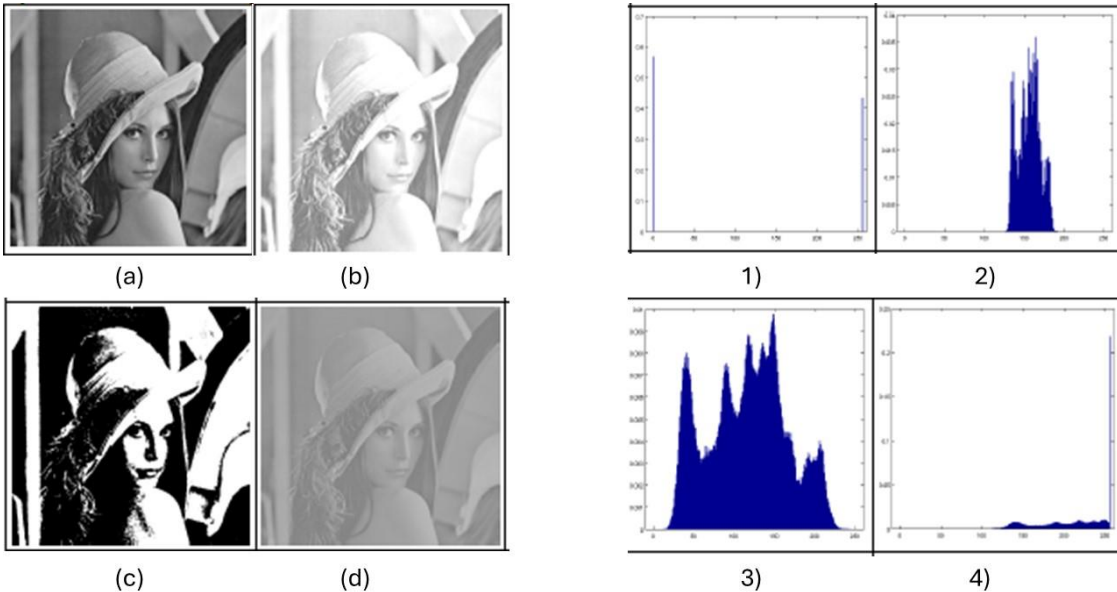


Solusi Ujian Tengah Semester IF4073 Pemrosesan Citra Citra  
 Semester 1 Tahun Akademik 2024/2025  
 Selasa, 29 Oktober 2024  
 Waktu: 100 menit

1. Untuk bermacam-macam kondisi citra Lena di bawah ini, pasangkan setiap citra dengan histogram yang bersesuaian: **(Nilai: 10)**



**Jawaban:**

- a – 3
- b – 4
- c – 1
- d – 2

2. Sebuah citra akan dilakukan perbaikan kontras dengan metode *contrast stretching*. Diketahui nilai keabuan terendah pada histogram citra tersebut adalah 50 dan nilai keabuan tertingginya 200. Dua buah pixel pada citra input nilainya berturut-turut 65 dan 180, berapa nilai keabuan yang baru pada citra hasil *contrast stretching*? **(Nilai: 10)**

**Jawaban:**

$$a) \quad s = 255 \frac{(r-rmin)}{(rmax-rmin)} = 255 \frac{(65-50)}{(200-50)} = 255 \frac{15}{150} = 25,5$$

$$b) \quad s = 255 \frac{(r-rmin)}{(rmax-rmin)} = 255 \frac{(180-50)}{(200-50)} = 255 \frac{130}{150} = 221$$

3. Diberikan citra berukuran 8 x 8 dengan 10 derajat keabuan sebagai berikut:

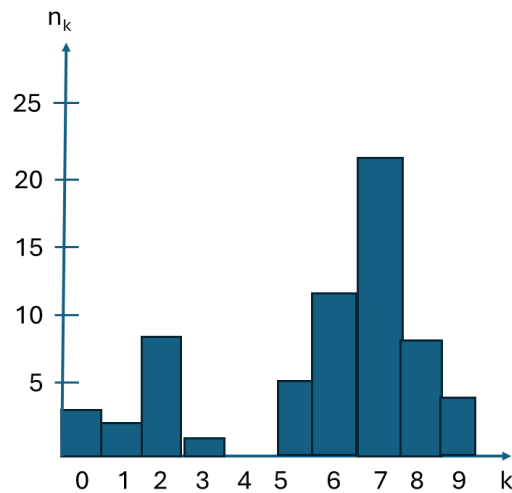
0	5	7	7	5	8	7	8
7	2	6	2	6	5	6	8
6	9	7	7	0	7	2	7
6	6	1	7	6	7	7	5
9	6	0	7	8	2	6	7
2	8	8	2	7	6	7	8
7	3	2	6	1	7	5	8
9	9	5	6	7	7	7	7

- (a) Gambarkan histogram citra semula  
 (b) Lakukan perataan histogram (*histogram equalization*), perhatikan proses perhitungannya, lalu tampilkan citra hasil perataan histogram  
 (c) Gambarkan histogram hasil perataan. (Nilai: 15)

Jawaban:

(a)

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n <sub>k</sub>	3	2	7	1	0	6	12	21	8	4



(b)

j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n <sub>j</sub>	3	2	7	1	0	6	12	21	8	4
n <sub>j</sub> /n	3/64	2/64	7/64	1/64	0	6/64	12/64	21/64	8/64	4/64
$s = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$	3/64	5/64	12/64	13/64	13/64	19/64	31/64	52/64	60/64	60/64
[s x 9]	0	0	1	1	1	2	4	7	8	9

Catatan: jawaban dengan metode pembulatan ke angka terdekat (jika  $\geq 5$ ) juga dibenarkan

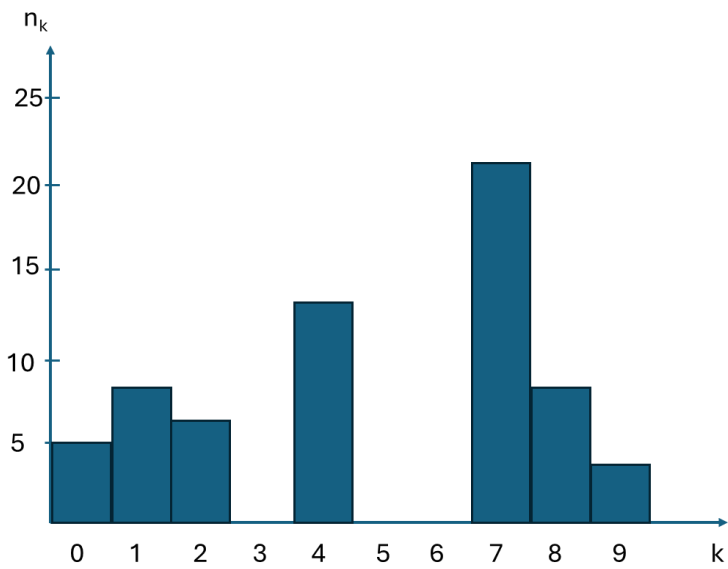
(c)

0	2	7	7	2	8	7	8
7	1	4	1	4	2	4	8
4	9	7	7	0	7	1	7
4	4	0	7	4	7	7	2
9	4	0	7	8	1	4	2
1	8	8	1	7	4	7	8
7	1	1	4	0	7	2	8
9	9	2	4	7	7	7	7

(d)

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$n_k$	5	8	6	0	12	0	0	21	8	4

Gambar histogram:



4. Diberikan citra berukuran 4 x 4 sebagai berikut:

12	10	8	6
10	8	6	4
8	6	4	2
6	4	2	0

Tentukan citra hasil konvolusi dengan penapis  $W = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ . Pixel-pixel pinggir juga dikonvolusi, lakukan *padding* dengan 0 untuk *pixel-pixel* pinggir. **(Nilai: 15)**

**Jawaban:**

Citra setelah *padding* dengan 0:

0	0	0	0	0	0
0	12	10	8	6	0
0	10	8	6	4	0
0	8	6	4	2	0
0	6	4	2	0	0
0	0	0	0	0	0

Hasil konvolusi:

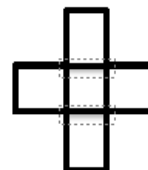
12	4	3	4
16	8	6	5
13	6	4	2
8	3	2	0

Nilai 12 diperoleh dengan:

$(0)(0) + (0)(1/2) + (0)(0) + (0)(-1/2) + (12)(1) + (10)(-1/2) + (0)(0) + (10)(1/2) + (8)(0) = 12$   
 Nilai-nilai yang lain diperoleh dengan cara yang sama, dengan menggeser penapis satu pixel ke kanan (ke bawah)

5. Diberikan citra berukuran 4 x 4 dan sebuah *mask* berbentuk + seperti di bawah ini.

100	110	160	120
80	90	100	100
90	90	50	120
40	100	19	150



Citra tersebut ditapis (*filtering*) dengan *midpoint filter* menggunakan *mask* seperti di atas. *Pixel-pixel* pinggir juga ditapis, lakukan *padding* dengan 0 untuk *pixel-pixel* pinggir.

(Nilai: 15)

**Jawaban:**

Citra setelah padding dengan 0:

0	0	0	0	0	0
0	100	110	160	120	0
0	80	90	100	100	0
0	90	90	50	120	0
0	40	100	19	150	0
0	0	0	0	0	0

Hasil penapisan:

55	80	80	80
50	95	105	60
45	75	69	75
50	50	75	75

6. Transformasi Fourier 2-D memiliki persamaan sbb.

$$F_{u,v} = \frac{1}{NM} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} f_{x,y} e^{-i2\pi(ux/N+vy/M)} \quad , u \text{ dan } v = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

Lakukan transformasi Fourier untuk citra 2 x 2 sebagai berikut:

128 127

132 130

Selanjutnya hitung spektrum Fourier-nya. Sebagai informasi, ingatlah kesamaan Euler:

$$e^{\pm ix} = \cos(x) \pm i \sin(x)$$

(Nilai: 15)

**Jawaban:**

129,25      0,75

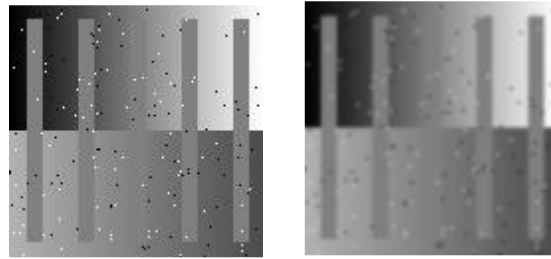
-1,75      -0.25

Spektrum Fourier:

129,25      0.75

1,75      0.25

7. Diberikan gambar di bawah ini, sebelum penapisan (kiri) dan sesudah penapisan (kanan):



Jelaskan penapis apa yang digunakan untuk menghasilkan gambar di sebelah kanan?

(Nilai: 10)

**Jawaban:** menggunakan penapis rerata (averaging filter.mean filter) atau penapis gaussian

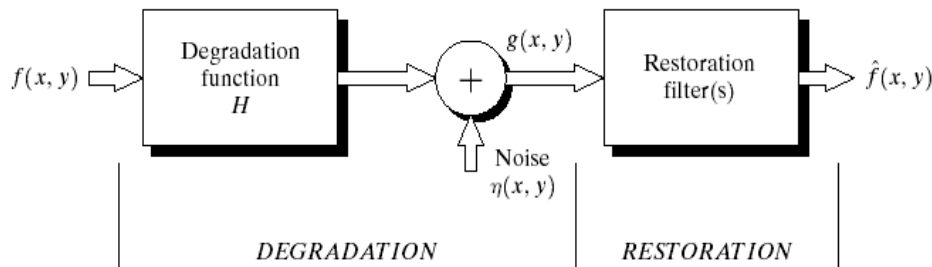
8. Pertanyaan tentang restorasi citra:

- (a) Gambarkan dan tuliskan model persamaan yang menggambarkan terbentuknya citra terdegradasi, baik dalam ranah spasial, maupun dalam ranah frekuensi, jelaskan masing-masing symbol di dalam persamaan.
- (b) Tuliskan persamaan *inverse filtering* atau dekonvolusi untuk merekonstruksi citra original dari citra yang mengalami motion blur.
- (c) Tuliskan dan jelaskan dua buah filter/ algoritma yang digunakan untuk merekonstruksi citra yang mengalami motion blur

(Nilai: 15)

**Jawaban:**

(a)



$f(x,y)$  : citra input

$H$ : fungsi degradasi

$\hat{f}(x,y)$ : estimasi citra semula

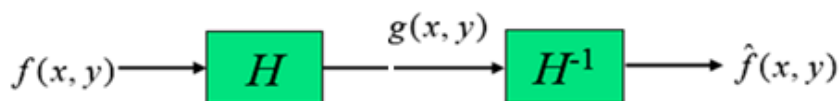
$g(x,y)$ : citra degradasi

$h(x,y)$  : derau aditif

Dalam ranah spasial:  $g(x,y) = f(x,y)*h(x,y) + n(x,y)$

Dalam ranah frekuensi:  $G(u,v)=F(u,v)H(u,v) + N(u,v)$

(b) Dengan asumsi tidak ada derau aditif, maka:



$$\hat{f}(x,y) = g(x,y)h^{-1}(x,y)$$
$$\hat{F}(u,v) = G(u,v)H^{-1}(u,v) = \frac{G(u,v)}{H(u,v)}$$

(c) Penapis Wiener dan Algoritma Lucky-Richardson

Penapis Wiener efektif bila karakteristik frekuensi citra dan derau aditif diketahui. Jika tidak ada derau aditif, penapis Wiener menjadi penapis yang ideal. Penapis Wiener mengestimasi  $\hat{f}$  dengan meminimumkan galat, yaitu selisih citra asli dengan citra hasil restorasi.

Algoritma Lucy-Richardson (L-R) adalah algoritma restorasi iteratif yang dikembangkan secara independen oleh Richardson (1972) dan Lucy (1974). Algoritma ini efektif jika kita mengetahui PSF tetapi hanya mengetahui sedikit mengenai derau aditif pada citra. Algoritma L-R pada mulanya digunakan untuk merestorasi citra astronomi, sebelum akhirnya digunakan juga secara luas untuk merestorasi sembarang citra yang mengalami kekaburan.

**Total Nilai = 105**