BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Pengantar Pengolahan Citra

Data atau informasi tidak hanya disajikan dalam bentuk teks, tetapi juga dalam bentuk gambar, audio (seperti bunyi, suara, musik), dan video. Keempat macam data atau informasi ini sering disebut multimedia. Citra (*image*) istilah lain untuk gambar sebagai satu komponen multimedia memegang peranan penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra sangat kaya dengan informasi. Ada sebuah peribahasa yang berbunyi "Sebuah gambar lebih bermakna dari seribu kata (*A picture is more than a thousand words*)."

2.1.1 Sejarah Pengolahan Citra

Minat pada bidang pengolahan citra secara digital (*Digital Image Processing*) tercatat dimulai pada awal tahun 1921. Pada waktu itu sebuah foto untuk pertama kalinya berhasil ditransmisikan secara digital melalui kabel laut dari kota New York ke kota London (*Bartlane Cable Picture Transmission System*).

Keuntungan utama yang dirasakan pada waktu itu adalah pengurangan waktu pengiriman foto dari sekitar satu minggu menjadi kurang dari tiga jam. Foto tersebut dikirim dikirim dalam bentuk kode digital, selanjutnya diubah kembali oleh suatu printer *telegraph* pada sisi penerima. Masalah yang muncul

pada saat itu berkisar pada teknik transmisi data secara digital serta teknik reproduksi pada sisi penerima untuk mendapatkan satu resolusi gambar yang baik.

Walaupun minat pada bidang ini telah dimulai sejak tahun 1921, tetapi perkembangan secara pesat baru tercatat pada sekitar tahun 1960. Pada saat teknologi komputer telah sanggup memenuhi suatu kecepatan proses serta kapasitas memori yang dibutuhkan oleh berbagai algoritma pengolahan citra.

Sejak mulai itulah berbagai jenis aplikasi mulai dikembangkan secara berkala dan bertahap, yang secara umum dapat dikelompokkan dalam dua jenis kegiatan, yaitu :

1. Memperbaiki kualitas suatu gambar sehingga dapat lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia.
2. Mengolah informasi yang terdapat pada suatu gambar untuk keperluan pengenalan obyek secara otomatis oleh suatu mesin. Bidang aplikasi sangat erat hubungannya dengan ilmu pengenalan pola (*Picture Recognation*) yang umumnya bertujuan mengenali suatu obyek dengan cara mengekstraksi, informasi penting dalam suatu citra.

Berikut ini akan dikemukakan beberapa contoh aplikasi bidang ini diberbagai disiplin ilmu.

1. Dalam Bidang Kedokteran

   Sistem ini mendiagnosa satu kelainan dalam tubuh manusia melalui gambar yang dihasilkan oleh suatu *scanner*.

2. Dalam Bidang Industri

   Sistem untuk memeriksa kualitas suatu produk melalui kamera video.

3. Dalam Bidang Perdagangan

   Sistem untuk mengenal huruf atau angka pada suatu formulir secara otomatis oleh suatu mesin pembaca.

4. Dalam Bidang Militer

   Sistem pengenalan target peluru kendali melalui sensor visual.

5. Dalam Bidang Biologi

   Sistem pengenalan jenis kromosom melalui gambar mikroskop.

Keikut sertaan berbagai disiplin ilmu dalam kegiatan pengolahan citra dimulai dari pembentukan model matematik suatu obyek sampai dengan teknik analisis dan teknik klasifikasi berbagai jenis obyek.

2.1.2 Pengertian Citra (Image)

Citra (*image*) adalah suatu representasi spatial dari suatu obyek, dalam pandangan 2D maupun 3D. Gambar digital merupakan suatu fungsi dengan nilai-nilai yang berupa intensitas cahaya pada tiap-tiap titik pada bidang yang telah diquantisasikan (diambil sampelnya pada interval diskrit). Gambar analog dibagi menjadi N baris dan M kolom sehingga menjadi gambar diskrit. Persilangan antara baris dan kolom tertentu disebut dengan piksel. Contohnya adalah gambar atau titik diskrit pada baris n dan kolom m disebut dengan piksel [n,m].

Titik dimana suatu gambar disampling disebut *picture element* (pixel). *Sampling* adalah proses untuk menentukan warna pada piksel tertentu pada citra dari sebuah gambar yang kontinu. Sedangkan nilai intensitas warna pada suatu pixel disebut *gray scale level*. Format gambar digital memiliki dua parameter, yaitu :

a. *Spatial Resolution* = pixels x pixels

b. *Color Encoding* = bits/pixels

Jika suatu gambar disimpan maka yang disimpan adalah array 2D dimana masing-masing merepresentasikan data yang berhubungan dengan pixel tersebut. Array [*x*,*y*] = warna pixel.

Setiap pixel dapat mempunyai informasi tambahan yang berhubungan dengan pixel tersebut. Masing-masing gambar juga memiliki informasi tambahan seperti lebar dikalikan panjang gambar, kedalaman gambar, pembuat, dan lain-lain.

2.1.3 Pengertian Pengolahan Citra

Istilah citra atau *image* yang pada umumnya digunakan dalam bidang pengolahan citra di artikan sebagai suatu fungsi yang kontinu dari intensitas cahaya *f(x,y)* dalam bidang dua dimensi. Dengan *(x,y)* menyatakan suatu koordinat dan nilai *f* pada setiap titik menyatakan intensitas atau tingkat kecerahan atau derajat keabuan (*Brightness Gray Level*). Suatu citra digital adalah suatu citra yang kontinu yang diubah kedalam bentuk diskrit, baik koordinat maupun intensitas cahayanya. Kita dapat menganggap bahwa suatu citra digital sebagai suatu matriks, dimana indeks baris dan kolomnya menyatakan intensitas cahaya pada titik tersebut.

Suatu titik pada citra digital sering kali disebut sebagai elemen citra (*Image-Element*), elemen gambar (*Picture-Element*) dan piksel (*Pixel*).

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer menjadi citra yang kualitasnya jauh lebih baik.

2.1.4 Operasi Pengolahan Citra

Operasi-operasi yang dapat dilakukan didalam pengolahan citra memiliki banyak macamnya. Namun secara umum, operasi pengolahan citra dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis dan cara, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan Kualitas Citra (*Image Enhancement*)

   Jenis operasi ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra dengan cara memanipulasi parameter-parameter citra. Dengan operasi ini, ciri-ciri khusus yang terdapat didalam citra dapat lebih ditonjolkan. Ada beberapa contoh-contoh operasi perbaikan citra, yaitu :

   a. Perbaikan kontras gelap dan terang
   b. Perbaikan tepian obyek (*Edge Enhancement*)
   c. Penajaman (*Sharpening*)
   d. Penapisan derau (*Noise Filtering*)

2. Perbaikan Citra (*Image Restoration*)

   Operasi ini bertujuan menghilangkan atau meminimumkan cacat pada suatu citra. Tujuan pemugaran citra hampir sama dengan operasi perbaikan citra. Akan tetapi bedanya pada pemugaran citra penyebab degradasi gambar diketahui :

   a. Penghilangan kesamaran (*Deblurring*)
   b. Penghilangan derau (*Noise*)
   c. Pelembutan citra (*Smoothing*)

3. Pemampatan Citra (*Image Compression*)

   Jenis operasi ini agar citra dapat direpresentasikan dalam bentuk yang lebih kompak sehingga memerlukan memori yang lebih sedikit. Hal penting yang harus diperhatikan dalam pemampatan adalah citra yang telah dimampatkan harus tetap mempunyai kualitas gambar yang bagus. Ukuran citra 258 KB (*Kilo Byte*) dapat direduksi menjadi 49 KB (*Kilo Byte*).

4. Segmentasi Citra (*Image Segmentation*)

   Jenis operasi ini bertujuan untuk memecah suatu citra kedalam beberapa segmen dengan suatu kriteria tertentu. Jenis ini berkaitan erat dengan pengenalan pola.

5. Analisis Citra (*Image Analysis*)

   Jenis operasi ini bertujuan menhitung besaran kuantitatif dari citra untuk menghasilkan deskripsinya. Teknik analisis citra mengekstraksi cirri-ciri tertentu yang membantu dalam mengidentifikasi obyek. Proses segmentasi kadangkala diperlukan untuk mengalokasi obyek yang diinginkan dari sekelilingnya. Contoh-contoh operasi analisis citra sebagai berikut :

   a. Pendeteksian obyek (*Edge Detection*)
   b. Ekstraksi batas (*Boundary*)
   c. Representasi area atau wilayah (*Region*)

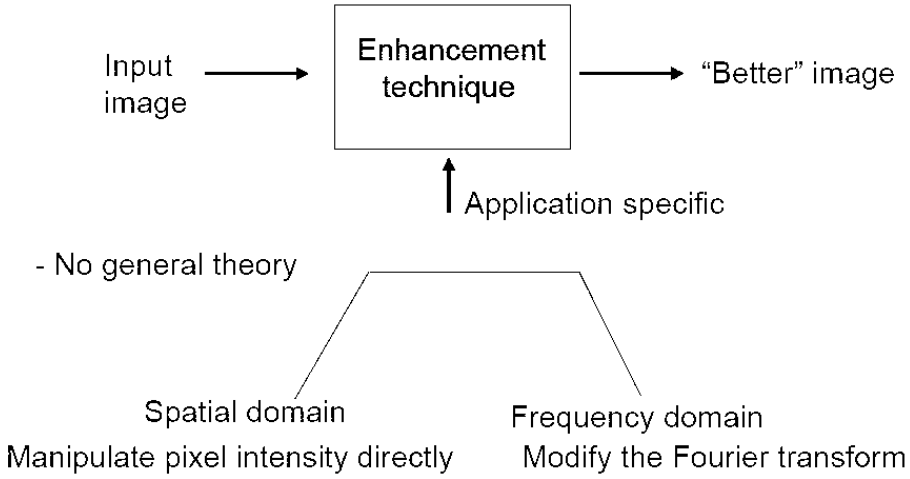
6. Rekonstruksi citra (*Image Reconstruction*)

   Jenis operasi ini bertujuan untuk membentuk ulang obyek dari beberapa citra hasil proyeksi. Operasi rekonstruksi citra banyak digunakan dalam

bidang medis. Misalnya beberapa foto *rontgen* dengan sinar *X* digunakan untuk membentuk ulang gambar organ tubuh.

2.2 Peningkatan Kualitas Citra (*Image Enhancement*)

Proses peningkatan kualitas citra bertujuan untuk memperoleh citra yang dapat memberikan informasi sesuai dengan tujuan atau kepentingan pengolahan citra. Proses peningkatan kualitas citra ini termasuk memperbaiki citra yang ketika proses akuisisi mengalami ganguan yang signifikan seperti noise, gangguan geometris, radiometrik dan beberapa gangguan faktor alam lainnya.



Gambar 2.1 Proses Peningkatan Kualitas Citra

Suatu metode pendekatan peningkatan kualitas citra yang terbaik untuk satu implementasi belum tentu baik untuk implementasi lainnya, sebab karakteristik citra dapat saling berbeda. Gambar 2.1 menunjukkan proses peningkatan citra. Secara umum domain dalam pengingkatan kualitas citra ini dapat dilakukan secara spatial dan frekuensi. Domain Spatial melakukan manipulasi nilai pixel secara langsung dengan dipengaruhi oleh nilai pixel lainnya

secara spatial sedangkan domain frekuensi berdasarkan frekuensi spektrum citra. Terdapat beberapa teknik peningkatan kualitas citra yang merupakan kombinasi dari dua kategori ini.

Peningkatan kualitas citra dapat dikaitkan dengan metode *Filtering*, dimana citra tersebut di-filter untuk mendapatkan citra yang lebih baik. Jenis *Filter* dapat dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu *linear* dan *non-linear filtering*. *Linear filtering* adalah mengubah nilai pixel berdasarkan kombinasi linear nilai pixel disekelilingnya.

1. Basic gray level transformations.
2. Histogram Modification.
3. Average and Median Filtering.
4. Frequency domain operations.
5. Homomorphic Filtering.
6. Edge enhancement.

2.2.1 Domain Spatial

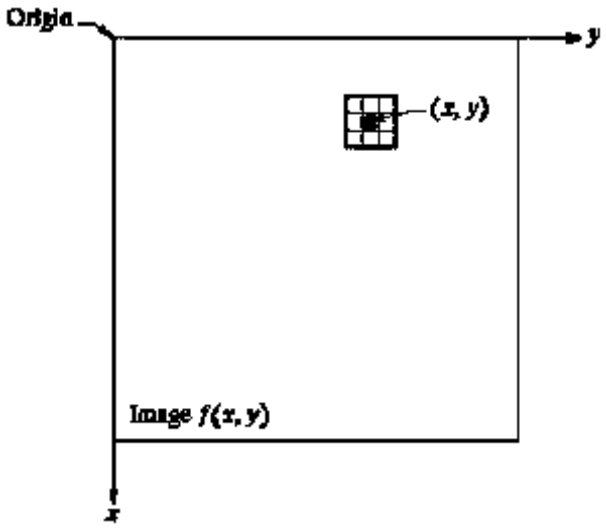
Merupakan teknik peningkatan mutu citra yang melakukan manipulasi langsung pixel (*x*,*y*) suatu citra dengan menggunakan fungsi transformasi:

$$g(x, y) = T[f(x, y)] \quad (2\text{-}1)$$

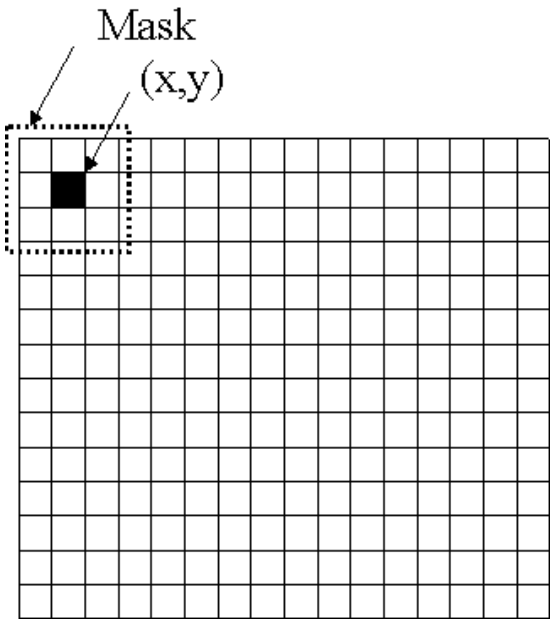
Dimana *f(x, y)* sebagai citra input, *g(x, y)* hasil citra yang sudah diproses dan *T* adalah operator pada *f* yang didefinisikan berdasarkan beberapa lingkungan di (*x*, *y*). Teknik ini ditunjukkan pada gambar 2.2

Masking atau *Filter* suatu pixel (*x*,*y*) ditentukan berdasarkan pixel tetangganya yang didefinisikan sebagai bentuk bujur sangkar (sering digunakan)

ataupun circular sebagai sub-citra yang berpusat di titik (*x*,*y*) dengan ukuran lebih dari 1x1(gambar 2.3 menggunakan masking 3x3). Pusat sub-citra berpindah dari satu pixel ke pixel lainnya dimulai dari pojok atas. Nilai koefisien masking ditentukan berdasarkan prosesnya. Teknik masking digunakan untuk penajaman citra dan penghalusan citra.



Gambar 2.2 Teknik Spatial Merubah Langsung Pixel (*x*, *y*)



Gambar 2.3 Masking Pixel (*x*, *y*)

2.3 Dasar-dasar Pengolahan Citra

2.3.1 Persepsi Visual

Perlu kita ketahui bahwa dalam pengolahan citra maupun dalam pengenalan citra, keduanya tidak terlepas dari masalah persepsi visual, yakni masalah apa yang dapat dilihat oleh mata manusia. Penentuan mengenai apa yang dapat dilihat tidak dapat ditentukan hanya oleh mata manusia itu sendiri, karena citra tidak bisa hanya dilihat.

Kita ketahui bahwa mata manusia merupakan bagian dari sistem visual manusia. Sistem visual ini sangat rumit dan amat sukar untuk dipelajari. Kesulitan semakin nyata bila kita ingin menyingkap lebih jauh mengenai proses yang terjadi pada sistem ini yang melatar belakangi timbulnya suatu persepsi, misalnya pada peristiwa pengenalan (*Recognation*).

2.3.2 Model Citra Digital

Seperti yang telah dikemukakan diatas, citra merupakan suatu fungsi kontinu dari intensitas cahaya dalam bidang dua dimensi. Secara matematis fungsi intensitas cahaya pada bidang dua dimensi disimbolkan dengan *f(x,y)*, yang dalam hal ini :

(x,y) : Koordinat pada bidang dua dimensi

f(x,y) : Intensitas cahaya (*brightness*) pada titik *(x,y)*

Sistem koordinat yang diacu adalah sistem koordinat kartesian, yang hal ini sumbu mendatar menyatakan sumbu-*X*, dan sumbu tegak menyatakan sumbu-

Y. karena cahaya merupakan bentuk energi, maka intensitas cahaya bernilai antara 0 sampai tidak berhingga,

$$0 \leq f(x,y) \leq \infty \qquad (2\text{-}2)$$

Nilai *f(x,y)* sebenarnya adalah hasil kali dari :

1. *i(x,y)* = jumlah cahaya yang berasal dari sumbernya (*Illuminations*), nilainya antara 0 sampai tidak berhingga, dan
2. *r(x,y)* = derajat kemampuan obyek memantulkan cahaya (*Reflection*), nilainya antara 0 dan 1.

   Gambar 2.5 memperlihatkan proses pembentukan intensitas cahaya. Sumber cahaya menyinari permukaan obyek. Jumlah pancaran (iluminasi) cahaya yang diterima obyek pada koordinat *(x,y)* adalah *i(x,y)*. obyek memantulkan cahaya yang diterimanya dengan derajat pantula *r(x,y)*. hasil kali antara *i(x,y)* dan *r(x,y)* menyatakan intensitas pada koordinat *(x,y)* yang ditangkap oleh sensor visual pada sistem optik. Dengan demikian *f(x,y)* dapat dinyatakan sebagai :

   $$F(x,y) = i(x,y) \,.\, r(x,y) \qquad (2\text{-}3)$$

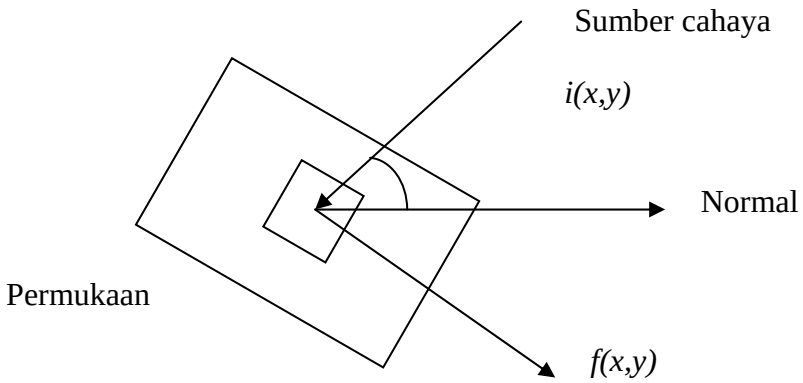
   Dengan :

   $0 \leq i(x,y) \leq \infty$ (Iluminasi sumber cahaya)

   $0 \leq r(x,y) \leq 1$ (Koefisien pantul obyek)

   Sehingga :

$$0 \leq f(x,y) \leq \infty \qquad (2\text{-}4)$$



Gambar 2.4 Pembentukan Citra

Nilai *i(x,y)* ditentukan oleh sumber cahaya, sedangkan *r(x,y)* ditentukan oleh karakteristik obyek didalam gambar. Nilai *r(x,y)*=0, mengindifikasikan penerapan total, sedangkan *r(x,y)*=1 menyatakan pemantulan total. Jika pemantulan mempunyai derajat pemantulan 0, maka fungsi intensitas cahaya, *f(x,y)*, juga nol. Sebaliknya, jika permukaan mempunyai derajat pemantulan 1, maka fungsi intensitas cahaya sama dengan iluminasi yang diterima oleh permukaan tersebut.

Berikut ini disebutkan beberapa contoh bilangan yang menyatakan iluminasi :

a. Pada hari yang cerah (tidak berawan), matahari sebagai sumber cahaya dapat menghasilkan suatu iluminasi *i(x,y)* sebesar ± 9000 *foot-candless.*
b. Pada hari yang mendung (berawan), matahari hanya menghasilkan iluminasi sebesar ± 1000 *foot-candless.*

c. Pada bulan purnama (yang terang), sinar bulan menghasilkan iluminasi sebesar ± 0,01 *foot-candless*.
d. Iluminasi pada ruangan kantor (normal) ± 100 *foot-candless*.

Intensitas *f* dari gambar abu-abu pada titik *(x,y)* disebut derajat keabuan (*Gray Level*), yang dalam hal ini derajat keabuannya bergerak dari hitam keputih sedangkan citranya disebut citra abu-abu (*Grayscale Image*). Derajat keabuan memiliki rentang nilai dari l_{min} sampai l_{max} atau

$$l_{min} < f < l_{max} \quad (2\text{-}5)$$

selang (l_{min} , l_{min}) disebut skala keabuan.

Biasanya selang (l_{min} , l_{min}) sering digeser untuk alasan-alasan praktis menjadi selang [*0, L*],yang dalam hal ini intensitas nol menyatakan hitam, nilai intensitas *L* menyatakan putih, sedangkan nilai intensitas antara 0 sampai bergeser dari hitam keputih.

Sebagai contoh, citra abu-abu dengan 256 *level* artinya mempunyai skala dari 0 sampai 255 atau [0, 255], yang dalam hal ini nilai intensitas 0 menyatakan hitam, nilai intensitas 255 menyatakan putih, dan nilai antara 0 samapai 255 menyatakan warna keabuan yang terletak antara hitam dan putih.

Citra abu-abu disebut juga citra satu kanal, karena warnanya hanya ditentukan oleh satu fungsi intensitas saja. Citra berwarna (*Color Image*) dikenal dengan nama citra spectral, karena warna pada citra disusun oleh tiga komponen warna yang disebut RGB, yaitu merah (*Red*), hijau (*Green*), dan biru (*Blue*).

Intensitas suatu titik pada citra berwarna merupakan kombinasi dari tiga intensitas derajat keabuan merah ($f_{merah}(x,y)$), hijau ($f_{hijau}(x,y)$), dan biru ($f_{biru}(x,y)$).



Gambar 2.5 Skala keabuan (*Grayscale*)

2.3.3 Digitalisasi Citra

Agar dapat diolah dengan computer digital, maka suatu citra harus direpresentasikan secara numeric dengan nilai-nilai diskrit. Representasi citra dari fungsi malar (kontinu) menjadi nilai-nilai diskrit disebut *digitalisasi*. Citra yang dihasilkan inilah yang disebut citra digital (*Digital Image*). Pada umumnya citra digital berbentuk empat persegi panjang, dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi x lebar (atau lebar x panjang).

Citra digital yang tingginya *N*, lebarnya *M*, dan memiliki *L* derajat keabuan dapat dianggap sebagai fungsi :

$$f(x,y) \begin{cases} 0 \le x \le M \\ 0 \le y \le N \\ 0 \le f \le L \end{cases} \qquad (2\text{-}6)$$

Citra digital yang berukuran *N x M* lazim dinyatakan dengan matriks yang berukuran (*N* = baris dan *M* = kolom) sebagai berikut :

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,M) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1,M) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \cdots & f(N-1, M-1) \end{bmatrix} \quad (2\text{-}7)$$

Indeks baris (*i*) dan indeks kolom (*j*) menyatakan suatu koordinat titik pada citra, sedangkan *f(i,j)* merupakan intensitas (derajat keabuan) pada titik *(i,j)*.

Masing-masing elemen pada citra digital (berarti elemen matriks) disebut *image element, picture element, pixel* atau *pel*. Jadi, citra yang berukuran *N x M* mempunyai *NM* buah *pixel*. Sebagai contoh misalkan sebauh matriks berukuran 256 x 256 *pixel* dan direpresentasikan secara numeric dengan matriks yang terdiri dari 256 buah baris (di indeks dari 0 sampai 255) dan 256 buah kolom (di indeks dari 0 sampai 255), seperti contoh berikut :

$$\begin{bmatrix} 0 & 134 & 145 & \cdots & \cdots & 231 \\ 0 & 167 & 201 & \cdots & \cdots & 197 \\ 220 & 187 & 189 & \cdots & \cdots & 120 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 221 & 219 & 210 & \cdots & \cdots & 156 \end{bmatrix} \quad (2\text{-}8)$$

Pixel pertama pada koordinat (0,0) mempunyai nilai intensitas 0 yang berarti warna *pixel* tersebut hitam, *pixel* kedua pada koordinat (0,1) mempunyai intensitas 134 yang berarti warnanya antara hitam dan putih, dan seterusnya.

2.3.4 Elemen-Elemen Citra Digital

Citra digital mengandung sejumlah elemen-elemen dasar. Elemen-elemen dasar tersebut dimanipulasi dalam pengolahan citra dan dieksploitasi lebih lanjut dalam *computer vision*. Elemen-elemen dasar yang penting diantaranya :

1. Kecerahan (*Brightness*)

   Kecerahan adalah kata lain untuk intensitas cahaya. Sebagaimana telah dijelaskan pada bagian *sampling*, kecerahan pada sebuah titik (*pixel*) di dalam citra bukanlah intensitas yang asli, tetapi sebenarnya adalah intensitas rata-rata dari suatu area yang melingkupinya. System visual manusia mampu menyesuaikan dirinya dengan tingkat kecerahan (*Brightness Level*) mulai dari yang paling rendah sampai yang paling tinggi dengan jangkauan sebesar 10^{10}.

2. Kontras (*Contrast*)

   Kontras menyatakan sebaran terang (*Lightness*) dan gelap (*Darkness*) di dalam sebuah gambar. Citra dengan kontras rendah dicirikan oleh sebagian besar komposisi citranya adalah terang atau sebagian besar gelap. Pada citra dengan kontras yang baik, komposisi gelap dan terang tersebar secara merata.

3. Kontur (*Contour*)

   Adalah keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada *pixel-pixel* yang bertetangga. Karena adanya perubahan intensitas inilah mata kita mampu mendeteksi tepi-tepi (*edge*) obyek didalam citra.

4. Warna (*Color*)

   Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh system visual mampu terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh obyek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang (λ) yang berbeda.warna merah mempunyai panjang gelombang paling tinggi, sedangkan warna ungu (*Violet*) mempunyai panjang gelombang yang paling rendah. Warna-warna yang diterima oleh mata (system visual manusia) merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda. Penelitian memperlihatkan bahwa kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah *red* (R), *green* (G), dan *blue* (B).

   Penyesuaian warna pada system visual kita tidak jarang dapat menimbulkan "cacat" warna (*Distorsi*) yang dilihat. Ada dua jenis distorsi, yaitu distorsi terhadap ruang (misal bercak abu-abu yang berada disekitar warna hijau akan terkesan berwarna ungu) dan distorsi terhadap waktu (misalnya setelah melihat warna hijau kita langsung melihat warna abu-abu, maka warna ungulah yang berkesan pada mata kita).

5. Bentuk (*Shape*)

   Pada umumnya citra dibentuk oleh mata merupakan citra dua dimensi, sedangkan obyek yang diamati biasanya adalah tiga dimensi. Kesulitannya banyak benda tiga dimensi setelah diproyeksikan kebidang dua dimensi kelihatannya sama.

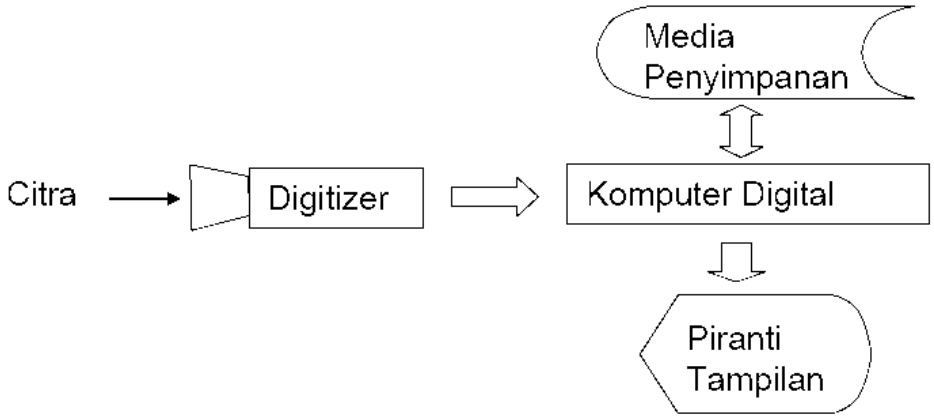
   Misalnya, suatu ruangan terlihat berbentuk trapezium pada bidang gambar dua dimensi. Dalam hal ini kita tahu apakah hal ini memang

disebabkan oleh bentuk ruangan yang panjang ataukah memang ruangan tersebut berbentuk trapesium.

6. Tekstur (*Texture*)

   Pada hakekatnya system visual manusia tidak menerima informasi citra secara terpisah pada setiap titik, tetapi suatu citra dianggapnya sebagai satu kesatuan. Jadi definisi kesamaan suatu obyek perlu dinyatakan dalam bentuk kesamaan dari satu himpunan parameter citra (*Brightness, Color, size*). Atau dengan kata lain dua buah citra tidak dapat disamakan hanya dengan satu parameter saja.

2.3.5 Elemen Sistem Pemrosesan Citra Digital



Gambar 2.6 Elemen Sistem Pemrosesan Citra Digital

Yang dimana :

1. *Digitizer* (*Digital Acqusition System*) merupakan sistem penangkap citra digital yang melakukan penjelajahan citra dan mengkonversinya ke representasi numerik sebagai masukan bagi komputer digital. Hasil dari

digitizer adalah matriks yang elemen-elemennya menyatakan nilai intensitas cahaya pada suatu titik.

Digitizer terdiri dari 3 komponen dasar :

a. Sensor citra yang bekerja sebagai pengukur intensitas cahaya
b. Perangkat penjelajah yang berfungsi merekam hasil pengukuran intensitas pada seluruh bagian citra
c. Pengubah analog ke digital yang berfungsi melakukan sampling dankuantisasi.

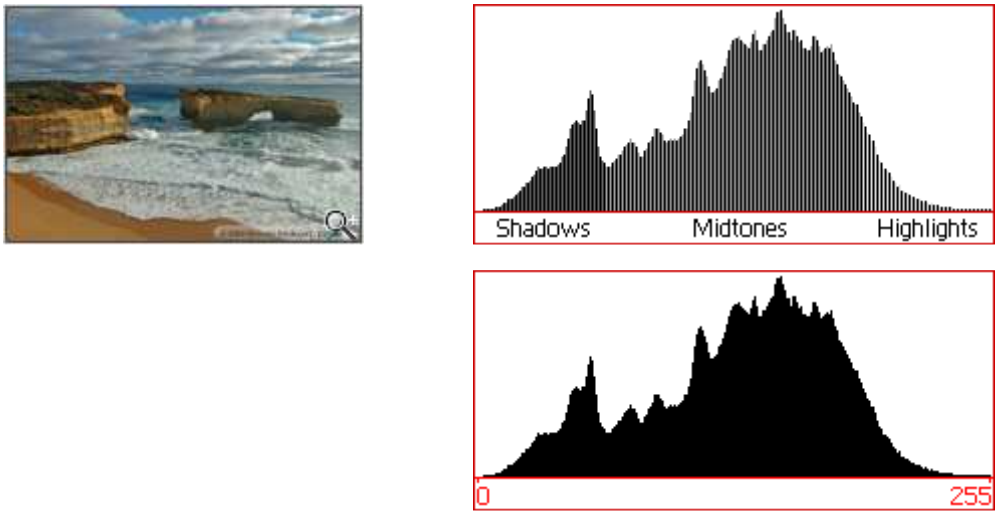
2. Komputer digital**,** digunakan pada sistem pemroses citra, mampu melakukan berbagai fungsi pada citra digital resolusi tinggi.
3. Piranti Tampilan, peraga berfungsi mengkonversi matriks intensitas tinggi merepresentasikan citra ke tampilan yang dapat diinterpretasi oleh manusia.
4. Media penyimpanan, piranti yang mempunyai kapasitas memori besar sehingga gambar dapat disimpan secara permanen agar dapat diproses lagi pada waktu yang lain.

2.3 Histogram

Histogram adalah grafik yang menampilkan distribusi warna dari sebuah image sesuai dengan jumlah masing-masing warna. Makin banyak jumlah suatu warna, makin makin tinggi susunannya secara vertikal.

Kita ketahui bahwa sebuah image digital dibentuk oleh sekumpulan pixel-pixel (berbentuk kotak) yang berwarna-warni dan sangat kecil bahkan sangat halus. Tetapi, daripada mengurutkan pixel berdasarkan warna, grafik histogram

menyusun pixel-pixel tersebut kedalam 256 level brightness dalam jarak 0 (hitam) sampai 255 (putih) dan menumpuknya sesuai kecerahan masing-masing, artinya ada 254 level abu-abu diantara range 0 - 255.



Gambar 2.7 Histogram dari Image

Dalam histogram diatas, setiap tumpukan atau bar menunjuk kepada satu tingkat kecerahan pixel. Tidak seperti histogram mosaic, ke 256 bar diatas disusun secara berkesinambungan terbalut warna hitam tanpa diselingi oleh adanya gap. Adanya gap pada gambar diatas hanyalah untuk tujuan edukasi saja, atau dapat terjadi dalam kasus sebuah image kehilangan tone nya, disebut juga blank-tone.

Histogram adalah suatu ringkasan grafik yang menunjukkan jumlah suatu poin-poin data yang berada dalam berbagai cakupan. Kita ketahui bahwa sebuah image dibentuk oleh sekumpulan pixel-pixel (berbentuk kotak) yang berwarna-warni dan sangat kecil bahkan sangat halus. Tetapi, daripada mengurutkan pixel berdasarkan warna, grafik histogram menyusun pixel-pixel tersebut kedalam 256 level brightness dalam range 0 (hitam) sampai 255 (putih) dan menumpuknya

sesuai kecerahan masing-masing, artinya ada 254 level abu-abu diantara range 0 sampai 255.

Informasi yang dikandung oleh sebaran frekuensi lebih mudah ditangkap bila disajikan secara grafik. Pada kebanyakan orang, gambar visual sangat membantu dalam memahami cirri-ciri penting pada suatu sebaran frekuensi. Salah satu sajian grafik yang biasa digunakan adalah dalam bentuk histogram.

Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas pixel dari suatu citra atau bagian tertentu didalam citra. Dari sebuah histogram dapat diketahui frekuensi kemunculan nisbi (relative) dari intensitas pada citra tersebut. Histogram juga memberikan gambaran tentang komposisi citra, informasi tentang kontras dan distribusi intensitas citra secara keseluruhan.

1. Membuat Histogram

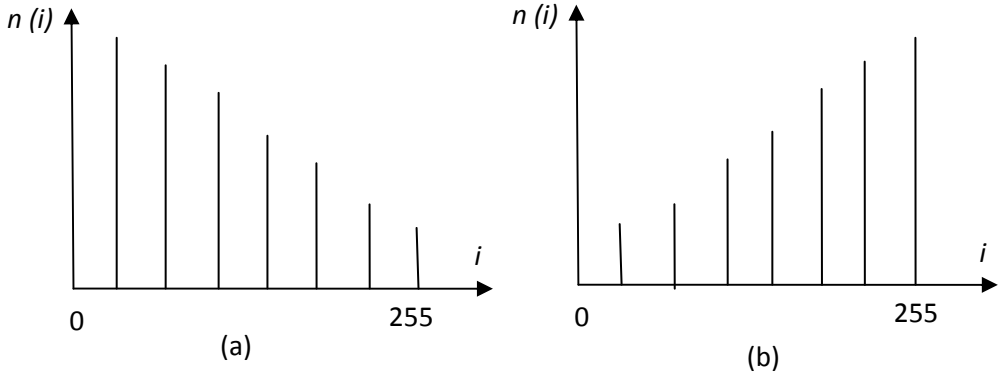
Langkah ini dilakukan dengan menghitung jumlah (frekuensi) setiap nilai pixel dalam citra. Pembuatan histogram ini diawali dengan persiapan sebuah *array* yang berisi nol. Sebuah citra yang memiliki jumlah warna sebanyak 8 bit, memerlukan *array* berukuran 256 (0 sampai 255). Kemudian proses dilanjutkan dengan mengisi *array* tersebut dengan jumlah masing-masing nilai pixel pada citra.

Misalkan citra digital memiliki L derajat keabuan, yaitu dari 0 sampai L-1 (pada citra dengan kuantisasi derajat keabuan 8 bit, nilai derajat keabuan dari 0 sampai 255). Secara matematis histogram citra dihitung dengan rumus

$$h_i = \frac{n_i}{n}, \; i = 0, 1, 2, \ldots, L\text{-}1 \qquad (2\text{-}10)$$

Dimana, n_i adalah jumlah pixel yang memiliki derajat keabuan *i*. sedangkan *n* adalah jumlah seluruh pixel didalam citra. Nilai h_i berada didalam selang 0 sampai.

Pada gambar dibawah digambarkan histogram derajat keabuan pada sebuah citra (a) histogram dengan keutamaan titik gelap (b) histogram dengan keutamaan titik terang.



Gambar 2.8 (a) Histogram dengan Titik Gelap
(b) Histogram dengan Titik Terang

Distribusi n_i dapat memberikan informasi tentang keadaan dari suatu citra, sebuah citra mempunyai distribusi yang hampir sama dengan gambar diatas.

2.4 Pengertian Feathering

Feather digunakan untuk mengaburkan batas antara daerah yang diseleksi dengan daerah luarnya. Jika kita memberikan warna pada seleksi yang telah diberikan *feather* maka batas dari gambarnya akan kabur. Secara singkatnya, *feathering* juga menggabungkan tepian yang diseleksi kedalam *background* sebuah gambar. Ketika digabungkan dengan potongan gambar lain (*foreground*), *feathering* membantu menambah fitur dengan gambar *background*.

Deskripsi *feathering* dari manual adobe adalah "Tepi blur dibangun oleh batas transisi diantaranya yaitu *selection* dan pixel yang ada. *Bluring* ini bisa karena akan kehilangan detail dari tepi yang diseleksi".

2.5 PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)

PSNR adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut. PSNR merupakan parameter standar untuk menilai kualitas suatu citra secara obyektif dengan membandingkan noise terhadap sinyal puncak. Pada umumnya disajikan dengan angka desimal yaitu dua angka dibelakang koma. Nilai nyata (*actual value*) tidak sepenuhnya berarti, tetapi perbandingan dua nilai untuk citra rekonstruksi yang berbeda memberikan satu nilai mutu. PSNR biasanya diukur dalam satuan dB (*decibel*).

MSE (Mean Square Error) yaitu sigma dari jumlah error antara citra hasil kompresi dan citra asli.

$$MSE = \frac{1}{mn}\sum_{i=0}^{m-1}\sum_{j=0}^{n-1}||I(i,j) - K(i,j)||^2 \qquad (2\text{-}13)$$

Dimana *I(i,j)* adalah citra asli dengan dimensi *mxn* dan *K(i,j)* adalah nilai pixel pada citra hasil kompresi sedangkan *mn* adalah dimensi dari sebuah citra.

PSNR yaitu untuk menghitung Peak Error. PSNR digambarkan sebagai berikut:

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{MAX_I^2}{MSE}\right) = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}}\right) \qquad (2\text{-}14)$$

Dimana MAX_I merupakan nilai sinyal terbesar (pada citra hitam putih yaitu 255). Persamaan MSE hanya dapat dihitung setelah proses pemampatan citra. Dari persamaan MSE terlihat bahwa PSNR berbanding terbalik dengan MSE. Nilai MSE yang rendah menyiratkan bahwa citra hasil pemampatan tidak jauh berbeda dengan citra semula akan menghasilkan PSNR yang tinggi, yang berarti kualitas pemampatannya bagus. Semakin besar nilai PSNR, semakin bagus kualitas pemampatannya.