BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Citra

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra merupakan salah satu komponen multimedia memegang peranan yang sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimilki oleh data teks, yatu citra kaya dengan informasi. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue)* dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra (dua dimensi). Pada gambar 2.1 adalah citra seorang gadis model yang bernama Lena, dan gambar di sebelah kanannya adalah citra kapal di sebuah pelabuhan.



(a) Lena (b) Kapal

Gambar 2.1 *Citra Lena dan citra kapal*

Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik,

misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner)*, dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra terekam.

Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat:

1. Optik berupa foto.
2. Analog berupa sinyal video seperti gambar pada monitor televisi.
3. Digital yang dapat langsung disimpan pada suatu pita magnetik.[11]

2.2 Pengertian Citra Digital

Secara umum, pengolahan citra digital menunjuk pada pemrosesan gambar 2 dimensi menggunakan komputer. Dalam konteks yang lebih luas, pengolahan citra digital mengacu pada pemrosesan setiap data 2 dimensi. Citra digital merupakan sebuah larik (*array*) yang berisi nilai-nilai real maupun komplek yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu. Pada umumnya citra digital berbentuk empat persegi panjang, dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi x lebar.

Citra Digital merupakan suatu fungsi intensitas cahaya f(x,y), dimana harga x dan y merupakan koordinat spasial dan harga fungsi tersebut pada setiap titik (x,y) merupakan tingkat kecermerlangan citra pada titik tersebut.

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

$$f(x,y)\begin{cases}0 \le x \le M \\ 0 \le y \le N \\ 0 \le f \le L\end{cases} \qquad (2.1)$$

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

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \qquad (2.2)$$

Keterangan:

N = jumlah baris,0<= y<=N-1

M=jumlah kolom,0<=x<=M-1

L=maksimal warna intensitas (derajat keabuan),0<=f(x,y)<=L-1

Masing-masing elemen pada citra digital (berarti elemen matriks) disebut *image element* atau piksel. Jadi, citra yang berukuran N x M mempunyai NM buah piksel.

Proses digitalisasi koordinat (x,y) dikenal sebagai pencuplikan citra (*image sampling)*, sedangkan proses digitalisasi derajat keabuan f(x,y) disebut kuantisasi derajat keabuan (*gray-level quantization).*

Berdasarjan format penyimpanan nilai warnanya, citra terdiri atas empat jenis, yaitu:

1. Citra biner atau monokrom

   Pada citra jenis ini, setiap titik atau piksel hanya bernilai 0 atau 1. Dimana setiap titik membutuhkan media penyimpanan sebesar 1 bit.

2. Citra skala keabuan

   Citra skala keabuan mempunyai kemungkinan warna antara hitam (minimal) dan putih (maksimal). Jumlam maksimum warna sesuai dengan bit penyimpanan yang digunakan.

3. Citra warna

   Setiap titik (piksel) pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar yaitu merah, hijau dan biru. Setiap warna dasar mempunyai intensitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8bit).

   Setiap titik pada citra warna membutuhkan data 3 *byte*.

4. Citra warna berindeks

   Setiap titik (piksel) pada citra warna berindeks mewakili indeks dari suatu tabel warna yang tersedia (biasanya disebut palet warna). Keuntungan pemakaian palet warna adalah kita dapat dengan cepat memanipulasi warna tanpa harus mengubah informasi pada setiap titik dalam citra. Keuntugan yang lain, penyimpanan lebih kecil.[11]

2.3 Definisi Pengolahan Citra

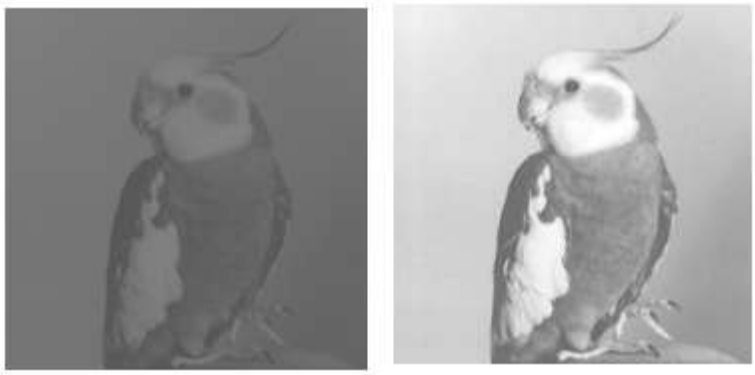
Meskipun sebuah citra kaya informasi, namun seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan mutu (degradasi), misalnya mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*), dan

sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebiih sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang. Agar citra menjadi baik kualitasnya maka perlu adanya yang namanya pengolahan citra digital (*image processing*).

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Sebagai contoh, citra burung nuri pada gambar 2.2 (a) tampak agak gelap, lalu dengan proses pengolahan citra kontrasnya diperbaiki sehingga menjadi lebih terang dan tajam (b).

Umumnya, operasi-operasi pada pengolahan citra diterapkan pada citra bila :

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



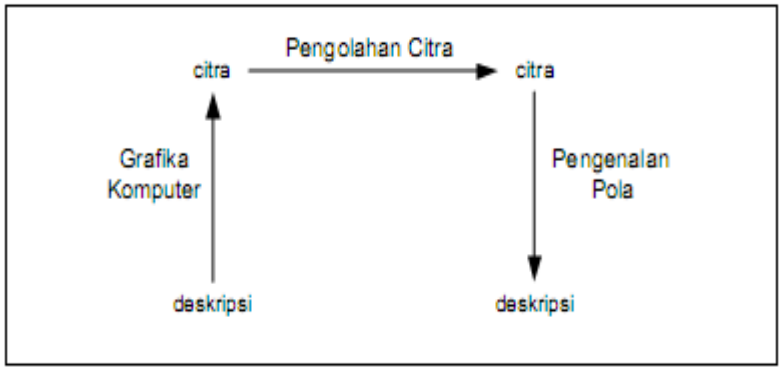
(a) (b)

Gambar 2.2 (a) *citra burung nuri agak gelap, (b) citra burung yang telah diperbaiki kontrasnya sehingga terlihat jelas dan tajam*

Di dalam bidang komputer, sebenarnya ada tiga bidang studi yang berkaitan dengan data citra, namun tujuan ketiganya berbeda, yaitu:

1. Grafika komputer (*Computer graphics).*
2. Pengolahan Citra (*Image processing).*
3. Pengenalan Pola (*Pattern recognition/image interpretation).*

Hubungan antara ketiga bidang (grafika komputer, pengolahan citra, pengenalan pola) ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Tiga bidang studi yang berkaitan dengan citra*

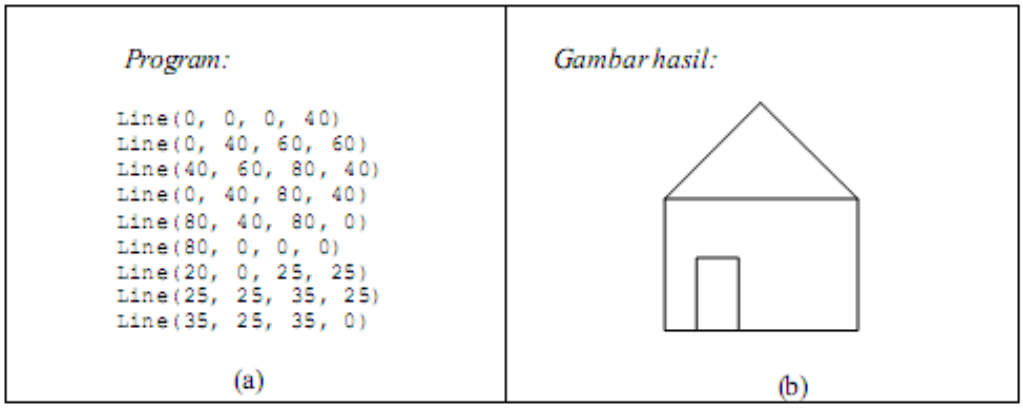
Grafika komputer bertujuan menghasilkan citra dengan primitif-primitif geometri seperti garis, lingkaran, dan sebagainya. Primitif-primitif geometri seperti garis, lingkaran, dan sebagainya. Primitif-primitif geometri tersebut memerlukan data deskriptif untuk melukis elemen-elemen gambar. Contoh data deskriptif adalah koordinat titik, panjang garis, jari-jari lingkaran, tebal garis,

warna, dan sebagainya. Grafika komputer memainkan peranan penting dalam visualisasi.



Gambar 2.4 *Peranan Grafika Komputer*

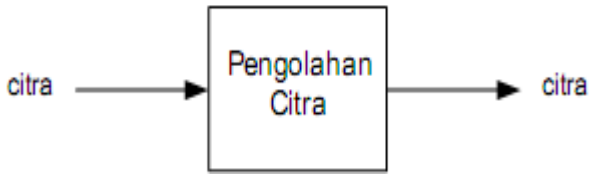
Contoh grafika komputer misalnya menggambar sebuah ‘rumah’ yang dibentuk oleh garis-garis lurus, dengan data masukkan berupa koordinat awal dan koordinat ujung garis (Gambar 2.5).



Gambar 2.5 *(a) Program Grafika Komputer untuk menggambar ‘rumah’ (b)*

Pengolahan Citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Teknik teknik pengolahan citra menstraformasikan citra menjadi citra lain. Jadi, masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, namun citra keluaran mempunyai kualitas

lebih baik daripada citra masukkan. Termasuk ke dalam bidang ini juga adalah pemampatan citra (*image compressin*).



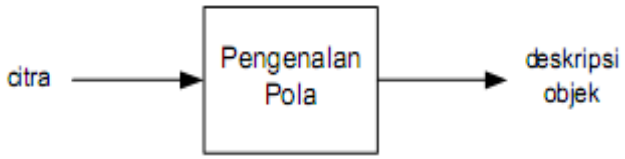
Gambar 2.6 *Pengolahan Citra*

Pengubahan kontras citra seperti pada Gambar 2.5 adalah contoh operasi pengolahan citra. Contoh operasi pengolahan citra lainnya adalah penghilangan derau (noise) pada citra Lena (Gambar 2.7). Citra Lena yang di sebelah kiri mengandung derau berupa bintik-bintik putih (derau). Dengan operasi penapisan (filtering), derau pada citra masukan ini dapat dikurangi sehingga dihasilkan citra Lena yang kualitasnya lebih baik.



Gambar 2.7 *(a) Citra Lena yang mengandung derau, (b) hasil dari operasi penapisan derau*

Pengenalan Pola mengelompokkan data numerik dan simbolik (termasuk citra) secara otomatis oleh mesin (dalam hal ini komputer). Tujuan pengelompokan adalah untuk mengenali suatu objek di dalam citra. Manusia bisa mengenali objek yang dilihatnya karena otak manusia telah belajar mengklasifikasi objek-objek di alam sehingga mampu membedakan suatu objek dengan objek lainnya. Kemampuan sistem visual manusia inilah yang dicoba ditiru oleh mesin. Komputer menerima masukan berupa citra objek yang akan diidentifikasi, memproses citra tersebut, dan memberikan keluaran berupa deskripsi objek di dalam citra.



Gambar 2.8 *Pengenalan Pola*

Contoh pengenalan pola misalnya citra pada Gambar 2.9 adalah tulisan tangan yang digunakan sebagai data masukan untuk mengenali karakter ‘ A’. Dengan menggunakan suatu algoritma pengenalan pola, diharapkan komputer dapat mengenali bahwa karakter tersebut adalah ‘A’.[11]



Gambar 2.9 *Citra karakter 'A' yang digunakan sebagai masukan untuk pengenalan huruf.*

2.4 Operasi Pengolahan Citra

Operasi -operasi yang dilakukan di dalam pengolahan citra banyak ragamnya. Namun, secara umum, operasi pengolahan citra dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis sebagai berikut:

1. Perbaikan 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 di dalam citra lebih ditonjolkan.

Contoh-contoh operasi perbaikan citra:

a. Perbaikan kontras gelap/terang
b. Perbaikan tepian objek (edge enhancement)
c. Penajaman (sharpening)
d. Pemberian warna semu (pseudocoloring)
e. Penapisan derau (noise filtering)

Gambar 2.10 adalah contoh operasi penajaman. Operasi ini menerima masukan sebuah citra yang gambarnya hendak dibuat tampak lebih tajam. Bagian citra yang ditajamkan adalah tepi -tepi objek.



(a) (b)

Gambar 2.10 *(a) Citra Lena asli, (b) Citra Lena setalah ditajamkan*

2. Pemugaran citra (*image restoration*).

Operasi ini bertujuan menghilangkan/meminimumkan cacat pada citra. Tujuan pemugaran citra hampir sama dengan operasi perbaikan citra. Bedanya, pada pemugaran citra penyebab degradasi gambar diketahui.

Contoh-contoh operasi pemugaran citra:

a. Penghilangan kesamaran (deblurring)

b. Penghilangan derau (noise)

Gambar 2.11 adalah contoh operasi penghilangan kesamaran. Citra masukan adalah citra yang tampak kabur (blur). Kekaburan gambar mungkin disebabkan pengaturan fokus lensa yang tidak tepat atau kamera bergoyang pada pengambilan

gambar. Melalui operasi deblurring, kualitas citra masukan dapat diperbaiki sehingga tampak lebih baik.



Gambar 2.11 *Kiri: Citra Lena yang kabur (blur), kanan: citra Lena setelah deblurring*

3. Pemampatan citra (*image compression*).

Jenis operasi ini dilakukan 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. Contoh metode pemampatan citra adalah metode JPEG. Perhatikan Gambar 2.12. Gambar sebelah kiri adalah citra kapal yang berukuran 258 KB. Hasil pemampatan citra dengan metode JPEG dapat mereduksi ukuran citra semula sehingga menjadi 49 KB saja.



(a) (b)

Gambar 2.12 *(a) Citra boat.bmp9258 KB) sebelum dimampatkan, (b) citra boat.jpg(49 KB) sesudah dimampatkan*

4. Segmentasi citra(*image segmentation*).

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

5. Pengorakan citra (*image analysis).*

Jenis operasi ini bertujuan menghitung besaran kuantitif dari citra untuk menghasilkan deskripsinya. Teknik pengorakan citra mengekstraksi ciri –ciri tertentu yang membantu dalam identifikasi objek. Proses segmentasi kadangkala diperlukan untuk melokalisasi objek yang diinginkan dari sekelilingnya.

Contoh-contoh operasi pengorakan citra:

a. Pendeteksian tepi objek (edge detection)
b. Ekstraksi batas (boundary)
c. Representasi daerah (region)

Gambar 2.13 adalah contoh operasi pendeteksian tepi pada citra Camera. Operasi ini menghasilkan semua tepi (edge) di dalam citra.



Gambar 2.13 *(a) Citra camera, (b) citra hasil pendeteksian seluruh tepi*

6. Rekonstruksi citra (*image reconstruction*).

Jenis operasi ini bertujuan untuk membentuk ulang objek 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. [11]

2.5 Resolusi Citra

Resolusi citra merupakan tingkat detail suatu citra. Semakin tinggi resolusi citra maka akan semakin tinggi pula tingkat detail dari citra tersebut. Satuan dalam pengukuran resolusi citra dapa berupa ukuran fisik (jumlah garis per mm/jumlah garis per inchi) ataupun dapat juga berupa ukuran citra menyeluruh (jumlah garis per tinggi citra). Resolusi sebuah citra dapat diukur dengan beberapa cara sebagai berikut :

1. Resolusi pixel
2. Resolusi spasial
3. Resolusi spektral
4. Resolusi temporal
5. Resolusi radiometrik

Resolusi pixel merupakan perhitungan jumlah pixel dalam sebuah citra digital. Sebuah citra dengan tinggi N pixel dan lebar M pixel berarti memiliki resolusi sebesar M x N. Resolusi pixel akan memberikan 2 buah angka integer yang secara berurutan akan mewakili jumlah pixel lebar dan jumlah pixel tinggi dari citra tersebut.

Pengertian lainnya dari resolusi pixel adalah merupakan hasil perkalian jumlah pixel lebar dan tingginya dan kemudian dibagi dengan 1 juta. Jenis resolusi pixel seperti ini sering kali dijumpai dalam kamera digital. Suatu citra yang memiliki lebar 2.048 pixel dan tinggi 1.536 pixel maka akan memiliki total pixel sebanyak 2.048 x 1.536 = 3.145.728 pixel atau 3,1 mega pixel.

Resolusi spasial menunjukkan seberapa dekat jarak setiap garis pada citra. Jarak tersebut tergantung dari sistem yang menciptakan citra tersebut. Resolusi spasial menghasilkan jumlah pixel per satuan panjang. Resolusi spasial dari sebuah monitor komputer adalah 72 hingga 100 garis per inchi atau dalam resolusi 72 hingga 100 ppi.

Resolusi spektrum membedakan intensitas ke dalam beberapa spektrum. Citra multi spektrum akan memberikan spektrum atau panjang gelombang yang lebih baik yang akan digunakan untuk menampilkan warna.

Resolusi temporal berkaitan dengan video. Suatu video merupakan kumpulan frame statis yang berupa citra yang berurutan dan ditampilkan secara cepat. Resolusi temporal memberikan jumlah frame yang dapat ditampilkan setiap detik dengan satuan *frame per second* (fps).

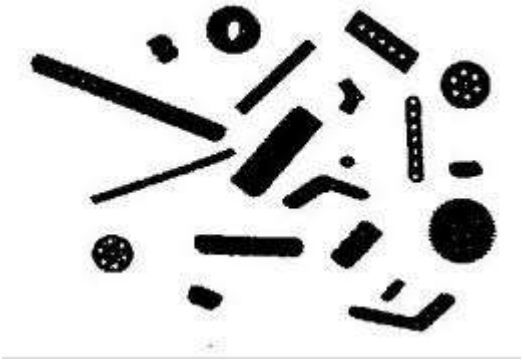
Resolusi radiometrik ini memberikan nilai atau tingkat kehalusan citra yang dapat ditampilkan dalam satuan bit contoh 8 bit dan citra 256 bit. Semakin tinggi resolusi radiometrik ini makan semakin baik perbedaan intensitas yang ditampilkan.[12]

2.6 Jenis Citra

Nilai suatu pixel memiliki nilai rentang tertentu, dari nilai minimum sampai nilai maksimum. Jangkauan yang digunakan berbeda-beda tergantung dari jenis warnanya. Namun secara umum jangkauannya adalah 0-255. Citra dengan penggambaran seperti ini digolongkan ke dalam citra integer. Berikut adalah jenis-jenis citra berdasarkan nilai pixelnya.[12]

2.6.1 Citra Biner

Citra biner adalah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai pixel yaitu hitam dan putih. Citra biner juga disebut sebagai citra B&W (*black and white*) atau citra monokrom. Hanya dibutuhkan1 bit untuk mewakilkan nilai setiap pixel dari citra biner.[12]



Gambar 2.14 *Citra biner*

2.6.2 Citra *Grayscale*

Citra *grayscale* merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pixelnya, dengan kata lain nilai bagian RED = GREEN = BLUE. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas. Warna yang dimiliki adalah warna dari hitam, keabuan, dan putih. Tingkatan keabuan disini merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam mendekati putih. Citra *grayscale* berikut memiliki kedalaman warna 8 bit (256 kombinasi warna keabuan).[12]



Gambar 2.15 *Citra warna grayscale*

2.6.3 Citra Warna (8 bit)

Setiap pixel dari citra warna (8 bit) hanya diwakili oleh 8 bit dengan jumlah warna maksimum yang dapat digunakan adalah 256 warna. Ada dua jenis citra warna 8 bit. Pertama, citra warna 8 bit dengan menggunakan palet warna 256 dengan setiap paletnya memiliki pemetaan nilai (*colormap*) RGB tertentu. Model ini lebih sering digunakan.[12]



Gambar 2.16 *Citra warna 8 bit*

2.6.4 Citra Warna (16 bit)

Citra warna ini biasa disebut sebagai citra *highcolor* dengan setiap pixelnya diwakili dengan 2 *byte memory* (16 bit). Warna 16 bit memiliki 65.536 warna. Dalam formasi bitnya, nilai komponen memiliki 5 bit ditambah 1 bit ekstra. Pemilihan komponen hijau dengan deret 6 bit dikarenakan penglihatan manusia sensitif terhadap warna hijau.[12]



Gambar 2.17 *Citra warna 16 bit*

2.6.5 Citra Warna (24 bit)

Setiap pixel dari citra warna 24 bit diwakili dengan 24 bit sehingga total 16.777.216 variasi warna. Variasi ini sudah lebih dari cukup untuk memvisualisasikan seluruh warna yang dapat dilihat penglihatan manusia. Penglihatan manusia dipercaya hanya dapat membedakan 10 juta warna saja.

Setiap poin informasi pixel (RGB) disimpan ke dalam 1 bye data. 8 bit pertama menyimpan nilai biru, kemudian diikuti dengan nilai hijau pada 8 bit kedua dan pada bit 8 bit terakhir merupakan warna merah.[12]



Gambar 2.18 *Citra warna 24 bit*

2.7 Elemen-elemen Citra Digital

Citra digital mengandung sejumlah elemen-elemen dasar. Elemen-elemen dasar tersebut dapat dimanipulasi dalam pengolahan citra seperti elemen kecerahan, kontras dan elemen-elemen dasar lain yang akan dijelaskan definisinya beserta contohnya.[13]

2.7.1 Kecerahan (*brightness*)

Kecerahan adalah intensitas cahaya yang dipancarkan pixel dari citra yang dapat ditangkap oleh sistem penglihatan. Lazimnya pada sebuah citra, kecerahan ini merupakan kecerahan rata-rata dari suatu daerah lokal. Sistem visual manusia

mampu menyesuaikan dirinya dengan tingkat kecerahan, mulai dari jangkauan terendah sampai yang tertinggi. [13]

2.7.2 Kontras (*contrast*)

Kontras merupakan sebaran terang (lightness) dan gelap (darkness) di dalam sebuah gambar. Citra dengan kontras rendah dicirikan oleh sebagian besar komposisi citranya adalah terang atau sebagian gelap. Pada citra dengan kontras yang baik, komposisi gelap dan terang tersebar secara merata.[13]

2.7.3 Kontur (*contour*)

Kontur adalah keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada pixel-pixel yang bertetangga. Karena adanya perubahan intensitas inilah mata kita mampu mendeteksi tepi-tepi (edge) objek di dalam citra.[13]

2.7.4 Warna (*color*)

Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang yang berbeda. Warna-warna yang diterima oleh mata manusia merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah red (R), green (G), dan blue (B). Persepsi sistem visual terhadap warna sangat relatif sebab dipengaruhi oleh banyak kriteria, salah satunya disebabkan oleh adaptasi yang menimbulkan distorsi. [13]

2.7.5 Bentuk (*shape*)

Shape adalah properti intrinsik dari objek tiga dimensi, dengan pengertian bahwa shape merupakan properti intrinsik utama untuk sitem visual manusia.

Pada umumnya, citra yang dibentuk oleh mata merupakan citra dua dimensi, sedangkan objek yang dilihat umumnya berbentuk tiga dimensi.[13]

2.7.6 Tekstur (*texture*)

Tekstur dicirikan sebagai distribusi spasial derajat keabuan didalam sekumpulan pixel-pixel yang bertetangga. Tekstur tidak dapat didefinisikan untuk sebuah pixel. Sistem visual manusia pada hakikatnya tidak menerima informasi citra secara independen pada setiap pixel, melainkan suatu citra dianggap sebagai suatu kesatuan. Resolusi citra yang diamati ditentukan oleh skala pada bagian mana tekstur tersebut dipersepsi. [13]

2.8 Analisis Citra

Analisis citra bertujuan untuk mengidentifikasi parameter-parameter yang diasosiasikan dengan ciri dari objek didalam citra, untuk selanjunya parameter tersebut digunkan dalam menginterpretasi citra. Analisis citra pada dasarnya terdiri dari tiga tahapan yaitu ekstraksi ciri, segmentasi dan klasifikasi. Faktor kunci dalam mengekstraksi ciri adalah kemampuan mendeteksi keberadaan tepi dari objek didalam citra. Setelah tepi objek diketahui, langkah selanjunya dalam analisis citra adalah segmentasi, yaitu mereduksi citra menjadi objek atau region. Langkah terakhir dari analisis citra adalah klasifikasi, yaitu memetakan segmen-segmen yang berbeda kedalam kelas objek yang berbeda pula.[13]

2.9 Pendeteksian Tepi

Pendeteksian tepi merupakan langkah pertama untuk melingkupi imformasi didalam citra. Tepi mencirikan batas-batas objek, oleh karena itu tepi

berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi objek didalam citra. Tujuan operasi pendeteksian tepi adalah untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek didalam citra.[13]

2.9.1 Konvolusi

Deteksi tepi merupakan salah satu proses pengolahan citra yang menggunakan filter atau penapis. Untuk mengaplikasikan penapis pada citra, digunakan metode konvolusi. Konvolusi dinyatakan dalam matriks, dimana setiap elemen matriks penapis tersebut dinamakan koefisien konvolusi. Operasi bekerja dengan menggeser kernel piksel per piksel, yang hasilnya kemudian disimpan dalam matriks baru.

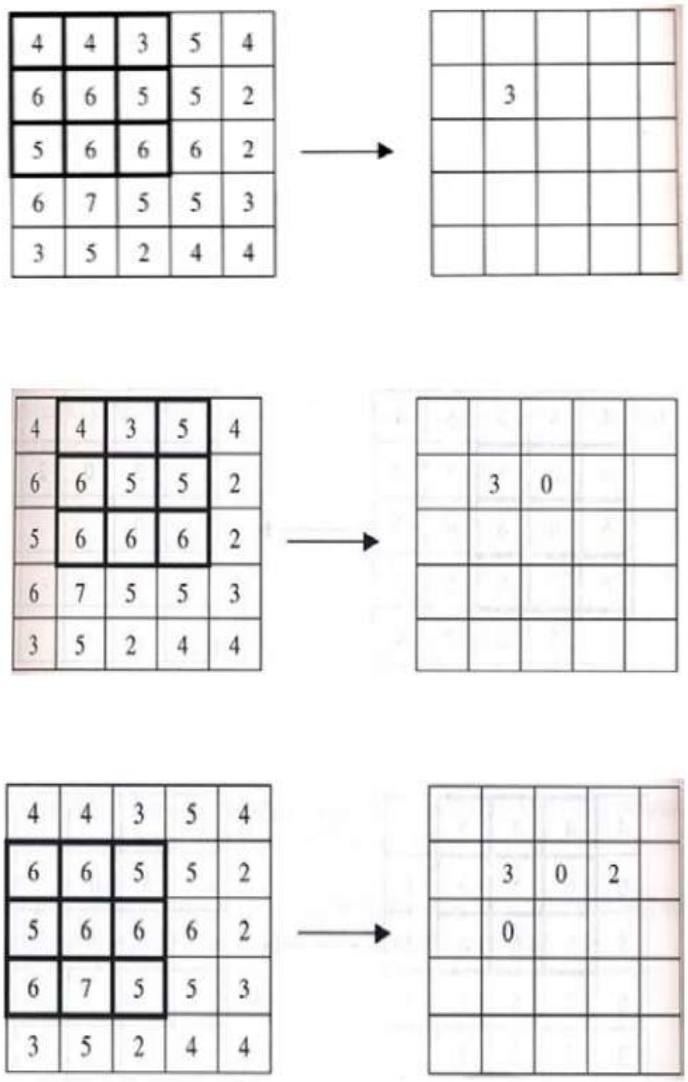
Untuk lebih jelasnya, berikut contoh konvolusi yang terjadi antara citra f(x,y) berukuran 5x5 dengan sebuah kernel berukuran 3x3 yang diperlihatkan pada gambar 2.19.

$$F(x,y) = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 3 & 5 & 4 \\ 6 & 6 & 5 & 5 & 2 \\ 5 & 6 & 6 & 6 & 2 \\ 6 & 7 & 5 & 5 & 3 \\ 3 & 5 & 2 & 4 & 4 \end{pmatrix} \qquad g(x,y) = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & .4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Gambar 2.19 *Matriks Citra dan Kernel sebelum Konvolusi*

Tanda .(titik) menunjukkan posisi (0,0) dari kernel

Tahapan untuk mendapatkan hasil konvolusi yang terjadi antara citra dan kernel diatas dapat dilihat pada Gambar 2.20.



.

.

.

Dan seterusnya

Gambar 2.20 *Tahapan Proses Pembentukan Konvolusi*

Sehingga diperoleh hasil akhir dari proses konvolusi tersebut, yang ditunjukkan pada gambar 2.21.[13]

	4	0	8	
	0	2	6	
	6	0	2	

Gambar 2.21 *Hasil Kovolusi Citra dan Kernel*

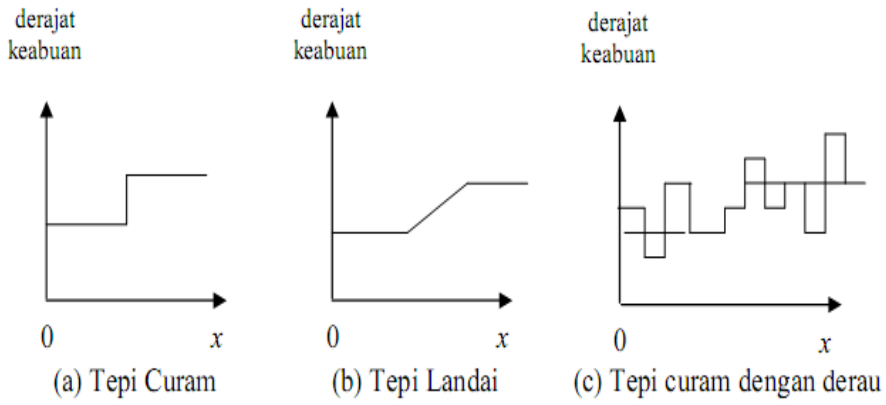
2.9.2 Definisi Tepi

Tepi (*edge*) adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang mendadak besar dalam jarak yang singkat. Tepi biasanya terdapat pada batas antara dua daerah berbeda pada suatu citra. Tepi dapat diorientasikan dengan satu arah, dan arah ini berbeda-beda bergantung pada perubahan intensitas.

Ada tiga macam tepi yang terdapat didalam citra digital ditunjukan pada gambar 2.22, yaitu :

1. Tepi curam yaitu tepi dengan perubahan intensitas yang tajam. Arah tepi berkisar 90^0.

2. Tepi landai yaitu tepi dengan sudut arah yang kecil. Tepi landai dapat dianggap terdiri dari sejumlah tepi-tepi lokal yang lokasinya berdekatan.
3. Tepi yang mengandung derau (noise). Umumnya tepi yang terdapat pada aplikasi komputer mengandung derau. Operasi peningkatan kualitas citra dapat dilakukan terlebih dahulu sebelum pendeteksian tepi.[12]



Gambar 2.22 *Jenis-jenis Tepi*

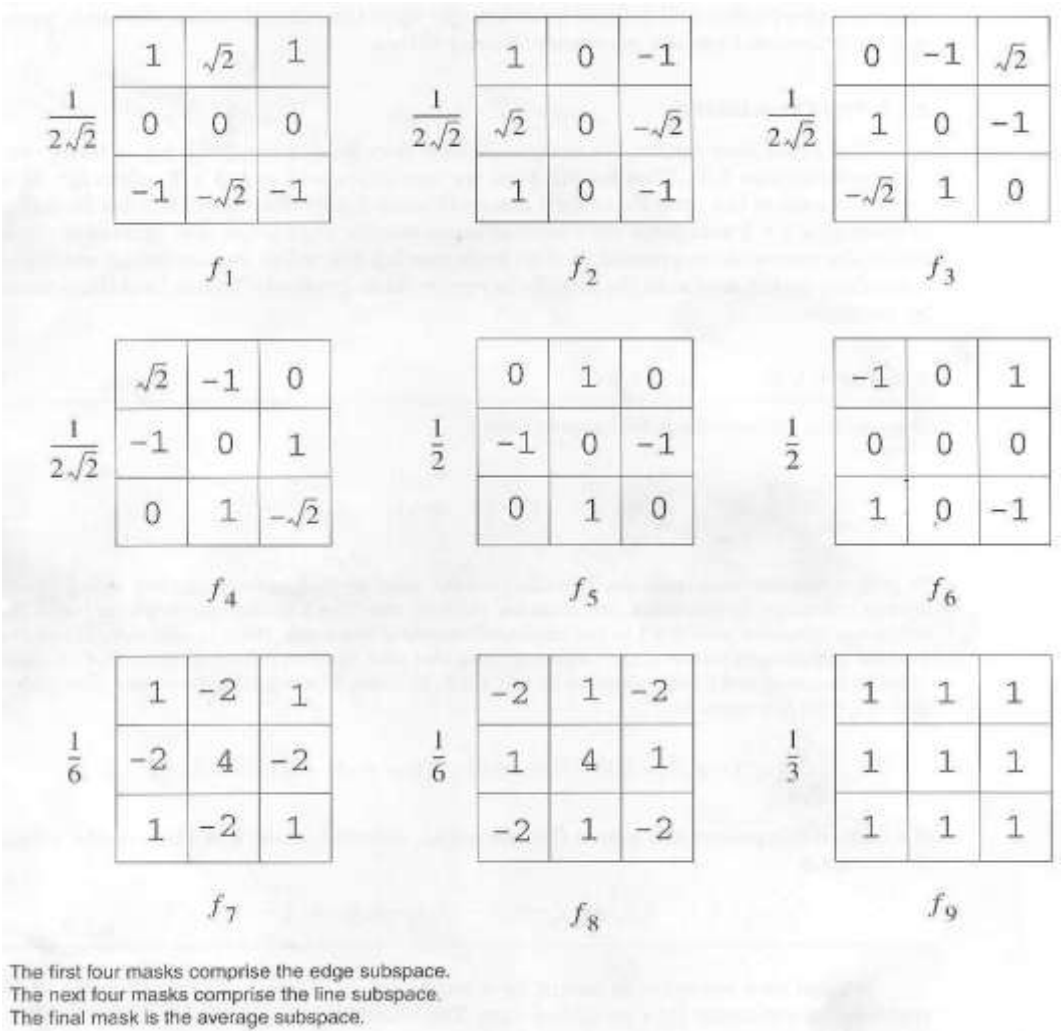
2.9.3 Tujuan Pendeteksian Tepi

Pendeteksian tepi merupakan langkah pertama untuk melingkupi informasi didalam citra. Tepi mencirikan batas-batas objek dan karena itu tepi berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi objek didalam citra. Tujuan operasi pendeteksian tepi adalah untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek didalam citra.[12]

2.10 Algoritma Frei Chen

Deteksi tepi yang menggunakan *Frei Chen mask* yang diimplementasikan oleh pemetaan vektor intensitas menggunakan transformasi linear dan kemudian mendeteksi tepi berdasarkan sudut antara intensitas vektor dan diproyeksikan kedalam ruang bagian tepi.

Frei Chen mask adalah *mask* yang unik, dimana semua berisi basis vektor. Ini d implementasikan pada area gambar 3X3 diwakili dengan jumlah sembilan *Frei Chen mask.*



Gambar 2.23 *Frei-Chen Mask*

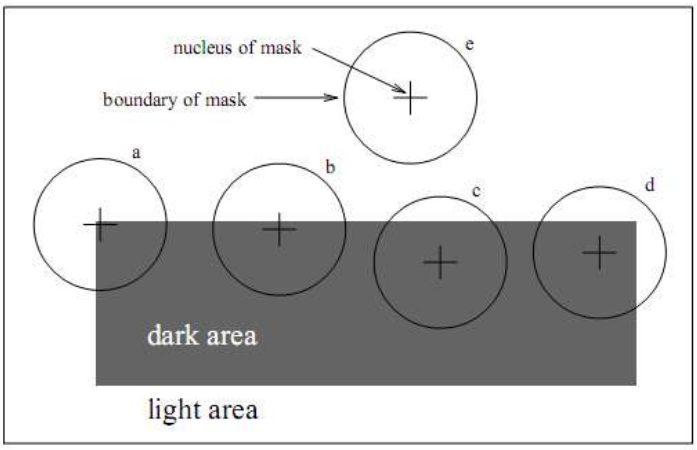
Dalam hal ini, kernel 1 sampai 4 digunakan untuk *subspace* tepi. 4 kernel selanjutnya untuk menghasilkan *subspace* garis. *Mask* terakhir untuk rata-rata *subspace.*

Jadi citra digital yang akan di deteksi tepi akan diproyeksikan pada *mask frei-chen* kemudian dilakukan perhitungan, hasil dari perhitungan tersebut diambil nilai bobotnya yang tidak bernilai nol, sehingga didapatkan hasil deteksi tepi.[1]

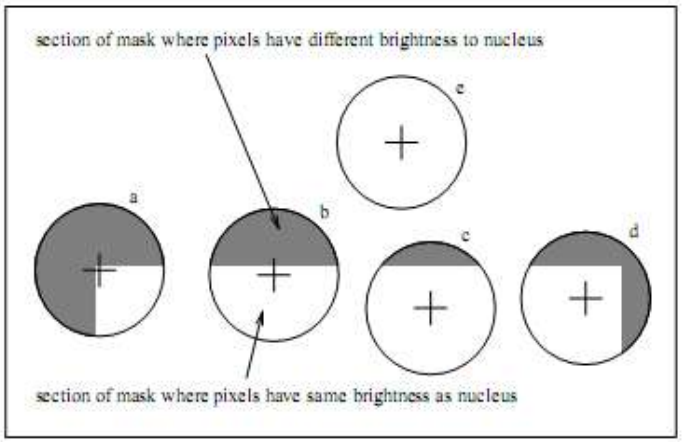
2.11 Algoritma SUSAN (Smallest Univalue Segment Assmilating Nucleus)

Ide dibalik algoritma ini adalah dengan menggunakan kesamaan nilai-nilai pixel tetangganya abu-abu sebagai klasifikasi kriteria. Daerah pada *SUSAN* berada pada maksimum wilayah regional.

Lokal area *SUSAN* berisi informasi mengenai struktur dari sebuah citra digital. Area ini daerah efektif untuk mencari dalam skal kecil. Bisa dilihat dalam gambar 2.24, area *SUSAN* berada pada kondisi maksimum ketika *nucleus* berada pada permukaan citra, jatuh ke setengan dari maksimum pada saat dekat tepi lurus, dan jatuh lebih jauh ketika di sudut. Area S*USAN* tersebut digunakan untuk menghasilkan tepi.



Gambar 2.24 *Circular masks dengan posisi yang berbeda pada sebuah citra*



Gambar 2.25 *Empat circular masks dengan warna yang serupa, USAN ditampilkan sebagai bagian putih dari mask*

Dari area yg di deteksi tersebut disebut *SUSAN (Smallest Univalue Segment Assimilating Nucleus*).

Karena Metode yang digunakan berdasarkan tingkat kecerahan(*brightness)* maka lebih efektif pada citra yang mempunyai tingkat *brightness* yang tinggi. Jadi pertama-tama citra diproyeksikan ke *circular mask SUSAN*, lakukan perbandingan

terhadap *circular mask* dengan citra asli. Kemudian hasil dari perbandingan tersebut di bandingkan dengan nilai *threshold,* apabila lebih kecil menghasilkan nilai piksel 1 dan sebaliknya akan menghasilkan nilai 0, sehingga deteksi tepi selesai dilakukan.[5]

2.12 Kriteria Penilaian Kualitas Citra

Pada bagian ini dibahas mengenai kriteria-kriteria penilaian baik-buruknya kualitas citra, yaitu kriteria penilaian secara obyektif dengan menggunakan suatu ukuran tertentu dan kriteria penilaian secara subyektif dengan berdasarkan pengamatan mata manusia.[10]

2.12.1 *Mean Square Error* (MSE)

Semakin kecil nilai *MSE* semakin kecil nilai *error* pada suatu citra.

Rumus MSE dapat dituliskan sebagai berikut :[10]

$$\text{MSE} = \frac{1}{M.N} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \left(f(x,y) - g(x,y) \right)^2 \qquad (2.3)$$

2.12.2 Peak Signal to Noise Ratio (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. Semakin tinggi nilainya, semakin tinggi mutunya.[10]

PSNR biasanya diukur dalam satuan desibel, berikut persamaannya:

$$\text{PSNR} = 20.\log 10 \left(\frac{255}{\sqrt{MSE}} \right) \quad (2.4)$$