

PERTEMUAN 1

PENGANTAR GRAFIKA KOMPUTER, SEJARAH, APLIKASI, DAN SISTEM GRAFIKA KOMPUTER

Kemampuan Akhir yang Diharapkan (KAD):

Mahasiswa mampu memahami dasar-dasar grafika komputer dan aplikasinya.

Pokok Bahasan:

1. Apa yang dimaksud dengan grafika komputer
2. Sejarah grafika komputer secara umum
3. Aplikasi-aplikasi yang memanfaatkan fasilitas grafis pada komputer
4. Sistem Grafika Komputer
5. Soal Latihan

2.1 Apakah yang Dimaksud dengan Grafika Komputer?

Ivan Sutherland (1963) "Komputer grafik adalah metode yang memungkinkan manusia untuk berkomunikasi dengan komputer melalui gambar dan visualisasi." Ivan Sutherland adalah pelopor dalam bidang komputer grafik. Ia menciptakan Sketchpad, sistem pertama yang memungkinkan pengguna menggambar langsung di layar komputer.

William Fetter (1964) "Komputer grafik adalah seni dan ilmu dalam penggunaan komputer untuk membuat, memanipulasi, dan menampilkan gambar." Fetter dikenal sebagai orang yang menciptakan istilah "computer graphics" dan membuat model manusia pertama dengan komputer untuk simulasi desain kokpit pesawat Boeing.

James Foley & Andries van Dam (1982) "Komputer grafik adalah bidang studi yang berkaitan dengan penciptaan, manipulasi, dan interpretasi gambar menggunakan komputer." Buku ini menjadi salah satu referensi penting dalam pengembangan teknik komputer grafik modern.

Donald Hearn & M. Pauline Baker (1986) "Komputer grafik adalah proses pembuatan dan manipulasi gambar dengan komputer untuk komunikasi dan analisis data." Buku ini banyak digunakan sebagai referensi dalam pengajaran komputer grafik di berbagai universitas.

John F. Hughes (2014) "Komputer grafik adalah disiplin ilmu yang menggabungkan matematika, pemrograman, dan desain untuk menciptakan visualisasi digital yang interaktif dan realistis." Buku ini merupakan salah satu panduan utama bagi profesional dalam bidang komputer grafik dan visualisasi 3D.

Alan Watt (2018) "Komputer grafik adalah teknologi yang digunakan untuk menciptakan gambar sintesis atau visualisasi data berbasis komputer, termasuk animasi dan rendering 3D." Alan Watt banyak membahas teknik rendering, animasi, dan realisme dalam komputer grafik modern.

Grafika komputer adalah teknik-teknik dalam ilmu komputer dan matematika untuk merepresentasikan dan memanipulasi data gambar menggunakan komputer. Dengan bahasa lain, istilah grafika komputer juga dapat diartikan segala sesuatu selain teks atau suara. Seiring dengan perkembangan teknologi dewasa ini, gambar-gambar yang dihasilkan dan ditampilkan pada komputer menjadi bagian kehidupan sehari-hari yang dapat ditemui misalnya pada televisi, koran dan majalah yang fungsinya untuk menampilkan hasil yang lebih komunikatif dan realistis. Selain itu juga grafika komputer ditemukan pada bidang-bidang

kedokteran, geologi dan tak terkecuali dalam bidang pendidikan untuk pengajaran dan penulisan karya-karya ilmiah.

Salah satu aplikasi yang nyata dari grafika komputer adalah untuk visualisasi data dalam bentuk grafis 2D atau 3D dilengkapi dengan animasi. Walaupun bentuk grafis 3D lebih realistis, namun bentuk 2D masih banyak dipergunakan. Grafika komputer muncul sebagai bagian ilmu komputer yang mempelajari metode-metode sintesa dan manipulasi konten visual secara digital. Visualisasi informasi dan sains telah menjadi fokus penelitian terutama yang berkaitan dengan fenomena-fenomena 3D dalam bidang arsitektur, meteorologi, kedokteran, biologi dan sebagainya. Penekanan diberikan dalam rangka menjawab pertanyaan bagaimana menghasilkan gambar benda yang realistis sesuai dengan kondisi dan situasi yang terjadi.

2.2 Ruang Lingkup Grafika Komputer

Grafika komputer bukan ilmu yang berdiri sendiri. Pada dasarnya banyak ilmu yang menyokong sekaligus menjadi dasar grafika komputer, misalnya ilmu matematika, geometri, analisis/metode numerik dan ilmu komputasi. Jika dikaitkan dengan konsep sistem, ada dua ilmu yang erat kaitannya dengan grafika komputer yaitu pengolahan citra dan visi komputer. Relasinya dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel 1.1 Kaitan Ilmu Grafika Komputer dengan Ilmu Lain

Input/Output	Citra	Deskripsi
Gambar	Pengolahan Citra	Visi Komputer
Deskripsi atau properti	Grafika Komputer	AI

Dari Tabel 1.1 dapat dijelaskan bahwa objek yang menjadi masukan atau input untuk grafika komputer adalah deskripsi misalkan buatlah kursi, buatlah meja dan sebagainya, dan objek yang menjadi keluaran atau output dari grafika komputer adalah gambar atau citra digital sesuai dengan deskripsi masukan. Hal yang sama dapat disimpulkan untuk ketiga bidang ilmu terkait lainnya.

2.3 Sejarah Grafika Komputer

Seperti bidang ilmu lain, sejarah grafika komputer sangat bervariasi tergantung darimana kita melihat sudut pandangnya. Namun beberapa nama menjadi pionir dalam pengembangan grafika komputer yaitu:



William Fetter. Mempopulerkan istilah computer graphics pada tahun 1960. Istilah ini digunakan untuk menjelaskan metode perancangan pesawat baru yang dikembangkan di tempat ia bekerja yaitu Boeing. Citra, yang direproduksi menggunakan plotter, menggambarkan rancangan kokpit menggunakan model 3D tubuh manusia.



Ivan Sutherland. Seorang mahasiswa MIT pada tahun 1961 menciptakan program komputer yang disebut Sketchpad. Dengan bantuan light pen seseorang dapat menggambar bangun sederhana pada layar komputer.



Steve Russell. Di tahun yang sama menciptakan video game pertama yang disebut Spacewar. Program ini dijalankan pada mesin DEC-PDP-1, dan sekaligus menjadi program uji bagi setiap komputer DEC yang dipasarkan.



E. E. Zajac. Seorang ilmuwan dari Bell Telephone Laboratory, tahun 1963, menciptakan sebuah film yang mensimulasikan gerakan-gerakan satelit pada saat mengorbit bumi. Animasinya dilakukan menggunakan komputer mainframe IBM 7090. Pada waktu yang sama beberapa ilmuwan lain menciptakan film untuk mensimulasikan hukum Newton, Gerakan fluida/cairan dan getaran.

Masih banyak nama-nama lain yang berkiprah dalam pengembangan grafika komputer, baik sebagai pionir, sebagai inventor, sebagai adapter maupun sebagai follower. Informasi ini dapat secara mudah diakses melalui jaringan internet.

Gambar 1.1 menunjukkan peralatan-peralatan berupa perangkat keras komputer dimasa lalu yang memanfaatkan grafika komputer yang pada konteks aplikasi, sangat sederhana dibandingkan dengan aplikasi pada masa sekarang.



Whirlwind Computer (MIT, 1950): input via keypunch, output via printer/plotter, both in batch

Cool facts: Whirlwind, built in the early 50's at MIT, cost \$4.5 million and could perform 40,000 additions/second. Mac 512K, list price \$3,195 in 1984, could do 500,000. Today, commodity PCs perform approximately one billion operations/second



Sketchpad (Sutherland, MIT, 1963): first truly interactive graphics system, using a CRT monitor, light pen, and function-key pad



first **CAD** system (IBM, 1959)

Gambar 1.1 Peralatan-peralatan Grafika Komputer Masa Lalu

Sampai saat ini topik grafika komputer tetap menjadi topik penelitian yang menarik para peneliti di berbagai bidang. Banyak konferensi dan seminar yang berkaitan dengan grafika komputer dilakukan terutama di dunia internasional. Begitu juga dengan jurnal-jurnal yang relevan berkaitan dengan gaphics dan visualization, termasuk juga animasi. Buku-buku grafika komputer masih terus diperbaharui dan dibuat oleh para penulis di dunia keilmuan internasional.

Gambar 1.2 dan Gambar 1.3 menunjukkan konferensi/seminar internasional yang diadakan dan juga beberapa penerbitan buku yang berkaitan dengan grafika komputer.



Link event: <https://cgasp2025.org/index>



Link event: <https://www.cgs-network.org/cgi25/>



Link event: <https://s2025.siggraph.org/>

Gambar 1.2 Konferensi dan Seminar Internasional tentang Grafika Komputer



Gambar 1.3 Buku-buku Grafika Komputer

2.4 Aplikasi-aplikasi Grafika Komputer

Peran grafika komputer dalam menghasilkan gambar sangat penting untuk perkembangan berbagai software aplikasi. Banyak aplikasi-aplikasi tertentu yang memanfaatkan grafika komputer, diantaranya adalah:

1. Hiburan (*Entertainment*)

Saat ini grafika komputer banyak digunakan untuk menunjang pembuatan film, video musik, tayangan televisi, motion picture, animasi, dan game (permainan).

2. Visualisasi

Visualisasi (*visualization*) adalah teknik-teknik dalam pembuatan gambar, diagram atau animasi untuk mengomunikasikan suatu informasi. Pada saat ini visualisasi telah menjadi cara yang efektif dalam mengomunikasikan data atau ide abstrak maupun nyata sehingga cepat berkembang dan banyak dipakai untuk keperluan ilmu pengetahuan, rekayasa, visualisasi desain produk, pendidikan, multimedia interaktif, kedokteran, dan lain-lain.

3. *Computer-Aided Design* (CAD)

Grafika komputer digunakan dalam proses analisis dan desain, khususnya untuk kebutuhan teknik dan engineering dalam aplikasi CAD (*Computer-Aided Design*). CAD banyak digunakan untuk mendesain bangunan, mobil, kapal, pesawat terbang, komputer, alat-alat elektronik, peralatan rumah tangga, dll. Contoh perangkat lunak: AutoCAD, 3D Studio Max, dsb.

4. *Computer-Aided Software Engineering* (CASE)

CASE digunakan dalam bidang *software engineering*. CASE biasanya digunakan untuk memodelkan user requirement, pemodelan basis data, workflow dalam proses bisnis, struktur program, dan sebagainya. Contoh perangkat lunak: Rational Rose, Enterprise Architect, Microsoft Visio, dsb.

5. *Virtual Reality*

Virtual Reality adalah lingkungan virtual yang seakan-akan sama seperti lingkungan nyata. Pada lingkungan ini user dapat berinteraksi dengan objek-objek dalam lingkungan 3-D. Dibutuhkan perangkat keras khusus untuk memberikan efek pemandangan 3-D dan membuat user mampu berinteraksi dengan objek-objek yang berada di lingkungan tersebut.

Contoh: aplikasi *Virtual Reality* pilot trainer yang digunakan untuk latihan mengendarai pesawat terbang. Aplikasi ini dapat memberikan keuntungan berupa mengurangi risiko cedera selama latihan, mengurangi biaya penerbangan, melatih pilot-pilot pemula sebelum melakukan penerbangan yang sesungguhnya.

6. Pendidikan dan Pelatihan

Komputer digunakan sebagai alat bantu pendidikan dan pelatihan, misalnya untuk membuat model-model proses fisika dan kimia, fungsi-fungsi psikologi, biologi, dan sebagainya sehingga memudahkan siswa memahami konsep berdasarkan data proses yang terjadi dalam suatu sistem. Contoh: pembelajaran transformasi Fourier untuk peningkatan kualitas citra.

7. *Computer Art*

Computer art adalah penggunaan komputer grafis untuk menghasilkan karya-karya seni. Sebagai contoh grafika komputer digunakan untuk desktop publishing (cover buku), advertising (logo perusahaan), desain tekstil dan lain sebagainya menggunakan perangkat lunak CorelDraw, Macromedia Freehand atau Adobe Illustrator. Grafika komputer digunakan untuk pembuatan bermacam-macam gambar kartun sesuai dengan

gagasan atau imajinasi seorang seniman menggunakan perangkat lunak yang berbasis paint. Contoh: Paint, Corel Paint Shop Pro dan Adobe Photoshop.



Gambar 1.4 Gambar kartun, digambar menggunakan Paint under window

8. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah teknik-teknik untuk mengolah citra digital. Pengolahan yang dilakukan meliputi, peningkatan kualitas citra, perbaikan citra, segmentasi citra, pengenalan pola menggunakan fitur-fitur yang ada dalam suatu citra. Contoh: perbaikan citra sehingga menjadi lebih jelas.



Gambar 1.5 Hasil perbaikan citra yang terkena noise domain frekuensi menggunakan transformasi fourier

9. Graphical User Interface (GUI)

Graphical User Interface adalah antarmuka grafis yang berguna untuk mempermudah interaksi antara manusia dengan komputer dan alat-alat yang dikendalikan oleh komputer. Gambar 1.6 menunjukkan GUI berupa window-window yang digunakan pada sistem operasi Windows.



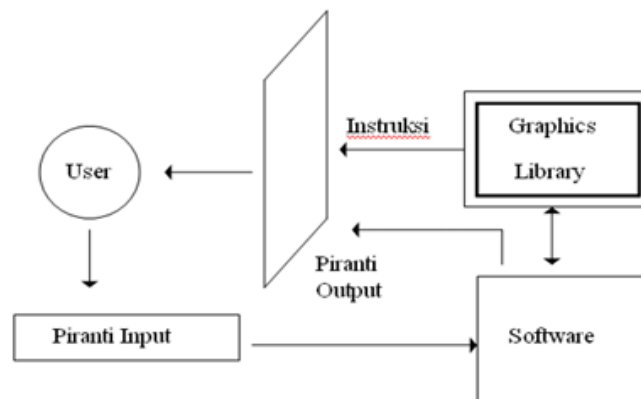
Gambar 1.6 GUI pada sistem operasi Windows

2.5 Graphics Languages

1. IGL (*Interactive Graphics Library*)
Salah satu paket grafis yang mengandung pustaka fungsi grafis yang lengkap.
2. GKS (*Graphical Kernel System*)
Rutin-rutin perangkat independen yang umum digunakan. Menggunakan pustaka UIS (*User Interface System*) untuk pelaksanaan ditingkat low level.
3. HPGL (*Hewlett Packard Graphics Library*)
Kumpulan Instruksi untuk berbagai fungsi output grafis untuk Plotter.
4. ReGIS (*Remote Graphics Instruction Set*)
Khusus dikembangkan untuk pemrograman di terminal seri TV.
5. PHIGS (*Programmer's Hierarchical Interactive Graphics Standard*)
Sebuah perangkat untuk keperluan umum dan merupakan paket grafis yang handal untuk mendukung sebagian besar bahasa pemrograman yang umum digunakan.
6. SG-GL (*Silicon Graphics - Graphics Library*)
Berisi rutin-rutin yang cepat dan efisien yang dikembangkan oleh Silicon Graphics (*misalnya OpenGL*)
7. *Computer-Aided Design (CAD)*
Alat grafis untuk menggambar, desain berbantuan komputer dan Manufaktur
8. PC-Graphics
Untuk pemrograman grafis pada lingkungan DOS dan Windows. Contohnya adalah: Microsoft Visual Basic, Visual C++ dengan GUI.

2.6 Sistem Pemrograman Grafis

Pada system pemrograman grafis, user menginput data (berupa program) melalui piranti input dan menggunakan software tertentu, kemudian software memanggil graphics library untuk mendapatkan instruksi-instruksi yang cepat, selanjutnya hasil dari program ditampilkan dilayar berupa gambar sesuai dengan apa yang diprogram.



Gambar 1.7 Sistem Pemrosesan Grafis

2.7 Komponen Graphics Library

- 1) Fungsi Output - Fungsi untuk menggambar primitif grafik, misalnya titik, garis, kurva lengkung, poligon, teks dan lain-lain.
- 2) Atribut Output - Fungsi untuk men-set atribut, misalnya tebal garis, isi warna, tinggi teks dan lain-lain.

- 3) Fungsi Kontrol – Fungsi untuk menangani event handling, error processing, I/O control dan lain-lain.
- 4) Operasi File – Fungsi untuk menyimpan dan mengambil output grafik.
- 5) Fungsi Matematika and Graphics - Transformasi, hidden line removal, rendering, clipping, window to viewport mapping, segments dan lain-lain.
- 6) Inquiry functions - Fungsi untuk memberitahukan tentang status dan setting dari alat-alat output yang bekerja saat ini.

2.8 Perkakas Grafika Komputer

Sebagai bidang ilmu yang tidak hanya teoritis namun juga memiliki tingkat implementasi yang tinggi, grafika komputer membutuhkan perangkat keras, perangkat lunak serta sumber daya manusia (perangkat pikir) yang khusus. Kebutuhan minimal untuk perangkat keras antara lain adalah Komputer, Mouse, DisplayMonitor, Printer, Plotter, Digitizer, Webcam, dan Scanner. Perangkat lunak yang diperlukan (tidak semua) dalam mengembangkan aplikasi grafika komputer antara lain adalah:

- a. Perangkat lunak sistem operasi yang menunjang, misalnya Windows.
- b. Perangkat lunak aplikasi penggambaran dan editing gambar, misalnya Coreldraw, Photoshop dan sebagainya.
- c. Perangkat lunak pembelajaran grafika dan animasi, misalnya Autodesk Maya, dan Reallusion iClone.
- d. Perangkat lunak visualisasi, misalnya Matlab dan Maple
- e. Perangkat lunak untuk virtual reality, augmented reality dan sebagainya
- f. Perangkat Lunak pemrograman seperti Visual Studio.

Beberapa istilah yang penting diketahui dalam grafika komputer dan menjadi dasar pengetahuannya adalah antara lain adalah vector graphics dan raster graphics, Pixel, Bitmap, Resolution, CGA, EGA, VGA, SVGA, XGA, CRT, LCD, Plasma, LED, Dot Pitch, Interlace/Non-Interlace, Modeling, Rendering, Animation, Wireframe, JPG, GIF, PCX, BMP.

2.9 Teknologi Display

Pada saat ini perangkat keras dan perangkat lunak telah tersedia untuk kelengkapan berbagai aplikasi grafika. Kemampuan untuk menyajikan bentuk dua dimensi dan tiga dimensi merupakan hal yang sudah biasa dalam aplikasi grafika pada umumnya. Dengan *Personal Computer* (PC), dapat digunakan berbagai macam alat input interaktif dan aplikasi grafika. Penggunaan alat utama untuk menampilkan output pada sistem grafika adalah video monitor. Operasi pada sebagian besar video monitor berdasarkan perancangan Cathode Ray Tube (CRT). Cara kerja dari operasi CRT adalah sebagai berikut:

1. Sebuah electron gun memancarkan elektron, melalui focusing system (sistem untuk menentukan fokus), dan deflection system (sistem untuk mengatur pembelokan) sehingga pancaran elektron mencapai posisi tertentu dari lapisan fosfor pada layar.
2. Kemudian, fosfor memancarkan sinar kecil pada setiap posisi yang berhubungan dengan pancaran elektron. Sinar yang dipancarkan dari fosfor cepat hilang, maka diperlukan pengaturan supaya fosfor tetap menyala. Hal ini dilakukan dengan cara refreshing, yaitu menembakkan elektron berulang kali pada posisi yang sama.
3. *Focusing system* pada CRT diperlukan untuk mengarahkan pancaran elektron pada suatu titik tertentu dari lapisan fosfor. Pengaturan fokus dapat dilakukan pada electric dan magnetic field. Dengan *electronic focusing*, pancaran elektron melewati *metal*

electrostatic yang berfungsi sebagai lensa untuk mengatur fokus dari pancaran elektron ke tengah monitor.

4. Resolusi adalah jumlah titik per centimeter yang dapat ditempatkan menurut arah horizontal dan vertikal. Resolusi tergantung pada tipe fosfor, intensitas yang ditampilkan, serta *focusing* dan *deflection system*.

2.10 Raster-scan Display

Pada jenis ini pancaran elektron bergerak ke seluruh layar baris per baris dari atas ke bawah. Pada saat pancaran elektron bergerak pada tiap baris, intensitas pancaran timbul dan hilang untuk mendapatkan sinar spot. Definisi gambar disimpan dalam memori yang disebut *refresh buffer* atau *frame buffer*.

Refreshing pada raster-scan display mempunyai nilai 60 sampai 80 frame per detik. Kembalinya scan pada bagian kiri layar setelah refreshing tiap *scane line* disebut *horizontal retrace*. Sedangkan pada akhir dari tiap frame (1/80 sampai 1/60 tiap detik) pancaran elektron yang kembali ke atas disebut *vertical retrace*.

2.11 Random-scan Display

Pada saat mengoperasikan unit random-scan display, pancaran elektron diarahkan hanya ke bagian layar di mana gambar dibuat. Random-scan monitor yang hanya membuat gambar dengan satu garis pada suatu saat disebut *vector display*, *stroke writing*, atau *calligraphic display*.

Refresh rate pada random-scan display tergantung dari jumlah garis yang ditampilkan. Definisi gambar disimpan sebagai satu blok perintah line drawing disebut *refresh display file*. Untuk menampilkan gambar tertentu, setelah semua perintah gambar diproses, siklus sistem kembali pada perintah baris pertama. Sistem *random-scan* dirancang untuk membuat gambar seluruh komponen garis dengan rate antara 30 sampai 60 tiap detik. Sistem dengan kualitas tinggi dapat menangani sampai 100.000 garis pendek setiap refreshing.

2.12 Monitor Color CRT

Color CRT menampilkan gambar dengan kombinasi fosfor yang memancarkan sinar warna yang berbeda. Dengan menggabungkan sinar dari fosfor yang berbeda, tingkat dari warna dapat ditampilkan. Terdapat dua teknik dasar untuk mendapatkan warna, yaitu beam penetration dan shadow mask.

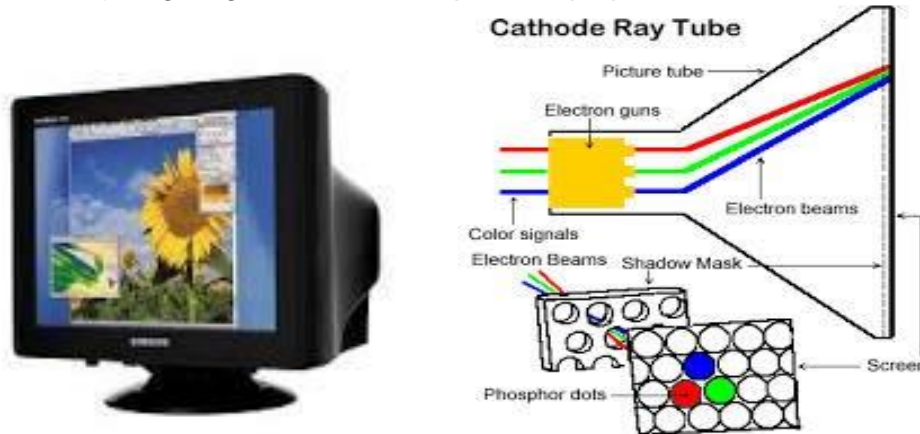
Beam penetration digunakan untuk menampilkan gambar berwarna dengan random-scan monitor. Dua lapisan fosfor, biasanya merah dan hijau, dilapiskan pada bagian dalam dan warna yang dihasilkan tergantung dari seberapa besar pancaran electron menembus lapisan fosfor. Pancaran yang lemah hanya mencapai bagian luar lapisan merah. Pancaran yang lebih kuat dapat menembus lapisan merah dan mencapai bagian dalam dari lapisan hijau. Pada kecepatan menengah, kombinasi antara sinar merah dan hijau menghasilkan warna tambahan misal orange atau kuning.

Metode shadow mask biasanya digunakan pada raster-scan system termasuk TV. Metode ini menghasilkan tingkat warna yang lebih banyak dibandingkan dengan metode beam penetration. Shadow-mask CRT mempunyai 3 macam fosfor warna pada titik pixel yaitu merah, hijau, dan biru. CRT mempunyai tiga electron gun untuk setiap titik warna, sedangkan shadow mask terletak di belakang lapisan fosfor pada layar.

Pada saat ketiga pancaran elektron melewati suatu lubang pada shadow mask, dot triangle menjadi aktif. Dot triangle berupa titik warna yang kecil pada layar. Titik fosfor pada

triangle diatur sehingga tiap elektron dapat mengaktifkan titik warna yang terhubung ketika melewati shadow mask.

Color CRT dalam sistem grafika dirancang sebagai RGB monitor. Monitor ini menggunakan metode shadow mask dan mengambil tingkat intensitas untuk setiap electron gun (red, green, blue) langsung dari sistem komputer tanpa pemrosesan antara.



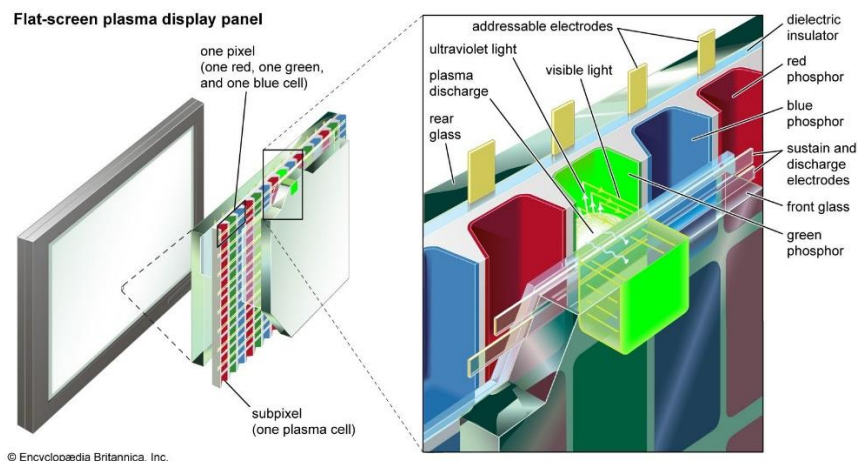
Gambar 1.8 Perangkat Display CRT dan Anatominya

2.13 Flat Panel Display

Flat panel display mempunyai ukuran lebih tipis dari pada CRT. Penggunaan flat panel display diantaranya pada TV dengan ukuran kecil, kalkulator, komputer laptop, dan lain-lain. *Flat panel display* dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu *emissive display* (emitters) dan *nonemissive display*. *Emissive display* mengkonversi energi listrik menjadi sinar, contohnya yaitu plasma panel, *Light Emitting Diode* (LED). *Nonemissive display* menggunakan efek optik untuk mengkonversi sinar matahari atau sinar dari sumber lain ke dalam pola grafik, contohnya adalah *Liquid Crystal Display* (LCD).

a. Plasma Panel

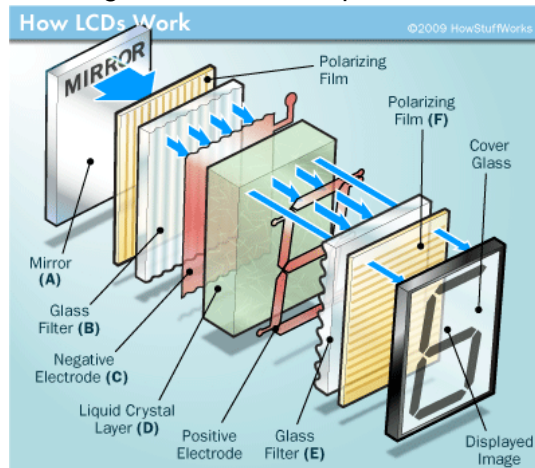
Plasma panel dibuat dengan mengisi ruangan antara pelat kaca dengan gas, biasanya gas neon. Satu set konduktor ditempatkan vertikal pada pelat pertama dan yang lainnya ditempatkan horizontal pada pelat kedua. Tegangan antara kedua pelat tersebut disebabkan oleh gas neon diantaranya. Definisi gambar disimpan dalam refresh buffer, dan tegangan menyebabkan refreshing pixel pada posisinya sebanyak 60 kali tiap detik.



Gambar 1.9 Plasma display dan anatominya

b. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD biasanya digunakan untuk suatu sistem yang kecil, seperti komputer laptop dan kalkulator. Nonemitters ini menghasilkan gambar dengan meneruskan sinar dari sekitarnya atau dari sinar di dalam yang menembus material liquid-crystal. Liquid-crystal terdiri dari susunan molekul yang dapat bergerak seperti cairan. Definisi gambar disimpan dalam refresh buffer, dan refreshing dilakukan dengan rate 60 frame per detik.



Gambar 1.20 Anatomi dan cara kerja LCD

2.14 Peralatan Input Interaktif

Pada saat ini terdapat berbagai macam peralatan yang bisa dipergunakan untuk menginputkan data pada sistem grafis. Sebagian besar sistem menggunakan keyboard dan beberapa peralatan tambahan untuk input interaktif, misalnya: mouse, trackball, spaceball, joystick, digitizer, dial, dan dial box. Terdapat juga beberapa peralatan input khusus lain, seperti data gloves, touch panel, image scanner dan sistem suara.



Gambar 1.21 Perangkat Input Interaktif

2.15 Peralatan Hardcopy

Peralatan hardcopy yang umum dipergunakan adalah printer dan plotter. Printer menghasilkan output dengan dua metode, yaitu metode *impact* dan *non impact*. Metode *impact* menghasilkan output dengan menekan cetakan karakter pada pita karbon atau ink ribbon sehingga akan mengenai kertas dan output akan tercetak pada kertas. Pada metode *non impact*, dipergunakan teknologi laser, *ink-jet spray*, proses *xerographic*, metode *electrostatic* dan metode *electrothermal* untuk menghasilkan gambar pada kertas.

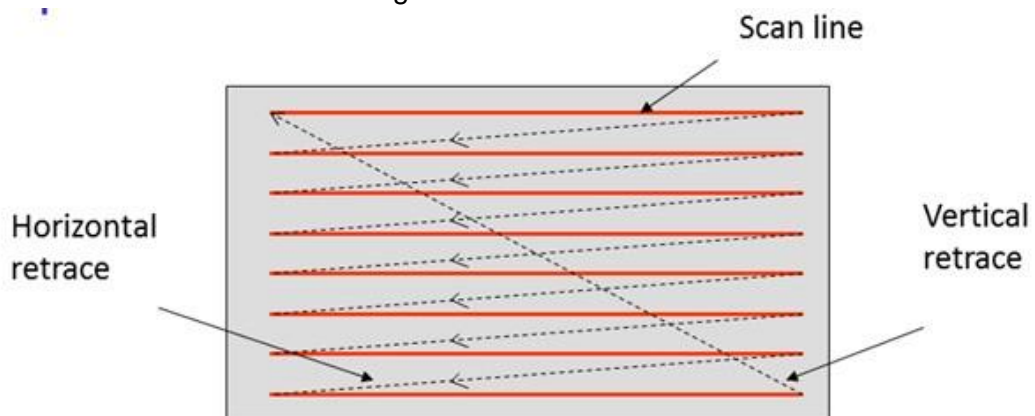


Gambar 1.22 Perangkat output

2.16 Retrace

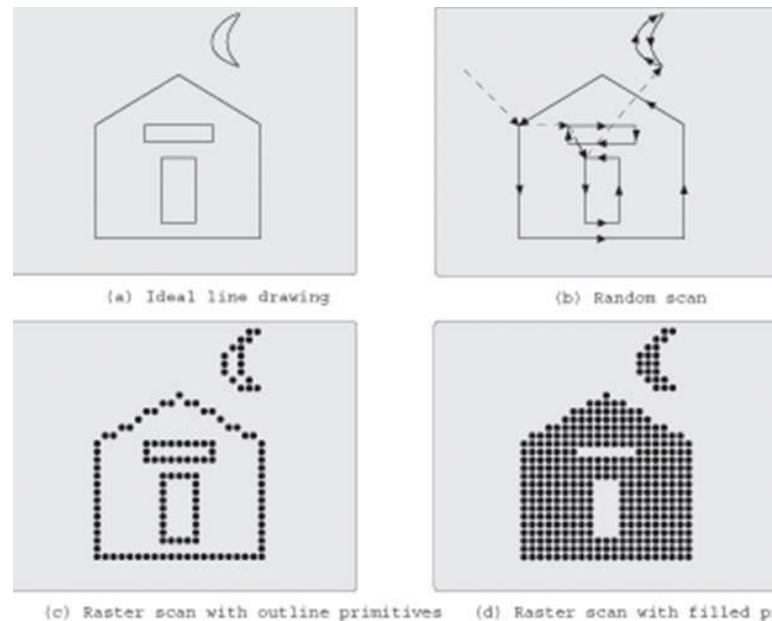
Dewasa ini teknologi output yang berkaitan dengan grafika komputer sudah berkembang dengan sangat pesat. Salah satu teknologi yang berkembang adalah teknologi output LCD dan LED. Namun teknologi perangkat keras output yang berkembang tidak merubah konsep penampilan objek di dalam perangkat tersebut.

Terdapat dua jenis cara penampilan objek di dalam perangkat output yaitu teknologi raster dan teknologi vektor. Teknologi raster adalah teknologi yang berkembang dewasa ini dimana layar komputer dibayangkan sebagai kumpulan titik-titik yang disebut piksel. Titik-titik tersebut diaktifkan berdasarkan alamat atau address dari piksel tersebut pada layar mulai dari kiri atas ke kanan bawah. Aktivitas tersebut disebut *retrace*, dimana gerakan dari kiri ke kanan sampai ke kanan bawah disebut *horizontal retrace*, dan gerakan kembali dari kanan bawah ke kiri atas disebut *vertical retrace*. Posisi horizontal yang dilalui disebut dengan *scan line*. Gambar di bawah ini memberikan ilustrasi teknologi raster.



Gambar 1.23 Monitor Retrace

Teknologi output vektor, tidak bekerja seperti teknologi raster atau bitmap. Kegiatan yang dilakukan seperti halnya manusia yaitu mirip dengan menggambar. Gambar berikut mengilustrasikan perbedaan teknologi raster dan teknologi vektor.



Gambar 1.24 Ilustrasi Penggambaran Sistem Raster dan Vektor

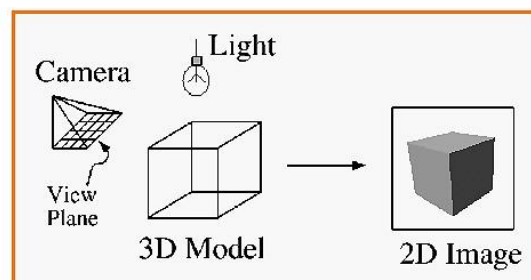
Gambar pada elemen kiri atas adalah gambar ideal yang ingin dibuat. Gambar di sebelah kanan atas adalah cara menggambar dengan memanfaatkan teknologi vektor, sedangkan gambar di kiri bawah menunjukkan cara menggambar menggunakan teknologi raster. Terlihat bahwa cara penggambaran secara vektor lebih halus dan lebih presisi dibandingkan dengan cara penggambaran raster.

Walupun lebih akurat namun penggambaran secara vektor kurang efisien terutama untuk gambar-gambar yang membutuhkan pengisian (filling) pada rongganya, sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar kanan bawah. Selain itu, penggambaran secara vektor membutuhkan peralatan dan teknologi yang lebih tinggi sehingga harganya terlalu mahal. Sebaliknya teknologi raster semakin berkembang karena pembuatannya lebih murah dan dari hari ke hari semakin akurat karena ukuran piksel semakin kecil. Akibatnya teknologi raster menjadi lebih disukai dibandingkan dengan teknologi vektor.

2.17 Model Dasar Grafika Komputer

Grafika komputer adalah ilmu yang berhubungan dengan pembuatan (produksi) gambar (citra) menggunakan komputer melalui tahapan (tasks):

1. Pemodelan
2. Rendering
3. Animasi



Gambar 1.25 Model Dasar Grafika Komputer

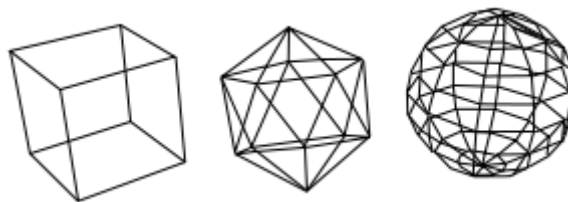
Gambar 1.25 menunjukkan model dasar dari sebuah sistem grafika komputer. Pemandangan di sekitar kita memiliki dimensi tiga dimana salah satunya adalah dimensi ruang. Namun dalam

komputer, pada kenyatannya tidak dijumpai dimensi ruang tersebut. Efek tiga dimensi yang sering kita lihat pada layar komputer adalah efek visualisasi dimana efek ruang disimulasikan berdasarkan kaidah-kaidah geometri dalam bidang matematika. Secara sederhana grafika komputer juga dapat didefinisikan sebagai berikut:

“Computer graphics is generating 2D images of a 3D world represented in a computer.”

1. Modeling

Modelling atau pemodelan adalah upaya untuk menggambarkan objek nyata ke dalam objek yang memiliki karakteristik geometris. Pemodelan objek 3D dalam bentuk geometris ini dimaksudkan agar gambar dapat dimanipulasi tanpa kehilangan akurasi karena perhitungan dilakukan secara numeris berdasarkan kaidah matematis. Gambar-gambar geometris tersebut disebut *wireframe*. Gambar Gambar berikut ini menunjukkan contoh model *wireframe*.



Gambar 1.26 Wireframe Model

Secara umum pemodelan geometris dapat diartikan sebagai:

- Memotret objek nyata dan lalu mengubahnya menjadi menjadi objek maya (virtual)
- Menjelaskan dunia nyata atau objek nyata menggunakan matematika
- Jika objek tidak ada, penggambaran dilakukan berdasarkan imajinasi artis

2. Rendering

Rendering adalah pemberian nuansa realistis kepada model-model geometris sehingga memiliki sifat/keadaan yang menyerupai sebenarnya. Gambar berikut ini menunjukkan contoh *graphics rendering*.

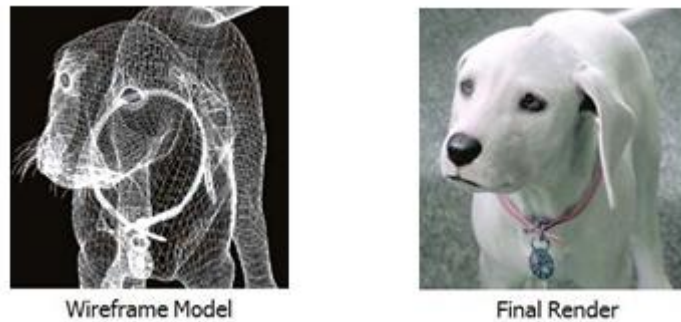


Gambar 1.27 Contoh *Graphics Rendering* (1)

Langkah-langkah yang dilakukan pada proses rendering antara lain adalah:

- Penggambaran objek 3D dalam 2D
- Pemberian warna
- Pengaturan cahaya
- Pemberian gradasi warna
- Penambahan tekstur permukaan
- Pembuatan bayangan gambar
- Pantulan cahaya (reflection) maupun serapan cahaya (transparency)
- Perhatian terhadap perpotongan antar objek
- Penghilangan objek-objek yang tersembunyi

Gambar di bawah ini mengilustrasikan proses rendering dari objek *wireframe*.



Gambar 1.28 Contoh *Graphics Rendering* (2)

3. Animation

Animation atau animasi adalah teknik-teknik untuk memberikan efek gerakan atau motion pada objek grafis. Pemberian efek gerak ini harus mengikuti kaidah-kaidah normal dari gerakan baik gerakan manusia, gerakan alam maupun gerakan objek-objek lainnya.

Efek animasi merupakan efek yang paling penting khususnya dalam pembuatan film-film yang bersifat banyak gerak. Dengan adanya animasi komputer maka terjadi efisiensi dalam hal pembuatan film sekaligus juga menciptakan kreativitas-kreativitas baru yang terkadang cukup sesasional. Saat ini efek animasi sudah sedemikian realistisnya sehingga kadang-kadang sukar dibedakan apakah yang ada dalam film itu aktor sesungguhnya atau hanya aknot palsu (*synthetic actor*).

Beberapa film kolosal yang memanfaatkan efek animasi dalam grafika komputer antara lain adalah Titanic, Jurassic Park, Dragonheart.



Gambar 1.29 Contoh Film Menggunakan Animasi Komputer

2.18 Soal Latihan

1. Tentukan kepanjangan dan definisi istilah-istilah grafis sebagai berikut!
 - a. CGA
 - b. CRT
 - c. LCD
 - d. JPG
 - e. GIF
 - f. BMP
2. Jelaskan dan berikan contoh peran computer grafik pada bidang berikut!
 - a. Hiburan
 - b. Visualisasi
 - c. CAD (Computer Aided Design)
 - d. Virtual Reality
 - e. Pendidikan dan Pelatihan



- f. Computer Art
 - g. Pengolahan Citra Digital
 - h. Graphical User Interface
3. Sebutkan beberapa Bahasa pemrograman yang bisa digunakan untuk mengimplementasikan teori-teori grafika computer!

Daftar Pustaka

1. Andono, Pulung Nurtantio., Sutojo, T. 2016. Konsep Grafika Komputer. Yogyakarta: CV Andi Offset.
2. Edward Angel. 2005. *Interactive Computer Graphics: A Top-Down Approach with OpenGL 2nd*. Addison Wesley.
3. Grafika Komputer untuk Mahasiswa dan Umum. Universitas Negeri Malang.
4. John F. Hughes, Andries Van Dam, Morgan Mcguire, David F. Sklar, James D. Foley, Steven K. Feiner, Kurt Akeley. 2014. *Computer Graphics: Principles and Practice (3rd edition)*. Addison-Wesley.
5. Klawonn, Frank. 2012. *Introduction to Computer Graphics Using Java 2D and 3D 2nd Edition*. Springer-Verlag: London.
6. Maliki, Irfan. 2006. Grafika Komputer. Jakarta Selatan: Mediatek.