

PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

PERBAIKAN CITRA PADA DOMAIN SPASIAL (2)



Program Studi Teknik Informatika
Institut Teknologi Sumatera
2019

TUJUAN

Memberikan pemahaman kepada mahasiswa mengenai berbagai teknik perbaikan citra pada domain spasial, antara lain : *Frekuensi*

- Dasar pemfilteran pada domain spasial: Korelasi dan Konvolusi
- Filter Spasial Linear: Mean Filter dan Gaussian Filter
- Filter Penghalusan
- Filter Spasial Non Linear: Mean, Median, Min, Max
- Perbaikan menggunakan operator aritmatik/logik

DASAR-DASAR PEMFILTERAN DOMAIN SPASIAL

Aras lokal / tetangga

- Filter adalah sebuah alat untuk meloloskan (menerima) komponen tertentu dan menghilangkan (menolak) komponen yang lain.
- Biasanya filter disebut juga sebagai mask atau kernel atau window, berupa kumpulan piksel berukuran 2x2, atau 3x3 atau 5x5 dan seterusnya tergantung kebutuhan.
- Istilah domain spasial sebenarnya merujuk pada bidang citra itu sendiri, dan pendekatan yang digunakan pada metode ini berdasarkan atas manipulasi secara langsung terhadap kumpulan piksel dari sebuah citra.

KORELASI

- **Korelasi** adalah perkalian antara dua buah fungsi $f(x,y)$ dan $g(x,y)$. Untuk fungsi diskrit korelasi didefinisikan:

citra 1 / matrix 1

citra 2 / matrix 2

hasil

$$h(x, y) = f(x, y) * g(x, y) = \sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^N f(k, l) \cdot g(x - k, y - l)$$

Dimana x, y, k , dan l adalah variable bebas yang memiliki nilai diskrit yang berupa posisi titik di dalam citra. M dan N adalah batas titik tetangga yang masih memberikan pengaruh ke titik yang sedang ditinjau untuk arah vertikal dan horizontal.

KORELASI

- Korelasi adalah perkalian antara dua buah fungsi $f(x,y)$ dan $g(x,y)$.

– Contoh:

$f(x,y) =$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

Asli

Asal

$$8 + 2 = 10$$

3x3

5x5

2x7

9x9

↓
↓
↓
maksud / kernel (filter)

$g(x,y) =$

0	1	0
-1	1	-1
0	1	0

Filter / kernel / maksud

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{aligned}
 1.) \quad & (20 \times 0) + (13 \times 1) + (8 \times 0) + \\
 & (18 \times -1) + (8 \times 1) + (19 \times -1) + \\
 & (10 \times 0) + (13 \times 1) + (8 \times 0) = -3
 \end{aligned}$$

Asal

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

high filter

0	1	0
-1	1	-1
0	1	0

20	13	8	21	4	17
18	-3				4
10					11
12					18
8					0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{array}{rcl}
 2.) & (13 \times 0) + & (8 \times 1) + & (21 \times 0) + \\
 & (8 \times -1) + & (19 \times 1) + & (8 \times -1) + \\
 & (13 \times 0) + & (8 \times 1) + & (10 \times 0) & = & 19
 \end{array}$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

$$\odot \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 1 & 0 \\ \hline -1 & 1 & -1 \\ \hline 0 & 1 & 0 \\ \hline \end{array} =$$

20	13	8	21	4	17
18	-3	19			4
10					11
12					18
8					0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{aligned}
 3.) \quad & (8 \times 0) + (21 \times 1) + (4 \times 0) + \\
 & (19 \times -1) + (8 \times 1) + (19 \times -1) + \\
 & (8 \times 0) + (10 \times 1) + (0 \times 0) = 1
 \end{aligned}$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

o

0	1	0
-1	1	-1
0	1	0

=

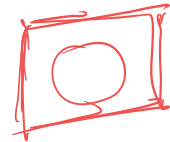
20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1		4
10					11
12					18
8					0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{aligned}
 4.) \quad & (21 \times 0) + & (4 \times 1) + & (17 \times 0) + \\
 & (8 \times -1) + & (19 \times 1) + & (4 \times -1) + \\
 & (10 \times 0) + & (0 \times 1) + & (11 \times 0) & = & 11
 \end{aligned}$$

2000 x 1000



20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

o

0	1	0
-1	1	-1
0	1	0

=

20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1	11	4
10					11
12					18
8					0
10	0	20	19	4	12

6x6

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{aligned}
 5.) \quad & (18 \times 0) + & (8 \times 1) + & (19 \times 0) + \\
 & (10 \times -1) + & (13 \times 1) + & (8 \times -1) + \\
 & (12 \times 0) + & (0 \times 1) + & (11 \times 0) & = & 3
 \end{aligned}$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} =$$

20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1	11	4
10	3				11
12					18
8					0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{aligned}
 6.) \quad & (8 \times 0) + (19 \times 1) + (8 \times 0) + \\
 & (13 \times -1) + (8 \times 1) + (10 \times -1) + \\
 & (0 \times 0) + (11 \times 1) + (0 \times 0) = 15
 \end{aligned}$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} =$$

20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1	11	4
10	3	15			11
12					18
8					0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{array}{rcl}
 7.) & (19 \times 0) + & (8 \times 1) + & (19 \times 0) + \\
 & (8 \times -1) + & (10 \times 1) + & (0 \times -1) + \\
 & (11 \times 0) + & (0 \times 1) + & (24 \times 0) & = & 10
 \end{array}$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

$$\begin{array}{|c|c|c|}
 \hline
 0 & 1 & 0 \\
 \hline
 -1 & 1 & -1 \\
 \hline
 0 & 1 & 0 \\
 \hline
 \end{array}
 =$$

20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1	11	4
10	3	15	10		11
12					18
8					0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{aligned}
 8.) \quad & (8 \times 0) + (19 \times 1) + (4 \times 0) + \\
 & (10 \times -1) + (0 \times 1) + (11 \times -1) + \\
 & (0 \times 0) + (24 \times 1) + (18 \times 0) = 22
 \end{aligned}$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

o

0	1	0
-1	1	-1
0	1	0

=

20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1	11	4
10	3	15	10	22	11
12					18
8					0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{aligned}
 9.) \quad & (10 \times 0) + & (13 \times 1) + & (8 \times 0) + \\
 & (12 \times -1) + & (0 \times 1) + & (11 \times -1) + \\
 & (8 \times 0) + & (0 \times 1) + & (12 \times 0) & = & -10
 \end{aligned}$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} =$$

20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1	11	4
10	3	15	10	22	11
12	-10				18
8					0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{array}{rcl} 10.) & (13 \times 0) + & (8 \times 1) + & (10 \times 0) + \\ & (0 \times -1) + & (11 \times 1) + & (0 \times -1) + \\ & (0 \times 0) + & (12 \times 1) + & (4 \times 0) & = & 31 \end{array}$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 1 & 0 \\ \hline -1 & 1 & -1 \\ \hline 0 & 1 & 0 \\ \hline \end{array} =$$

20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1	11	4
10	3	15	10	22	11
12	-10	31			18
8					0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{aligned}
 11.) \quad & (8 \times 0) + (10 \times 1) + (0 \times 0) + \\
 & (11 \times -1) + (0 \times 1) + (24 \times -1) + \\
 & (12 \times 0) + (4 \times 1) + (11 \times 0) = -21
 \end{aligned}$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

$$\odot \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} =$$

20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1	11	4
10	3	15	10	22	11
12	-10	31	-21		18
8					0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{array}{rcl} 12.) & (10 \times 0) + & (0 \times 1) + & (11 \times 0) + \\ & (0 \times -1) + & (24 \times 1) + & (18 \times -1) + \\ & (4 \times 0) + & (11 \times 1) + & (0 \times 0) & = & 17 \end{array}$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

o

0	1	0
-1	1	-1
0	1	0

=

20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1	11	4
10	3	15	10	22	11
12	-10	31	-21	17	18
8					0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{array}{rcl} 13.) & (12 \times 0) + & (0 \times 1) + & (11 \times 0) + \\ & (8 \times -1) + & (0 \times 1) + & (12 \times -1) + \\ & (10 \times 0) + & (0 \times 1) + & (20 \times 0) & = & -20 \end{array}$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

0	1	0
-1	1	-1
0	1	0

=

20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1	11	4
10	3	15	10	22	11
12	-10	31	-21	17	18
8	-20				0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{aligned}
 14.) \quad & (0 \times 0) + & (11 \times 1) + & (0 \times 0) + \\
 & (0 \times -1) + & (12 \times 1) + & (4 \times -1) + \\
 & (0 \times 0) + & (20 \times 1) + & (19 \times 0) = 41
 \end{aligned}$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} =$$

20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1	11	4
10	3	15	10	22	11
12	-10	31	-21	17	18
8	-20	41			0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{aligned}
 15.) \quad & (11 \times 0) + & (0 \times 1) + & (24 \times 0) + \\
 & (12 \times -1) + & (4 \times 1) + & (11 \times -1) + \\
 & (20 \times 0) + & (19 \times 1) + & (4 \times 0) & = & -10
 \end{aligned}$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 1 & 0 \\ \hline -1 & 1 & -1 \\ \hline 0 & 1 & 0 \\ \hline \end{array} =$$

20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1	11	4
10	3	15	10	22	11
12	-10	31	-21	17	18
8	-20	41	-10		0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

$$\begin{aligned}
 16.) \quad & (0 \times 0) + & (24 \times 1) + & (18 \times 0) + \\
 & (4 \times -1) + & (11 \times 1) + & (0 \times -1) + \\
 & (19 \times 0) + & (4 \times 1) + & (12 \times 0) & = & 35
 \end{aligned}$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

$L = \text{bit dept}$
 $(0-255)$
 noise

0	1	0
-1	1	-1
0	1	0

=

20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1	11	4
10	3	15	10	22	11
12	-10	31	-21	17	18
8	-20	41	-10	35	0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

Proses Korelasi

- Citra digital pada umumnya menggunakan nilai integer 8-bit yang mempunyai rentang nilai 0 – 255
- Nilai dibawah 0 dirubah menjadi 0, dan nilai diatas 255 diubah menjadi 255

$h(x,y) =$

20	13	8	21	4	17
18	-3	19	1	11	4
10	3	15	10	22	11
12	-10	31	-21	17	18
8	-20	41	-10	35	0
10	0	20	19	4	12

$24 - 0 - 23 \approx 23$

23

KORELASI

Proses Korelasi

- Citra digital pada umumnya menggunakan nilai integer 8-bit yang mempunyai rentang nilai 0 – 255
- Nilai dibawah 0 dirubah menjadi 0, dan nilai diatas 255 diubah menjadi 255

$$h(x,y) =$$

20	13	8	21	4	17
18	0	19	1	11	4
10	3	15	10	22	11
12	0	31	0	17	18
8	0	41	0	35	0
10	0	20	19	4	12

KORELASI

- Latihan:

lakukan korelasi dengan dua buah fungsi berikut:

$$f(x,y) =$$

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

$$g(x,y) =$$

1	2	-3
0	3	0
-1	1	-2

KONVOLUSI

- Proses perkalian fungsi yang sama seperti korelasi, namun dengan nilai **filter** yang **diputar 180°**
 - Contoh:

1	2	-3
0	3	0
-1	1	-2

Filter semula

-2	1	-1
0	3	0
-3	2	1

Setelah diputar 180°

KONVOLUSI

- Latihan:

lakukan konvolusi dengan dua buah fungsi berikut:

$f(x,y) =$

- 3x3

20	13	8	21	4	17
18	8	19	8	19	4
10	13	8	10	0	11
12	0	11	0	24	18
8	0	12	4	11	0
10	0	20	19	4	12

$g(x,y) =$

(3x3)

1	2	-3
0	3	0
-1	1	-2

77-

FILTER SPASIAL LINIER

Filter Rata-rata

- Pada filter rata-rata, nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata-rata dari nilai intensitas piksel tersebut dengan piksel-piksel tetangganya. Filter ini biasa disebut sebagai filter penghalus (*smoothing filters*) dan juga ada yang menyebut sebagai *lowpass filters*.

FILTER SPASIAL LINIER

Filter Rata-rata

- Secara matematis filter rata-rata berukuran $m \times n$:

$$g(x, y) = \frac{1}{m \cdot n}, 1 \leq x \leq m, 1 \leq y \leq n$$

$m \times n$ menentukan jumlah tetangga (nilai sekitar) yang harus dilibatkan

$$g(x, y) = \frac{1}{9} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array}$$

Filter rata-rata 3 x 3

$$g(x, y) = \frac{1}{25} \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array}$$

1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

Filter rata-rata 5 x 5

FILTER SPASIAL LINIER

Filter Gaussian

- Pada filter Gaussian, nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata-rata dari nilai pembobotan untuk setiap piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri.
- Jumlah tetangga yang dilibatkan tergantung pada filter yang dirancang.

FILTER SPASIAL LINIER

Filter Gaussian

- Untuk pengolahan citra digital, *zero mean Gaussian* dua dimensi dinyatakan oleh persamaan

$$g(x, y) = e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

FILTER SPASIAL LINIER

Filter Gaussian

- Untuk membuat filter Gaussian (sebagai pendekatan) diperlukan nilai **pembobotan** langsung dari distribusi diskrit Gaussian, dengan persamaan:

$$g(x, y) = c \cdot e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

dimana c adalah konstanta normalisasi

- Elemen-elemen filter Gaussian bisa ditentukan bila nilai σ^2 dan ukuran filter $N \times N$ ditentukan terlebih dahulu, dan nilai pada titik $(0,0) = 1$

FILTER SPASIAL LINIER

Pembuatan Filter Gaussian

- Contoh:

Akan dibuat filter Gaussian yang berukuran 7x7 dengan memilih $\sigma^2 = 2$, dan nilai pada titik (0,0) = 1.

FILTER SPASIAL LINIER

Pembuatan Filter Gaussian

- Contoh:

berdasarkan persamaan **(1)** diperoleh matrix berikut

(x,y)	-3	-2	-1	0	1	2	3
-3	0,011	0,039	0,082	0,105	0,082	0,039	0,011
-2	0,039	0,135	0,287	0,368	0,287	0,135	0,039
-1	0,082	0,287	0,606	0,779	0,606	0,287	0,082
0	0,105	0,368	0,779	1,000	0,779	0,368	0,105
1	0,082	0,287	0,606	0,779	0,606	0,287	0,082
2	0,039	0,135	0,287	0,368	0,287	0,135	0,039
3	0,011	0,039	0,082	0,105	0,082	0,039	0,011

FILTER SPASIAL LINIER

Pembuatan Filter Gaussian

- Contoh:

Nilai-nilai pembobotan harus dibuat bulat, sebab intensitas piksel dalam citra digital bernilai bulat.

(x,y)	-3	-2	-1	0	1	2	3
-3	0,011	0,039	0,082	0,105	0,082	0,039	0,011
-2	0,039	0,135	0,287	0,368	0,287	0,135	0,039
-1	0,082	0,287	0,606	0,779	0,606	0,287	0,082
0	0,105	0,368	0,779	1,000	0,779	0,368	0,105
1	0,082	0,287	0,606	0,779	0,606	0,287	0,082
2	0,039	0,135	0,287	0,368	0,287	0,135	0,039
3	0,011	0,039	0,082	0,105	0,082	0,039	0,011

FILTER SPASIAL LINIER

Pembuatan Filter Gaussian

- Contoh:

Untuk itu nilai elemen terkecil dalam matrik (**0,011**) dipilih untuk menentukan nilai konstanta normalisasi c

(x,y)	-3	-2	-1	0	1	2	3
-3	0,011	0,039	0,082	0,105	0,082	0,039	0,011
-2	0,039	0,135	0,287	0,368	0,287	0,135	0,039
-1	0,082	0,287	0,606	0,779	0,606	0,287	0,082
0	0,105	0,368	0,779	1,000	0,779	0,368	0,105
1	0,082	0,287	0,606	0,779	0,606	0,287	0,082
2	0,039	0,135	0,287	0,368	0,287	0,135	0,039
3	0,011	0,039	0,082	0,105	0,082	0,039	0,011

FILTER SPASIAL LINIER

Pembuatan Filter Gaussian

- Contoh:

Agar nilai $g(3,3) = 1$, maka nilai konstanta normalisasi c adalah

$$g(3,3) = c \cdot e^{-\frac{3^2+3^2}{2 \cdot 2}}$$

$$1 = c \times 0,011$$

$$c = 91$$

FILTER SPASIAL LINIER

Pembuatan Filter Gaussian

- Contoh:

Dengan menggunakan nilai $c = 91$, berdasarkan persamaan (2) diperoleh matrix berikut:

(x,y)	-3	-2	-1	0	1	2	3
-3	1	4	7	10	7	4	1
-2	4	12	26	33	26	12	4
-1	7	26	55	71	55	26	7
0	10	33	71	91	71	33	10
1	7	26	55	71	55	26	7
2	4	12	26	33	26	12	4
3	1	4	7	10	7	4	1

FILTER SPASIAL LINIER

Pembuatan Filter Gaussian

- Contoh:

Normalisasi filter (membagi dengan jumlah semua nilai pembobot)

$$g(x, y) = \frac{1}{1115}$$

1	4	7	10	7	4	1
4	12	26	33	26	12	4
7	26	55	71	55	26	7
10	33	71	91	71	33	10
7	26	55	71	55	26	7
4	12	26	33	26	12	4
1	4	7	10	7	4	1

FILTER SPASIAL LINIER

Filter Gaussian

- Filter gaussian 7x7 dengan $\sigma^2 = 2$
- Filter gaussian bekerja dengan konvolusi atau korelasi

$$g(x, y) = \frac{1}{1115}$$

1	4	7	10	7	4	1
4	12	26	33	26	12	4
7	26	55	71	55	26	7
10	33	71	91	71	33	10
7	26	55	71	55	26	7
4	12	26	33	26	12	4
1	4	7	10	7	4	1

FILTER PENGHALUSAN (SMOOTHING)

Filter penghalusan digunakan untuk mengaburkan citra dan untuk mereduksi noise.

Pengkaburan biasa digunakan sebagai langkah pra pemrosesan (Preprocessing), seperti untuk menghilangkan detail kecil dari suatu citra sebelum dilakukan ekstraksi objek, dan untuk menghubungkan celah kecil yang memisahkan garis atau kurva.

Reduksi noise bisa diselesaikan dengan pengkaburan baik dengan menggunakan filter linier maupun filter non-linier.

FILTER PENGHALUSAN (CONT)

Output dari filter penghalusan biasanya berupa rata-rata dari piksel yang terdapat pada neighborhood. Filter seperti ini biasa juga disebut dengan *averaging filters* dan juga *lowpass filters*.

Dengan mengganti intensitas setiap piksel dalam citra dengan rata-rata intensitas pada neighborhood, maka proses ini akan menghasilkan citra dengan “transisi tajam” yang sudah berkurang.

FILTER PENGHALUSAN (CONT)

Noise random biasanya memiliki transisi intensitas yang tajam, sehingga aplikasi nyata dari penghalusan adalah reduksi noise.

Efek samping yang tidak diinginkan dari proses penghalusan adalah pengkaburan edge. Padahal edge seringkali menjadi fitur penting dalam citra yang tidak ingin dihilangkan.

Kegunaan utama dari filter averaging adalah untuk mereduksi detail yang tidak relevant dalam suatu citra.

FILTER PENGHALUSAN (CONT)

Dua buah filter penghalusan (box filter dan weighted average filter) berukuran 3x3. Konstanta pengali di depan setiap filter sama dengan jumlah koefisien di dalam filter (disebut averaging).

$$\frac{1}{9} \times$$

1	1	1
1	1	1
1	1	1

$$\frac{1}{16} \times$$

1	2	1
2	4	2
1	2	1

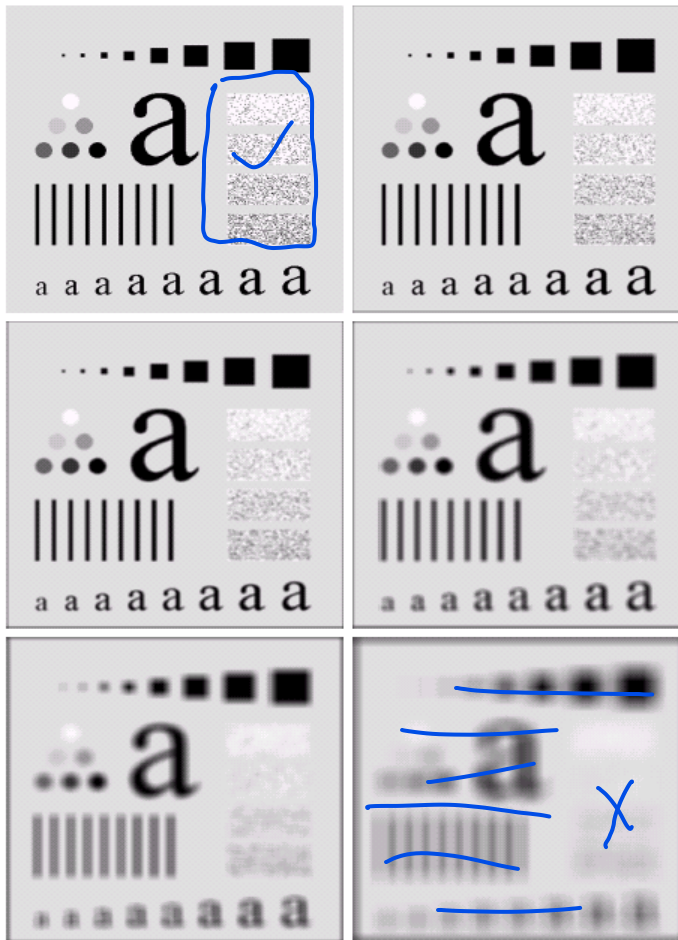
(20
360

FILTER PENGHALUSAN (CONT)

Proses filtering suatu citra berukuran $M \times N$ dengan “filter averaging” berukuran $M \times N$ (m dan n ganjil) dirumuskan sebagai berikut:

$$g(x, y) = \frac{\sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) f(x + s, y + t)}{\sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t)}$$

FILTER PENGHALUSAN (CONT)



a. Citra asal berukuran 500 x 500 piksel.

b-f. Hasil penghalusan dengan filter averaging square berukuran $n = 3, 5, 9, 15$, dan 35.

FILTER PENGHALUSAN (CONT)

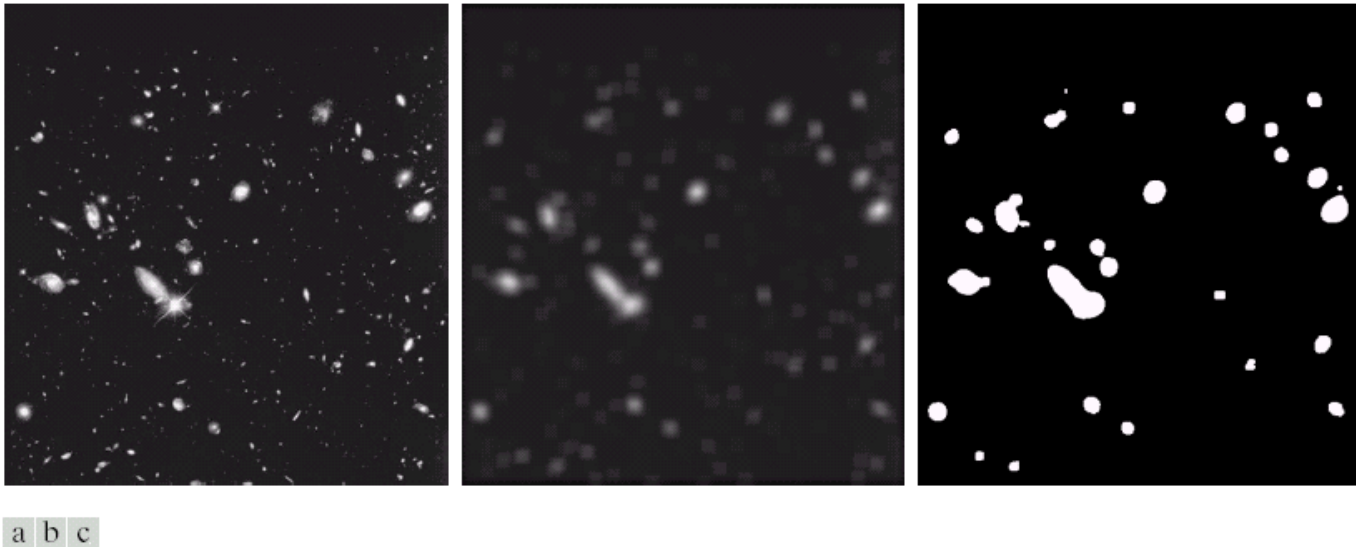


FIGURE 3.36 (a) Image from the Hubble Space Telescope. (b) Image processed by a 15×15 averaging mask. (c) Result of thresholding (b). (Original image courtesy of NASA.)

- a. Citra dari Teleskop Hubble Spac.
- b. Citra diproses dengan filter averaging 15×15
- c. Hasil thresholding dengan nilai threshold sama dengan 25% intensitas tertinggi dalam citra (b)

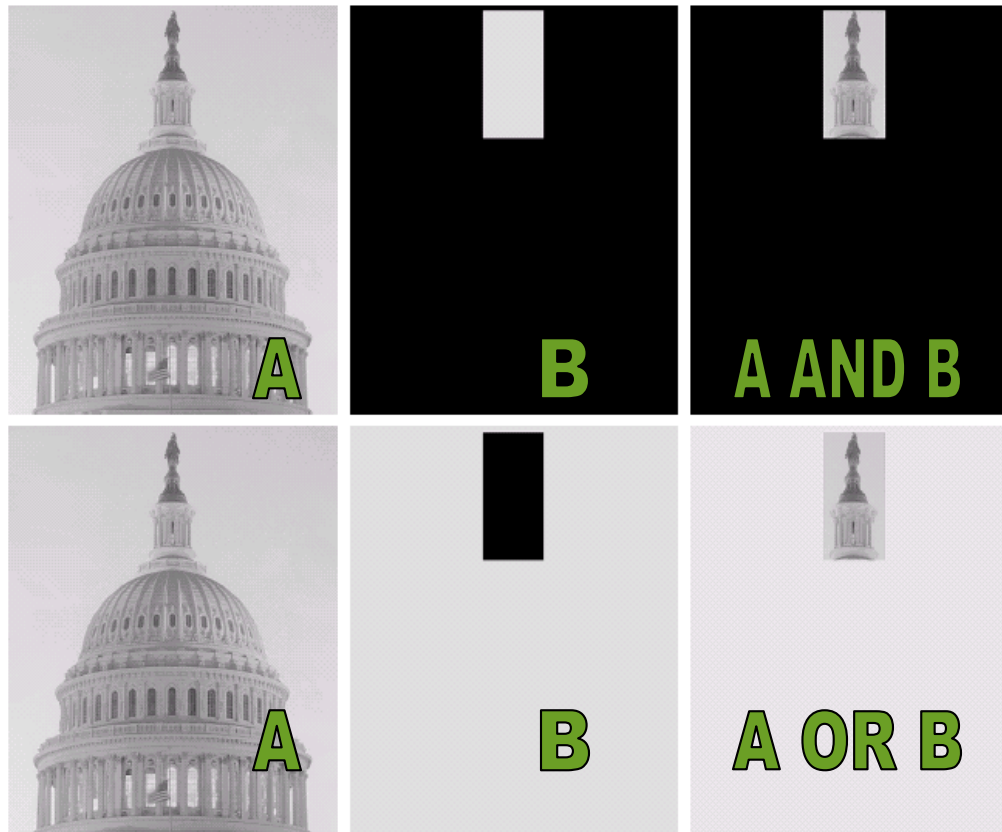
PERBAIKAN MENGGUNAKAN OPERASI ARITHMETIK/LOGIK

Operasi arithmetik/logik dilakukan dengan basis operasi piksel dengan piksel dari dua buah citra atau lebih (kecuali untuk operasi NOT, yang hanya melibatkan satu buah citra).

Operator logik NOT memberikan hasil yang sama seperti transformasi negatif.

Operasi AND dan OR digunakan untuk masking; yaitu memilih subcitra yang ada dalam sebuah citra.

OPERASI LOGIK “AND” DAN “OR”



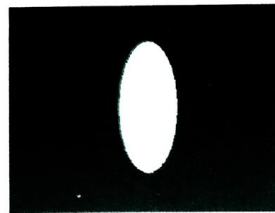
a	b	c
d	e	f

FIGURE 3.27

(a) Original image. (b) AND image mask. (c) Result of the AND operation on images (a) and (b). (d) Original image. (e) OR image mask. (f) Result of operation OR on images (d) and (e).

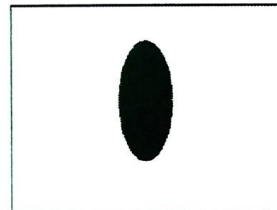
OPERASI LOJIK

Citra A



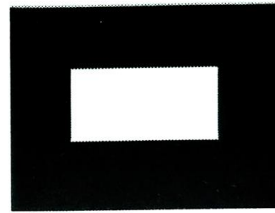
(a)

NOT A



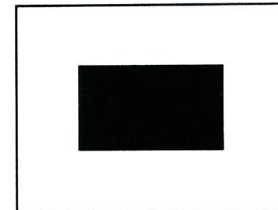
(c)

Citra B



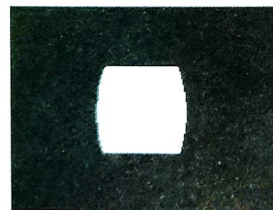
(b)

NOT B



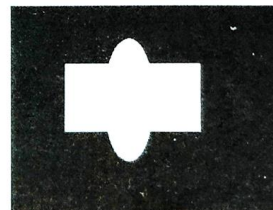
(d)

A AND B



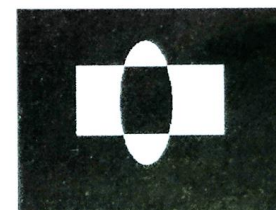
(e)

A OR B



(f)

A XOR B



(g)

OPERASI PENGURANGAN CITRA (IMAGE SUBTRACTION)

Selisih dua citra $f(x,y)$ dan $h(x,y)$, dinyatakan dengan :

$$g(x,y) = f(x,y) - h(x,y)$$

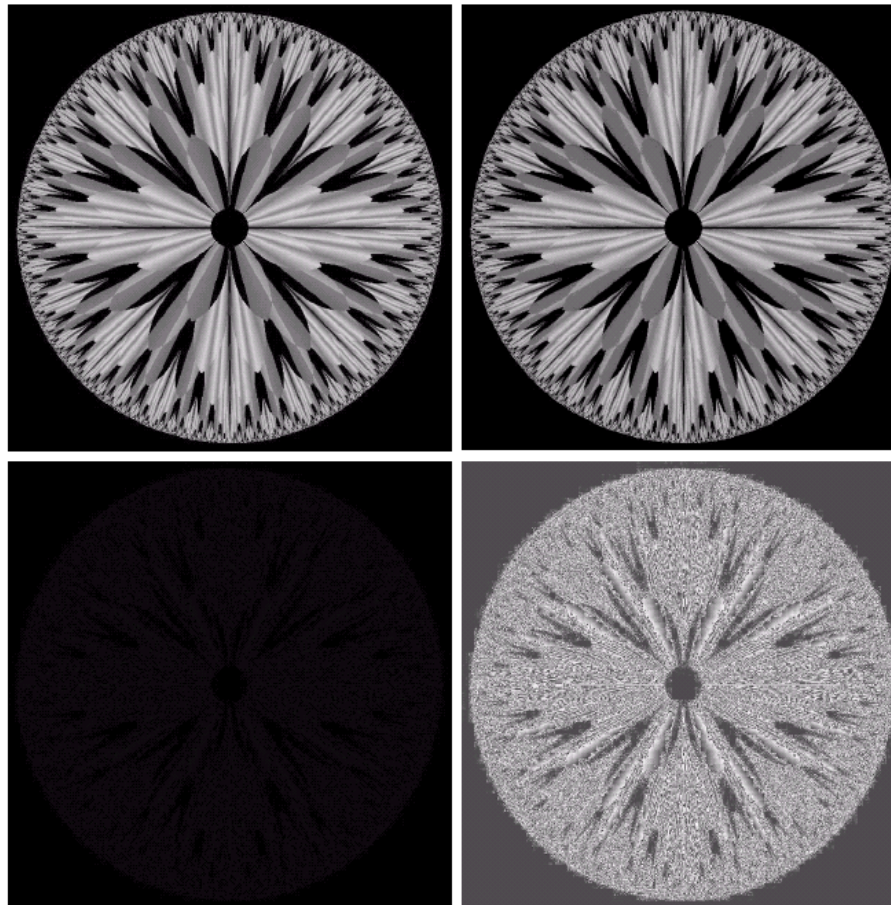
Pengurangan dilakukan untuk setiap pasangan piksel pada lokasi yang bersesuaian dari dua buah citra f dan h .

OPERASI PENGURANGAN CITRA (IMAGE SUBTRACTION)

a b
c d

FIGURE 3.28

(a) Original fractal image.
(b) Result of setting the four lower-order bit planes to zero.
(c) Difference between (a) and (b).
(d) Histogram-equalized difference image. (Original image courtesy of Ms. Melissa D. Binde, Swarthmore College, Swarthmore, PA).



```
XXXX XXXX  
XXXX 0000  
-----  
0000 XXXX
```

FILTER SPASIAL NON LINIER

- Filter Min
- Filter Max
- Filter Rata-rata
- Filter Median

FILTER PENGHALUSAN (ORDER-STATISTICS FILTERS)

Order-statistics filters adalah filter spasial nonlinear yang responnya didasarkan pada pengurutan (ranking) dari intensitas piksel-piksel yang dilingkup oleh filter. Selanjutnya, intensitas piksel pada pusat filter diganti dengan intensitas hasil pengurutan.

Order-statistics filter yang banyak digunakan adalah *filter median*, yang mengganti intensitas piksel pada pusat filter dengan median dari intensitas neighborhood.

FILTER PENGHALUSAN (ORDER-STATISTICS FILTERS)

Filter median cukup efektif untuk menghilangkan *impulse noise*, atau disebut juga *salt-and-pepper noise* karena kemunculan noise yang seperti titik putih dan hitam dalam citra.

Median, ξ , dari sekumpulan nilai adalah suatu nilai yang dipilih sedemikian rupa sehingga separuh dari kumpulan nilai kurang dari atau sama dengan ξ , dan separuhnya lagi lebih besar atau sama dengan ξ .

Pertama kali, intensitas piksel dalam neighborhood diurutkan, menentukan nilai median, dan selanjutnya mengganti intensitas piksel pada pusat neighborhood dengan median. Jika ukuran neighborhood adalah 3×3 , maka median adalah nilai terbesar ke 5.

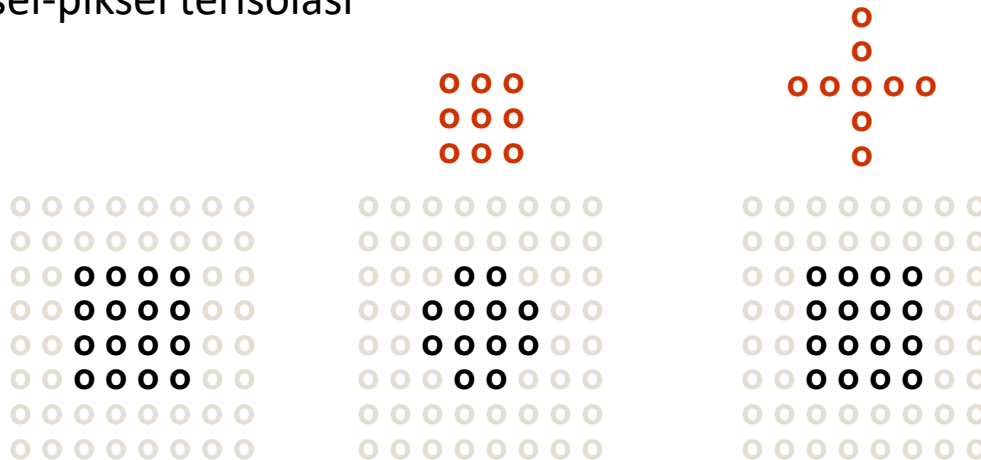
FILTER PENGHALUSAN (ORDER-STATISTICS FILTERS)

Klaster piksel terang atau gelap yang terisolasi di tengah tetangganya, dan memiliki luas kurang dari $n^2/2$, dapat dihilangkan dengan filter median $n \times n$.

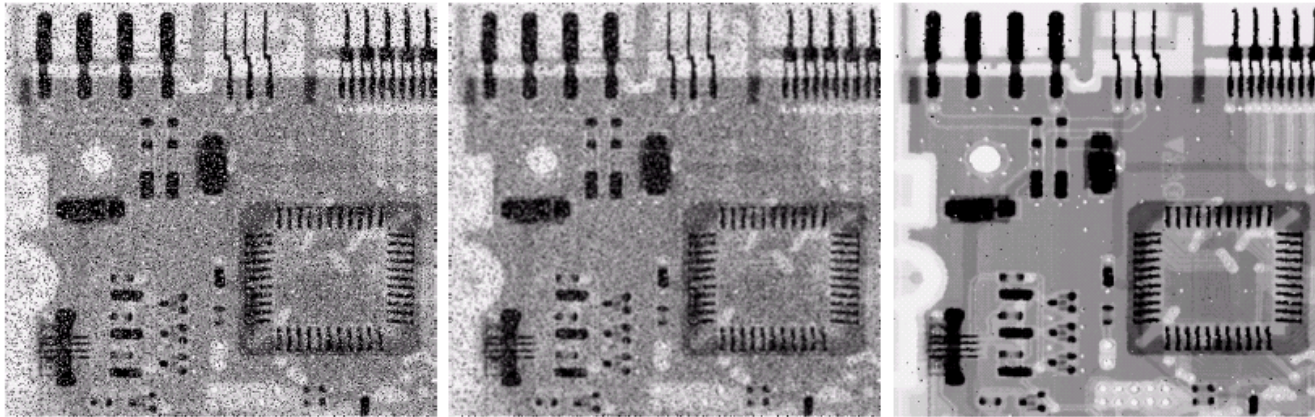
Order-statistics filters lain yang bisa digunakan adalah max filter (memilih nilai terbesar), yang berguna untuk memilih intensitas paling terang dalam citra. Selain itu, bisa juga digunakan *min filter* dan *mean filter*.

MEDIAN FILTER

- Mengganti nilai piksel dengan median dari piksel dan tetangganya. Reduksi random noise dengan hasil kurang kabur dibandingkan filter penghalus (smoothing).
- Eliminasi piksel-piksel terisolasi



CONTOH MEDIAN FILTER



a b c

FIGURE 3.37 (a) X-ray image of circuit board corrupted by salt-and-pepper noise. (b) Noise reduction with a 3×3 averaging mask. (c) Noise reduction with a 3×3 median filter. (Original image courtesy of Mr. Joseph E. Pascente, Lixi, Inc.)

REFERENSI

1. Bab 3, “Image Enhancement in the Spatial Domain”, Digital Image Processing, edisi 2, Rafael C. Gonzales dan Richard E. Woods, Prentice Hall, 2002
2. Course Pengolahan Citra Digital, Hibah Pengembangan Tahun 2012, P3AI ITS. share.its.ac.id, 2012
3. Pertemuan 6, Pegolahan Citra Digital, Prajanto Wahyudi, Udinus, 2015