



**Digital Image Processing
Digital Imaging Fundamental
Oleh : Kundang K Juman**

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Mata adalah Indra terbaik yang dimiliki oleh manusia sehingga citra (gambar) memegang peranan penting dalam perspektif manusia. Namun, mata manusia memiliki keterbatasan dalam menangkap sinyal elektromagnetik. Komputer atau mesin pencitraan lainnya dapat menangkap hampir keseluruhan sinyal elektromagnetik mulai dari gamma hingga gelombang radio. Mesin pencitraan dapat bekerja dengan citra dari sumber yang tidak sesuai, tidak cocok, atau tidak dapat ditangkap dengan

penglihatan manusia. Hal inilah yang menyebabkan pengolahan citra digital memiliki kegunaan dan spektrum aplikasi yang sangat luas.

Teknologi pengolahan citra dapat masuk ke berbagai bidang seperti kadokteran, industri, pertanian, geologi, kelautan, dan lain sebagainya. Kehadiran teknologi pengolahan citra memberikan kemajuan yang luar biasa pada bidang-bidang tersebut. Ke depan penerapan teknologi pengolahan citra digital ini akan terus meluas dan hal ini merupakan tantangan tersendiri bagi para penekun dan peneliti di bidang ini.

Maksud dan tujuan

Tujuan dari makalah ini untuk memenuhi tugas matakuliah Teknik digital, juga untuk menambah pengetahuan bagi penulis pada matakuliah Teknik digital, dan semoga bisa bermanfaat bagi pembaca.

Definisi image Processing

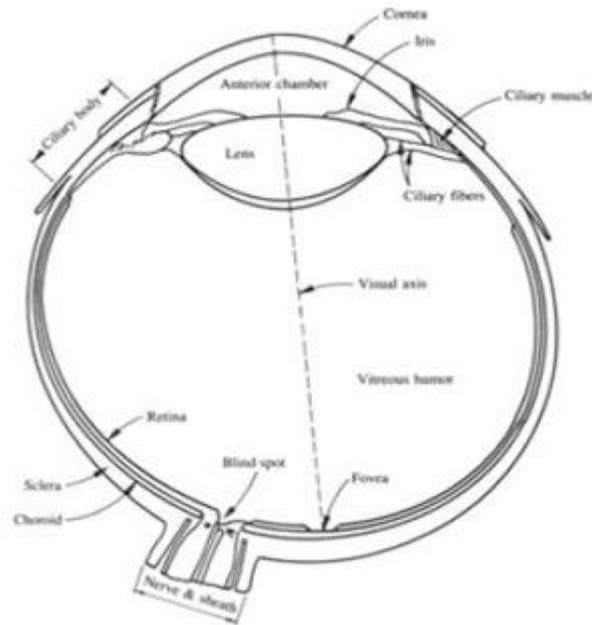
Meskipun sebuah gambar kaya informasi, namun seringkali gambar yang kita miliki mengalami penurunan mutu (degradasi), misalnya mengandung cacat atau derau (noise), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (blurring), dan sebagainya. Tentu saja gambar semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh gambar tersebut menjadi berkurang. Agar gambar yang mengalami gangguan mudah diinterpretasi (baik oleh manusia maupun mesin), maka gambar tersebut perlu dimanipulasi menjadi gambar lain yang kualitasnya lebih baik. Bidang studi yang menyangkut hal ini adalah image processing.

Image processing adalah pemrosesan gambar, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi gambar yang kualitasnya lebih baik. Umumnya, operasi-operasi pada image processing diterapkan pada gambar bila:

1. Perbaikan atau memodifikasi gambar perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas penampakan atau untuk menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung di dalam gambar.
2. Elemen di dalam gambar perlu dikelompokkan, dicocokkan, atau diukur.
3. Sebagian gambar perlu digabung dengan bagian gambar yang lain.

Struktur Mata Manusia

Berikut ini adalah gambar struktur mata manusia (*cross section of the human eye*) yang diambil dari (Gonzalez & Woods, 1992).



Bentuk mata adalah seperti sphere dengan rata-rata diameternya adalah 20 mm. Secara umum mata memiliki 3 membran, cornea dan sclera, choroid, dan retina menutup mata. Choroid terletak di bawah sclera, mengandung jaringan pembuluh darah yang berfungsi sebagai sumber utama nutrisi untuk mata. Mantel Choroid ini sangat berpigmen dan karenanya dapat membantu untuk mengurangi jumlah cahaya asing memasuki mata dan Backscatter di dalam dunia optik.

Fovea di bagian retina terdiri dari dua jenis receptor, yaitu

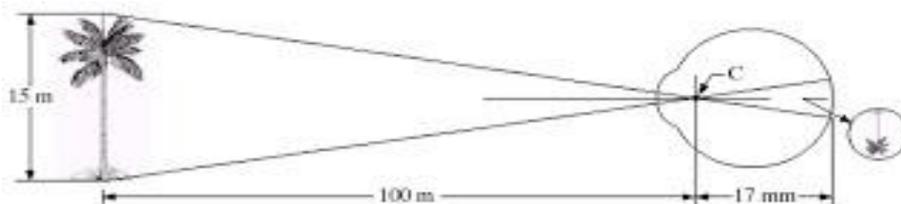
Sejumlah cone receptor, sensitif terhadap warna, visi cone disebut photopic vision atau bright light vision

Sejumlah rod receptor, memberikan gambar keseluruhan pandangan dan sensitif terhadap iluminasi tingkat rendah, visi rod disebut scotopic vision atau dim-light vision

Blind Spot adalah bagian retina yang tidak mengandung receptor sehingga tidak dapat menerima dan menginterpretasi informasi

Subjective brightness merupakan tingkat kecermerlangan yang dapat ditangkap sistem visual manusia, dengan fungsi logaritmik dari intensitas cahaya yang masuk ke mata manusia. Ini mempunyai daerah intensitas yang bergerak dari ambang scotopic (redup) ke ambang photopic (terang). Brightness adaption merupakan fenomena penyesuaian mata manusia dalam membedakan gradasi tingkat kecermerlangan atau dapat juga merupakan batas daerah tingkat kecermerlangan yang mampu dibedakan secara sekaligus oleh mata manusia lebih kecil dibandingkan dengan daerah tingkat kecermerlangan sebenarnya.

Mata dapat diibaratkan sebagai sebuah sensor, yang dapat menangkap objek dalam bentuk citra. Proses pembentukan citra oleh mata secara garis besar adalah sebagai berikut:

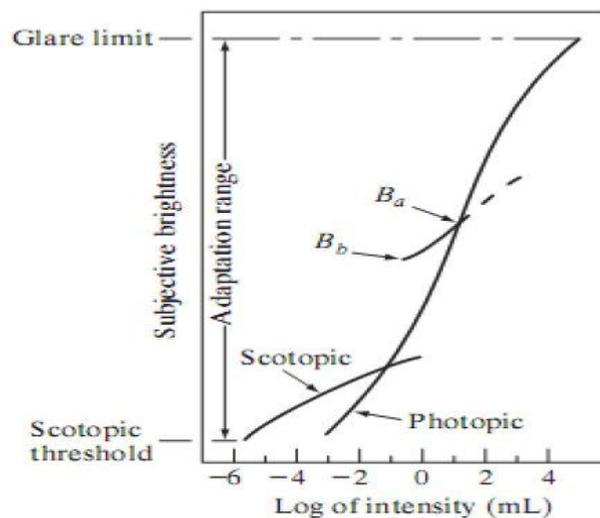


1. Intensitas cahaya ditangkap oleh diagram iris dan diteruskan ke bagian retina mata.
2. Bayangan obyek pada retina mata dibentuk dengan mengikuti konsep sistem optik dimana fokus lensa terletak antara retina dan lensa mata.
3. Mata dan syaraf otak dapat menginterpretasi bayangan yang merupakan obyek pada posisi terbalik.

Adaptasi Kecerahan

Human Visual System (HVS) dapat menampilkan intensitas dengan range yang besar (10^{10}). Tetapi secara simultan menerima intensitas dalam range yang jauh lebih kecil.

Jika seseorang berada pada intensitas B_a (outside) dan masuk keruangan gelap, dia hanya dapat melihat hingga intensitas B_b . Mata membutuhkan waktu yang lebih lama untuk proses adaptasi dalam mencapai scotopic vision.



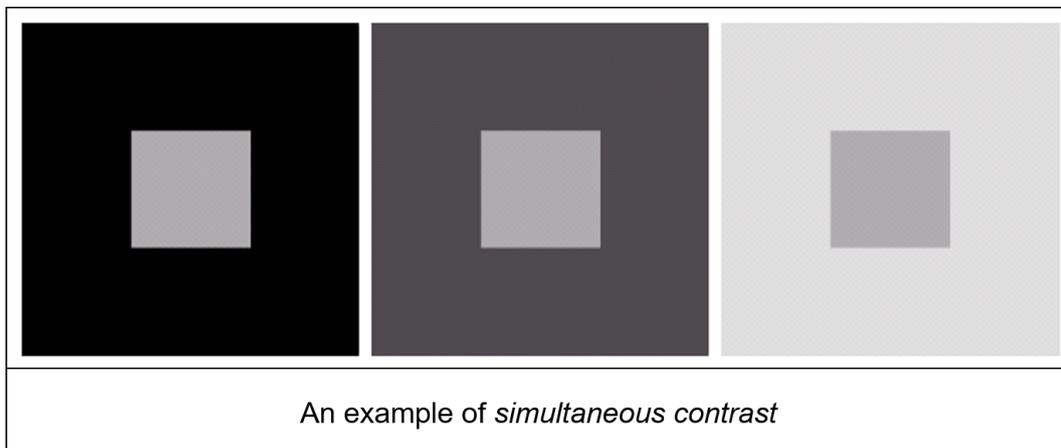
Kepekaan dalam perbedaan tingkat kecermerlangan merupakan fungsi yang tidak sederhana, namun dapat dijelaskan antara lain dengan dua fenomena berikut:

Mach Band (ditemukan oleh Ernst Mach)



Kecerahan yang sebenarnya sesuai dengan gambar ada di sebelah kanan, tetapi kecerahan yang dirasakan sesuai dengan gambar ada di sebelah kiri.

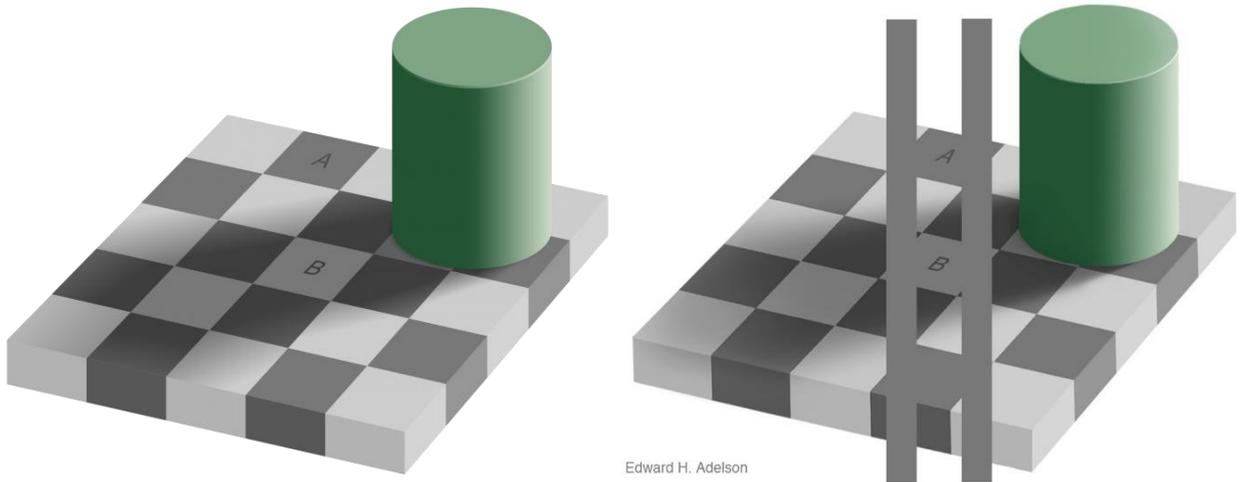
Simultaneous Contrast:



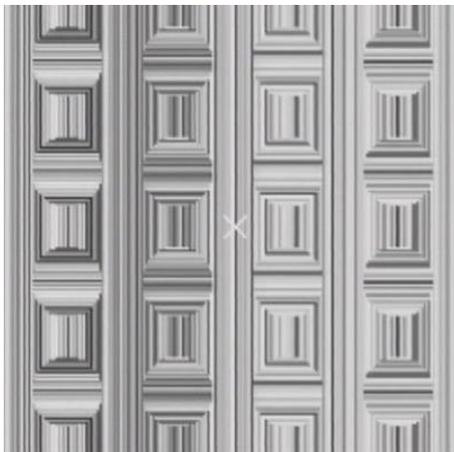
Kotak kecil disebelah kanan dan tengah kelihatan lebih gelap dari kotak kecil disebelah kiri, padahal intensitasnya sama tapi intensitas latar belakang berbeda.

Hal sama terjadi bila kertas putih dimeja kelihatan lebih putih dari pada kertas sama diarahkan kesinar matahari.

Contoh ilusi :



Fakta bahwa kotak A dan B pada ilusi adalah warna yang sama (atau bayangan) dapat dibuktikan dengan mengisolasi kotak. Tanpa konteks di sekitarnya, efek ilusi itu dihapus. Bergantian, Anda dapat mengelilingi dua kotak dengan warna yang sama atau membuat persegi panjang dengan warna yang sama yang menghubungkan dua kotak.



Berapa Lingkaran yang anda lihat?

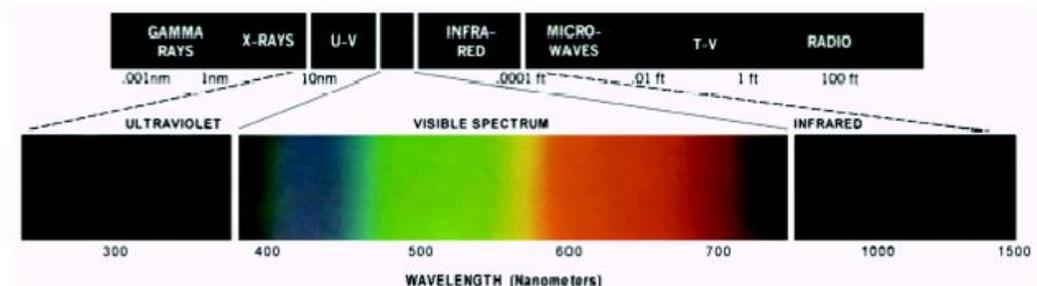
pertama kali yang di liat dari layar ini selalu tidak melihat 16 lingkaran tersegmentasi dari latar belakang. Sebaliknya, mereka melihat serangkaian persegi panjang yang sering mereka

sebut sebagai "panel pintu". Ilusi segmentasi lubang ilusi terhadap apa yang tampaknya sangat kuat sebelum menginterpretasikan gambar sebagai rangkaian struktur 3-D "pundi-pundi" dengan batas-batas tertutup. (Peti adalah panel berongga dekoratif.) Tampaknya sebelumnya melibatkan baik penutupan dan bentuk-dari asumsi bayangan.

Cahaya Dan Spektrum Elektromagnetik

Cahaya hanyalah bagian tertentu dari spektrum elektromagnetik yang dapat dirasakan oleh mata manusia

Spektrum elektromagnetik dibagi sesuai dengan panjang gelombang berbagai bentuk energy.



Sumber cahaya (iluminasi) diperlukan untuk menghasilkan gambar. Unsur-unsur 'adekan' harus mencerminkan atau menyerap energi dari sumber itu (atau menjadi sumber itu) Pencitraan didasarkan terutama pada energi yang dipancarkan oleh gelombang elektromagnetik Metode lain untuk menghasilkan citra ada Suara yang dipantulkan pada objek (gambar ultrasound) Berkas elektron (mikroskopi) Gambar sintetis (grafis dan visualisasi) Sensor mekanis

Spektrum elektromagnetik adalah rentang semua radiasi elektromagnetik yang mungkin. Spektrum elektromagnetik dapat dijelaskan dalam panjang gelombang, frekuensi, atau tenaga per foton. Spektrum ini secara langsung berkaitan (lihat juga tabel dan awalan SI):

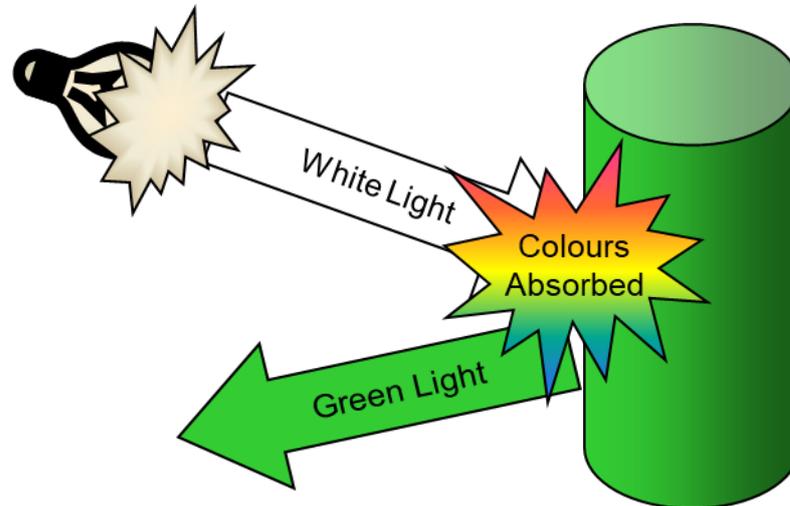
- Panjang gelombang dikalikan dengan frekuensi, hasilnya kecepatan cahaya: 300 Mm/s, yaitu 300 MmHz
- Energi dari foton adalah 4.1 feV per Hz, yaitu 4.1 μ eV/GHz
- Panjang gelombang dikalikan dengan energi per foton adalah 1.24 μ eVm

Spektrum elektromagnetik dapat dibagi dalam beberapa daerah yang terentang dari sinar gamma gelombang, pendek berenergi tinggi, sampai pada gelombang mikro dan gelombang radio dengan panjang gelombang sangat panjang. Pembagian ini sebenarnya tidak begitu tegas dan tumbuh dari penggunaan praktis yang secara historis berasal dari berbagai macam metode deteksi. Biasanya dalam mendeskripsikan energi spektrum elektromagnetik dinyatakan dalam elektronvolt untuk foton berenergi tinggi (di atas 100 eV), dalam panjang gelombang untuk energi menengah, dan dalam frekuensi untuk energi rendah ($\lambda \geq 0,5$ mm). Istilah "spektrum optik" juga masih digunakan secara luas dalam merujuk spektrum elektromagnetik, walaupun sebenarnya hanya mencakup sebagian rentang panjang gelombang saja (320 - 700 nm).

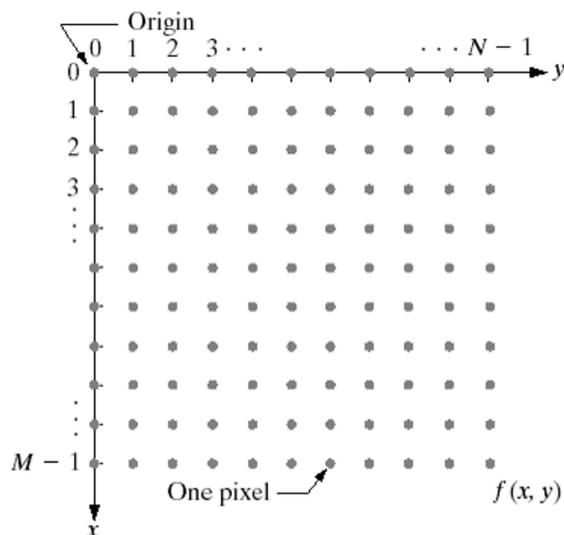
Pantulan Cahaya

Warna yang kita rasakan ditentukan oleh sifat cahaya yang dipantulkan dari suatu objek

Misalnya, jika cahaya putih bersinar ke objek hijau, sebagian besar panjang gelombang diserap, sementara cahaya hijau dipantulkan dari objek.



Representasi Gambar



Penarikan akuisisi gambar bahwa gambar digital terdiri dari M baris dan N kolom piksel masing-masing menyimpan nilai.

Nilai piksel paling sering berwarna abu-abu dalam rentang 0-255 (hitam-putih).

Kita akan lihat nanti bahwa gambar dapat dengan mudah direpresentasikan sebagai matriks

Hasil sampling dan kuantisasi adalah matriks yang beranggotakan bilangan real

Proses Akuisisi Gambar

Proses Akuisisi Citra

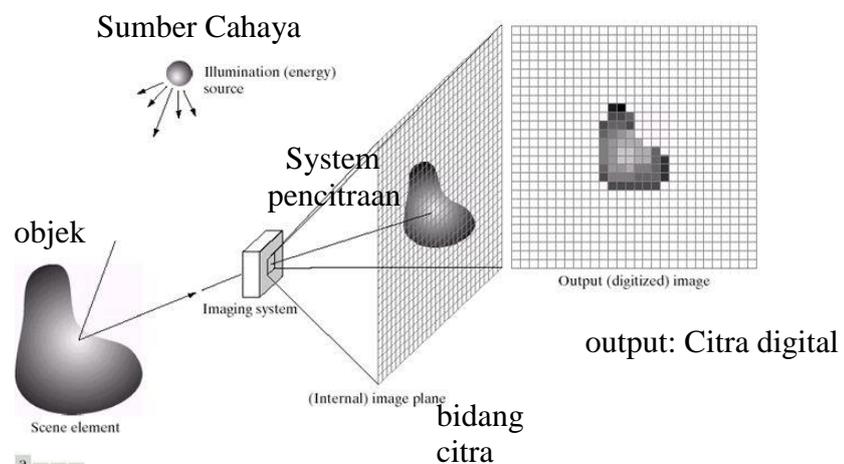
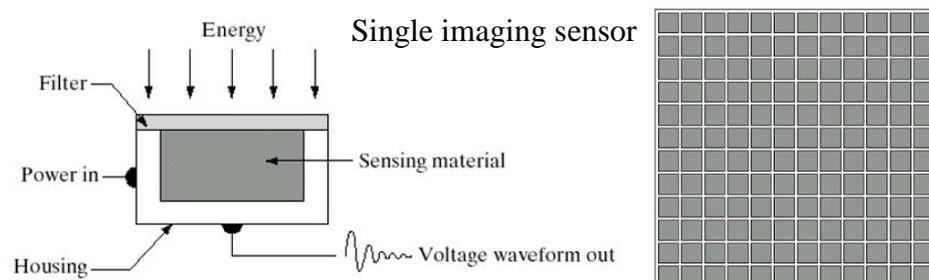


FIGURE 2.15 An example of the digital image acquisition process. (a) Energy ("illumination") source. (b) An element of a scene. (c) Imaging system. (d) Projection of the scene onto the image plane. (e) Digitized image.

Gambar biasanya dihasilkan dengan menerangi adegan dan menyerap energi yang dipantulkan oleh objek dalam adegan itu, contohnya seperti :

- X-rays dari sebuah kerangka
- USG bayi yang belum lahir
- Gambar-gambar molekul elektro-mikroskopis

Image Sensing



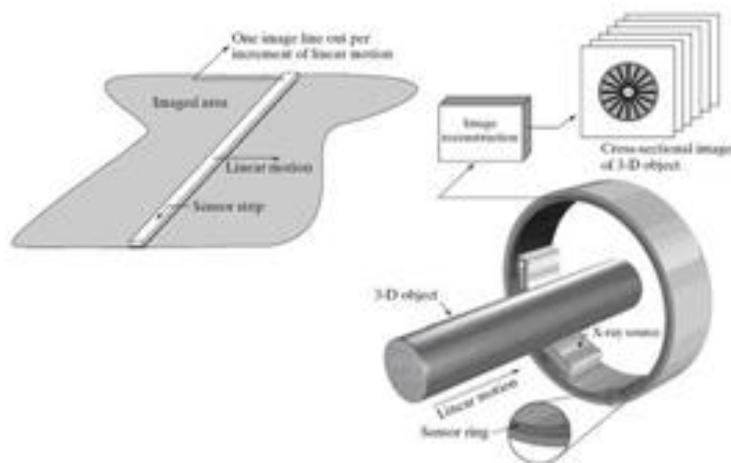
Line sensor



Array sensor

Pengaturan sensor digunakan untuk mengubah energi pencahayaan menjadi gambar digital

Energi yang masuk mendarat pada suatu bahan sensor yang responsif terhadap jenis energi tersebut dan ini menghasilkan tegangan

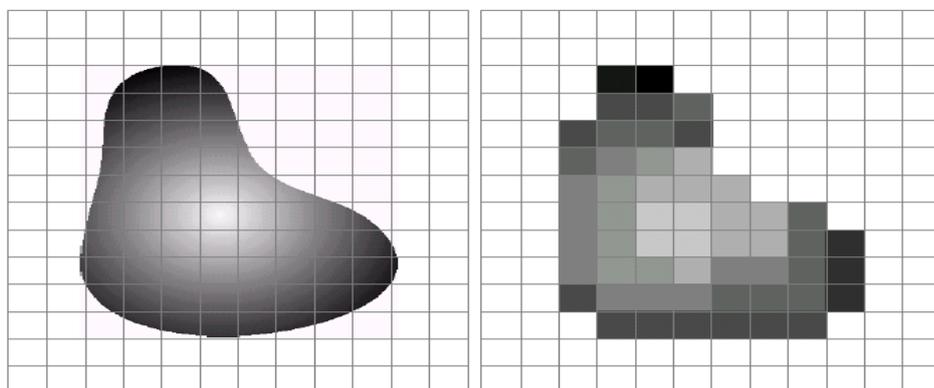


Akuisisi gambar (sensor tunggal dan garis)

Secara sekilas cara kerja bagaimana mesin scanner dapat memproses suatu citra sama seperti bagaimana sensor strips itu bekerja.

Sensor strip dalam konfigurasi ring biasa digunakan pada dunia kedokteran dan industri untuk mendapatkan cross-sectional/slice dari objek 3D.

Sampling Gambar dan Quantisation



Gambar kontinyu diproyeksikan pada sensor array.

Hasil pengambilan sampel dan kuantitas gambar.

Sensor digital hanya dapat mengukur jumlah sampel terbatas pada satu set energi yang terpisah

Quantisation adalah proses mengubah sinyal analog kontinyu menjadi representasi digital dari sinyal ini

Intensity Level Resolution

Resolusi tingkat intensitas mengacu pada jumlah tingkat intensitas yang digunakan untuk merepresentasikan gambar

Semakin banyak tingkat intensitas yang digunakan, semakin halus tingkat detail yang dapat dilihat dalam sebuah gambar

Resolusi tingkat intensitas biasanya diberikan dalam hal jumlah bit yang digunakan untuk menyimpan setiap tingkat intensitas

Jumlah tingkat intensitas biasanya adalah bilangan bulat (1 Byte = 8 bit per piksel).

Number of Bits	Number of Intensity Levels	Examples
1	2	0, 1
2	4	00, 01, 10, 11
4	16	0000, 0101, 1111
8	256	00110011, 01010101
16	65,536	1010101010101010

Efek mengurangi jumlah tingkat intensitas



8 bits (256 levels)



4 bits (16 levels)



2 bits (4 levels)

- Terlihat (mata) efek di bawah 6/7 bit
- Kuantifikasi untuk tampilan: 8 bit
- Banyak noise
- Muncul garis tidak bagus

Spatial Resolution

Resolusi spasial suatu gambar ditentukan oleh bagaimana sampling dilakukan. Resolusi spasial hanya mengacu pada detail terkecil yang dapat dilihat dalam sebuah gambar. Spesialis penglihatan akan sering berbicara tentang ukuran piksel. Desainer grafis akan berbicara tentang titik per inci (DPI)

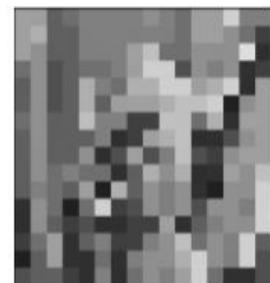
Efek mengurangi resolusi spasial



256 x 256 pixels



64 x 64 pixels



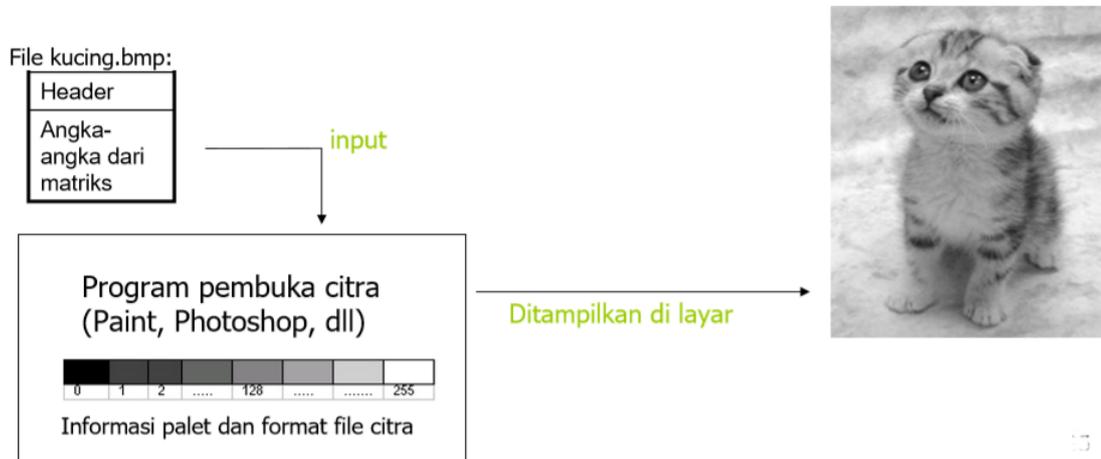
16 x 16 pixels

- Garis tidak bagus (setiap langkah)
- Efek buram
- Detail kurang tepat / dapat dideteksi

- Resolusi longgar

CONTOH STUDI KASUS

- Jika kita menyimpan gambar kucing tadi ke dalam sebuah file (kucing.bmp), maka yang disimpan dalam file tersebut adalah angka-angka yang diperoleh dari matriks kanvas.



Representasi dalam File

- Untuk Windows Bitmap Files (.bmp)
 - Ada header berisi informasi jumlah baris dan kolom dalam citra, informasi palet, dll
 - Header langsung diikuti dengan angka-angka dalam matriks, disusun perbaris
 - Baris pertama langsung diikuti baris kedua, dst
 - Bagaimana mengetahui awal suatu baris? (misal untuk membedakan citra berukuran 100x200 dengan 200x100) → lihat informasi jumlah baris dan jumlah kolom di header

Header	Baris 1	Baris terakhir
--------	---------	-------	----------------

- Ada bermacam format representasi citra dalam file, seperti bmp, tif, jpg, dan sebagainya.
- Format BMP merupakan format yang kurang efisien, karena semua informasi angka dalam baris disimpan semua. Misalkan ukuran header adalah H byte, ukuran citra 100x100 byte monokrom, maka ukuran file bmp tersebut adalah : $H + \text{data citra} = H + 10000 \text{ Byte}$
- Bagian data citra (10000 byte) sebenarnya bisa dikompresi agar ukuran file tidak terlalu besar. Salah satu cara kompresi adalah dengan terlebih dahulu mentransformasikan citra ke ruang yang berbeda (contoh: format file JPEG)

DAFTAR PUSTAKA

1. <http://mesosyn.com/mental8-5.html>
2. <https://www.moillusions.com/how-many-circles-do-you-see/>
3. https://id.wikipedia.org/wiki/Spektrum_elektromagnetik
4. <https://putuadisusanta.wordpress.com/2015/07/13/pengambilan-citra-menggunakan-sensor-strips/>
5. Edward Angel, Interactive Computer Graphics: A Top-Down Approach with OpenGL 2nd, Addison Wesley, 2005
6. John F. Hughes, Andries Van Dam, Morgan Mcguire, David F. Sklar, James D. Foley, Steven K. Feiner, Kurt Akeley, Computer Graphics: Principles and Practice (3rd edition), Addison-Wesley, 2014
7. Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, "Digital Image Processing", Addison-Wesley Publishing, 2002
8. Ioannis Pitas, "Digital Image Processing Algorithms", Prentice-Hall International, 1993
9. Rinaldi Munir, "Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik", Informatika Bandung, 2004
10. Balza Achmad, Kartika Firdausy, "Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi", Ardi Publishing, 2005
11. Agustinus Nalwan, "Pengolahan Gambar Secara Digital", Elex Media Komputindo, 1997
12. Achmad Basuki, Jozua F. Palandi, Fatchurrochman, "Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic", Graha Ilmu, 2005
13. Edy Mulyanto, "Catatan Kuliah Pengolahan Citra", Teknik Informatika Udinus, 2007