

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Ergonomi

2.1.1 Definisi ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa Latin yaitu *ergon* (kerja) dan *nomos* (hukum alam). Ergonomi merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempunyai kaitan dengan prestasi tentang hubungan optimal antara para pekerja dan lingkungan kerja (Tayyari, 1997). Suyatno (1985) mendefinisikan ergonomi sebagai ilmu yang meneliti tentang hubungan antara orang dan lingkungan kerja (*the scientific study of the relationship between man and his working environment*). Ergonomi sebagai ilmu yang penerapannya untuk menyetarakan pekerjaan dan lingkungan kerja terhadap orang atau sebaliknya dengan tujuan untuk mencapai produktivitas dan efisiensi yang setinggi-tingginya melalui pemanfaatan faktor manusia seoptimal mungkin (Sumamur, 1989). Sedangkan *International Ergonomics Association* mendefinisikan ergonomi sebagai ilmu yang berkenaan dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan, dan kenyamanan manusia di tempat kerja.

Disiplin ergonomi secara khusus mempelajari tentang keterbatasan kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk buaatannya. Disiplin ini berangkat dari kenyataan bahwa manusia memiliki keterbatasan kemampuan baik saat berhadapan dengan keadaan lingkungan kerja yang berupa perangkat keras/*hardware seperti* mesin, peralatan kerja, maupun perangkat

lunak/software seperti metode kerja, sistem dan prosedur kerja, dan lain-lain (Sritomo, 1995).

Didalam ergonomi dibutuhkan studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja, dan lingkungan saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan lingkungan kerja dengan manusia. Sehingga ergonomi disebut juga sebagai *Human Factor*.

2.1.2 Penerapan ergonomi

Penerapan ergonomi adalah merupakan aktivitas rancang bangun (desain) ataupun rancang ulang (Nurmianto, 1996). Hal ini dapat meliputi perangkat keras seperti perkakas kerja (*tools*), sistem pengendali (*controls*), alat peraga (*displays*), dan lain-lain. Dengan adanya perubahan pada perangkat keras maka akan berdampak pada perubahan lingkungan kerja. Sehingga, ergonomi juga masuk dalam bahasan mengenai rancang bangun lingkungan kerja (*working environment*). Ergonomi dapat pula berfungsi dalam desain perangkat lunak karena semakin banyaknya pekerjaan yang berkaitan dengan komputer. Penyampaian informasi dalam sistem komputer harus diusahakan seefisien mungkin sesuai dengan kemampuan pemrosesan informasi oleh manusia.

Di samping itu, ergonomi memberikan peranan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, misalnya, desain stasiun kerja untuk alat peraga visual (*visual display unit station*). Penerapan ergonomi yang lain adalah untuk desain dan evaluasi produk, sehingga produk mudah

digunakan oleh masyarakat tanpa mengakibatkan bahaya/resiko dalam penggunaannya.

Secara garis besar, maksud dan tujuan melakukan perancangan kerja (*work design* ataupun *redesign*) adalah untuk meningkatkan produktivitas dan performansi kerja dari seluruh sistem yang meliputi (Sritomo, 1995):

1. Pengembangan tata cara kerja lebih efektif dan efisien terutama ditujukan untuk aktivitas operasional sehingga aktivitas yang tidak bermanfaat, non produktif akan dapat dihindari.
2. Pengaturan kondisi lingkungan kerja yang lebih ergonomis sehingga mampu memberikan kenyamanan dalam arti fisik maupun sosial-psikologis.
3. Pemanfaatan dan pendayagunaan secara maksimal semua potensi sumber daya manusia secara terorganisir melalui analisis jabatan yang tepat.

Pulat (1992) menyatakan bahwa ergonomi mempunyai tiga tujuan yaitu :

(1) memberikan kenyamanan, (2) kesehatan yang tinggi, dan (3) efisiensi kerja. Sasaran ergonomi pada dasarnya adalah untuk mencapai hubungan yang optimal antara para pekerja dan lingkungan tempat kerjanya (Tayyari, 1997). Suma'mur (1989) menyatakan bahwa sasaran ergonomi adalah seluruh tenaga kerja, baik pada sektor modern, maupun pada sektor tradisional dan informal. Pada sektor modern, penerapan ergonomi dalam bentuk pengaturan sikap, tata cara kerja dan perencanaan kerja yang tepat adalah syarat penting bagi efisiensi dan produktivitas kerja yang tinggi. Peralatan kerja dari luar negeri masih harus

disesuaikan dengan bentuk dan ukuran tubuh tenaga kerja di Indonesia. serta perlu ditingkatkan perhatian tentang konstruksi alat kerja, tombol penunjuk, dan *handle* yang penting bagi pekerjaan. Sedangkan pada sektor tradisional, pekerjaan pada umumnya dilakukan dengan tangan dan memakai peralatan sederhana sehingga sikap cara kerja masih perlu diperbaiki secara ergonomis.

2.1.3 Sistem Kerja Manusia Mesin

Sritomo (1995) menyatakan bahwa kemajuan teknologi telah membawa perubahan terhadap rancangan kerja (*job design*) dari yang bersifat manual menjadi mekanis (*semi automatic*) ataupun otomatis penuh (*full-automatic*). Hal ini terjadi karena adanya pergeseran penggantian fungsi dan peran manusia dengan mesin. Sehingga timbul apa yang dimaksud dengan sistem manusia mesin.

Sistem manusia mesin adalah kombinasi antara satu atau beberapa orang dan mesin yang saling berinteraksi untuk menghasilkan output sesuai dengan yang diharapkan. Hubungan ini menjadi kesatuan yang tak terpisahkan antara tenaga kerja dan mesin. Akan tetapi, dengan adanya satu kesatuan tersebut, menimbulkan suatu masalah yaitu bagaimana membuat hubungan ini merupakan suatu relasi timbal balik yang selaras, serasi, dan seimbang.

Yang dimaksud dengan mesin adalah semua objek fisik seperti peralatan, perlengkapan, fasilitas, dan benda kerja yang digunakan oleh manusia dalam melaksanakan pekerjaan. Dalam kaitan dengan sistem manusia mesin dikenal tiga macam hubungan yaitu *manual man machine system*, *semi automatic machine system*, dan *automatic man machine system*.

1. Sistem manusia mesin hubungan manual (*manual man machine system*)
Sistem dimana manusia secara penuh berfungsi sebagai sumber tenaga dan pengendali langsung dikenal sebagai *manual system*.
2. Sistem manusia mesin mekanis (*semi automatic machine system*)
Dalam sistem ini, ada suatu mekanisme khusus yang mengolah input sebelum masuk pada sistem kerja manusia. Contoh dalam hal ini adalah adanya instrumen atau display pada mesin produksi tentang kecepatan produksi dan jumlah output yang diproduksi. Manusia akan melaksanakan fungsi kontrol dengan memakai input lewat display yang ada. Sistem dimana mesin memberikan tenaga dan manusia melaksanakan fungsi kontrol dikenal sebagai *semi automatic machine system*.
3. Sistem manusia mesin hubungan otomatis (*automatic man machine system*)
Dalam sistem ini, mesin akan melaksanakan dua fungsi sekaligus yaitu menerima rangsangan dan pengendali aktivitas. Fungsi manusia disini hanya sebagai operator yang akan memonitor dan menjaga supaya mesin tetap bekerja dengan baik serta memasukkan data atau mengganti program baru bila diperlukan.

Nurmianto (1996) menyatakan bahwa penyesuaian kerja pada manusia berarti penyesuaian mesin dan lingkungan kerja terhadap manusia. Teknologi-teknologi baru telah membuat mesin secara sempurna dapat menggantikan pekerjaan manusia. Akan tetapi, keberadaan teknologi ini akan membawa hasil yang lebih optimal jika ada suatu integrasi antara manusia dan mesin.

Dalam sistem manusia-mesin terdapat dua *interface* penting dimana ergonomi memegang peranan penting dalam hubungan tersebut. Interface pertama adalah *display* yang dapat menghubungkan kondisi mesin pada manusia, dan interface kedua adalah *control*, dimana manusia dapat menyesuaikan respon dengan *feedback* yang diperoleh dari *display*. Untuk mendesain *interface* tersebut, maka harus dipahami beberapa karakteristik dari panca indera manusia terutama indera penglihatan yang mempengaruhi pemahaman tentang display dan simbol yang dilihat.

Informasi dari mesin yang ditujukan kepada tenaga kerja, haruslah memenuhi syarat sebagai berikut (Suma'mur, 1989):

1. Kejelasan, apapun bentuk yang dipakai, informasi harus jelas dapat dilihat.
2. Secara tepat mengikuti suatu proses. Informasi yang menunjukkan suatu proses baru dapat diikuti apabila sistem informasi dengan mudah menunjukkan perubahan.
3. Pengendalian bagi tingkat kegiatan tertentu. Suatu alat informasi sering diperlukan bagi pengendalian kegiatan mesin pada suatu tingkat tertentu.

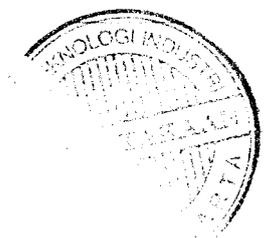
Untuk meningkatkan ketelitian pada suatu alat informasi, perlu diperhatikan persyaratan sebagai berikut :

1. Tingkat ketelitian harus sesuai dengan kebutuhan yang sebenarnya. Informasi hendaknya memadai secukupnya dalam arti dapat secara cepat dan tepat ditangkap maknanya.
2. Hendaknya tidak dipakai faktor konversi yang rumit.
3. Jika menggunakan skala, dianjurkan pembagian skala atas dasar 1, 2, atau 5.

2.1.4 Interaksi manusia dan komputer

Interaksi manusia komputer (IMK) merupakan suatu disiplin ilmu yang mempelajari tentang desain, evaluasi, implementasi dari sistem komputer interaktif untuk dipakai oleh manusia, beserta studi tentang faktor utama dalam lingkungan interaksinya. Tujuan IMK adalah mengembangkan keamanan, utilitas, efektivitas, efisiensi dan kegunaan dari sistem yang menggunakan komputer serta memberikan pedoman bagi para desainer dalam mendesain sistem yang mudah digunakan. Kaitan IMK dengan ergonomi yaitu bagaimana merancang sebuah sistem yang menggunakan komputer untuk dapat mengoptimalkan interaksi antara manusia dan komputer. Beberapa faktor yang berkaitan dengan IMK antara lain (Rizky,2007) :

- a. Organisasi : Tempat kerja pengguna yang akan memberikan dampak tanggung jawab pada pengguna
- b. Lingkungan : Lingkungan sekitar pengguna yang akan mempengaruhi subjektif penilaian sebuah desain



- c. Kesehatan : Bagaimana sebuah desain tersebut dapat meminimalkan adanya gangguan pada kesehatan
- d. Pengguna : Dapat dilihat dari kenyamanan dan pengalaman pengguna yang sebelumnya telah memakai sebuah aplikasi dengan desain antar muka tertentu
- e. Kenyamanan : Kenyamanan merupakan faktor dependen dari berbagai faktor yang lain. Bagaimana penggunaan warna dapat memberikan efek psikologis yang baik terhadap pengguna.
- f. Produktivitas : Dengan kenyamanan yang dirasakan, diharapkan pengguna dapat lebih berkonsentrasi sehingga dapat meningkatkan produktivitas

2.2 Perancangan

Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun (*design*) ataupun rancang ulang (*redesign*) baik itu perangkat keras, perangkat lunak maupun lingkungan kerja (Nurmianto, 1996).

2.2.1 Display

Display merupakan alat peraga yang menyampaikan informasi kepada manusia. Display berfungsi sebagai suatu sistem komunikasi yang menghubungkan antara fasilitas kerja maupun mesin kepada manusia. Penyampaian informasi tersebut di dalam sistem manusia-mesin adalah merupakan suatu proses yang dinamis dari suatu presentasi visual indera

penglihatan. Disamping itu, keandalan dari proses tersebut akan sangat dipengaruhi oleh desain dari alat peraganya. Dalam kaitannya dengan IMK, display dapat disajikan dalam bentuk *Interface*. *Interface* merupakan bagian dari perangkat keras maupun lunak yang dapat dilihat, didengar, disentuh, diberi suara, ataupun bagian yang dapat dimengerti ataupun diarahkan. (Galitz, 2002).

2.2.2 Desain interface

Sebelum memulai proses desain interface, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain (Galitz, 2002) :

1. Desain harus dapat memenuhi kaidah estetika

Sebuah desain baik secara estetika jika :

- a. Terdapat perbedaan yang jelas antara elemen dalam tampilan.
Misalnya tampilan tombol dan textbox
- b. Terdiri dari beberapa kelompok yang jelas. Misalnya kelompok input dan tombol untuk proses
- c. Antara elemen dan kelompok tampilan dipisah dengan *alignment* yang rapi.

2. Desain harus dapat dimengerti

Desain harus mudah dimengerti dengan cepat baik dari tampilan, fungsi yang ditonjolkan, maupun penggunaan kata-kata.

3. Kompatibilitas

Desain harus memenuhi kompatibilitas dari berbagai segi, antara lain :

- a. Kompatibilitas pengguna, dapat digunakan oleh pengguna dari berbagai kalangan.
 - b. Kompatibilitas penggunaan, dapat memenuhi fungsi dan tujuan yang ingin dicapai dari perancangan
 - c. Kompatibilitas produk, desain dapat berjalan dengan baik.
4. Komprehensif
- Sebuah desain yang baik akan membantu pengguna untuk lebih mudah dalam mencari cara melakukan sesuatu untuk mencapai tujuan
5. Konsistensi
- Memiliki konsistensi dalam penempatan dan pemilihan gaya komponen visual
6. Efisien
- Usahakan bahwa desain seefisien mungkin, dalam artian tidak terlalu melebar dan memanjang.

2.2.3 Huruf dan Angka

Galitz (2002) menyatakan bahwa dalam sebuah desain, penerapan tipografi harus memperhatikan beberapa hal, yaitu :

1. Penggunaan font yang sederhana, mudah dibaca, dan diusahakan memakai jenis font yang familiar bagi pengguna. Misal : arial, times new roman, verdana, dll.
2. Tidak terlalu banyak menggunakan *font family*
3. Tidak terlalu banyak *style* dalam satu font

4. Menggunakan *style* untuk tujuan yang tepat, misalnya :

- a. *Style italic* untuk istilah asing
- b. *Style Bold* untuk menarik perhatian
- c. *Style Underline* untuk *hyperlink*, dll.

5. Menggunakan *case-style* secara tepat, misalnya :

- a. *Mixed case* (huruf besar di depan tiap kata) untuk kotak pesan, judul pada tombol, dan deskripsi menu.
- b. *Upper case* (huruf besar seluruhnya) untuk judul
- c. Hirarki font secara konsisten

Dalam desain alat informasi, selain *style tipografi*, ukuran huruf dan angka akan berperan sangat penting dalam penyampaian informasinya. Desain harus dapat mengantisipasi berapa ukuran yang baik jika disesuaikan dengan jarak bacanya. Grandjean (1986) menyatakan bahwa ukuran huruf dan angka harus disesuaikan dengan jarak yang diperkirakan antara mata dan peraga informasi. Bacaan dengan huruf lebih baik dimulai dengan huruf besar baru diikuti huruf kecil daripada seluruh huruf sama ukurannya.

Tabel 2.1 Jarak visual dan tinggi huruf yang direkomendasikan

Jarak visual (cm)	Tinggi huruf/angka (cm)
Sampai 50	0.25
50- 90	0.5
90- 180	0.9
180- 360	1.8
360- 600	3

Rumus yang dapat diterapkan dalam menentukan tinggi huruf (T) terhadap jarak baca (J) adalah:

$$T(mm) = \frac{J(mm)}{200} \dots\dots\dots (1)$$

Sedangkan perincian lainnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Lebar huruf (L)} = \frac{2}{3}T \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Tebal Huruf (Tb)} = \frac{1}{6}T \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Jarak antara dua huruf atau angka (Jd)} = \frac{1}{5}T \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Jarak antara kata (Jka)} = \frac{2}{3}T \dots\dots\dots (5)$$

Sumber : (Grandjean, 1986)

Selain dari tulisan, dapat pula dipakai grafik atau lambang yang antara lain menguntungkan terutama bagi mereka yang tidak dapat membaca dan tak memahami bahasa yang digunakan.

2.2.4 Tata warna

Dunia komputasi dapat dikatakan hampir seluruhnya telah menggunakan layar tampilan warna (*color monitor*), sehingga perlu diketahui aturan dasar dalam penggunaan warna untuk mempertinggi efektivitas informasi yang akan disampaikan. Tetapi yang menjadi masalah adalah tidak adanya standar penggunaan kombinasi warna yang baik, karena karakteristik pengguna akan berbeda dalam hal persepsi terhadap warna (Santosa, 1997). Warna selain

berpengaruh terhadap kemampuan mata untuk melihat objek, juga memberikan pengaruh terhadap manusia. Tata warna yang baik akan berpengaruh terhadap kondisi psikologi tenaga kerja. Suma'mur (1985) menyatakan bahwa warna dipakai di tempat kerja dengan dua maksud, yaitu penciptaan kontras warna untuk maksud tangkapan mata dan pengadaan lingkungan psikologis yang optimal. Pemilihan warna sebaiknya seefisien mungkin dan untuk warna yang berfungsi sebagai pembeda kelompok, gunakan warna sekontras mungkin (Rizky, 2007).

Pada waktu menciptakan kontras warna yang perlu dipertimbangkan adalah pewarnaan bidang yang luas dan bidang yang sempit. Suyatno (1989) menyatakan bahwa warna menyala (warna pokok) harus dihindari bagi bidang atau objek yang luas karena hal ini akan mengakibatkan ketegangan retina secara lokal serta menghasilkan 'citra-ikutan'. Untuk tangkapan mata, semakin sedikit kontras warna adalah semakin baik.

Efek psikologis dari warna terdiri atas ilusi dan efek psikis. *Warna gelap* pada umumnya bersifat menekan dan mengarah pada kekotoran. *Warna pucat* itu cerah dan meriah, membagi banyak cahaya dan merangsang ke arah kebersihan. *Warna kuat* hanya dapat diterapkan dalam ruangan yang hanya dipakai selama waktu singkat, misalnya gerbang masuk, koridor, dan toilet. Pada tabel 2.2 akan dijabarkan efek psikologis dari masing-masing warna (Suyatno, 1985).

Tabel 2.2
Efek Psikologis warna

Warna	Efek		
	Jarak	Suhu	Psikis
Biru	Jauh	Sejuk	Menyejukkan
Hijau	Jauh	Sangat Sejuk atau Netral	Menyegarkan
Merah	Dekat	Hangat	Sangat mengganggu
Oranye	Sangat Dekat	Sangat hangat	Merangsang
Kuning	Dekat	Sangat hangat	Merangsang
Sawo matang	Sangat Dekat	Netral	Merangsang
Ungu	Sangat Dekat	Sejuk	Agresif

Dalam kaitannya dengan IMK, warna perlu diperhatikan dalam perpaduan antara teks dan latar belakang. Beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain (Rizky, 2007) :

1. Menggunakan warna sekontras mungkin antara teks dan latar belakang. Untuk warna teks menggunakan warna hitam atau warna *warm* (warna dengan spektrum tinggi/warna gelap), sedangkan untuk warna latar belakang menggunakan warna *cool* (warna dengan spektrum warna rendah/warna terang)
2. Menghindari bergantung pada satu warna secara eksklusif
3. Menghindari adanya variasi warna pada ruang yang sempit, dan variasi banyak warna pada teks yang panjang.

Meskipun untuk menentukan pilihan kombinasi warna tidak ada ketentuan yang baku, sejumlah kombinasi warna telah diji coba untuk mendapatkan

informasi tentang penggunaan warna yang optimal. Tabel 2.3 dan Tabel 2.4 adalah data yang diperoleh dari suatu studi yang dilakukan untuk menentukan warna terbaik dan terburuk pada warna latar belakang yang berbeda-beda (Santosa,1997).

Tabel 2.3

Kombinasi Warna Terbaik

Latar Belakang	Garis Tipis dan Teks	Garis Tebal dan Teks
Putih	Biru (94%), Hitam (63%), Merah (25%)	Hitam (69%), Biru (63%), Merah (31%)
Hitam	Putih (75%), Kuning (63%)	Kuning (69%), Putih (59%), Hijau (25%)
Merah	Kuning (75%), Putih (56%), Hitam (44%)	Hitam (50%), Kuning (44%), Putih (44%), Cyan (31%)
Hijau	Hitam (100%), Biru (56%), Merah (25%)	Hitam (69%), Merah (63%), Biru (31%)
Biru	Putih (81%), Kuning (50%), Cyan (25%)	Kuning (38%), Magenta (31%), Hitam (31%), Cyan (31%), Putih (25%)
Cyan	Biru (69%), Hitam (56%), Merah (37%)	Merah (56%), Biru (50%), Hitam (44%), Magenta (25%)
Magenta	Hitam (63%), Putih (56%), Biru (44%)	Biru (50%), Hitam (44%), Kuning (25%)
Kuning	Merah (63%), Biru (63%), Hitam (56%)	Merah (75%), Biru (63%), Hitam (50%)

Tabel 2.4

Kombinasi Warna Terjelek

Latar Belakang	Garis Tipis dan Teks	Garis Tebal dan Teks
Putih	Kuning (100%), Cyan (94%)	Kuning (94%), Cyan (75%)
Hitam	Biru (87%), Merah (44%), Magenta (25%)	Biru (81%), Magenta (31%)
Merah	Magenta (81%), Biru (44%), Hijau (25%)	Magenta (69%), Biru (50%), Hijau (37%), Cyan (25%)
Hijau	Cyan (81%), Magenta (50%), Kuning (37%)	Cyan (81%), Magenta dan Kuning (44%)
Biru	Hijau (62%), Merah dan Hitam (37%)	Hijau (44%), Merah dan Hitam (31%)
Cyan	Hitam (81%), Kuning (75%), Putih (31%)	Kuning (69%), Hijau (62%), Putih (56%)
Magenta	Hijau (75%), Merah (56%), Cyan (44%)	Cyan (81%), Hijau (69%), Merah (44%)
Kuning	Putih dan Cyan (81%)	Putih (81%), Cyan (56%), Hijau (25%)

Selain huruf, angka, dan paduan warna, gambar dalam desain aplikasi tidak hanya sebagai suatu pemanis dalam suatu *interface*, tetapi gambar dapat

mempresentasikan ide/gagasan dari desainer. Sedangkan animasi perlu sebagai sebuah fasilitas dekoratif dalam sebuah aplikasi (Rizky, 2007).

2.2.5 Kontras warna

Kontras adalah hubungan antara cahaya yang dikeluarkan oleh suatu objek dan cahaya dari latar belakang objek tersebut. Kontras didefinisikan sebagai selisih luminans objek dengan latar belakangnya dibagi luminans latar belakangnya. Nilai kontras positif akan diperoleh jika cahaya yang dipancarkan objek lebih besar dari latar belakang dan nilai kontras negatif dapat menyebabkan objek yang sesungguhnya terserap oleh latar belakang (Santosa, 1997).

2.2.6 Pencahayaan

Cahaya yang menyilaukan terjadi apabila cahaya yang berlebihan mencapai mata. Hal ini akan dibagi menjadi dua kategori yaitu (Nurmianto, 1996):

1. Cahaya menyilaukan yang tidak menyenangkan (*Disamfort Glare*)

Cahaya ini mengganggu tetapi tidak terlalu mengganggu kegiatan visual. Akan tetapi, cahaya ini dapat meningkatkan kelelahan dan menyebabkan sakit kepala.

2. Cahaya menyilaukan yang mengganggu (*Disability Glare*)

Cahaya ini secara berkala mengganggu penglihatan dengan adanya penghamburan cahaya dalam lensa mata. Orang-orang dengan usia lanjut akan kurang dapat menerima cahaya ini. Sebagai contoh berkendara

menghadap matahari, maka kita akan diharuskan untuk melihat ke sumber cahaya tersebut.

Sumber-sumber glare yaitu diantaranya :

1. Lampu tanpa pelindung yang dipasang terlalu rendah
2. Jendela-jendela besar pada permukaan tepat pada mata.
3. lampu atau cahaya dengan terang yang berlebihan
4. Pantulan dari permukaan terang

Dari sudut fisiologis, silau merupakan gangguan utama dalam tahap adaptif dari retina. (Suyatno, 1985)

Ada tiga jenis kesilauan :

1. Silau relatif : Kontras terlalu kuat di dalam bidang visual.
2. Silau mutlak : Penerangan yang begitu tinggi sehingga adaptasi tidak dimungkinkan.
3. Silau adaptif : Adaptasi pada tingkat terang tertentu tapi yang belum tercapai.

Untuk menghindarkan diri dari silau, beberapa prinsip yang perlu diterapkan yaitu :

1. Makin pendek waktu menatap silau, tahap adaptasi makin cepat tercapai. Perubahan tunggal dari kecerahan yang kurang dari 1 detik hanya menimbulkan gangguan kecil saja (misal: kedipan pendek lampu besar di

waktu malam). Akan tetapi kalau perubahan itu cepat dan sering, kemampuan visual akan sangat terganggu.

2. Derajat dari silau tergantung pada cerah relatif dari sumbernya. Silau akan meningkat jika area sumber meningkat sehingga sebisa mungkin sumber jangan terlalu dekat dengan garis pandang.
3. Sumber sinar diatas garis pandang tidak begitu mengganggu dibandingkan yang terletak di samping atau di bawahnya.
4. Bahaya silau semakin besar bila penerangan umum di bidang visual bertingkat rendah. Lampu besar tak membutuhkan kalau terjadi di waktu siang. (Suyatno, 1985).

2.2.7 *Brightness distribution*

Brightness distribution menunjukkan jangkauan dari luminansi dalam daerah penglihatan. Ratio kontras yang tinggi diinginkan untuk penerimaan detil, dengan variasi berlebihan dari luminansi dapat menyebabkan timbulnya masalah. Mata menerima cahaya utama yang sangat terang sehingga mata menjadi sulit untuk memeriksa dengan cermat objek-objek yang lebih gelap dalam suatu daerah yang terang.

Beberapa contoh misalnya :

1. Sebuah simbol kecil gelap pada dinding terang atau menempel jendela.
2. Sebuah layar VDU yang dibaca berhadapan dengan jendela.
3. Sebuah benda kerja gelap pada ujung paling atas dari meja, dengan warna putih.

Nurmianto (1996) menjelaskan bahwa perbandingan terang cahaya yang tidak seimbang akan menyebabkan terjadinya bayang-bayang (*shadows*). Bayang-bayang yang tajam (*sharp shadows*) adalah akibat dari sumber cahaya buatan (*artificial*) yang kecil atau dari cahaya langsung matahari dimana keduanya dapat mengakibatkan ratio terang yang berlebihan dalam jangkauan penglihatan.

2.3 Indera Penglihatan

Mata merupakan indera penglihatan manusia yang berperan penting terhadap sistem kerja manusia-mesin. Karena perannya yang sangat besar dalam pekerjaan, khususnya bagi industri dan komunikasi, diperlukan kemampuan alat penglihatan yang semaksimal mungkin dalam hal fungsi mata. Fungsi-fungsi yang terpenting ini meliputi (Suma'mur, 1989):

1. Ketajaman Penglihatan

Ketajaman penglihatan yaitu kemampuan untuk memperbedakan bagian-bagian detail yang kecil, baik terhadap objek maupun permukaan. Ketajaman penglihatan sesuai dengan kemampuan optik tergantung pula terhadap penerangan dan tingkat kebutuhan penglihatan.

2. Kepekaan terhadap Kontras

Kepekaan terhadap kontras yaitu kemampuan persepsi untuk mengenali perbedaan walau minimal dalam kecerahan.

3. Kecepatan Persepsi

Kecepatan persepsi yaitu waktu yang diperlukan sejak melihat suatu objek dengan persepsi visualnya. Kecepatan ini bertambah besar dengan

meningkatnya derajat kecerahan dan derajat kontras diantara objek dan lingkungan.

4. Persepsi Warna

Persepsi warna adalah kesan terhadap warna yang ditentukan oleh jenis-jenis gelombang cahaya.

Untuk memenuhi keempat fungsi tersebut, maka kemampuan penyesuaian mata terhadap fungsinya perlu berada dalam keadaan yang tepat sesuai dengan keperluan. Kemampuan penyesuaian ini adalah :

1. Akomodasi, yaitu kemampuan mata untuk memfokus kepada objek-objek pada jarak-jarak dari titik terdekat sampai ke titik terjauh. Usia tertentu dan tingkat iluminasi juga berpengaruh terhadap kemampuan ini.
2. Lebar kecilnya pupil, yang tergantung kepada intensitas dan sifat penyinaran, jarak objek, keadaan emosi dan tingkat kesehatan serta pengaruh bahan kimia.
3. Adaptasi retina, yaitu perubahan kepekaan retina atas dasar penerangan atau perubahan penerangan. Dikenal dengan istilah adaptasi gelap, adaptasi terang, dan adaptasi sebagian (*partial*).

2.4 World Wide Web (WWW)

International Networking (Internet) merupakan dua komputer atau lebih yang saling berhubungan membentuk jaringan komputer hingga meliputi jutaan

komputer di dunia (internasional) yang saling berinteraksi dan saling bertukar informasi, yang dapat berupa text, graphic, audio, maupun animasi dan lain-lain dalam bentuk media elektronik. Internet mempunyai beberapa bagian, antara lain *World Wide Web*, *Electronic Mail (E-mail)*, *Telnet*, *File Transfer Protocol (FTP)*, *Chat Groups/Internet Relay Chat (IRC)*, dan *Newgroup*. Diantara beberapa bagian tersebut, WWW lebih populer dibandingkan yang lainnya (Daryanto, 2004).

WWW sering disingkat dengan web, adalah bagian yang paling menarik dari internet. Melalui web, informasi yang dapat diakses tidak hanya dalam bentuk teks, tetapi juga gambar, suara, film, animasi, dan lain-lain. Untuk mengakses web dibutuhkan sebuah *software* yang disebut Browser. Browser yang terpopuler saat ini adalah Microsoft Internet Explorer (Daryanto, 2004).

2.5 Kenyamanan

Kenyamanan kerja sangat berhubungan dalam menunjang efisiensi kerja dan produktivitas pekerja. Kenyamanan kerja erat kaitannya dengan sistem manusia-mesin. Handoko (2007) mendefinisikan kenyamanan kerja sebagai keadaan emosional yang menyenangkan bagaimana para karyawan memandang pekerjaan mereka. Kenyamanan kerja mencerminkan perasaan seseorang terhadap pekerjaannya yang merupakan dampak dalam sikap positif karyawan terhadap pekerjaan dan segala sesuatu yang dihadapi di lingkungan kerjanya.

2.6 Kelelahan

Lelah pada umumnya diartikan dengan menurunnya efisiensi dan berkurangnya kekuatan bertahan (Suma'mur, 1989). Sedangkan kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh menghindari kerusakan lebih lanjut, sehingga dengan demikian, terjadilah pemulihan. Karena banyaknya pengertian tentang kata lelah, maka kita harus pandai memilih pemakaian kata lelah sesuai dengan kejadiannya. Suyatno (1985) menyatakan bahwa fisiologi telah membedakan antara lelah ototi dan lelah umum. *Lelah Ototi* berupa gejala kesakitan yang amat sangat ketika otot menderita tegangan yang berlebih. Sedangkan *lelah umum* adalah suatu tahap yang ditandai oleh rasa berkurangnya kesiapan untuk menggunakan energi.

2.6.1 Perasaan lelah

Semua jenis pekerjaan pada dasarnya akan menghasilkan kelelahan kerja. Di dalam kondisi lelah perasaan subjektif mengenai kelelahan akan menjadi dominan. Kondisi lelah dapat dikurangi dengan adanya waktu istirahat. Istirahat bukan berarti harus total berhenti bekerja, akan tetapi sedikit mengalihkan dari pekerjaan yang monoton dan meregangkan otot-otot yang tegang. Perasaan lelah atau kelelahan merupakan suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh menghindari kerusakan lebih lanjut, sehingga terjadi pemulihan. Hadirnya perasaan lelah berarti menyuruh untuk menghindari ketegangan yang berlebih dan memberi kesempatan tubuh untuk segar kembali.

Beberapa tipe kelelahan yang bukan merupakan lelah ototi antara lain:

1. Lelah yang disebabkan oleh ketegangan pada organ visual (lelah visual)
2. Lelah karena ketegangan fisik di semua organ (lelah fisik umum)
3. Lelah disebabkan oleh kerja mental (lelah mental)
4. Lelah karena tegangan satu sisi dari fungsi psikomotor (lelah syaraf)
5. Lelah karena kerja yang monoton atau lingkungan kerja yang menjemukan.
6. Lelah yang disebabkan sejumlah faktor yang terus-menerus membuat lelah (lelah kronis)

Kelelahan diatur secara sentral oleh otak. Pada susunan syaraf pusat, terdapat sistem aktivasi dan inhibisi. Sistem aktivasi bersifat simpatis, sedangkan inhibisi bersifat parasimpatis. Agar tenaga kerja berada dalam keserasian dan keseimbangan, kedua sistem tersebut harus berada dalam kondisi yang memberikan stabilitas kepada tubuh.

2.6.2 Kelelahan visual

Pencahayaan sangat mempengaruhi kemampuan manusia untuk melihat objek secara jelas, cepat dan tanpa menimbulkan kesalahan. Pencahayaan yang kurang akan menyebabkan mata menjadi cepat lelah karena mata akan berusaha untuk melihat objek dengan cara membuka lebar-lebar. Lelahnya mata ini, akan

berakibat pula pada kelelahan mental, dan lebih jauh lagi akan menimbulkan kerusakan pada mata.

Tingkat penerangan pada tiap kegiatan tidaklah sama. Pada umumnya intensitas penerangan dalam kerja dapat diatur dalam Tabel 2.5 di bawah ini:

Tabel 2.5
Tingkat Penerangan Disesuaikan dengan Tingkat Ketelitian Kerja

Pekerjaan	Contoh-contoh	Tingkat penerangan yang diperlukan (lux)
Tidak Teliti	Penimbunan barang	80 – 170
Agak Teliti	Pemasangan (tidak teliti)	170 – 350
Teliti	Membaca, menggambar	350 - 700
Sangat Teliti	Pemasangan (teliti)	700 - 10000

Penerangan untuk pekerjaan yang perlu ketelitian disertai dengan syarat untuk melihat huruf dan bagian komponen-komponen yang dikerjakan secara detail dipengaruhi oleh faktor di bawah ini :

1. Intensitas penerangan.
2. Penyebaran tingkat penerangan dalam bidang visual
3. Ukuran benda
4. Warna dan bahan dari benda yang mempengaruhi faktor luminensi
5. Kontras di antara benda dan lingkungan
6. Waktu untuk persepsi
7. Usia tenaga kerja

Stress pada alat penglihatan dapat berakibat kelelahan visual dan persarafan. Kelelahan visual timbul sebagai stress intensif pada fungsi mata

seperti terhadap otot-otot akomodasi pada pekerjaan yang perlu pengamatan secara teliti atau terhadap retina sebagai akibat ketidaktepatan kontras.

Kelelahan visual ini ditandai dengan :

1. Gangguan, berair, dan memerahnya konjunktiva mata.
2. Melihat Rangkap
3. Pusing
4. Berkurangnya kemampuan akomodasi
5. Menurunnya ketajaman penglihatan, kepekaan kontras dan kecepatan persepsi.

Gejala tersebut terjadi umumnya bila penerangan tidak mencukupi dan bila mata mempunyai kelainan refraksi namun tidak dibetulkan dengan kacamata. Jika gejala seperti ini berlangsung dalam jangka waktu tertentu, akan menimbulkan kelelahan kronis. (Suyatno, 1985).

2.6.3 Kelelahan kronis

Kelelahan yang berat dan terus menerus dialami dapat menjurus pada kelelahan kronis. Rasa lelah sendiri tidak selalu terjadi pada sore hari setelah bekerja, akan tetapi ada sebagian yang sudah merasa lelah bahkan sebelum pekerjaan dimulai. Gejala ini dapat dikenali dengan ciri-ciri :

1. Meningkatnya kejengkelan (tidak toleran, bersikap anti sosial)
2. Kecenderungan ke arah depresi (kebingungan yang tidak bermotif)
3. Kelemahan umum di dalam perjuangan dan malas terhadap pekerjaan.

Di samping efek psikologis tersebut, ada juga keluhan yang bersifat non fisik yang termasuk dalam *psikosomatik* seperti sakit kepala, pusing, terengah-engah, tidak ada nafsu makan, mual, berdebar-debar, insomnia (sukar tidur). Apabila kondisi seperti ini terjadi, maka kondisi tersebut dinamakan *lelah klinis*.

Orang dengan konflik dan kesulitan psikologis akan mudah dan cepat menderita lelah kronis. Apakah sumber penyakit itu berasal dari jiwanya sendiri atautkah dari luar susah dipastikan. (Suyatno, 1985).

2.6.4 Sebab dan gejala lelah

Rasa lelah atau kelelahan banyak penyebabnya. Suma'mur (1989) menyebutkan terdapat lima kelompok penyebab umum kelelahan, yaitu :

1. Keadaan Monoton
2. Beban dan lamanya pekerjaan baik fisik maupun mental
3. Keadaan lingkungan seperti cuaca kerja, penerangan, dan kebisingan.
4. Keadaan kejiwaan seperti tanggung jawab, kekhawatiran atau konflik
5. Penyakit, perasaan sakit, dan keadaan gizi.

Sebab-sebab tersebut harus dihilangkan yaitu dengan :

1. Kepemimpinan, yang menimbulkan motivasi dan semangat kelompok serta efisiensi yang tinggi atas dasar kemampuan, keahlian dan ketrampilan.
2. Manajemen yang meningkatkan keserasian individu dan seluruh masyarakat tenaga kerja.

3. Perhatian terhadap keluarga tenaga kerja untuk mengurangi permasalahan yang mungkin timbul.
4. Pengorganisasian kerja yang menjamin istirahat, variasi kerja dan volume kerja yang serasi bagi tenaga kerja serta menciptakan keadaan lingkungan yang serasi dengan keperluan kerja.
5. Peningkatan kesejahteraan dan kesehatan tenaga kerja termasuk upah dan gizi kerja.

Orang dengan kelelahan akan memberikan efek pada ketidaksadaran yang akan tampak dan memperlihatkan :

1. Perhatian yang menurun
2. Persepsi melambat atau menurun
3. Pikiran berjalan lambat dan sukar
4. Kemampuan berprestasi menurun
5. Kegiatan mental dan fisik menjadi kurang efisien.

Salah satu efek yang jelas dari kelelahan adalah berkurangnya kewaspadaan (Suyatno, 1985). Kewaspadaan adalah merupakan proses kesiapsiagaan yang dilengkapi dengan berbagai macam informasi dan adanya respon yang cepat untuk menghadapi masalah yang terjadi. Orang tak akan mampu berkonsentrasi terus-menerus untuk kegiatan mental atau motor. Setelah mengalami ketegangan pada masa tertentu, maka akan terjadi gangguan pada

persepsi dan kecepatan reaksi yang memanjang. Dan kelelahan yang berakibat memancing kemarahan dinamakan *Blokade*.

2.6.5 Pengukuran Kelelahan

Keadaan kelalahan tenaga kerja dapat diukur dengan cara sebagai berikut :

1. Penilaian gejala-gejala atau perasaan-perasaan

Dengan memberikan daftar gejala-gejala yang ada hubungannya dengan kelelahan, antara lain: (a) Perasaan berat di kepala, (b) menjadi lelah seluruh badan, (c) Menguap, (d) Kaki merasa Berat, (e) Mengantuk, (f) Tidak seimbang dalam berdiri, (g) Merasa susah berfikir, (h) Menjadi Gugup, (i) Tidak dapat berkonsentrasi, (j) Cenderung untuk lupa, (k) Kurang kepercayaan, (l) Sakit Kepala, (m) Haus, (n) Suara serak, (o) Merasa Kurang Sehat, dan lain-lain.

Selain itu, dapat juga dengan memberikan pertanyaan yang berupa pasangan perasaan yang kontroversial yang harus dipilih olehnya yang sesuai dengan apa yang dirasakan saat itu. Sebagai contoh Barmack (1939) memilih hal yang berlawanan itu sebagai berikut :

(a) Menarik–membosankan,(b)santai–tegang,(c)menggelisahkan-tenang,(d)segar–capai,(e)ngantuk–bangun,(f)acuh–tak acuh

2. Pengukuran waktu reaksi

Waktu reaksi yang diukur dapat merupakan reaksi sederhana atas rangsang tunggal atau reaksi yang memerlukan koordinasi. Waktu reaksi sendiri adalah jangka waktu yang diukur dari pemberian suatu rangsangan sampai kepada pelaksanaan rangsangan kegiatan tertentu. Dan pemanjangan waktu reaksi merupakan petunjuk adanya pelambatan pada proses faal saraf dan otot.

3. Uji hilangnya kelipan

Dengan kelelahan, kemampuan tenaga kerja dalam melihat kelipan akan berkurang. Uji kelipan ini nantinya akan menunjukkan pula keadaan kewaspadaan tenaga kerja.

4. Pengamatan tentang koordinasi dan efisiensi kegiatan fisik

Berbagai macam gerakan tubuh dan efisiensinya dapat dinilai.

Misalnya :

- a. Keseimbangan badan saat berdiri
- b. Koordinasi mata dan tangan
- c. Uji akomodasi mata untuk efisiensi visual
- d. Kemantapan tangan dan jari, dsb.

Pada tenaga kerja dengan kelelahan yang berarti, koordinasi dan efisiensi kegiatan-kegiatan fisik ini akan menurun.

5. Pendekatan dengan kemampuan konsentrasi

Konsentrasi adalah salah satu segi dari kemampuan daya pikir. Hasilnya dicerminkan dalam ketelitian dan kecepatan menyelesaikan suatu rangsangan yang berupa tugas tertentu.

2.7 Kebosanan

Pada masa awal studi tentang kerja dilakukan, fokus kajian hanya pada proses penyederhanaan dan pembagian kerja (Sritomo, 1995). *Frederick W. Taylor* memfokuskan penelitiannya pada proses perancangan kerja. Akan tetapi, konsep ini banyak menimbulkan kritik karena terlalu merekayasa manusia dan mengabaikan perasaannya. Dari sinilah *Frank & Lilian Gilbreth* menyempurnakannya dengan menekan arti pentingnya faktor perilaku dan psikologis manusia dalam studi perancangan kerja yang melibatkan manusia didalamnya. Beberapa permasalahan manusiawi pada kerja yang terlalu teknis, akan banyak dijumpai adanya stress kerja, rasa bosan, rasa lelah, dan lain-lain.

Kebosanan harus dibedakan dari kelelahan, walaupun banyak ahli menyatakan bahwa rasa bosan dikategorikan sebagai kelelahan. Rasa bosan adalah merupakan manifestasi dari reaksi adanya suasana yang monoton (kurang bervariasi) dan kurang memberikan motivasi kepada tenaga kerja. Faktor psikologis ini sering timbul dalam industri dengan kondisi kerja yang berulang-ulang (*Repetitive Industrial Bussiness*).

Rasa bosan secara umum akan terjadi apabila :

1. Pekerjaan tidak menarik
2. Pekerjaan tidak memerlukan ketrampilan
3. Dorongan (motivasi) untuk bekerja terlalu kecil
4. Lingkungan kerja tidak menyenangkan

Pekerjaan yang hanya kadang-kadang saja memerlukan perhatian (dengan jarak waktu yang panjang dan tanpa memerlukan keterampilan) akan menjurus pada kebosanan. Monotoni dan kebosanan akan mudah terjadi pada pekerjaan yang diatur secara ketat, dan jarang terjadi di dalam kegiatan yang membolehkan orang bekerja menurut iramanya sendiri.

2.8 Uji Normalitas Data

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi dengan sebaran distribusi normal. Uji ini dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov yaitu dengan menguji nilai probabilitas dari skor total yang didapat dalam penelitian. Uji normalitas dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

- a. Menentukan hipotesis

H_0 : Skor bobot berdistribusi normal

H_1 : Skor bobot tidak berdistribusi normal

- b. Menentukan taraf signifikansi

Taraf signifikansi (α) yang digunakan adalah 5% atau 0.05, dengan $df=n-1$

- c. Membandingkan probabilitas dengan taraf signifikansi

Jika probabilitas > 0.05 , maka H_0 diterima

Jika probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak

2.9 Uji Beda

Uji beda bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan harga rerata sebelum dan sesudah dilakukan suatu perlakuan. Uji beda yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan uji statistik parametrik *compare mean* dengan *Paired Sampled T-Test*.

Tahap-tahap pengujian pada uji t (T-test) antara lain :

1. Hipotesis :

$H_0 : \mu_0 = \mu_1 =$ Tidak ada perbedaan skor bobot sebelum dan sesudah penelitian

$H_1 : \mu_0 \neq \mu_1 =$ Ada perbedaan skor bobot sebelum dan sesudah penelitian

2. Menentukan taraf signifikansi

Taraf signifikansi (α) yang digunakan adalah 5% atau 0.05, dengan $df=n-1$

3. Membandingkan besar probabilitas dengan taraf signifikansi

Jika probabilitas (*sig*) > 0.05 maka H_0 diterima

Jika probabilitas (*sig*) < 0.05 maka H_0 ditolak