

SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

Mata Kuliah : Pengolahan Citra Digital
Kode : IES 6323
Semester : VI
Waktu : 1 x 3x 50 Menit
Pertemuan : 6

A. Kompetensi

1. Utama

Mahasiswa dapat memahami tentang sistem pengolahan citra digital dan hal yang terkait secara umum.

2. Pendukung

Mahasiswa dapat mengetahui landasan matematis pengolahan citra digital

B. Pokok Bahasan

Operasi-operasi Dasar Pengolahan Citra

C. Sub Pokok Bahasan

- Level Komputasi
- Operasi Aritmatik
- Operasi Boolean
- Operasi Geometrik

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahapan Kegiatan	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media & Alat Peraga
Pendahuluan	1. Mereview materi sebelumnya 2. Menjelaskan materi-materi	Mendengarkan dan memberikan komentar	Notebook, LCD, Papan Tulis

	perkuliahan yang akan dipelajari.		
Penyajian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan tentang level komputasi 2. Menjelaskan operasi aritmatik 3. Menjelaskan operasi Boolean 4. Menjelaskan operasi Geometri 	<p>Memperhatikan, mencatat dan memberikan komentar.</p> <p>Mengajukan pertanyaan.</p>	<p>Notebook, LCD, Papan Tulis</p>
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengajukan pertanyaan kepada mahasiswa. 2. Memberikan kesimpulan. 3. Mengingatkan akan kewajiban mahasiswa untuk pertemuan selanjutnya. 	<p>Memberikan komentar.</p> <p>Mengajukan dan menjawab pertanyaan.</p>	<p>Notebook, LCD, Papan Tulis</p>

E. Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan cara memberikan pertanyaan langsung dan tidak langsung kepada mahasiswa

RENCANA KEGIATAN BELAJAR MINGGUAN

(RKBM)

Mata Kuliah : Pengolahan Citra Digital
Kode : IES 6323
Semester : VI
Waktu : 1 x 3x 50 Menit
Pertemuan : 6

Minggu ke-	Topik (Pokok Bahasan)	Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu (Menit)	Media
6	4.1 Level Komputasi 4.2 Operasi Aritmatik 4.3 Operasi Boolean 4.4 Operasi Geometrik	Ceramah, Diskusi Kelas	1 x 3 x 50'	Notebook, LCD, Papan Tulis

OPERASI-OPERASI DASAR PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

Citra digital dipresentasikan dengan matriks. Operasi pada citra digital pada dasarnya adalah memanipulasi elemen-elemen matriks. Elemen matriks yang dimanipulasi dapat berupa elemen tunggal (sebuah pixel), sekumpulan elemen yang berdekatan, atau keseluruhan elemen matriks.

4.1 Level Komputasi

Operasi-operasi yang dilakukan pada pengolahan citra dapat dikelompokkan ke dalam empat aras (level) komputasi, yaitu level titik, level lokal, level global, dan level objek.

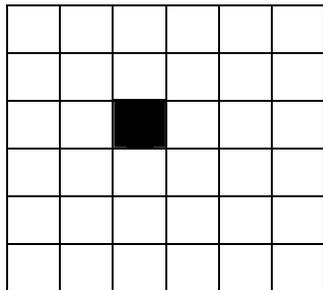
4.1.2 Level Titik

Operasi pada aras titik hanya dilakukan pada pixel tunggal didalam citra. Operasi titik dikenal juga dengan nama operasi pointwise. Operasi ini terdiri dari pengaksesan pixel pada lokasi yang diberikan, memodifikasinya dengan operasi-operasi linjar (linear) atau nirlinjar (nonlinear) dan menempatkan nilai pixel baru pada lokasi yang bersesuaian didalam citra yang baru. Operasi ini diulangi untuk keseluruhan pixel di dalam citra.

$$f_B(x,y) = O_{\text{titik}} \{f_A(x,y)\} \quad (4.1)$$

yang dalam hal ini f_A dan f_B masing-masing adalah citra masukan dan citra keluaran, O_{titik} dapat berupa operasi linear atau nonlinear. Yang dimaksud dengan operasi linear adalah operasi yang dapat dinyatakan secara matematis sebagai persamaan linear, kebalikannya adalah persamaan nonlinear.

Secara matematis, operasi pada level titik dinyatakan seperti gambar berikut.



Gambar 4.1 Operasi aras titik pada citra digital

Operasi pada level titik dapat dibagi menjadi tiga macam : berdasarkan intensitas, berdasarkan geometri, atau gabungan keduanya.

a. Berdasarkan intensitas.

Nilai intensitas u suatu pixel diubah dengan transformasi h menjadi nilai intensitas baru v

$$v = h(u), \quad u, v \in [0, L] \quad (4.2)$$

Contoh operasi titik berdasarkan intensitas adalah

- (i) Operasi pengambangan (*thresholding*). Pada operasi pengambangan, nilai intensitas pixel dipetakan ke salah satu dari dua nilai, a_1 atau a_2 , berdasarkan nilai ambang (*threshold*) T :

$$f(x, y)' = \begin{cases} a_1, & f(x, y) < T \\ a_2, & f(x, y) \geq T \end{cases} \quad (4.3)$$

Jika $a_1 = 0$ dan $a_2 = 1$, maka operasi pengambangan mentransformasikan citra hitam-putih ke citra biner. Dengan kata lain, nilai intensitas pixel semula dipetakan ke dua nilai saja : hitam dan putih. Nilai ambang yang dipakai dapat berlaku untuk keseluruhan pixel atau untuk wilayah tertentu saja (berdasarkan penyebaran nilai intensitas pada wilayah tersebut).



Gambar 4.2 Contoh Hasil Thresholding,
(a) Citra Lena Keabuan, (b) Citra Lena Biner (Hitam Putih)

Contoh operasi titik yang lain adalah :

Operasi negatif, yaitu mendapatkan citra negatif (*negative image*) meniru film negatif pada fotografi dengan cara mengurangi nilai intensitas pixel dari nilai keabuan maksimum. Misalnya pada citra dengan 256 derajat keabuan (8 bit), citra negatif diperoleh dengan persamaan :

$$f(x,y)' = 255 - f(x,y) \quad (4.4)$$

Sedangkan pada citra dengan 128 derajat keabuan,

$$f(x,y)' = 127 - f(x,y) \quad (4.5)$$

(ii) Pemotongan (*clipping*)

Operasi ini dilakukan jika nilai intensitas pixel hasil suatu operasi pengolahan citra terletak di bawah nilai intensitas minimum atau di atas nilai intensitas maksimum.

$$f(x,y)' = \begin{cases} 255, & f(x,y) > 255 \\ f(x,y), & 0 \leq f(x,y) \leq 255 \\ 0, & f(x,y) < 0 \end{cases} \quad (4.6)$$

Pemotongan (*clipping*) termasuk ke dalam operasi pengambangan juga.

(iii) Pencerahan citra (*image brightening*)

Kecerahan citra dapat diperbaiki dengan menambahkan (atau, mengurangi) sebuah konstanta kepada (atau dari) setiap pixel di dalam citra.

Secara matematis operasi ini ditulis sebagai :

$$f(x,y)' = f(x,y) + b \quad (4.7)$$

Penjumlahan Citra dengan konstanta



Jika b positif, kecerahan citra bertambah, sebaliknya jika b negatif kecerahan citra berkurang. Lihat contoh pencerahan citra pada Gambar 4.3 yang diterapkan pada citra gedung. Semula citra gedung tampak gelap, tetapi dengan menambahkan setiap nilai pixel dengan $b = 50$, citra gedung menjadi lebih terang.

b. Berdasarkan geometri.

Posisi pixel diubah ke posisi yang baru, sedangkan intensitasnya tidak berubah. - Contoh operasi titik berdasarkan geometri misalnya pemutaran (rotasi), pergeseran (transisi), penskalaan (dilatasi), pembetulan distorsi geometri .

c. Gabungan intensitas dan geometri.

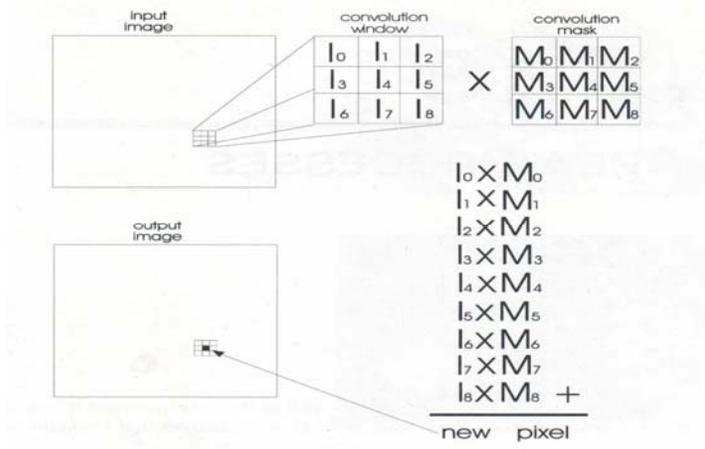
Operasi ini tidak hanya mengubah nilai intensitas pixel, tapi juga mengubah posisinya. Misalnya image morphing, yaitu perubahan bentuk objek beserta nilai intensitasnya.

4.1. 2 Level Lokal

Operasi pada level lokal menghasilkan citra keluaran yang intensitas suatu pixel bergantung pada intensitas pixel-pixel tetangganya. (Gambar 4.4).

$$f_B(x,y)' = Okkal\{f_A(x_i,y_j) \in N(x,y)\} \quad (4.8)$$

(keterangan: N = neighborhood, yaitu pixel-pixel yang berada di sekitar (x, y))



Gambar 4.4. Operasi Level Lokal

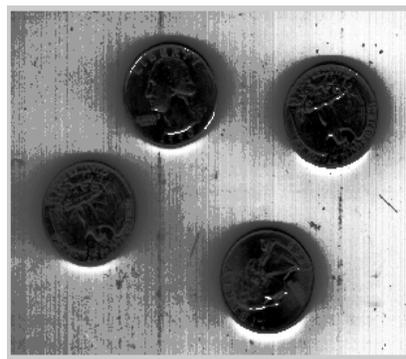
Contoh operasi level lokal adalah operasi konvolusi untuk mendeteksi tepi (*edge detection*) dan pelembutan citra (*image smoothing*).

4.1.3 Level Global

Operasi pada aras global menghasilkan citra keluaran yang intensitas suatu pixel bergantung pada intensitas keseluruhan Pixel (Gambar 4.5).

$$f_B(x,y)' = O_{\text{global}}\{f_A(x,y)\} \quad (4.9)$$

contoh operasi beraras global adalah operasi penyetaraan histogram untuk meningkatkan kualitas citra (akan dibahas pada kuliah selanjutnya).



(a) Citra Koin (original)

(b) Citra Koin setelah Perataan Histogram

Gambar 4.5 Citra dengan Proses Perataan Histogram

(Gambar diperoleh dengan menggunakan Software MATLAB 7.0.4)

4.1.4 Level Objek

Operasi jenis ini hanya dilakukan pada objek tertentu di dalam citra. Tujuan dari operasi pada level objek adalah untuk mengenali objek tersebut, misalnya dengan menghitung rata-rata intensitas, ukuran, bentuk, dan karakteristik lain dari objek. Operasi aras objek adalah operasi yang sangat sulit, karena sebelumnya kita harus dapat menjawab : apakah objek itu, bagaimana menemukannya?

4.2 Operasi Aritmetika

Karena citra digital adalah matriks, maka operasi-operasi aritmetika matriks juga berlaku pada citra. Operasi matriks yang dapat dilakukan adalah :

1. Penjumlahan atau pengurangan antara dua buah citra. A dan B :

$$C(x, y) = A(x, y) \pm B(x, y),$$

2. Perkalian dua buah citra:

$$C(x, y) = A(x, y) B(x, y),$$

3. Penjumlahan/pengurangan citra A dengan scalar C :

$$B(x, y) = A(x, y) \pm c,$$

4. Perkalian/pembagian citra A dengan sebuah skalar c:

$$B(x, y) = c - A(x, y)$$

Ditinjau dari level komputasi, operasi aritmetika termasuk kedalam operasi level titik. Penjelasan masing-masing operasi aritmetika matriks adalah sebagai berikut.

4.2.1 Penjumlahan Dua Buah citra Persamaannya:

Persamaannya:

$$C(x, y) = A(x, y) + B(x, y) \quad (4.10)$$

C adalah citra baru yang intensitas setiap pixel-nya adalah jumlah dari intensitas tiap pixel pada A dan B. Jika hasil penjumlahan intensitas lebih besar dari 255, maka intensitasnya dibulatkan ke 255. Operasi penjumlahan citra dapat digunakan untuk mengurangi pengaruh derau (*noise*) di dalam data, dengan cara merata-ratakan derajat keabuan setiap pixel dari citra yang sama yang diambil berkali-kali. Misalnya untuk citra yang sama direkam dua kali, f1 dan f2, lalu dihitung intensitas rata-rata untuk setiap pixel. Hasil operasi mungkin bernilai riil, karena itu semua nilai riil tersebut perlu dibuatkan ke nilai bulat terdekat, maksimum adalah 255.

4.2.2 Pengurangan Dua Buah Citra

Persamaannya:

$$C(x, y) = A(x, y) - B(x, y) \quad (4.11)$$

C adalah citra baru yang intensitas setiap pixelnya adalah selisih antara intensitas pixel pada A dan B.

Ada kemungkinan hasil operasi ini menghasilkan nilai negatif, oleh karena itu, operasi pengurangan citra perlu melibatkan operasi clipping.

Contoh aplikasi operasi pengurangan citra adalah untuk memperoleh suatu objek dari dua buah citra. Citra pertama misalnya foto sebuah ruangan yang kosong, citra kedua adalah foto ruangan yang sama tetapi ada orang di dalamnya. Hasil pengurangan citra kedua dengan gambar pertama menghasilkan citra yang latar belakangnya hitam, sedangkan latar depannya (objek orang) berwarna putih.

Pengurangan citra juga dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan yang terjadi selama selang waktu tertentu bila dua buah citra yang diambil adalah citra dari adegan yang sama. Teknik semacam ini dipakai pada *moving images*.

4.1.3. Perkalian Citra

Persamaannya :

$$C(x,y) = A(x,y) B(x,y) \quad (4.12)$$

Perkalian citra sering digunakan untuk mengoreksi ketidaklinearan sensor dengan cara mengalikan matriks citra dengan matrik koreksi. Jadi, dalam hal ini A adalah citra sedangkan B adalah matriks koreksi. Hasil operasi mungkin bernilai riil, karena itu semua nilai dibulatkan ke nilai bulat terdekat, nilai maksimum adalah 255.

Contoh 4.1 Mengalikan citra A dengan matriks koreksi :

$$\begin{bmatrix} 0 & 12 & 142 & 255 \\ 1 & 6 & 40 & 254 \\ 24 & 0 & 20 & 255 \\ 30 & 2 & 10 & 240 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0.1 \\ 0.3 & 0.0 & 0.0 & 0.1 \\ 0.3 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \\ 0.4 & 0.1 & 0.0 & 0.1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 17 & 157 & 255 \\ 2 & 6 & 40 & 255 \\ 32 & 0 & 20 & 255 \\ 42 & 3 & 10 & 255 \end{bmatrix}$$

Matriks citra A

Matriks koreksi B

Matriks keluaran C

4.1.4 Penjumlahan/pengurangan citra dengan skalar

Persamaannya :

$$B(x,y) = A(x,y) \pm c \quad (4.13)$$

Penjumlahan citra A dengan skalar c adalah menambah setiap pixel di dalam citra dengan sebuah skalar c, dan menghasilkan citra baru B yang intensitasnya lebih terang dari pada A. Kenaikan intensitas sama untuk seluruh pixel yaitu c,

Pengurangan citra A dengan skalar c adalah mengurangi setiap pixel didalam citra dengan semua skalar c dan menghasilkan citra baru B yang intensitasnya lebih gelap dari B. Penurunan intensitas itu ama untuk seluruh pixel, yaitu c.

Contoh operasi penjumlahan/pengurangan citra dengan sebuah skalar adalah operasi pencerahan citra (lihat pembahasan operasi aras titik).

Baik operasi penjumlahan maupun pengurangan citra dengan sebuah skalar melibatkan operasi clipping.

4.1.5 Perkalian/pembagian Citra dengan Skalar

Persamaannya:

$$B(x,y) = c.A(x, y), \text{ dan } B(x, y) = A(x, y) / c \quad (4.14)$$

Perkalian citra A dengan skalar c menghasilkan citra baru B yang intensitasnya lebih terang daripada A. Kenaikan intensitas setiap pixel sebanding dengan c.

Operasi perkalian citra dengan skalar dipakai untuk kalibrasi kecerahan (*callibration of brightness*).

Pembagian citra A dengar skalar c menghasilkan citra baru B yang intensitasnya 0 lebih terang daripada A. Penurunan intensitas setiap pixel berbanding terbalik dengan c. Operasi pembagian citra dengan skalar dipakai untuk normalisasi kecerahan (*normalization of brightness*).

4.3 Operasi Boolean pada Citra

Selain operasi aritmetika, pemrosesan citra digital juga melibatkan operasi Boolean (and, or, dan not) :

$$\begin{aligned} C(x, y) &= A(x, y) \text{ and } B(x, y), \\ C(x, y) &= A(x, y) \text{ or } B(x, y), \\ C(x, y) &= \text{not } A(x, y) \end{aligned} \quad (4.15)$$

Operasi Boolean mempunyai terapan yang penting pada pemrosesan morfologi pada citra billet. Pada citra biner, operasi not dapat digunakan untuk menentukan komplemen dari citra.

4.3. Operasi Geometri pada Citra

Pada operasi geometrik, koordinat pixel berubah akibat transformasi, sedangkan intensitasnya tetap. Ini berbeda dengan dengan operasi aritmetika yang mana koordinat pixel tetap sedangkan intensitasnya berubah.

Operasi geomteri yang dilakukan misalnya translasi, rotasi, penskalaan citra dan pencerminan citra (*flipping*). Pengubahan geometri citra $f(x,y)$ menjadi citra baru $f'(x,y)$ dapat ditulis sebagai :

$$f'(x',y') = f(g_1(x,y), g_2(x,y)) \quad (4.16)$$

Yang dalam hal ini, $g_1(x)$ dan $g_2(y)$ adalah fungsi transformasi geometrik. Dengan kata lain,

$$\begin{aligned} x' &= g_1(x,y); \\ y' &= g_2(x,y) \end{aligned}$$

4.3.1 Translasi

Rumus translasi citra :

$$\begin{aligned} x' &= x + m \\ y' &= y + n \end{aligned} \quad (4.17)$$

yang dalam hal ini, m adalah besar pergeseran dalam arah x , sedangkan n adalah besar pergeseran dalam arah y . maka citra semula adalah A dan citra hasil translasi adalah B , maka translasi dapat diimplementasikan dengan menyalin citra dari A ke B .

$$B[x][y] = A[x + m][y + n] \quad (4.18)$$

4.3.2 Rotasi

Rumus rotasi citra:

$$\begin{aligned} x' &= x \cos(\theta) - y \sin(\theta) \\ y' &= x \sin(\theta) + y \cos(\theta) \end{aligned} \quad (4.19)$$

yang dalam hal ini, θ = sudut rotasi berlawanan arah jarum jam (lihat Gambar 4.6). Jika citra semula adalah A dan citra hasil rotasi adalah B , maka rotasi citra dan A ke B .

$$B[x'][y'] = B[x \cos(\theta) - y \sin(\theta)][x \sin(\theta) + y \cos(\theta)] = A(x)(y) \quad (4.20)$$



Gambar 4.6. Rotasi Citra Zelda sejauh 90° berlawanan arah jarum jam

Jika sudut rotasinya 90° , maka implementasinya lebih mudah dilakukan dengan cara menyalin pixel-pixel baris ke pixel-pixel kolom pada arah rotasi (Gambar. 4.6). Rotasi 180° diimplementasikan dengan melakukan rotasi 90° dua kali.

4.3.3 Penskalaan Citra

Penskalaan citra, disebut juga *image zooming*, yaitu pengubahan ukuran citra (membesar/*zoom out* atau mengecil/*zoom in*).

Rumus penskalaan citra :

$$\begin{aligned} x' &= s_x \cdot x \\ y' &= s_y \cdot y \end{aligned} \quad (4.21)$$

yang dalam hal ini, s_x dan s_y adalah faktor skala masing-masing dalam arah x dan arah y.

jika citra semula adalah A dan citra hasil penskalaan adalah B, maka penskalaan citra dinyatakan sebagai :

$$B[x'][y'] = B[s_x \cdot x][s_y \cdot y] = A[x][y] \quad (4.22)$$

Operasi zoom out dengan faktor 2 (yaitu, $s_x = s_y = 2$) diimplementasikan dengan menyalin setiap pixel sebanyak 4 kali. Jadi, citra 2 x 2 pixel akan menjadi 4 x 4 pixel.

4.3.4 Flipping

Flipping adalah operasi geometri yang sama dengan pencerminan (*image reflection*). Ada dua macam flipping: horizontal dan vertikal .

Flipping horizontal adalah pencerminan pada sumbu-Y (cartesian) dari citra A menjadi citra B, yang diberikan oleh :

$$B[x][y] = A[N - x][y] \quad (4.23)$$

Flipping vertikal adalah pencerminan pada sumbu x (cartesian) dari citra A menjadi citra B, yang diberikan oleh :

$$B[x][y] = A[M - x][y] \quad (4.24)$$

Pencerminan pada garis $x = y$ dari citra A menjadi citra B diberikan oleh:

$$B[x][y] = A[y][x]$$