukan adanya energi. Secara konseptual, energi diperoleh dari zat-zat gizi dari makanan (dan sebagian minuman) yang masuk ke dalam tubuh dan dikonversi melalui proses metabolisme. Energi yang dibutuhkan terdiri atas metabolisme basal, metabolisme istirahat dan metabolisme kerja. Metabolisme basal ialah metabolisme minimal yang dibutuhkan agar tubuh tetap berfungsi walaupun tidak melakukan aktivitas, diantaranya untuk gerak denyut jantung, alat pernafasan, alat pencernaan, saraf dan sejenisnya. Metabolisme istirahat adalah metabolisme yang dibutuhkan saat badan dalam kondisi istirahat atau sebelum beraktivitas. Metabolisme kerja menggambarkan energi yang dibutuhkan saat bekerja.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi beban kerja bermacam-macam dan dapat berubah-ubah seperti banyaknya oksigen yang dikeluarkan, denyut jantung, rata-rata ventilasi paru-paru dan terkadang juga menggunakan suhu rektum. Namun, pada biasanya kerja fisik diklasifikasikan berdasarkan pengeluaran energi dalam satuan kkal/jam atau Watt (W).

### **b. Beban Kerja Mental**

Kerja mental merupakan kerja yang melibatkan proses berpikir dari otak kita. Pekerjaan ini mengakibatkan kelelahan mental bila intensitas kerja ini relatif tinggi. Hal ini bukan diakibatkan oleh aktifitas fisik secara langsung, melainkan akibat kerja otak kita.

Asumsi yang diajukan oleh peneliti ergonomi adalah mengevaluasi besarnya beban kerja yang bersifat mental dapat dievaluasi secara kuantitatif dan hasilnya dapat digunakan untuk menentukan seberapa besar seorang operator terbebani oleh aktivitas non fisik. Salah satu pendekatan dalam mengevaluasi beban kerja mental adalah dengan memanfaatkan filosofi bahwa beban mental merupakan besarnya tuntutan/ aspek pekerjaan (yang bersifat mental) dibandingkan dengan kemampuan otak kita dalam melakukan berbagai proses aktivitas mental.

Beberapa metode yang digunakan untuk mengkaji beban kerja mental diantaranya dengan mengukur kinerja operator khususnya saat melakukan aktivitas pokok dalam suatu pekerjaan, yang dikenal sebagai *primary task analysis* atau bisa dengan *secondary task analysis*, dimana beban kerja mental dievaluasi berdasarkan jumlah cadangan kemampuan proses kognitif yang dimiliki seorang operator. Pendekatan lain dalam mengevaluasi tingkat beban kerja mental seseorang operator adalah dengan menganalisis indikator fisiologis. Metode terakhir dalam mengevaluasi beban kerja yang bersifat subjektif, dimana pekerja diminta memberikan pendapatnya atas pekerjaan yang telah dilakukan, adalah metode *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA TLX)*.

### **c. 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. Pada susunan syaraf

pusat terdapat sistem aktivasi (bersifat simpatis) dan inhibisi (bersifat parasimpatis). Istilah kelelahan biasanya menunjukkan kondisi yang berbeda-beda 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 adalah merupakan tremor pada otot /perasaan nyeri pada otot. Sedangkan kelelahan umum biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh karena monoton; intensitas dan lamanya kerja fisik; keadaan lingkungan; sebab-sebab mental; status kesehatan dan keadaan gizi (Grandjean, 1993).

Kelelahan dipandang dari sudut industri adalah pengaruh dari kerja pada pikiran dan tubuh manusia yang cenderung untuk mengurangi kecepatan kerja mereka atau menurunkan kualitas produksi atau keduanya dari performansi optimum seorang operator. Cakupan dari kelelahan yaitu:

1. Penurunan dalam performansi kerja  
Pengurangan dalam kecepatan dan kualitas *output* yang terjadi bila melewati suatu periode tertentu.
2. Pengurangan pada kapasitas kerja  
Perusakan otot atau ketidak keseimbangan susunan saraf untuk memberikan stimulasi.
3. Laporan-laporan subyektif dari pekerja  
Berhubungan dengan perasaan gelisah dan bosan.
4. Perubahan-perubahan dalam aktivitas dan kapasitas lainnya  
Perubahan fungsi fisiologis atau perubahan dalam kemampuan melakukan aktivitas fisiologis.

## 2.3. Kinerja

### 2.3.1. Kinerja (*Performance*)

Kinerja (*performance*) adalah gambaran mengenai tingkat pencapaian pelaksanaan suatu kegiatan/kebijakan dalam mewujudkan sasaran, tujuan, misi, dan visi organisasi yang tertuang dalam *strategic planning* suatu organisasi. Istilah kinerja sering digunakan untuk menyebut prestasi atau tingkat keberhasilan individu maupun kelompok individu. Kinerja bisa diketahui hanya jika individu atau kelompok individu tersebut mempunyai kriteria keberhasilan yang telah ditetapkan. Kriteria keberhasilan ini berupa tujuan-tujuan atau target-target tertentu yang hendak dicapai. Tanpa ada tujuan atau target, kinerja seseorang atau organisasi tidak dapat diketahui karena tidak ada tolak ukurnya (sumber: Mahsun 2006:25).

### 2.3.2. Faktor -faktor Yang Mempengaruhi Pencapaian Kinerja.

1. Faktor Individual
  - a. Kemampuan dan keahlian
  - b. Latar belakang
  - c. Demografi
2. Faktor psikologis
  - a. Persepsi
  - b. *Attitude*
  - c. *Personality*
  - d. Pembelajaran
  - e. Motivasi
3. Faktor organisasi
  - a. Sumber daya
  - b. Kepemimpinan
  - c. Penghargaan

- d. Struktur
- e. *Job design*

#### 2.4. Metode *Cardivascular Load (CVL)*

Peningkatan denyut nadi mempunyai peranan yang sangat penting di dalam peningkatan *cardiac output* dari istirahat sampai kerja maksimum. Ada tiga jenis denyut nadi untuk mengestimasi indeks beban kerja fisik, yaitu: denyut nadi istirahat, denyut nadi kerja, dan selisih antara denyut nadi istirahat dengan denyut nadi kerja (Widodo, 2008).

Manuaba & Vanwonderghem (1996) menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum yang dinyatakan dalam beban *cardiovascular* (%CVL) (Tarwaka *et al.*, 2004). Beban *cardiovascular* (%CVL) ini dihitung dengan rumus:

$$\%CVL = \frac{100 (\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

dengan keterangan, denyut nadi maksimum = 220 – umur. (220 untuk Pria, 200 untuk Wanita)

Kesimpulan yang dapat diambil dari analisis CVL dapat didasarkan pada:

- ☐ %CVL ≤ 30 %                      = tidak terjadi kelelahan pada pekerja;
- ☐ 30% < %CVL ≤ 60 %              = aktivitas kerja normal
- ☐ 60 < %CVL ≤ 80 %                = aktivitas kerja berat
- ☐ 80 < %CVL ≤ 100 %               = aktivitas kerja sangat berat
- ☐ %CVL > 100 %                    = aktivitas kerja ekstrem

## 2.5. Metoda Brouha

Selain itu berdasarkan denyut nadi pemulihan dapat pula diketahui beban kerja selama melakukan pekerjaan antara lain:

- Penumpukan beban kerja berat dari hari ke hari dalam waktu yang lama, sehingga denyut jantung pemulihan lama tidak mencapai nilai istirahat.
- Dengan mempergunakan metode Brouha denyut nadi pemulihan yang dihitung sebanyak tiga kali (P1, P2 dan P3) pemulihan dihitung pada 30 detik pertama, kedua, dan 30 detik terakhir dapat pula diketahui hal-hal sebagai berikut :
  - a. Jika  $P1 - P3 \geq 10$  atau  $P1, P2, P3$  seluruhnya  $< 90$ , nadi pemulihan normal.
  - b. Jika rerata P1 yang tercatat  $\leq 110$ , dan  $P1 - P3 \geq 10$ , maka beban kerja tidak berlebihan (*not excessive*).
  - c. Jika  $P1 - P3 < 10$  dan Jika  $P3 > 90$ , perlu redesain pekerjaan.

## 2.6. Metode NASA-TLX (*National Aeronautics and Space Administration Task Load Index*)

Metode NASA-TLX (*National Aeronautics and Space Administration Task Load Index*) merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis beban kerja mental yang dihadapi oleh pekerja yang harus melakukan berbagai aktivitas dalam pekerjaannya. Metode NASA-TLX dikembangkan oleh Sandra G. dari NASA-ames *research center* dan Lowell E. Staveland dari *San Jose state university* pada tahun 1981. Metode ini di kembangkan berdasarkan munculnya kebutuhan pengukuran subjektif yang terdiri dari skala Sembilan faktor ( Kesulitan tugas, tekanan waktu, jenis aktivitas, usaha fisik, usaha mental, performansi, frustasi, stress dan kelelahan). Dari Sembilan faktor ini disederhanakan lagi menjadi 6 yaitu Kebutuhan Mental/*Mental demand (MD)*, Kebutuhan Fisik/*Physical demand (PD)*, Kebutuhan Waktu/*Temporal demand (TD)*, Kinerja/*Performance (P)*, Tingkat Usaha/*Effort*, Tingkat Stres/*Frustration level (FR)*.

Penjelasan dari setiap Aspek pekerjaan adalah sebagai berikut:

- *Mental Demand*: Seberapa besar tuntutan aktivitas mental dan perseptual yang dibutuhkan dalam pekerjaan Anda (contoh: berpikir, memutuskan, menghitung, mengingat, melihat, mencari).
- *Physical Demand*: Seberapa besar aktivitas fisik yang dibutuhkan dalam pekerjaan Anda (contoh: mengangkat, memotong, merangkai, merakit, menjalankan, mesin dan lainnya).
- *Temporal Demand*: Seberapa besar tekanan waktu pada pekerjaan ini. Apakah pekerjaan perlu diselesaikan cepat dan tergesa-gesa atau sebaliknya dapat dikerjakan dengan cukup santai dan cukup waktu
- *Performance* : Tingkat keberhasilan dalam pekerjaan. Seberapa puas atas tingkat kinerja yang telah dicapai.
- *Effort* : Seberapa besar tingkat usaha (mental maupun fisik) yang dibutuhkan untuk mencapai level performansi yang diinginkan
- *Frustration Level*: Seberapa besar tingkat frustrasi terkait dengan pekerjaan. Apakah pekerjaan menyebalkan, penuh *stress*, dan tidak memotivasi atau sebaliknya menyenangkan, santai dan memuaskan.