

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Ergonomi

Ergonomi adalah suatu ilmu tentang manusia dalam usaha untuk meningkatkan kenyamanan di lingkungan kerjanya. Istilah *Ergonomi* berasal dari bahasa latin yaitu *Ergon* (kerja) dan *Nomos* (hukum alam). Istilah ini dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan perancangan/desain (Nurmianto, 1996).

Ergonomi merupakan ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyerasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik (Tarwaka, Solichul, Lilik, 2004). Sedangkan Manuaba menjelaskan desain ergonomi merupakan aplikasi dari *human factor*, informasi untuk mendesain peralatan, mesin, sistem, tugas, pekerjaan dan lingkungan agar lebih produktif, aman, nyaman, dan memfungsikan manusia lebih efektif (Manuaba, 1998).

Maksud dan tujuan dari disiplin ergonomi adalah mendapatkan suatu pengetahuan yang utuh tentang permasalahan-permasalahan interaksi manusia dengan teknologi dan produk-produknya, sehingga dimungkinkan adanya suatu rancangan sistem manusia-mesin (teknologi) yang optimal. Dengan demikian

disiplin ergonomi melihat permasalahan sebagai suatu sistem dengan pemecahan melalui proses pendekatan sistem (Wignjosoebroto, 1995).

Ergonomi menjadi ilmu yang menghadirkan eksplorasi sistem bidang manusia-mesin-lingkungan, *human factors*, dan ergonomi dalam jangka panjang menghasilkan kenyamanan, keamanan, produktivitas, dan sistem yang mudah digunakan oleh pengguna (Wickens, Gordon, et.al, 1998). Ergonomi juga didefinisikan sebagai pengetahuan yang memperhatikan perancangan obyek untuk manusia (peralatan) sehingga seseorang mampu menimbulkan “functional effectiveness” dan kenikmatan-kenikmatan pemakaian dari peralatan, fasilitas maupun lingkungan kerja yang dirancang. Salah satu analisis dan penelitian ergonomi meliputi psikologi yang fisiologis mengenai berfungsinya otak dan sistem syaraf yang berperan dalam tingkah laku manusia (Wignjosoebroto, 1995). Aspek kenyamanan adalah kriteria subyektif yang menjadi hal yang penting untuk ditambahkan pada saat ini dan diaplikasikan ke dalam sistem untuk mendapatkan kondisi lebih baik dan mudah. Sebab kondisi ketidaknyamanan pada manusia dapat menyebabkan kesalahan dan ketidakefektifan (David J. Osborne, 1987).

Dilihat dari sisi rekayasa, informasi hasil penelitian ergonomi dapat dikelompokkan dalam 4 bidang penelitian, yaitu (Sutalaksana, 1979):

1. Penelitian tentang display.

Display adalah alat yang menyajikan informasi tentang lingkungan yang dikomunikasikan dalam bentuk tanda-tanda atau lambang-lambang. Display terbagi menjadi display statis dan display dinamis. Display statis memberikan informasi tanpa dipengaruhi oleh variabel waktu. Sedangkan display dinamis adalah display yang dipengaruhi oleh variabel waktu, misalnya *speedometer*.

2. Penelitian tentang kekuatan fisik manusia

Penelitian ini mencakup mengukur kekuatan/daya fisik manusia ketika bekerja dan mempelajari bagaimana cara kerja serta peralatan harus dirancang agar sesuai dengan kemampuan fisik manusia ketika melakukan aktivitas tersebut. Penelitian ini merupakan bagian dari biomekanik.

3. Penelitian tentang ukuran/dimensi dari tempat kerja.

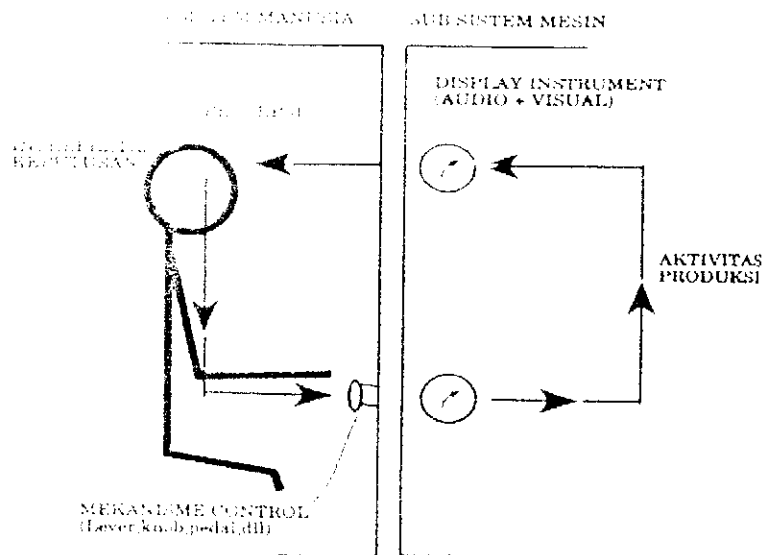
Penelitian ini diarahkan untuk mendapatkan ukuran tempat kerja yang sesuai dengan ukuran tubuh manusia, dipelajari dalam antropometri.

4. Penelitian tentang lingkungan fisik

Penelitian ini berkenaan dengan perancangan kondisi lingkungan fisik dari ruangan dan fasilitas-fasilitas dimana manusia bekerja. Hal ini meliputi perancangan cahaya, suara, warna, temperatur, kelembaban, bau-bauan dan getaran pada suatu fasilitas kerja.

2.2 Interaksi Manusia dan Mesin

“Mesin” bila diartikan secara luas berarti mencakup semua obyek fisik seperti mesin, peralatan, perlengkapan dan fasilitas, dan benda-benda yang biasa dipergunakan dalam melaksanakan kegiatannya (Wignjosobroto, 1995).



Gambar 2.1 Interaksi Kerja dalam Sistem Manusia-Mesin

(Wignjosoebroto, 1995)

Sistem adalah sebuah siklus tertutup (*closed system*) di mana manusia memegang posisi kunci karena keputusan terletak padanya. Jalur informasi dan hubungan secara langsung pada prinsipnya mengikuti (yang diperintahkan). Sebagai contoh, display perekam memberi informasi tentang rencana-rencana produksi. Operator menerima informasi ini secara visual, serta harus mengerti dan memahami dengan benar interpretasi terhadap display yang ada. Pada kekuatan interpretasi dan daya ingat operator membuat sebuah keputusan. Langkah selanjutnya adalah mengkomunikasikan keputusan ini kepada mesin dengan menggunakan kontrol. Instrumen kontrol selanjutnya memberikan gambaran (display) mengenai hasil dari tindakan yang telah dilakukan oleh operator dan selanjutnya sistem kerja mesin akan memberikan proses kegiatan sesuai dengan program yang diberikan oleh operator. Demikian seterusnya siklus ini akan berulang.

Dari ilustrasi di atas bahwa problematik ergonomi akan nampak dalam hal persepsi yang bisa diambil oleh manusia (operator) dari instrumen display (mesin) dan *handling operations* yang dilaksanakan operator pada saat menangani mekanisme kontrol mesin. Di sini penelitian ergonomi dapat dilakukan dalam bentuk persepsi visual, bentuk display untuk menampilkan informasi, dan rancangan dari mekanisme kontrol mesin itu sendiri. Dengan demikian perancangan "interface" dari sistem manusia-mesin perlu memperhatikan segala kelebihan, kekurangan, ataupun keterbatasan manusia pada saat mereka berinteraksi dalam hubungan kerja manusia dengan mesin (fasilitas produksi). *Interface* yang harus dirancang dengan pertimbangan ergonomis tersebut berupa displays seperti layar monitor, instrumen-instrumen penunjuk ukuran (Wignjosoebroto, 1995).

Dalam sistem manusia-mesin terdapat dua *interface* penting di mana ergonomilah yang memegang peranan penting di dalam hubungan tersebut. *Interface* pertama adalah display yang dapat menghubungkan kondisi mesin pada manusia, kemudian *interface* kedua adalah kontrol, yang mana manusia dapat menyesuaikan respon dengan *feedback* yang diperoleh dari display tadi. Jadi antara display dan kontrol harus terdapat interaksi yang saling menyesuaikan. Untuk mendesain *interface* tersebut, mula-mula kita harus memahami beberapa karakteristik penting dari panca indera manusia, yaitu penglihatan dan pendengaran, yang mempengaruhi pemahaman tentang display dan simbol-simbol (sinyal-sinyal) yang dapat didengar.

Dalam kaitannya dengan sistem manusia mesin maka dikenal tiga macam hubungan yaitu *manual man machine system*, *semi automatic machine system*, dan *automatic man machine system* (Wignjosoebroto, 1995).

1. Sistem Manusia-Mesin Hubungan Manual (*Manual Man Machine System*)
Dalam sistem ini input akan langsung ditransformasikan oleh manusia menjadi output. Di sini manusia masih memegang kendali secara penuh di dalam melaksanakan aktivitasnya.
2. Sistem Manusia-Mesin Semi Otomatik (*Semi-Automatic Man-Machine System*)
Tidak seperti halnya pada manual sistem, pada sistem ini akan ada mekanisme khusus yang akan mengolah input atau informasi dari luar sebelum masuk ke dalam sistem kerja manusia dan demikian pula reaksi yang berasal dari sistem manusia ini akan diolah atau dikontrol terlebih dahulu melewati suatu mekanisme tertentu sebelum suatu output berhasil diproses.
3. Sistem Manusia-Mesin Hubungan Otomatis (*Automatic Man-Machine System*)
Pada sistem yang berlangsung secara otomatis, maka di sini mesin akan melaksanakan fungsi dua sekaligus yaitu menerima rangsangan dari luar (*sensing*) dan pengendali aktivitas seperti umumnya yang dijumpai dalam prosedur kerja yang normal. Fungsi operator di sini hanyalah memonitor dan menjaga supaya mesin tetap bekerja dengan baik serta memasukkan data atau mengganti dengan program-program baru apabila diperlukan.

2.3 Display Visual

2.3.1 Penglihatan (*vision*)

Mata merupakan aksi dari organ reseptor, yang menangkap energi dari dunia luar dalam bentuk gelombang cahaya dan mengubah energi tersebut menjadi suatu hal yang sangat berarti untuk kehidupan organisme, seperti menjadikan impuls syaraf bioelektrik (E.Grandjean, 1988). Hal itu dilakukan hanya melalui integrasi impuls retinal oleh otak, sehingga kita mempunyai "persepsi visual". Jika organ syaraf terganggu, mata dengan otak terputus, kita menjadi buta. Persepsi itu sendiri tidak memberikan image yang tepat dari hal-hal yang kita lihat. Kesan yang ditimbulkan merupakan subyektifitas dari apa yang kita rasakan.

Sebuah wana kelihatan lebih gelap ketika terlihat berlawanan dengan sebuah latar belakang yang terang. Variasi individu dalam menginterpretasikan data yang diamati tergantung paada situasi tertentu. Karena orang mempunyai perbedaan dalam pengalaman, sikap dan ide yang terbentuk sebelumnya.

2.3.2 Penyesuaian Mata dan Tugas

Akomodasi dimaksudkan sebagai kemampuan mata untuk memfokuskan diri kepada obyek pada jarak yang terdekat sampai tak terhingga. Apabila kita memandang jari telunjuk yang tegak di depan mata, kita akan melihatnya dengan jelas, sedangkan latar belakangnya, ia bisa menjadi jelas, tetapi telunjuknya menjadi kabur. Kita hanya dapat melihat obyek dengan jelas apabila setelah refraksi dari kornea dan lensa, citra itu menjadi miniatur pada retina.

Pemfokusan kepada melihat dekat atau jauh akan tercapai dengan merubah kelengkungan lensa. Derajat lengkungnya tergantung pada tingkat pengkerutan dari otot pengakomodasi, yaitu otot siliar. Apabila otot siliar mengendor, lengkungan lensa akan sedemikian rupa sehingga sinar sejajar yang masuk dari kejauhan memusat ke retina, sehingga obyek yang jauh itu jatuh di fokus. Jika obyek jauh bergerak ke arah pengamat, otot siliar mengencang dan lengkung lensa akan bertambah sehingga citra terfokus tepat pada retina. Jika mata diarahkan ke tak terhingga, melihat jauh, otot siliar akan mengendor.

Makin dekat obyeknya ketegangan otot pengakomodasi makin besar. Titik yang paling dekat yang dapat difokus disebut "titik dekat", sedangkan titik terjauh yang dapat difokus disebut "titik jauh". Titik dekat dapat dipakai untuk mengukur kapasitas akomodasi, yang berubah menurut syarat kecermatan pekerjaannya. Apabila pekerjaan cermat itu berlangsung lama, titik dekat akan bergerak menjauhi mata karena tenaga pengakomodasi menurun oleh kelelahan.

Umur berpengaruh besar terhadap akomodasi. Makin banyak umur, lensa makin kehilangan kekenyalannya, dan karena itu, kapasitasnya untuk melengkung juga berkurang. Akibatnya, titik dekat menjauhi mata, sedang titik jauh pada umumnya tetap saja (Suyatno, 1985).

2.3.3 Implikasi Warna pada Display

Warna dapat mempertinggi secara signifikan dalam pencarian dan identifikasi informasi pada display visual (John A. Volpe, 1993). Menggunakan warna lebih efektif dibandingkan dengan menggunakan bentuk atau ukuran dalam membantu

mencari informasi secara cepat. Harus diperhatikan apabila penggunaan warna dalam mencari informasi pada fasilitas yang lebih dari satu yang dilakukan pada saat yang bersamaan, adalah tersedianya sebuah basis yang baik untuk mengelompokkan atau mengorganisir informasi-informasi tersebut, sehingga membantu operator display dalam memisahkan berbagai macam tipe informasi yang diterima dan untuk mengurangi kesalahan.

Efek psikologis dari warna terdiri dari ilusi dan efek psikis, kedua-duanya ditentukan oleh proses bawah sadar. Tanggapan atas warna akan sesuai dengan pengalaman masa lampau dan juga dapat bergantung sebagian pada mutu yang diwarisi atau pengalihan psikologis. Penggabungan atas beberapa tanggapan akan mempengaruhi jalan pikiran dan emosi seseorang, dan dengan demikian akan mempengaruhi tingkah lakunya. Pengalaman artistik juga merupakan hasil dari efek psikologis dari warna.

Warna tunggal memiliki aksi psikologis yang dapat berbeda dengan intensitas bagi perorangan tetapi pada umumnya mempunyai efek yang sama. Yang paling penting adalah ilusi dan efeknya terhadap emosi. Setiap warna mempunyai efek psikologis yang berbeda-beda, antara warna gelap, warna cerah maupun warna kuat. Tabel di bawah ini memperlihatkan pengaruh dari beberapa warna (Suyatno, 1985) :

Tabel 2.1 Efek Psikologis dari Warna (Suyatno, 1985)

Warna	Efek Jarak	Efek Suhu	Efek psikis
Biru	Jauh	Sejuk	Menenangkan
Hijau	Jauh	Sangat sejuk sampai netral	Sangat menenangkan
Merah	Dekat	Panas	Sangat mengusik
Oranye	Sangat dekat	Sangat panas	Merangsang
Kuning	Dekat	Sangat panas	Merangsang
Cokelat	Sangat dekat	Netral	Merangsang
Lembayung	Sangat dekat	Sejuk	Agresif, melesukan

Untuk penentuan penggunaan jumlah warna dalam sebuah sistem display maksimum sembilan atau sepuluh (Jones, 1962). Sedangkan penelitian lain menunjukkan maksimum jumlah warna yang digunakan 11 warna (Morgan, *et.al*, 1963). Penggunaan warna juga kadang-kadang dapat menunjukkan perbedaan ukuran, sebagai contoh beberapa toko menggunakan kode pakaian berdasarkan warna dan nilai resistor listrik juga menggunakan kode warna (hitam = 0, putih = 9). Untuk rekomendasi 'kode warna yang ergonomis' untuk ukuran warna merah menunjukkan ukuran paling besar dan warna putih menunjukkan warna paling kecil. (Poulton, 1975). Berikut arti psikologis dan kegunaan sejumlah warna yang berbeda (Morgan, *et.al*, 1963).

Tabel 2.2 Arti Psikologis Warna (Morgan, *et.al*, 1963).

Warna	Arti	Kegunaan
Merah	Berbahaya	Kebakaran : alarm, pemadam
	Panas	kebakaran, pipa penyiram kebakaran
		Bahaya : simbol

		Berhenti : tanda pada mesin-mesin, tanda di jalan Darurat
Orange	Kemungkinan bahaya (tetapi tidak terlalu bahaya)	Berbahaya : pada bagian mesin dan penunjuk
Kuning	Perhatian	
Hijau	Nyaman	Peralatan untuk pertolongan pertama
Biru	Perhatian Dingin	
Ungu	Radiasi	

2.3.4 Kekontrasan Warna

Kontras warna diperlukan untuk membedakan obyek dengan latar belakangnya. Dalam menciptakan kontras warna harus mempertimbangkan pewarnaan dari bidang yang luas (dinding, mebel) dan bidang yang sempit (tombol pengendali, pengungkit, pegangan dan sebagainya). Untuk bidang yang luas, warna yang dipilih yang dapat menghasilkan daya pantul yang merata. Kontras visual yang baik dapat diperoleh tanpa perbedaan cerah yang berarti, dengan jalan menghindari kontras cerah yang terlalu besar dan tajam visual yang baik.

Kemampuan untuk melihat sebuah obyek dipengaruhi oleh kotras kecerahan (*luminance*) antara obyek dengan latar belakangnya, termasuk bayangan. Kontras biasanya didefinisikan sebagai perbedaan luminansi pada permukaan yang berdekatan, dibagi dengan luminansi yang terbesar (maksimum).

Kontras antara dua warna dapat ditentukan dengan rumus (dalam persen) (Kroemer, 1994) :

$$Kontras = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Atau kontras dapat didefinisikan sebagai berikut (Grandjean, 1998) :

$$Kontras = \frac{(L_{\max} - L_{\min})}{(L_{\max} + L_{\min})} \dots\dots\dots(2.2)$$

Di mana L_{\max} adalah kecerahan maksimum dalam pola dan L_{\min} adalah kecerahan minimum dalam polanya. Dengan definisi ini, kontras dapat bervariasi antara 0 sampai 1. Yang terpenting dari kontras dalam mendefinisikan kecerahan (*brightness/lightness*) sebuah obyek atau area adalah penggambaran secara serentak kontras kecerahan.

2.3.5 Pelabelan dan Pemberian Tanda

Label dan tanda merupakan pesan singkat yang digunakan untuk mentransfer informasi baik pesan maupun peralatan yang digunakan oleh manusia. Komunikasi dapat didapatkan dengan perhatian yang tepat dengan proses komunikasi tertulis. Obyektifitas dari komunikasi seharusnya dipahami oleh penerima pesan sesuai dengan yang dimaksudkan oleh pengirim pesan. Pengiriman pesan harus didesain dengan memperhatikan interpretasi yang akan muncul, dan kemampuan mengingat kembali dari penerima serta kondisi lingkungan pada saat menerima pesan.

Berikut ada tiga faktor dalam desain label dan tanda untuk memudahkan komunikasi, yaitu dapat dimengerti (*comprehensibility*), kemungkinan pembacaan (*legibility*), dan dapat dibaca (*readability*) (Eastman Kodak Company, 1978).

Berikut beberapa petunjuk dalam setiap faktor :

1. Dapat dimengerti (*comprehensibility*)

Dapat dimengerti (*comprehensibility*) berarti bagaimana kemungkinan penerima pesan menginterpretasikan sebuah pesan. Hal ini tergantung dari pengetahuan dasar dan kemampuan bahasa dari penerima.

2. Kemungkinan pembacaan (*legibility*)

Kemungkinan pembacaan (*legibility*) cenderung mempengaruhi pembaca untuk membedakan atau mengenali huruf atau angka. Kecenderungan ini disebabkan oleh bentuk karakter, ukuran, kekontrasan, warna, dan kualitas dari hasil tampilan. Beberapa petunjuk untuk meningkatkan Kemungkinan pembacaan (*legibility*) dapat ditingkatkan dengan cara antara lain :

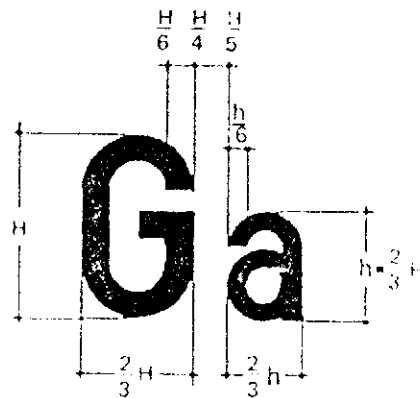
- a. Gunakan huruf yang sederhana, hindari bentuk kurva atau bermotif.

When a printed label or message must be read quickly and easily, it is important to choose a plain and simple design of type font. There are some slightly more complex designs that can be easily read because they are familiar from wide use. **USE OF ALL UPPER CASE LETTERS REDUCES LEGIBILITY. LESS FAMILIAR DESIGNS MAY RESULT IN ERRORS ESPECIALLY IF THEY ARE READ IN HASTE.** FONTS DESIGNED PRIMARILY FOR AESTHETIC REASONS ARE VERY POOR CHOICES. **ORNAMENTAL EXTREMES LIKE OLD ENGLISH SHOULD NEVER BE USED. AVOID COMPLEX FONTS** Keep It Simple.

Gambar 2.2 Contoh Huruf (T.W. Faulkner, 1968)

- b. Panduan ukuran proporsi berikut berlaku pada kebanyakan huruf atau angka yang digunakan (Suyatno, 1985) :

Lebar	$= \frac{2}{3} H$
Tebal	$= \frac{1}{6} H$
Jarak antar 2 huruf atau angka, minimal	$= \frac{1}{5} H$
Jarak antar 2 kata	$= \frac{2}{3} H$



Gambar 2.3 Proporsi Huruf yang Dianjurkan (Suyatno, 1985)

- c. Untuk situasi luminansi rata-rata 108 lux (lx), atau 10 *footcandles* (fc) ukuran tanda baca sesuai dengan tabel di bawah ini :

Tabel 2.3 Perbandingan Jarak Pandang dan Ukuran Tanda Baca (Peters dan Adams, 1959; Smith, 1797; Woodson dan Conover, 1964)

Jarak pandang	Tanda baca teliti	Tanda baca yang bisa dibaca
0.7 m (28 in.)	2-5 mm (0.1-0.2 in.)	1-4 mm (0.05-0.2 in.)
0.9 m (3 ft)	3-7 mm (0.1-0.3 in.)	2-5 mm (0.06-0.2 in.)

1.8 m (6 ft)	7-13 mm (0.3-0.5 in.)	3-10 mm (0.1-0.4 in.)
6.1 m (20 ft)	22-43 mm (0.9-1.7 in.)	11-33 mm (.4-1.3 in.)

- d. Hindari penggunaan huruf/angka yang berwarna. Jika tetap menggunakan warna berikut beberapa kombinasi penggunaan warna :

Tabel 2.4 Kombinasi Pembacaan Warna (Woodson dan Conover, 1964)

Legibilitas	Kombinasi Warna
Sangat bagus	Karakter hitam dalam background putih Hitam di atas kuning
Bagus	Kuning di atas hitam Putih di atas hitam Biru gelap di atas putih Hijau di atas putih
Sedang	Merah di atas putih Merah di atas kuning
Jelek	Hijau di atas merah Merah di atas hijau Orange di atas hitam Orange di atas putih
Sangat jelek	Hitam di atas biru Kuning di atas putih

- e. Gunakan material yang mendukung untuk penulisan tanda atau label agar awet.
 - f. Letakkan tanda di atas permukaan yang tidak silau, terkena pantulan, atau berbayang-bayang
 - g. Jika tulisan ditempatkan pada area permukaan yang melengkung (pipa atau drum) maka letakkan pada salah satu sudut yang dapat dibaca.
3. Dapat dibaca (*readability*) berarti tulisan atau angka diasumsikan dapat dibaca setiap individu. Hal ini ditentukan oleh ketinggian, spasi, *border*, dan *layout*.

2.3.6 Ukuran Simbol

Seperti pada tanda dan skala, ukuran huruf dan angka harus disesuaikan dengan jarak yang diperkirakan antara mata dan alat peraga informasi (E. Grandjean, 1998). Rumus perhitungan tinggi huruf atau angka dalam mm

$$= \frac{\text{jarak visual dalam mm}}{200} \dots\dots\dots(2.3)$$

Tabel 2.5 Contoh Tinggi Huruf yang Direkomendasikan

(E. Grandjean, 1998)

Jarak visual/jarak dari mata (mm)	Tinggi huruf kecil atau angka (mm)
Sampai 500	2.5
501-900	5.0
901-1800	9.0
1801-3600	18.0
3601-6000	30.0

2.3.7 Tombol Tekan (*Push Button*)

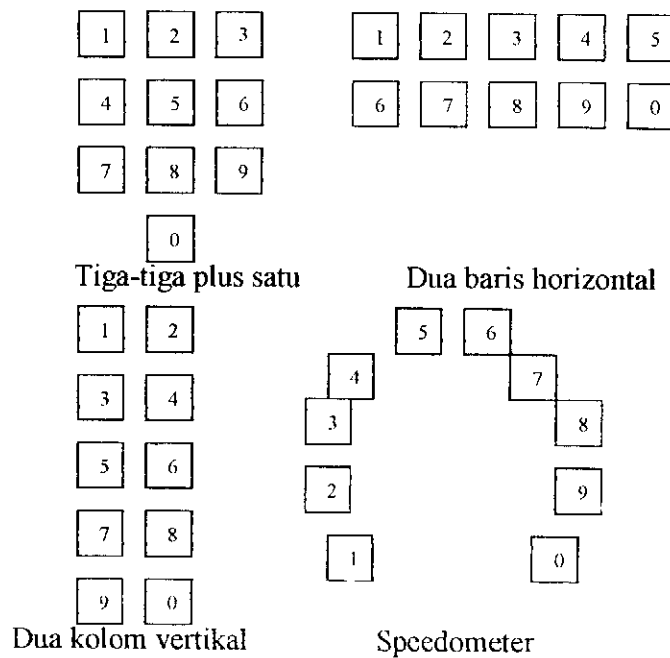
Tombol tekan berukuran kecil, di mana hanya membutuhkan sekali gerakan langsung. Ada tiga jenis *push button* yang biasa digunakan yaitu tipe kancing (*push-on, lock-on*), sementara (*push-on, release-off*), dan kegiatan berganti-ganti (*push-on, push-off*). Hal terpenting dalam penentuan tombol tekan (*push-button*) adalah ukuran, jarak, bentuk, usaha penggunaan, tindakan umpan balik, dan separasi antar tombol. Minimum diameter sebesar 13 mm dianjurkan untuk operasi kontrol oleh jari dan 19 mm untuk kegiatan menekan yang dioperasikan dengan ibu jari (misalnya untuk tombol darurat) (Deininger, 1960).

Maksimum usaha jari dalam menekan tombol untuk laki-laki dewasa dapat diukur sebagai berikut :

Tabel 2.6 Usaha Jari Dalam menekan Pada Laki-laki Dewasa (g)
(Haaland, *et.al*, 1963)

	Jari				
	Ibu Jari	Telunjuk	Jari Tengah	Jari Kelingking	Jari manis
Rata-rata	1055	684	627	513	342
Jarak	855-1226	485-884	485-741	342-627	171-542

Desain *keyboard* angka yang didesain memiliki susunan optimum yang berbeda. Berikut bentuk susunan *keypad* (Deiningger, 1960) :

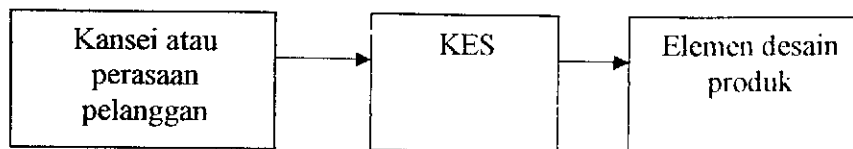


Gambar 2.4 Bentuk Tombol Numeris yang Efisien (Deiningger, 1960)

Setiap bentuk di atas secara keseluruhan dapat diterima karena memiliki kriteria waktu tekan, tingkat kesalahan, dan 'suara'. Bentuk telepon 3 + 3 + 3 + 1 dengan 1,2, dan 3 di baris atas dan diakhiri 0 di baris ke-3 menjadi susunan standar bentuk telepon. Juga menjadi hal yang biasa jika bentuk telepon 3 + 3 + 3 + 1 memiliki susunan angka 7, 8, 9; 4, 5, 6; 1, 2, 3; dan 0 (Deiningger, 1960). Tidak ada perbedaan yang signifikan antara susunan angka *numeric keys* di atas, namun kesalahan susunan angka (1, 2, 3, 4, dst) lebih sedikit dibandingkan susunan kalkulator (7, 8, 9; 4, 5, 6; dst) dengan perbandingan tingkat kesalahan 6,4 % dan 8,2 %.

2.4 *Kansei Engineering System (KES)*

Nagamichi (1989) membangun *Kansei Engineering System (KES)* sebagai teknologi ergonomi bagi konsumen yang berorientasi terhadap pengembangan produk baru. Dalam bahasa Jepang, *Kansei* berarti perasaan psikologis dari konsumen dan citra terhadap sebuah produk baru. Jika seseorang ingin membeli sesuatu dan memiliki image “mewah, indah, dan kuat” teknologi *Kansei Engineering* mampu menterjemahkan keinginan tersebut ke dalam produk baru. KES yang diterjemahkan sebagai teknologi untuk menterjemahkan keinginan konsumen ke dalam elemen desain digambarkan sebagai :



Gambar 2.5 Diagram Proses *Kansei Engineering System*

Kansei Engineering bertujuan menghasilkan produk baru berdasarkan pada selera dan permintaan pelanggan. Terdapat beberapa hal yang berkaitan dengan teknologi ini, yaitu :

1. Memahami perasaan pelanggan tentang produk tersebut dalam pendekatan secara ergonomis dan psikologis.
2. Bagaimana cara mengidentifikasi karakteristik-karakteristik desain dari *Kansei* (perasaan atau citra) pelanggan.
3. Bagaimana membangun *Kansei Engineering* sebagai sebuah teknologi ergonomi.
4. Bagaimana menyesuaikan desain produk terhadap perubahan masyarakat terkini atau trend preferensi masyarakat.

Berkaitan dengan hal pertama di atas langkah yang ditempuh adalah mengubah keinginan dan permintaan konsumen menjadi data numeris. Metode *Semantic Differential Scale* (SDS) yang diperkenalkan oleh Osgood merupakan prosedur untuk mendapatkan wilayah rata-rata dari sampel yang telah dipersiapkan dengan cara memetakan hubungan antara sampel dan kata-kata yang berkaitan. Skala numerik 5 tingkat angka atau 7 tingkat angka dapat dijadikan bahan pengukuran (Osgood dkk, 1957). Dalam *Kansei Engineering*, kita mengumpulkan Kansei atau kata-kata (yang mewakili) perasaan pelanggan dari percakapan dengan penjual di pasar dan dari majalah-majalah industri.

SDS digunakan untuk mendapatkan kaitan antara kata Kansei dan elemen desain. Kata Kansei, contoh desain produk, dan subyek disiapkan untuk mengevaluasi SDS. Misalnya, elemen desain telephone dapat dibagi menjadi frame, penerima (*receiver*) dan tombol. Setiap komponen didefinisikan menjadi item dan kelengkapan item seperti warna dan bentuk. Dengan kata lain produk dibagi menjadi beberapa item dan setiap item memiliki kategori. Subyek yang menjadi responden memberikan *check point* di antara skala numeris yang dapat mempresentasikan gambar yang ada di hadapan mereka dalam setiap kata Kansei dan setiap contoh dalam lembaran kuisioner (Nagamachi, *et.al*, 1999)