

Human Capabilities

(Faktor Manusia)

Pertemuan ke-2

Lebih dekat lagi dengan IMK..

www.rahmadani.net

IMK menurut Ahli..

Interaksi Manusia dan Komputer (untuk seterusnya disingkat dengan IMK) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari perancangan, implementasi dan evaluasi sistem komputasi interaktif dan berbagai aspek terkait. (*Hewett, et al., 1992, 1996*)

Bidang Ilmu Pendukung IMK..

1. Ilmu Komputer dan Elektronika
2. Psikologi
3. Perancangan Grafis dan Tipografi
4. Antropologi dan Sosiologi
5. Ergonomik
6. Linguistik
7. Perancangan Industri

Sistem seharusnya..??

1. *Useful* (berguna) – dapat menyelesaikan apa yang dibutuhkan.
2. *Usable* (dapat digunakan) – dapat dikerjakan dengan mudah dan alamiah, tanpa adanya bahaya kesalahan, dan lain-lain.
3. *Used* (digunakan) – membuat orang menggunakannya, menarik, perlu untuk digunakan, menyenangkan, dan lain-lain.

Perlu diingat..??

- Desainer tak akan dapat mengelak dan mengacuhkan antarmuka dalam hal fungsionalitas dari sistem yang didesain
- *Jika antarmukanya jelek, fungsionalitasnya menjadi tak jelas; jika ia didesain dengan baik, ia akan menjadikan fungsionalitas sistem mendukung pekerjaan pengguna*
- IMK seharusnya diintegrasikan pada setiap kuliah ilmu komputer atau rekayasa perangkat lunak

Jadi.....

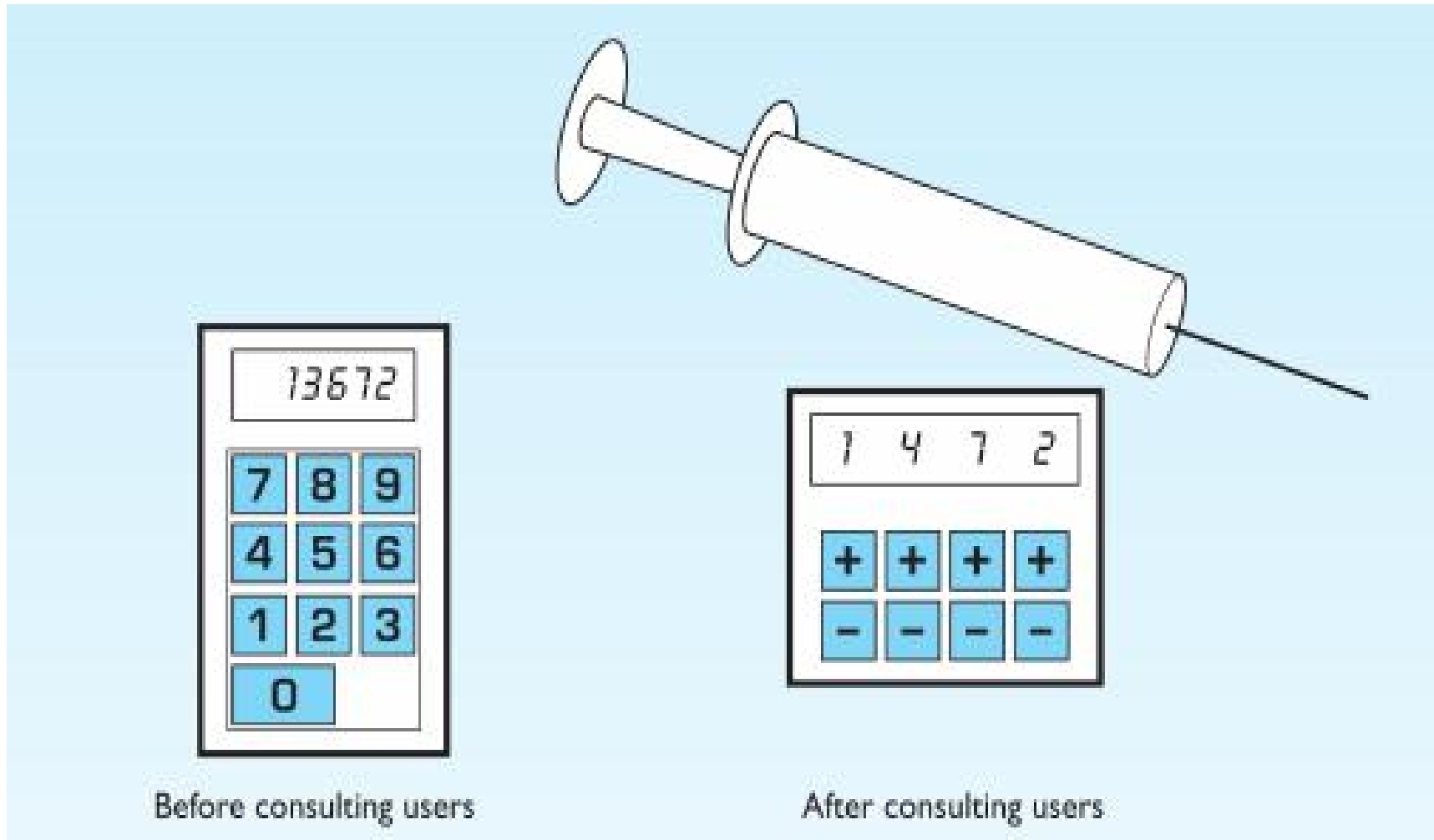
**Tak ada yang namanya,
proses sekali jadi!**

**Berpikirlah seperti
"pengguna"**

Cobalah itu lebih dulu!!

Libatkanlah pengguna!

Contoh..



**Iterasilah proses-proses
yang dibuat..**

Starategi Pengembangan Antarmuka..

1. Pengetahuan tentang mekanisme faktor manusia (human capabilities) sebagai pengguna komputer.
2. Berbagai informasi tentang, ragam dialog, struktur, isi, waktu, grafis dan kecepatan.
3. Perancangan prototype secara bersama
4. Teknik evaluasi yang baik

Faktor Manusia..

Manusia sebagai elemen terpenting dalam interaksi manusia dan komputer, yaitu sebagai subjek sekaligus sebagai objek

Manusia sebagai Pemroses..

1. Informasi diterima dan ditanggapi melalui saluran input-output
2. Informasi disimpan dalam ingatan (*memory*)
3. Informasi diproses dan diaplikasikan dalam pelbagai cara

“Kemampuan dari manusia dalam area ini (pemroses informasi) amat penting dalam mendesain, dan ini berbeda antara satu orang dengan yang lainnya”

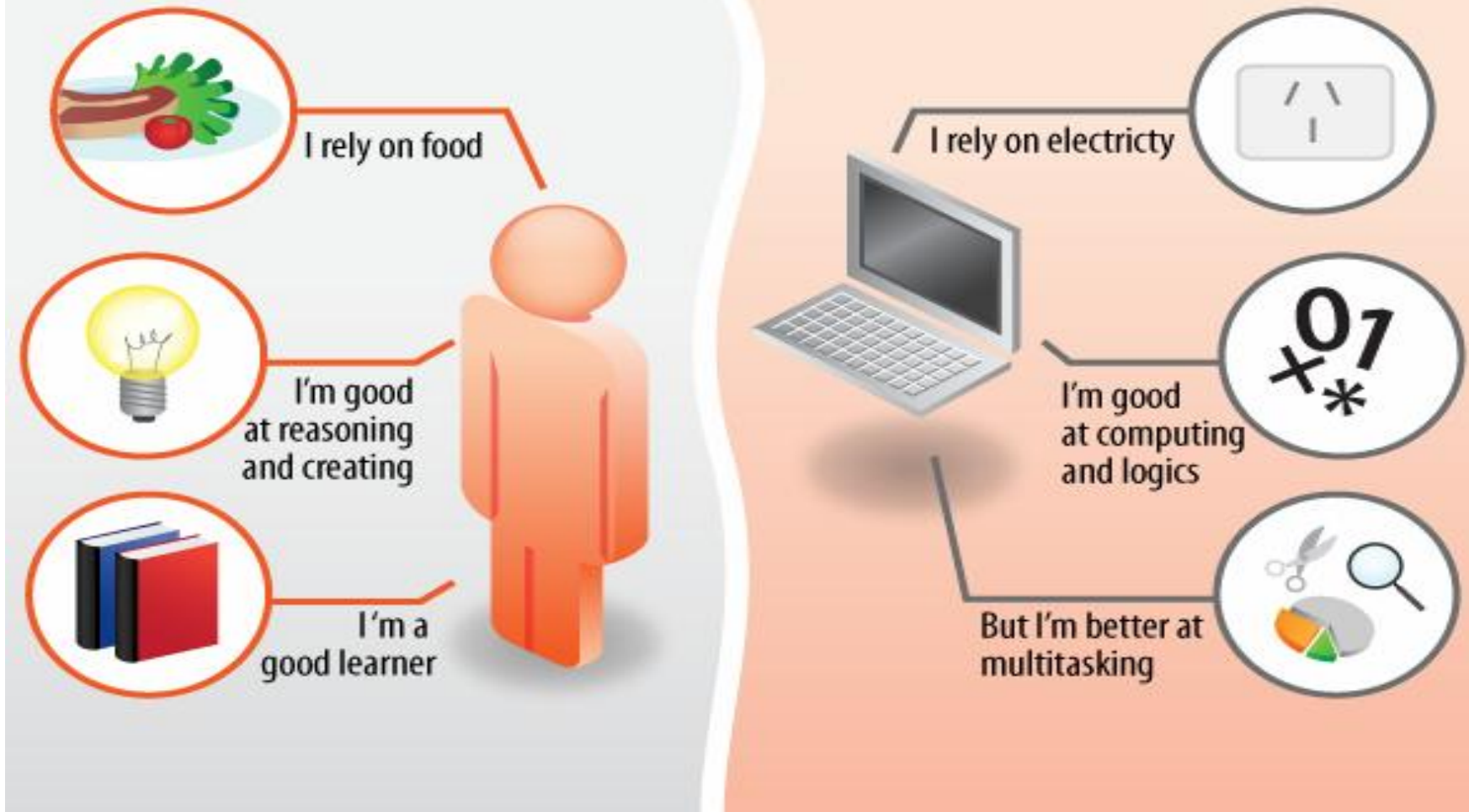
Manusia

1. Estimasi
2. Intuisi
3. Kreatifitas
4. Adaptasi
5. Kesadaran serempak
6. Pengolahan abnormal
7. Memori asosiatif
8. Pengambilan keputusan non deterministik
9. Pengenalan pola
10. Pengetahuan dunia
11. Kesalahan manusiawi

Komputer

1. Kalkulasi akurat
2. Deduksi logika
3. Aktifitas perulangan
4. Konsistensi
5. Multitasking
6. Pengolahan rutin
7. Penyimpanan dan pemanggilan kembali data
8. Pengambilan keputusan deterministik
9. Pengolahan data
10. Pengetahuan domain
11. Bebas dari kesalahan

Human & Computer



Faktor Manusia terhadap Hasil Rancangan??

1. Harus memahami kemampuan dan keterbatasan manusia
2. Manusia sangat kompleks, tidak konsisten, kurang deterministik (*sulit diprediksi*)
3. Memahami bagaimana membuat sistem yg dapat diandalkan dan aman utk digunakan manusia

Sambungan..

4. Dapat dicapai dengan mempelajari tentang aspek-aspek psikologi kognitif manusia
 - bagaimana manusia merasakan dunia disekitarnya,
 - bagaimana manusia menyimpan & memproses informasi serta memecahkan masalah,
 - bagaimana manusia memanipulasi objek secara fisik
5. Aspek sosial & aspek organisasional yang berpengaruh

Yang harus diperhatikan..

1. Keterbatasan manusia dalam memproses informasi yang mendorong terciptanya sistem komputer.
2. Informasi yang diterima dan respon yang diberikan oleh manusia terbatas melalui saluran yang dimiliki oleh manusia.
3. Saluran masukan yang dimiliki oleh manusia terdiri dari penglihatan (*visual*), pendengaran (*auditory*), sentuhan (*tactile*) dan gerakan (*movement*), dan informasi yang tersimpan di dalam memori manusia dalam bentuk **Saluran Input Output**.
4. Informasi yang tersimpan diproses dan diolah menjadi bahan pertimbangan, pemecahan masalah, dan keterampilan manusia.

SALURAN INPUT-OUTPUT

www.rahmadani.net

1. Penglihatan..

Sistem visual manusia (penglihatan) secara normal;

digunakan untuk menghasilkan persepsi yang terorganisir tentang gerakan, ukuran, bentuk, jarak, posisi relatif, dan tekstur

Pandangan (*Vision*)

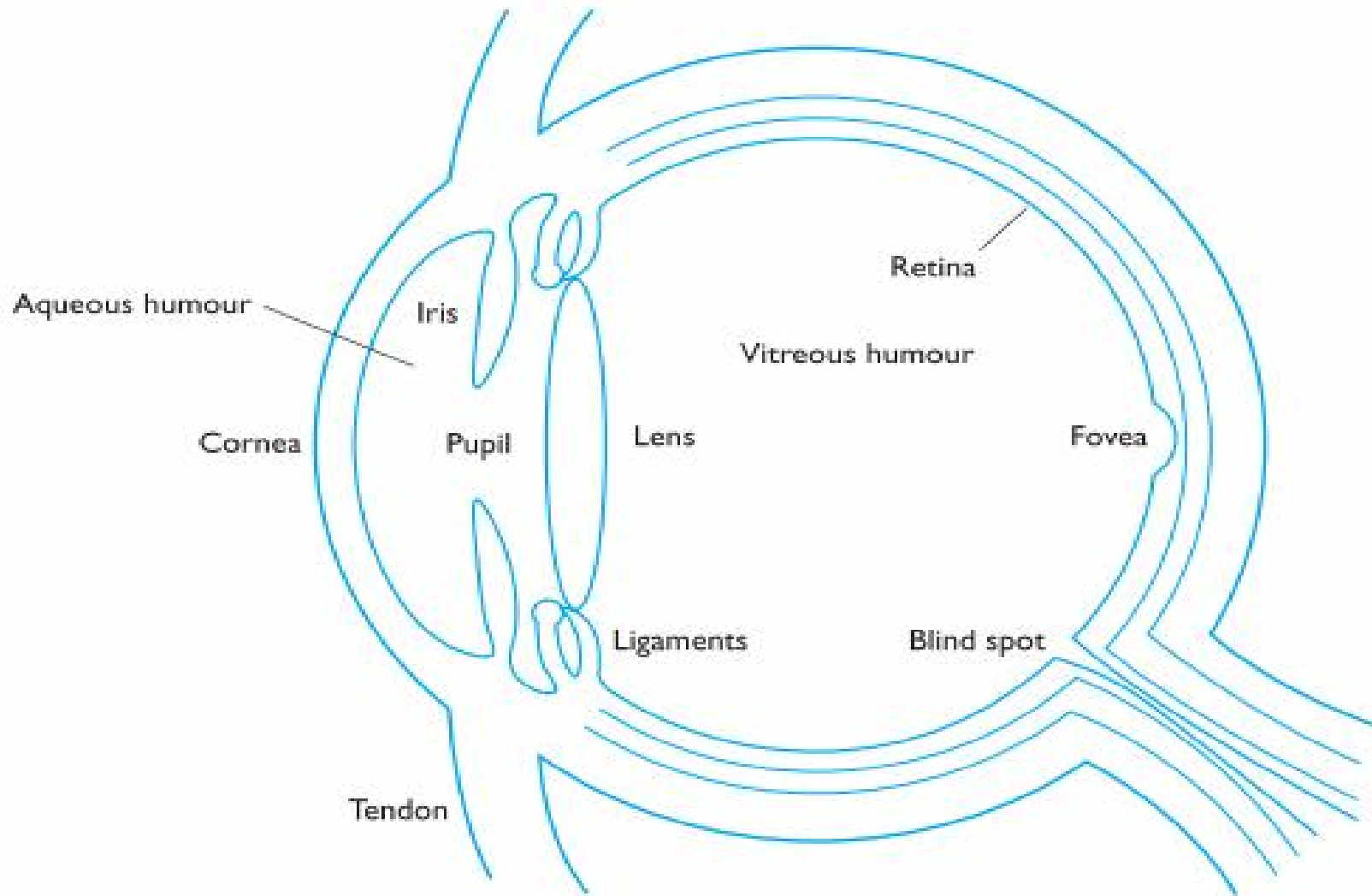
Dua tahap dalam *vision*;

- Penerimaan fisik dari suatu stimulus
- Pengolahan dan interpretasi dari stimulus

Alat Fisik: Mata

- Mekanisme untuk menerima cahaya dan mentransformasikannya ke dalam energi elektrik
- Cahaya memantul dari objek-objek; citra dari mereka difokuskan terbalik pada retina
- Retina mengandung *rods* (organ berbentuk batang) untuk pandangan cahaya lemah dan *cones* (organ berbentuk kerucut) untuk pandangan berwarna
- Sel *ganglion* (simpul/pusat syaraf) mendeteksi pola dan pergerakan

Struktur Mata Manusia



Interpretasi Sinyal..

Ukuran dan kedalaman

- Sudut pandang manusia dan seberapa banyak area dari objek pandang dapat dilihat yang berhubungan dengan ukuran dan jarak dari mata manusia.
- Objek yang familier atau sering dilihat dipersepsikan mempunyai ukuran yang konstan walau ada perubahan dalam sudut pandang dari kejauhan.
- Ketajaman pandangan dan kemampuan penglihatan untuk menerima dan mempersepsikan detil dengan baik.

Kecemerlangan (*Luminance*)

- Jumlah cahaya yang dipantulkan oleh permukaan benda (Candela/m²)
- Semakin besar luminans dari sebuah objek, detil objek yang dapat dilihat mata juga akan semakin bertambah
- Diameter pupil yang semakin mengecil akan meningkatkan kedalaman fokusnya
- Semakin besar luminans sebuah objek akan menyebabkan mata bertambah sensitif terhadap kedipan (*flicker*)
- Ketajaman pandangan akan meningkat seiring banyaknya cahaya, namun juga akan meningkatkan kedipan mata (*flicker*)

Kontras

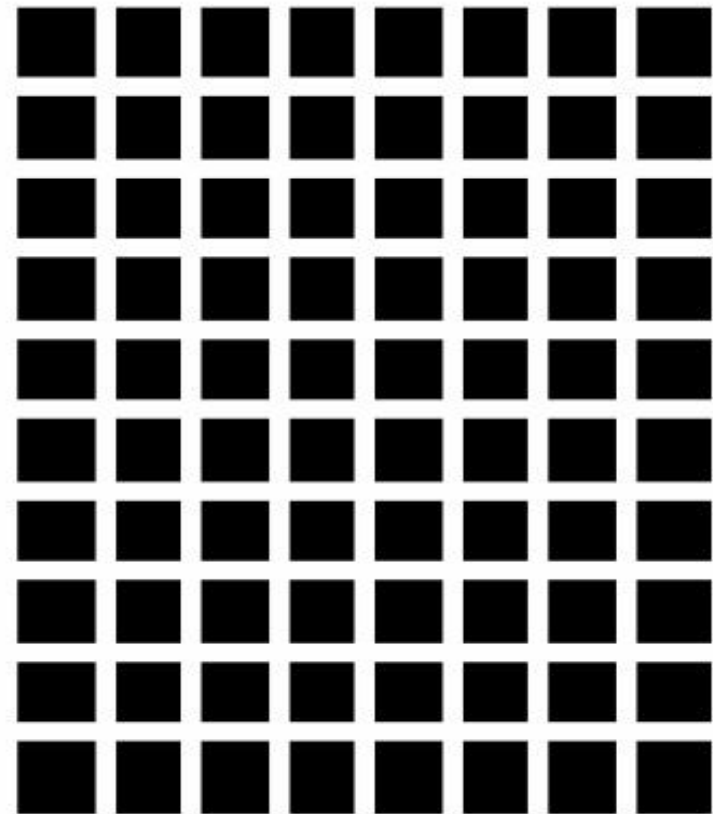
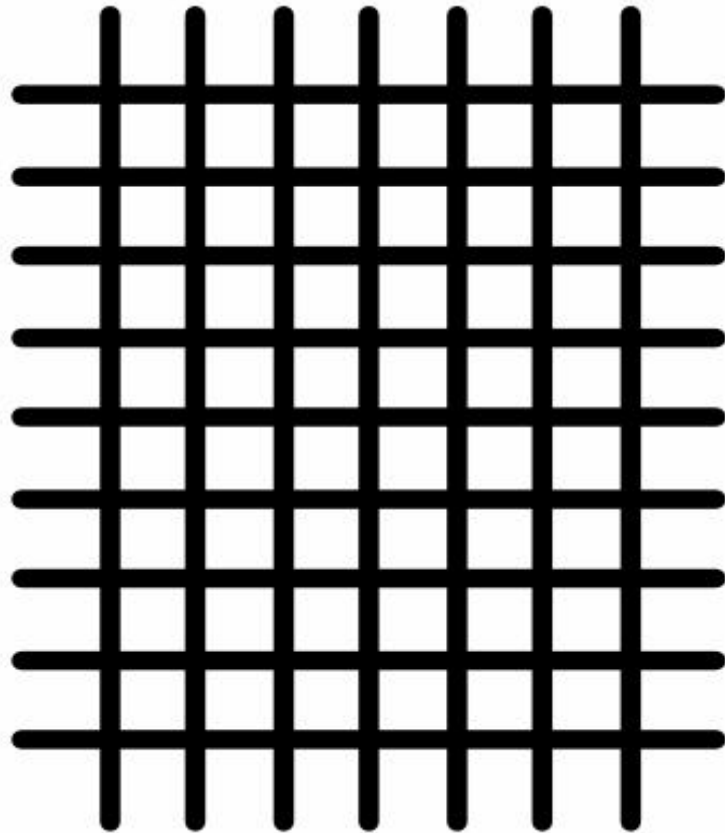
- Hubungan antara cahaya yang dikeluarkan oleh suatu objek dan cahaya latar belakang objek tersebut atau selisih antara luminans objek dan latar belakang, dibandingkan dengan luminans latar belakang
- **bernilai positif jika cahaya yang dipancarkan oleh sebuah objek lebih besar dibanding yang dipancarkan oleh latar belakang**
objek yang sesungguhnya akan tampak
- **bernilai negatif jika cahaya yang dipancarkan oleh sebuah objek lebih kecil dibanding yang dipancarkan oleh latar belakang**
objek sesungguhnya akan terserap oleh latar belakang dan menjadi tidak tampak

Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Penglihatan

Kecerahan

- tanggapan subyektif terhadap cahaya
- Luminans yang tinggi akan berimplikasi pada kecerahan yang tinggi
- Akan ada suatu fenomena menarik apabila anda melihat batas area (*around boundaries area*) dari kecerahan tinggi dan rendah. Gambar berikut akan memperlihatkan *efek Hermann*, dimana orang dapat melihat 'titik putih' pada pertemuan antara baris hitam dan 'titik hitam' pada pertemuan antara baris putih; tetapi titik tersebut akan 'lenyap' jika pertemuan tersebut dilihat dengan tepat (fokus)

Kisi-Kisi Herman



Warna

- Merupakan sensasi yang diperoleh oleh mata
- Panjang gelombang cahaya tampak berkisar antara 400 – 700 nm (dari ultraviolet s.d. infrared), dan dengan luminans konstan dan jumlah cahaya putih yang ditambahkan (saturasi) dijaga tetap, seseorang yang memiliki penglihatan normal mampu membedakan 128 warna
- Mata dapat membedakan warna secara akurat ketika posisi objek membentuk sudut kurang lebih 60° terhadap mata (dengan posisi kepala dan mata diam)

Warna

- Retina manusia terdiri atas banyak sekali rods dan cones yang sensitif terhadap cahaya
 - *rods* bertanggung jawab untuk penglihatan malam
 - *cones* merupakan sel-sel yang sangat sensitif terhadap warna
 - *fotopigmen* dalam *cones* akan menterjemahkan panjang gelombang menjadi sensasi warna yang kisarannya ditentukan oleh 3 buah fotopigmen yaitu biru (445 nm), hijau (535 nm) dan merah (575 nm)

Warna

- Warna dibentuk dari:

Hue (corak warna), merupakan bermacam-macam warna dalam corak yang berbeda. Makin tinggi nilai suatu corak warna, maka akan makin jelas pula warnanya.

Insensity (intensitas), merupakan tingkat kecerahan suatu warna.

Saturation (kejenuhan), merupakan penyerapan warna putih, makin sedikit warna putih dari suatu warna, maka semakin gelap warna itu, sebaliknya makin banyak jumlah unsur putih, makin jenuh warna itu.

Warna

- Transmisivitas lensa mempunyai efek karena lensa akan menyerap energi hampir dua kali lebih banyak pada daerah biru dibanding warna merah atau kuning
- Penuaan usia menyebabkan penguningan lensa bertambah sehingga menyebabkan mata menjadi semakin tidak sensitif terhadap warna biru dan transmisivitas cairan mata menyebabkan pandangan menjadi kabur dan tidak terang

Warna

- Penggunaan warna yang tepat akan membuat tampilan antarmuka menjadi menarik
- Warna bukan suatu besaran fisik karena warna merupakan sensasi yang dihubungkan dengan sistem syaraf yang diperoleh dengan adanya interaksi antara warna dengan sistem syaraf sensitif warna
 - lensa pada mata manusia tidak mempunyai kemampuan untuk mengoreksi warna
 - menimbulkan efek kromostereopsis yaitu warna-warna murni pada jarak yang sama terlihat mempunyai jarak yang berbeda

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%)
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%)
Hitam	Putih (75%), Kuning (63%)	Kuning (69%), Putih (59%), Hijau (25%)
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%),

Kombinasi Warna Terburuk..

LATAR BELAKANG	GARIS TIPIS DAN TEKS	GARIS TEBAL DAN TEKS
Putih	Kuning (100%), Cyan (94%)	Kuning (94%), Cyan (75%)
Merah	Magenta (81%) , Biru (44%), Hijau dan Cyan (21%)	Biru (81%), Magenta (31%)
Hijau	Cyan (81%), Magenta (50%), Kuning (37%)	Cyan (81%), Magenta dan Kuning (44%)
Hitam	Biru (89%), Merah (44%), Magenta (25%)	Biru (81%), Magenta (31%)
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%),

The Color Wheel



Hal Penting terkait Warna..

1. Antarmuka aplikasi yang baik harus didesain dengan mempertimbangkan psikologi warna.

Penggunaan warna baik adalah pencampuran warna yang membuat mata tidak mudah lelah dan nyaman, serta sebaiknya mempertimbangkan orang-orang yang memiliki keterbatasan.

2. Aspek-aspek yang harus dipahami dalam pemakaian warna antara lain:

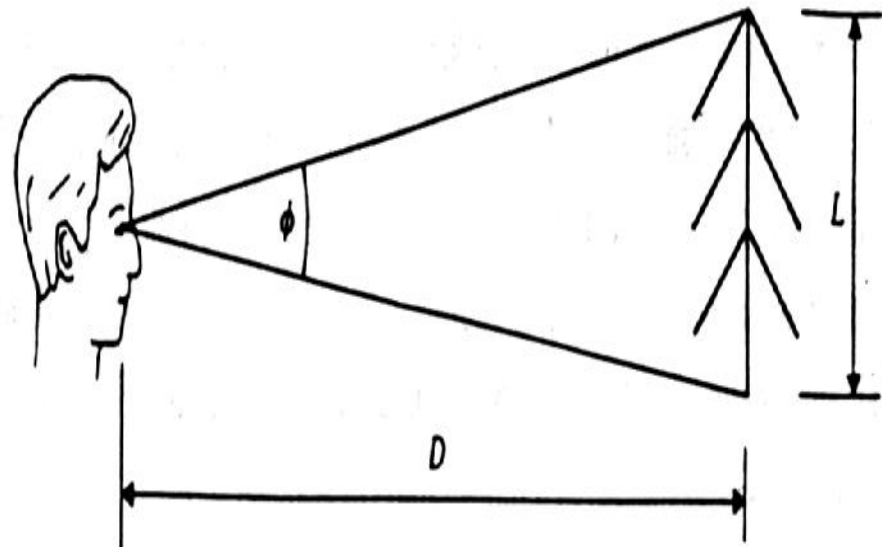
Aspek psikologis, seperti menghindari warna tajam secara simultan, menghindari warna biru untuk teks, garis tipis, dan bentuk yang kecil karena mata tidak diset untuk memandangi sesuatu yang terperinci, tajam serta bergelombang pendek, perlu adanya pengaturan pencahayaan perlu diatur karena perubahan cahaya akan mengakibatkan perubahan warna.

Aspek perseptual, dimana tidak semua warna mudah untuk dibaca dalam beberapa kondisi.

Aspek kognitif, seperti tidak menggunakan warna berlebihan, warna yang sama “membawa” pesan yang sama, kecerahan dan saturasi

Proses Visual

- Ketajaman penglihatan adalah sudut penglihatan minimum ketika mata masih dapat melihat sebuah objek dengan jelas
- Sudut penglihatan yang nyaman bagi mata adalah 15 menit (detik busur) dan dalam keadaan penglihatan yang buruk dapat dinaikkan menjadi 21 menit (detik busur)



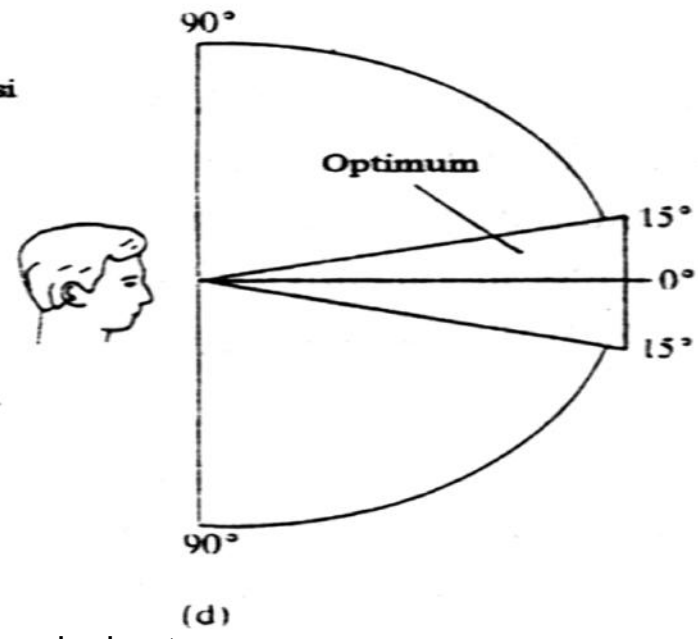
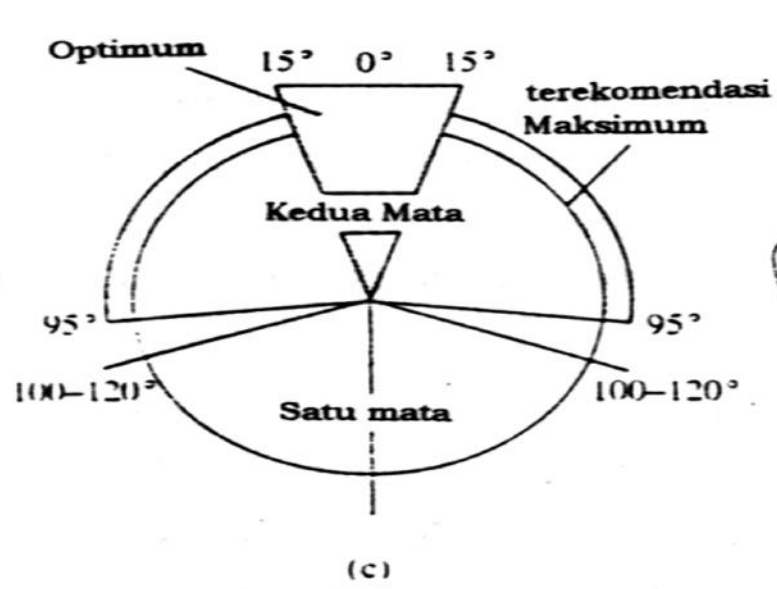
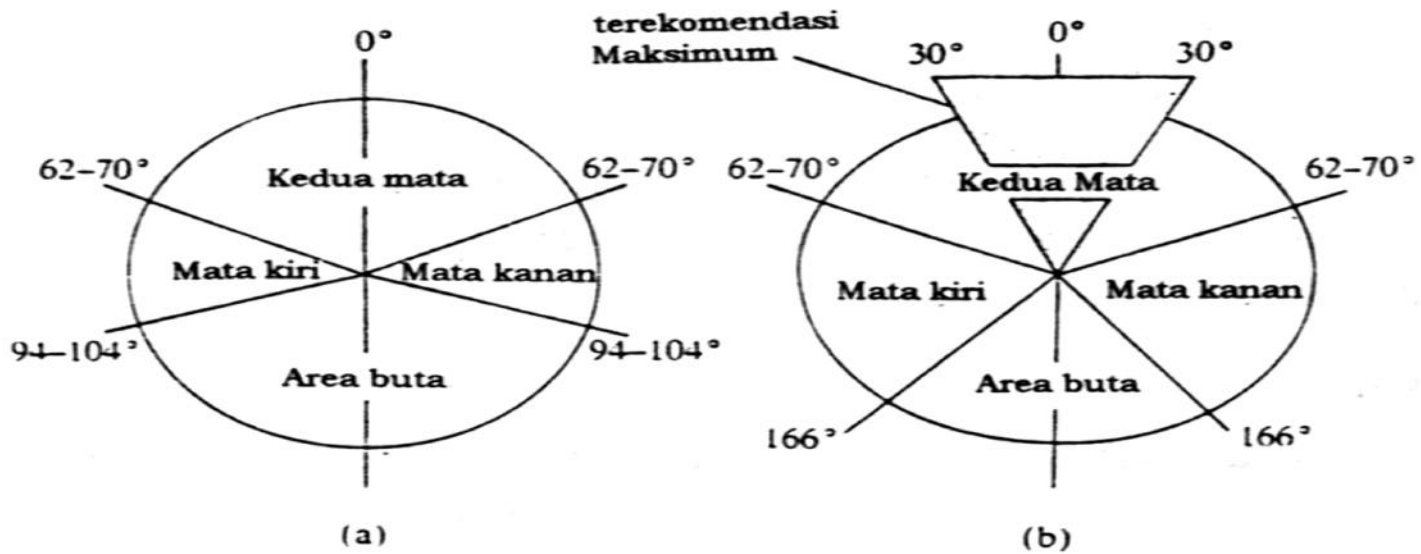
Medan Penglihatan;

1. Sudut yang dibentuk ketika mata bergerak ke kiri terjauh dan ke kanan terjauh
2. Merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan ukuran layar tampilan atau tata letak tampilan dan piranti pengontrol yang akan digunakan terbagi menjadi 4 daerah:
 - Daerah I (Penglihatan Binokuler)
 - Daerah II (Penglihatan Monokuler Kiri)
 - Daerah III (Penglihatan Monokuler Kanan)
 - Daerah IV (Daerah Buta)

- **Daerah I (Penglihatan Binokuler)**
tempat dimana kedua mata mampu melihat sebuah objek dalam keadaan yang sama
- **Daerah II (Penglihatan Monokuler Kiri)**
tempat terjauh yang dapat dilihat oleh mata kiri ketika mata kiri digerakkan ke sudut paling kiri
- **Daerah III (Penglihatan Monokuler Kanan)**
tempat terjauh yang dapat dilihat oleh mata kanan ketika mata kanan digerakkan ke sudut paling kanan
- **Daerah IV (Daerah Buta)**
daerah yang sama sekali tidak dapat dilihat oleh kedua mata

Area Penglihatan..

Area penglihatan dapat diartikan sebagai area (wilayah) yang dapat dilihat oleh manusia normal. Area ini bervariasi tergantung posisi kepala dan mata apakah keduanya diam, kepala diam mata boleh bergerak, ataupun kepala dan mata boleh bergerak.



2. Pendengaran dan Suara

1. Media suara dimanfaatkan untuk memberi umpan balik kepada pengguna meski belum banyak program aplikasi yang memanfaatkan suara pendengaran sebagai sarana interaksi.
2. Manusia kebanyakan dapat mendeteksi suara dalam kisaran frekuensi 20 Hertz sampai 15-20 KHertz
 - batas atas dan bawah kisaran frekuensi dipengaruhi oleh umur dan kesehatan seseorang
 - suara yang berkisar pada frekuensi 1000 – 4000 Hertz menyebabkan pendengaran menjadi lebih sensitif
3. Sistem pendengaran manusia dapat menyaring suara-suara di sekitarnya.
Misalnya membedakan suatu suara (misalnya panggilan) dengan suara derau latar belakang

3. Sentuhan dan Gerakan

Sentuhan

- Sentuhan digunakan sebagai sarana interaksi bagi orang tuna netra selain dengan suara (jika tidak tuli)
- Sensitivitas sentuhan lebih dikaitkan dengan aspek ergonomis dalam sebuah sistem
 - penggunaan keyboard yang berkaitan dengan posisi dan bentuk tombol serta pengoperasiannya
- Kemampuan manusia dalam hal ini untuk merasakan pergerakan atau posisi dari anggota tubuh atau badan yang disebut *kinesthesia* atau *kinaesthesia* akan mempengaruhi kenyamanan dan unjuk kerja seseorang

Gerakan

- Gerakan mempunyai dua aspek, yaitu kecepatan dan keakuratan.

Kecepatan dan keakuratan ini tergantung dari rangsangan yang diberikan sebagai suatu bentuk respon.

Waktu yang dibutuhkan untuk merespon rangsangan diperoleh dengan rumusan berikut:

$$\text{waktu respon} = \text{waktu reaksi} + \text{waktu gerak}$$

- Waktu gerak manusia ini tergantung dari banyak hal → usia, kesehatan, emosi, dll.
- Waktu reaksi tergantung dari macam rangsangan yang diterima

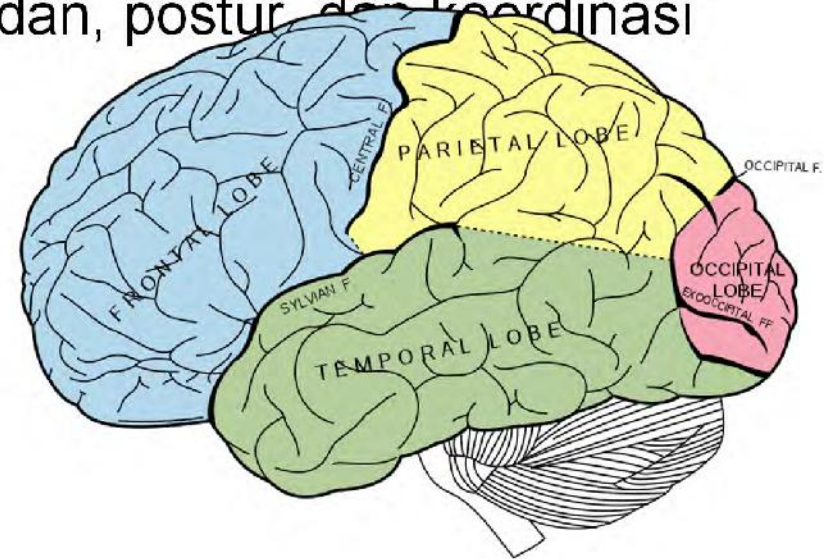
4. Otak dan Memori

Otak

- Otak manusia sangatlah penting untuk menyimpan informasi dan mengolah informasi.
- Otak manusia merupakan sistem pusat syaraf yang merupakan organ yang sangat kompleks.
- Otak memonitor dan mengatur reaksi dan aksi tubuh manusia yang selalu menerima informasi sensorik secara berkelanjutan, kemudian dengan cepat menganalisis data dan meresponnya, mengatur fungsi dan aksi tubuh.

- Bagian otak yang disebut *frontal lobes* diasosiasikan dengan fungsi eksekutif seperti pengontrolan diri, perencanaan, penalaran, dan pemikiran abstrak.
- *Neocortex* merupakan pusat pemikiran, pembelajaran, dan memori. *Cerebellum* (otak kecil) bertanggung jawab terhadap keseimbangan dan gerakan.

dan, postur dan koordinasi



Memori

- **Memori sensorik (*sensory memory*)** → memori penyangga untuk rangsangan yang diterima indera. Memori sensorik terdiri dari:
 - *Iconic memory*, untuk rangsangan berupa visual
 - *Echoic memory*, untuk rangsangan berupa suara
 - *Haptic memory*, untuk rangsangan berupa sentuhan
- **Memori jangka pendek (*short-term memory*)** → menyimpan informasi berukuran kecil, yang tersedia dalam waktu relatif singkat. Kapasitas memori ini diperkirakan 7 ditambah atau dikurangi 2 (7 ± 2) unit atau elemen. Dalam memori jangka pendek, waktu yang cepat untuk mengakses informasi 70ms, sedangkan untuk melupakannya 200ms.
- **Memori jangka panjang (*long-term memory*)** → menyimpan seluruh pengetahuan kita. Memori ini mempunyai waktu yang lambat untuk mengakses informasi 1/10 detik, sedangkan untuk melupakannya akan sangat lama,

Model Pengolahan pada Manusia

Berfikir..

1. Berpikir merupakan proses mengolah informasi, mempertimbangkan, dan menyelesaikan masalah
2. Dalam berpikir, masukan yang berupa informasi premis atau fakta akan diproses berdasar logika manusia menggunakan penalaran sehingga nantinya dihasilkan suatu kesimpulan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah.

Penalaran

Ada tiga macam penalaran yang dapat dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan, yaitu:

1. **Penalaran deduktif** → penalaran yang dimulai dari premis umum untuk mendapatkan kesimpulan khusus.
2. **Penalaran induktif** → penalaran yang dimulai dari premis khusus untuk mendapatkan kesimpulan umum.
3. **Penalaran abduktif** → penalaran yang dimulai dari fakta- fakta kejadian menjadi penyebab sehingga didapat kesimpulan.

Model Kesalahan dan Mental

Kesalahan manusia terdiri dari beberapa macam, misalnya:

- **Kesilapan (slip)**, dimana niat/tujuan untuk melakukan sesuatu dengan baik, namun gagal melaksanakannya. Bisa diakibatkan karena keterampilan fisik yang kurang, kurangnya perhatian, perubahan aspek perilaku, dll.
- **Kekeliruan (mistake)**, dimana dari awal mempunyai niat/tujuan yang salah. Penyebabnya adalah pemahaman yang salah/tidak tepat. Walaupun seseorang yang terampil namun bila pemahaman teori sudah salah, maka pada praktiknya akan jadi salah.

- Emosi merupakan salah satu model mental manusia yang berpengaruh terhadap kinerja manusia. Beberapa teori tentang bagaimana emosi bekerja adalah sebagai berikut:
 - James-Lange: emosi adalah interpretasi dari respon fisiologis terhadap suatu rangsangan.
 - Cannon: emosi adalah respon psikologis terhadap suatu rangsangan.
 - Schacter-Singer: emosi adalah hasil evaluasi dari respon fisiologis dilihat dari situasi keseluruhan dimana kita berada.

- Emosi secara jelas melibatkan baik respon kognitif dan fisik terhadap suatu rangsangan. Respon biologis terhadap rangsangan fisik disebut perasaan (*affect*). Perasaan akan mempengaruhi bagaimana kita merespon suatu situasi.
 - Pengaruh positif, akan dapat memecahkan masalah dengan kreatif.
 - Pengaruh negatif, akan menyempitkan pemikiran.

- Implikasi dari emosi manusia terhadap desain antarmuka yaitu:
 - Stres akan meningkatkan tingkat kesulitan dari pemecahan masalah.
 - Pengguna yang relaks akan dapat lebih memaafkan desain antarmuka yang mempunyai kekurangan.
 - Antarmuka yang bagus secara estetika dan bermanfaat akan meningkatkan perasaan positif.
 - Sikap negatif pengguna dapat mempengaruhi unjuk kerja pengguna serta mempengaruhi kemampuannya untuk mempelajari sistem komputer
 - Sikap ini juga dapat mereduksi kemampuan memori jangka pendek sehingga proses belajar menjadi lambat

Sikap dan Kecerdasan Manusia

- Kecemasan biasanya didorong oleh ketakutan berbuat salah pada sistem yang belum dikenal, overloading memori jangka pendek dengan detail sistem, dll
- IMK salah satu tujuannya adalah antarmuka yang *usability* yang berarti memberi respon yang bersifat menuntun bila terjadi kesalahan

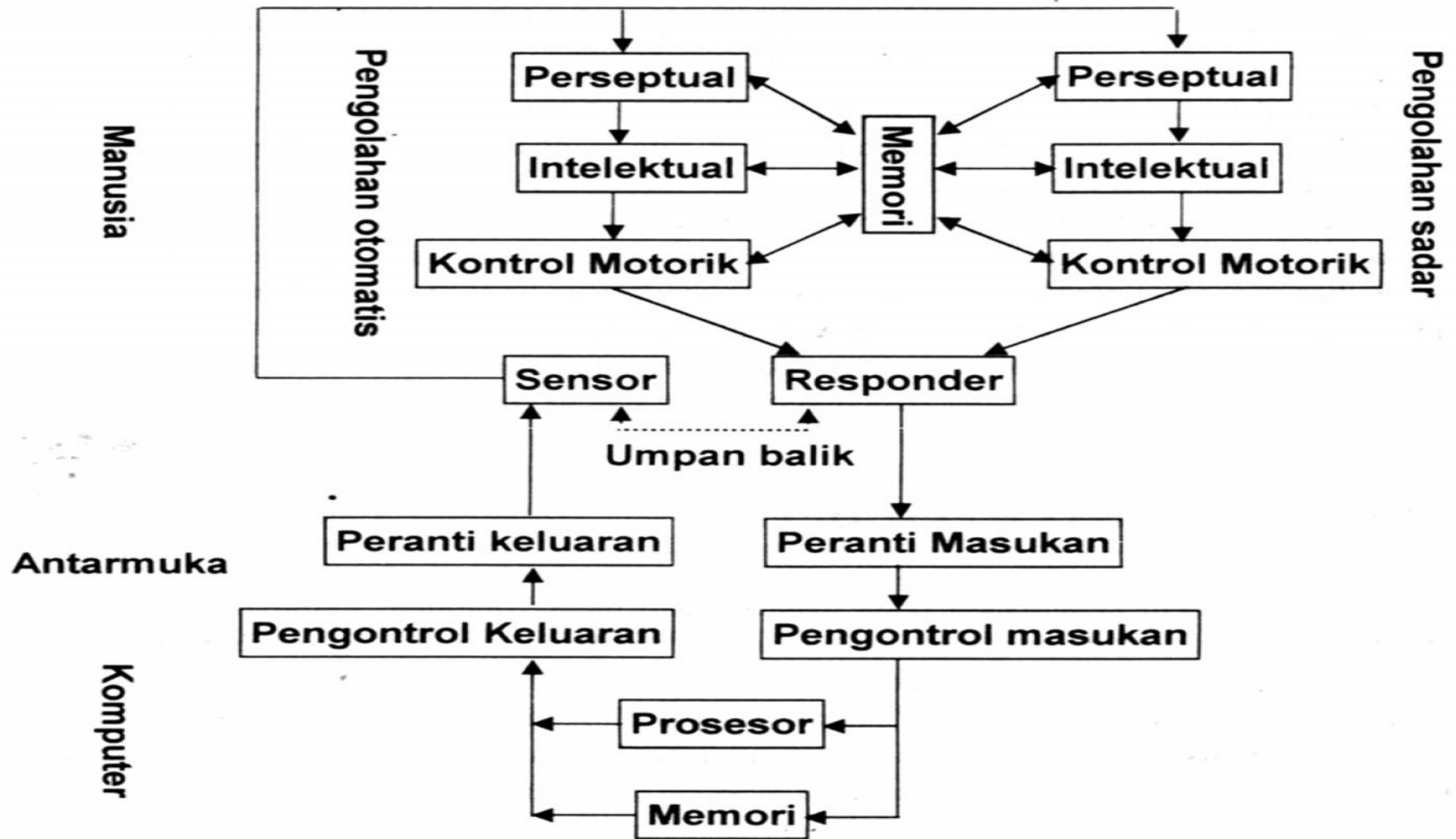
Model Persepsi, Kognisi & Memori Manusia



- Sistem pengolahan di dalam diri manusia sangat kompleks dan tidak mudah untuk dipahami
 - tidak dapat direpresentasikan secara lengkap dan akurat dengan sebuah model
- Model sistem pengolahan manusia terdiri atas;
 - pengolahan perseptual,
 - pengolahan intelektual (kognitif)
 - pengendalian motorik

- Pengolahan secara sadar (conscious processing)
 - terjadi ketika rangsangan yang datang dibawa ke bagian intelektual dan memerlukan beberapa waktu untuk menghasilkan suatu tanggapan yang sesuai
 - biasanya berhubungan dengan tindakan baru atau tindakan yang jarang dilakukan sehingga menghasilkan tanggapan yang lambat
- Pengolahan otomatis
 - berlangsung seperti reflek dan hanya memerlukan waktu yang sangat pendek
 - biasanya berhubungan dengan tindakan yang sering dilakukan
- Setiap tindakan dimulai dengan pengolahan sadar tetapi dengan praktek dan pengalaman dapat berubah menjadi tindakan yang otomatis/reflek

Kesimpulan



KESIMPULAN

- Pada dasarnya baik manusia maupun komputer masing-masing memiliki piranti masukan, sistem pengolah dan piranti keluaran.
- Pengolahan data pada diri manusia sangatlah kompleks dan tidak mudah untuk difahami, tetapi kita dapat melakukan pendekatan sebagai berikut:
Pengolahan manusia terdiri dari, persepsi, intelektual dan pengendalian motorik yang semuanya berinteraksi dengan otak manusia.
- Begitu halnya juga dengan komputer yang mempunyai prosesor, memory dan beinteraksi melalui sistem bus.

