

Solusi Ujian Akhir Semester IF4073 Pemrosesan Citra Digital
 Semester 1 Tahun Akademik 2024/2025
 Jumat, 3 Januari 2025
 Waktu: 100 menit

1. a) Jelaskan mengapa operasi penapisan (*filtering*) pada model warna HSI memiliki lebih banyak keuntungan daripada model warna RGB dan CMY.
 b) Apa pengaruh penambahan 120° pada komponen *Hue* terhadap komponen R, G, dan B pada citra input?

(Nilai = 10)

Jawaban:

- a) Penapisan pada model warna HSI cukup dilakukan pada komponen I saja, bandingkan pada penapisan pada model RGB/CMY harus dilakukan pada masing-masing komponen warna (R, G, dan B)
 b) R menjadi G, G menjadi B, dan B menjadi R
2. Diberikan potongan citra 5×5 di bawah ini. Deteksi tepi di dalam citra dilakukan dengan operator Sobel. Dua *mask* operator Sobel, S_x dan S_y , diperlihatkan di bawah ini. Kekuatan tepi (*magnitude*) dihitung dengan rumus M.
- a) Lakukan deteksi tepi dengan operator Sobel tersebut. Pixel-pixel pinggir tidak perlu dikonvolusi. Tuliskan hasil konvolusinya.
 b) Lakukan *thresholding* untuk menentukan apakah sebuah pixel merupakan pixel tepi atau bukan. Ambil T adalah rata-rata semua kekuatan tepi. Jika merupakan pixel tepi maka nyatakan sebagai 1 dan pixel bukan tepi dinyatakan sebagai 0. Tuliskan citra tepinya.

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| 10 | 3 | 2 | 5 | 4 |
| 11 | 8 | 3 | 1 | 6 |
| 7 | 5 | 6 | 2 | 7 |
| 2 | 1 | 9 | 4 | 2 |
| 2 | 3 | 3 | 0 | 1 |

F

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

$$M = |F * S_x| + |F * S_y| \quad (\text{Nilai: 20})$$

Jawaban:

a)

$$F * S_x = \begin{bmatrix} -25 & -15 & 9 \\ -3 & -10 & -2 \\ 14 & 0 & -15 \end{bmatrix}$$

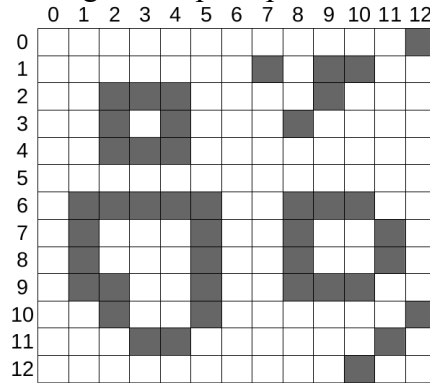
$$F * S_y = \begin{bmatrix} -5 & -7 & -1 \\ 17 & -8 & -8 \\ 12 & 10 & 13 \end{bmatrix}$$

$$M = \begin{bmatrix} 30 & 22 & 10 \\ 20 & 18 & 10 \\ 26 & 10 & 28 \end{bmatrix}$$

b) $T = (30 + 22 + 10 + 20 + 18 + 10 + 26 + 10 + 28)/9 = 19,3$

$$\text{Citra tepi} = \begin{bmatrix} * & * & * & * & * \\ * & 1 & 1 & 0 & * \\ * & 1 & 0 & 0 & * \\ * & 1 & 0 & 1 & * \\ * & * & * & * & * \end{bmatrix}$$

3. Misalkan transformasi Hough diterapkan pada citra di bawah ini:



- (a) Berapa nilai maksimum pada sel akumulator?
- (b) Berapa nilai (r, θ) pada sel akumulator yang bernilai maksimum tersebut?

(Nilai = 10)

Jawaban:

- (a) 8, untuk titik-titik pada baris ke-6
- (b) Dari pengamatan, $r =$ jarak dari titik asal ke garis pada baris 6 = 6, sudut garis = 0
Jadi, $(r, \theta) = (6, 0^\circ)$

4. Di dalam layer konvolusi pada sebuah arsitektur CNN, misalkan citra input berukuran 227 x 227 dan kernel berukuran 3 x 3.

- (a) Jika pixel-pixel pinggir tidak dikonvolusi dan asumsikan tidak ada *padding*, maka jika digunakan *stride* = 4, tentukan ukuran *feature map*.
- (b) Jika pixel-pixel pinggir dikonvolusi dengan melakukan *padding* selebar 1 *pixel*, maka jika digunakan *stride* = 2, tentukan ukuran *feature map*.

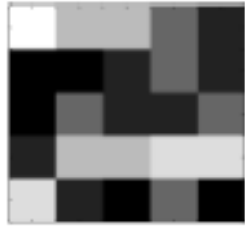
(Nilai = 10)

Jawaban:

(a) $d = \frac{W-N+2P}{s} + 1 = \frac{227-3+0}{4} + 1 = 57$. Ukuran feature map: 57 x 57

(b) $d = \frac{W-N+2P}{s} + 1 = \frac{227-3+2}{2} + 1 = 114$. Ukuran feature map: 114 x 114

5. Tinjau citra berukuran 5 x 5 (kiri) dan memiliki nilai-nilai pixel (kanan) sebagai berikut:



| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 180 | 160 | 160 | 140 | 120 |
| 110 | 110 | 120 | 140 | 120 |
| 110 | 140 | 120 | 120 | 140 |
| 120 | 160 | 160 | 170 | 170 |
| 170 | 120 | 110 | 140 | 110 |

- Hitung peluang kemunculan untuk setiap nilai keabuan
- Berapa jumlah minimum bit untuk setiap nilai keabuan pada citra tersebut?
- Lakukan pemampatan citra dengan metode Huffman lalu tentukan kode Huffman untuk setiap nilai keabuan.
- Hitung panjang rata-rata bit untuk mengkodekan nilai pixel jika dikodekan dengan panjang kode tetap (*fixed-length code*) dan panjang rata-rata bit jika dikodekan dengan kode Huffman.
- Hitung nisbah pemampatan citra

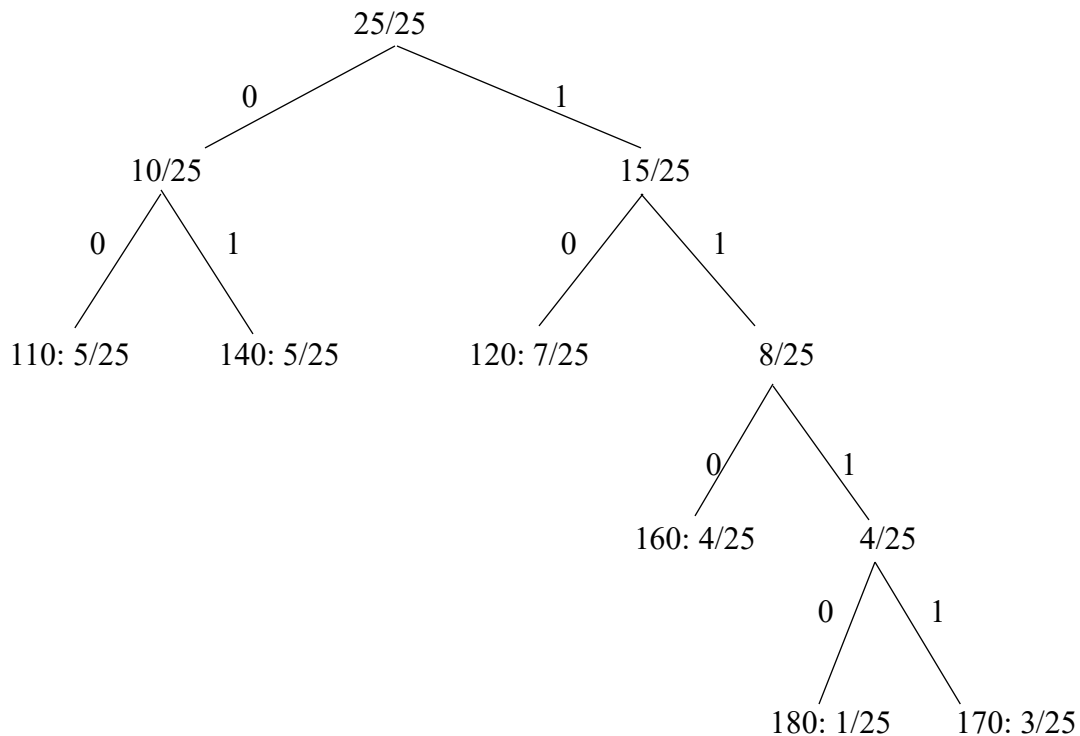
(Nilai = 25)

Jawaban:

(a) 180 : 1/25; 170 : 3/25; 160 : 4/25; 110 : 5/25; 140 : 5/25; 120 : 7/25

(b) Entropi = $-(1/25 \log(1/25) + 3/25 \log(3/25) + 4/25 \log(4/25) + 5/25 \log(5/25) + 5/25 \log(5/25) + 7/25 \log(7/25)) = 2.418$

(c)



Kode Huffman untuk setiap nilai pixel:

| | | |
|----------|-----------|------------|
| 110 : 00 | 140 : 01 | 180 : 1110 |
| 120 : 10 | 160 : 110 | 170 : 1111 |

(d) Fixed length = 8 bit

$$\text{Huffman average length} = (5/25)(2) + (5/25)(2) + (7/25)(2) + (4/25)(3) + (3/25)(4) + (1/25)(4) = 2,48 \text{ bit}$$

(e) nisbah = $2,48/8 \times 100\% = 31\%$

6. Diberikan citra F berukuran 4 x 4, setelah dikompresi dengan metode JPEG menghasilkan citra F' sebagai berikut:

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 120 | 124 | 125 | 126 |
| 118 | 120 | 121 | 123 |
| 121 | 122 | 121 | 125 |
| 120 | 122 | 124 | 125 |

F

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 122 | 120 | 120 | 120 |
| 110 | 112 | 124 | 118 |
| 125 | 120 | 111 | 121 |
| 123 | 117 | 115 | 130 |

F'

Hitung PSNR citra setelah dimampatkan.

(Nilai = 10)

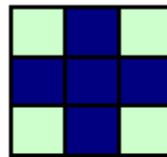
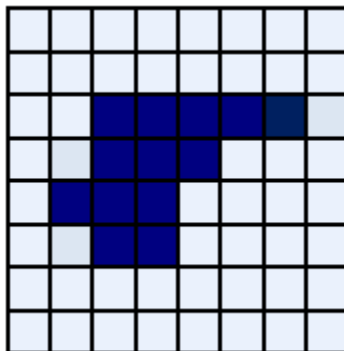
Jawaban:

$$\text{rms} = \sqrt{\frac{1}{M \times N} (F - F')^2} = \sqrt{\frac{1}{16} (519)} = 5,6954$$

$$\text{PSNR} = 20 \log_{10} (b/\text{rms}) = 20 \log_{10} (255/5,6954) = 33,02033$$

7. Diberikan citra F berukuran 8 x 8 sebagai berikut dan sebuah elemen pentruktur.

- Tentukan hasil morfologi jika dilakukan operasi erosi pada citra F
- Tentukan hasil morfologi jika dilakukan operasi dilatasi pada citra F
- Tentukan hasil morfologi jika dilakukan operasi *opening* pada citra F

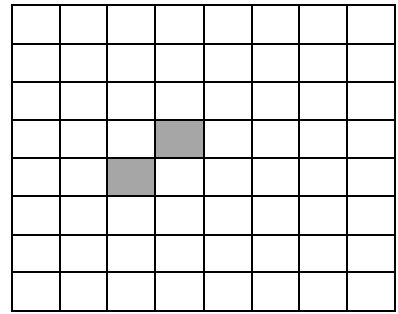


Structuring Element

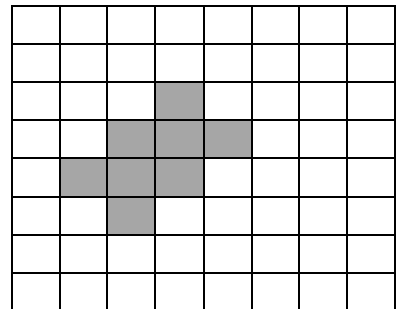
(Nilai: 15)

Jawaban:

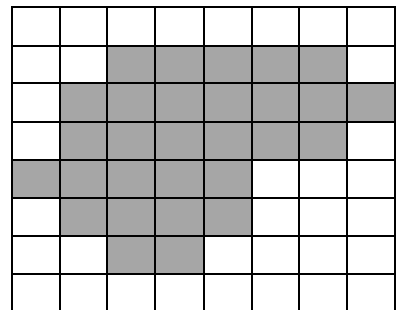
(a)



(b)



(c)



8. Apa perkiraan nilaimu untuk mata kuliah ini? (A/AB/B/BC/C/D/E)

(Nilai: 2)