



**UNIVERSITAS
BUDI LUHUR**



FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI

PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

[PG176/ 3 SKS]



Pertemuan 4

OPERASI KETETANGGAAN PIKSEL

Tujuan Pembelajaran

- ☐ Mahasiswa mampu menjelaskan operasi ketetanggaan piksel pada citra sebagai konsep dasar filtering.

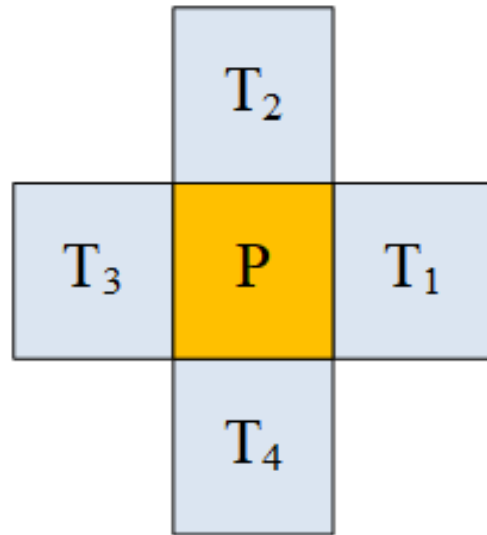
Topik Pembahasan

- ☐ Pengertian Operasi Ketetanggaan
- ☐ Aplikasi ketetanggaan pixel (Filter Batas, Rerata, Median)
- ☐ Filter Lolos Rendah
- ☐ Filter Lolos Tinggi
- ☐ Filter Gaussian

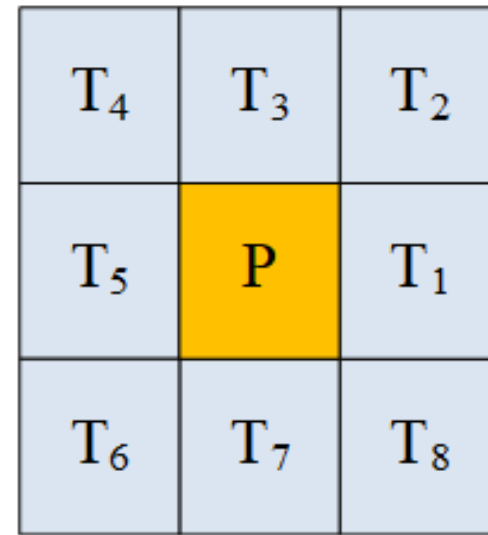
Operasi Ketetanggaan Piksel

- ❑ Operasi ketetanggaan piksel adalah operasi pengolahan citra untuk mendapatkan nilai suatu piksel yang melibatkan nilai piksel-piksel tetangganya.
- ❑ Setiap piksel pada citra tidak berdiri sendiri, melainkan terkait dengan piksel tetangga, karena merupakan bagian suatu objek tertentu di dalam citra.
- ❑ Pada pengolahan citra, ketetanggaan piksel banyak dipakai terutama pada analisis bentuk objek.
- ❑ Ketetanggaan piksel yang umum dipakai adalah **4-ketetanggaan** dan **8-ketetanggaan**.

Operasi Ketetanggaan Piksel

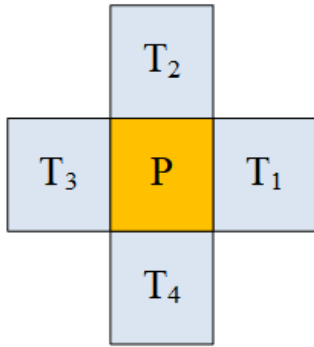


4-ketetanggaan

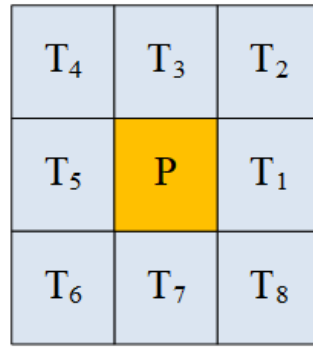


8-ketetanggaan

Operasi Ketetanggaan Piksel



4-ketetanggaan



8-ketetanggaan

Jika $P(b, k)$, maka:

- Pada 4-ketetanggaan

$$T_1 = (b, k + 1), T_2 = (b - 1, k), T_3 = (b, k - 1), T_4 = (b + 1, k)$$

- Pada 8-ketetanggaan

$$T_1 = (b, k + 1), T_2 = (b - 1, k - 1),$$

$$T_3 = (b, k - 1), T_4 = (b - 1, k - 1)$$

$$T_5 = (b, k - 1), T_6 = (b + 1, k - 1),$$

$$T_7 = (b + 1, k - 1), T_8 = (b + 1, k + 1)$$

Penerapan Ketetangaan untuk Filter

- ☐ Filter Batas (Filter Max-Min)
- ☐ Filter Rerata (Mean)
- ☐ Filter Median

Filter Batas (Max-Min)

- ❑ Filter batas adalah filter yang dikemukakan dalam Davies (1990).
- ❑ Idennya adalah mencegah piksel yang intensitasnya di luar intensitas piksel-piksel tetangga.

ALGORITMA 4.1 – Menghitung piksel dengan filter batas

Masukan:

- $f(y, x)$: Piksel pada posisi (y, x)

Keluaran:

- $g(y, x)$: Nilai intensitas untuk piksel pada citra g pada posisi (y, x)

1. Carilah nilai intensitas terkecil pada tetangga $f(y, x)$ dengan menggunakan 8-ketetanggan dan simpan pada minInt .
2. Carilah nilai intensitas terbesar pada tetangga $f(y, x)$ dengan menggunakan 8-ketetanggan dan simpan pada maksInt .
3. IF $f(y, x) < \text{minInt}$
 $g(y, x) \leftarrow \text{minInt}$
ELSE
 IF $f(y, x) > \text{maksInt}$
 $g(y, x) \leftarrow \text{maksInt}$
 ELSE
 $g(y, x) \leftarrow f(y, x)$
 END-IF
END-IF

Filter Batas (Max-Min)

x
↓

y →

5	7	7
5	9	4
6	7	8

Berdasarkan keadaan tersebut,

- $\text{minInt} = \text{minimum}(5, 7, 7, 5, 4, 6, 7, 8) = 4$;
- $\text{maksInt} = \text{maksimum}(5, 7, 7, 5, 4, 6, 7, 8) = 8$;
- mengingat $f(y, x)$ bernilai 9 dan lebih besar daripada 8 (maksInt) maka $g(y, x)$ bernilai 8;
- seandainya $f(y, x)$ pada keadaan di atas bernilai 2 (bukan 9), $g(y, x)$ akan bernilai 4.

Filter Batas (Max-Min)

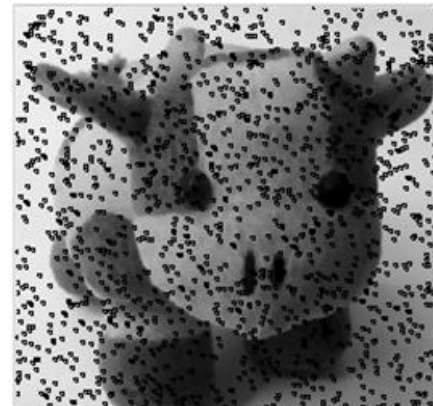
Citra asli
penuh dengan
derau (noise)



(a) Citra mobil yang telah diberi
bintik-bintik putih



(b) Hasil pemfilteran gambar (a)



Citra setelah
dikenai filter
batas (max-min)

Filter Rerata (Mean)

- ❑ Filter pererataan (Costa dan Cesar, 2001) dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$g(y, x) = \frac{1}{9} \sum_{p=-1}^1 \sum_{q=-1}^1 f(y + p, x + q)$$

Filter Rerata (Mean)

- ❑ Filter pererataan (Costa dan Cesar, 2001) dilakukan dengan menggunakan rumus:

65	50	55
78	68	60
60	60	62

$g(y,x)$

$$g(y, x) = 1/9 \times (65+50+55+76+68+60+60+60+62) = 61,7778$$

$$\cong 62$$

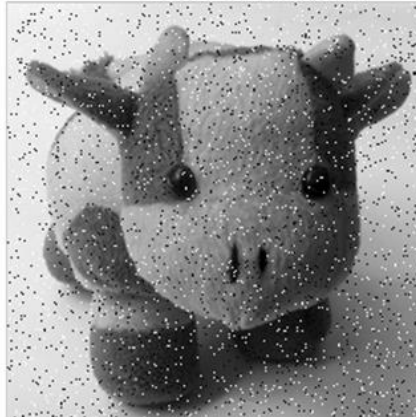
Filter Rerata (Mean) – Contoh



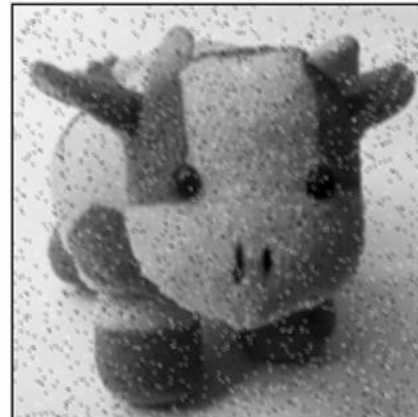
(a) Citra mobil dengan
bintik-bintik putih



(b) Hasil pemrosesan mobil



(c) Citra boneka berbintik dengan
derau



(d) Hasil pemrosesan boneka

Filter Median

- Filter median menentukan nilai piksel berdasarkan nilai median (nilai tengah) dari piksel-piksel yang bertetangga.

$$g(y, x) = \text{median}(\begin{aligned} &f(y-1, x-1), f(y-1, x), f(y-1, x+1), \\ &f(y, x-1), f(y, x), f(y, x+1), \\ &f(y+1, x-1), f(y+1, x), f(y+1, x+1) \end{aligned})$$

10	13	10
10	10	12
12	12	12



10 10 10 10 12 12 12 12 13 ← Diurutkan

Nilai di tengah
(median)

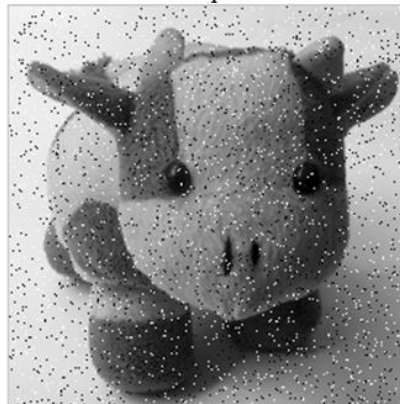
Filter Median – Contoh



(a) Citra mobil dengan bintik-bintik putih



(b) Hasil pemrosesan terhadap gambar (a)



(c) Citra boneka dengan derau



(d) Hasil pemrosesan terhadap gambar (c)

Filter Lolos Rendah (Low-pass Filter)

- ❑ Filter lolos-bawah (low-pass filter) adalah filter yang mempunyai sifat dapat meloloskan yang berfrekuensi rendah dan menghilangkan yang berfrekuensi tinggi.
- ❑ Efek filter ini membuat perubahan aras keabuan menjadi lebih lembut. Filter ini berguna untuk menghaluskan derau atau untuk kepentingan interpolasi tepi objek dalam citra.

Contoh Kernel Filter Lolos-rendah

$1/6$

0	1	0
1	2	1
0	1	0

#1

$1/9$

1	1	1
1	1	1
1	1	1

#2

$1/10$

1	1	1
1	2	1
1	1	1

#3

$1/16$

1	2	1
2	4	2
1	2	1

#4

Contoh Penerapan Filter Lolos-rendah



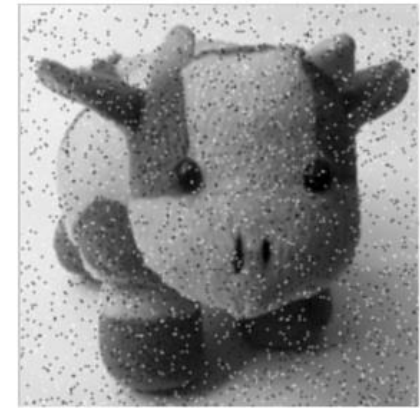
(a) Citra boneka yang dilengkapi derau



(b) Hasil penapisan citra boneka



(a) Citra boneka yang dilengkapi derau



(b) Hasil dengan kernel #1



(c) Citra goldhill



(b) Hasil penapisan citra goldhill



(c) Hasil dengan kernel #2



(b) Hasil dengan kernel #4

Gambar 4.21 Efek pemakaian tiga macam filter lolos-rendah pada boneka

Filter Lolos-rendah

- ❑ Efek pengaburan citra dapat ditingkatkan dengan menaikkan ukuran kernel.
- ❑ Rahasia kernel yang digunakan untuk keperluan mengaburkan citra seperti berikut.
 - ❑ Tinggi dan lebar kernel ganjil.
 - ❑ Bobot dalam kernel bersifat simetris terhadap piksel pusat.
 - ❑ Semua bobot bernilai positif.
 - ❑ Jumlah keseluruhan bobot sebesar satu.

Filter Lolos-Tinggi (High-pass Filter)

□ Filter lolos-tinggi adalah filter yang ditujukan untuk melewatkan frekuensi tinggi dan menghalangi yang berfrekuensi rendah. Hal ini biasa dipakai untuk mendapatkan tepi objek dalam citra atau menajamkan citra.

□ Contoh:

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

#1

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

#2

1	-2	1
-2	4	-2
1	-2	1

#3

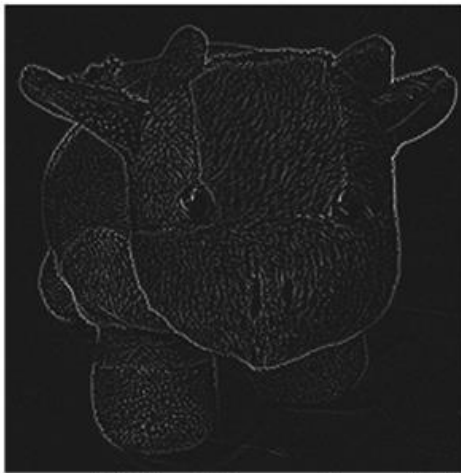
Sifat Filter Lolos-tinggi

- ❑ Apabila dikenakan pada area dengan perubahan aras keabuan yang lambat (frekuensi rendah), hasil berupa nol atau nilai yang sangat kecil.
- ❑ Apabila dikenakan pada area yang perubahan aras keabuannya cepat (frekuensi tinggi), hasil konvolusi bernilai sangat besar.

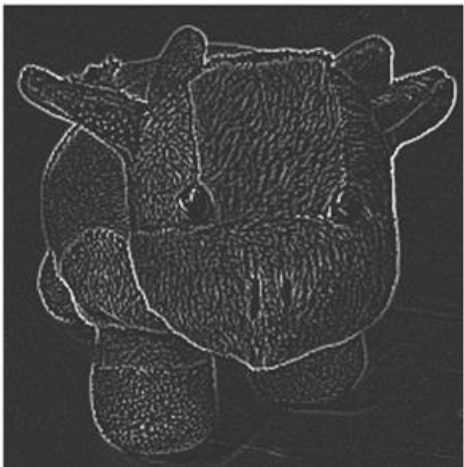
Contoh Hasil Filter Lolos-Tinggi



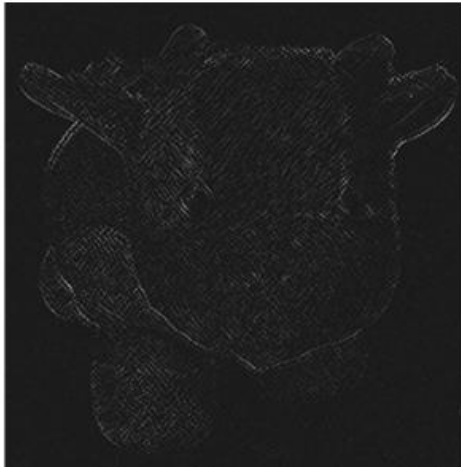
(a) Citra boneka.png



(b) Hasil dengan kernel #1



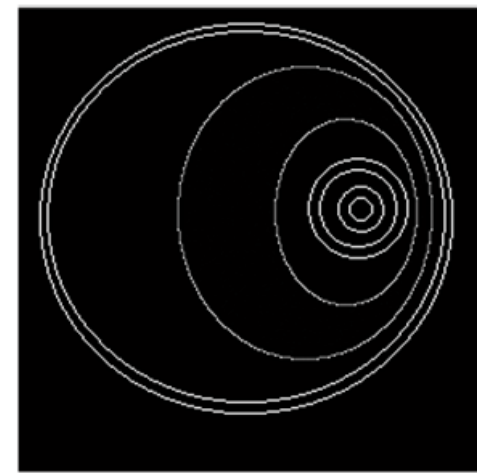
(c) Hasil dengan kernel #2



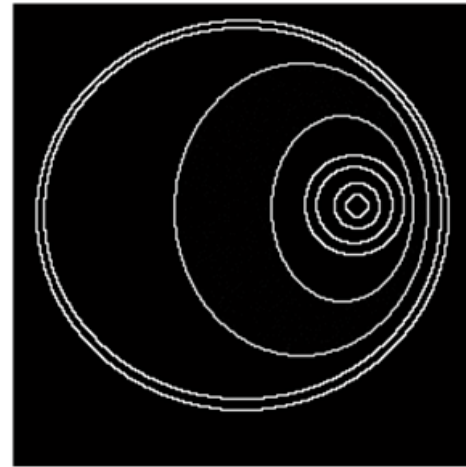
(b) Hasil dengan kernel #3



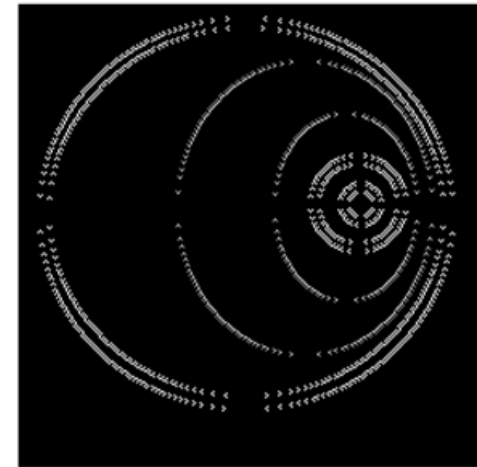
(a) Citra bulat.png



(b) Hasil dengan kernel #1



(c) Hasil dengan kernel #2



(b) Hasil dengan kernel #3

Filter Lolos-tinggi

- ❑ Rahasia kernel yang digunakan untuk keperluan mendeteksi tepi seperti berikut (Oliver, dkk., 1993).
 - ❑ Tinggi dan lebar kernel ganjil.
 - ❑ Bobot dalam kernel bersifat simetris terhadap piksel pusat.
 - ❑ Bobot pusat kernel bernilai positif.
 - ❑ Bobot tetangga pusat kernel bernilai negatif (dapat menggunakan 4-ketetanggan atau 8 ketetanggaan).
 - ❑ Jumlah keseluruhan bobot sebesar satu.

Filter High-Boost

- ❑ Filter “high boost” (Efford, 2000) dapat digunakan untuk menajamkan citra melalui konvolusi. Kernel yang dapat dipakai adalah kernel filter lolos-tinggi dengan nilai di pusat diisi dengan nilai yang lebih besar daripada nilai pada posisi tersebut untuk filter lolos-tinggi.
- ❑ Contoh filter high-boost:

-1	-1	-1
-1	c	-1
-1	-1	-1

$c > 8$; misalnya 9

Contoh Filter High-Boost



(a) Citra boneka



(b) Hasil untuk $c=9$



(c) Hasil untuk $c=10$



(d) Hasil untuk $c=11$

Filter High-Boost

- ❑ Rahasia kernel yang digunakan untuk keperluan menajamkan citra seperti berikut:
 - ❑ Tinggi dan lebar kernel gasal.
 - ❑ Bobot dalam kernel bersifat simetris terhadap piksel pusat.
 - ❑ Bobot pusat kernel bernilai positif.
 - ❑ Bobot di sekeliling pusat kernel bernilai negatif (dapat menggunakan 4-ketetanggaan atau 8 ketetanggaan).
 - ❑ Jumlah keseluruhan bobot lebih besar satu.
 - ❑ Bobot terbesar terletak di pusat kernel

Efek Emboss

□ Kernel yang digunakan:

-2	0	0
0	0	0
0	0	2



(a) Berdasar citra boneka2



(b) Berdasar citra lena256

- Nilai negatif dan positif yang berpasangan menentukan perubahan kecerahan yang berefek pada penggambaran garis gelap atau terang
- Nilai negatif menentukan arah emboss

Efek Emboss (Contoh Berbagai Kernel)

-4	-4	0
-4	1	4
0	4	4

(a) Embossing dari arah kiri atas

-6	0	6
-6	1	6
-6	0	6

(b) Embossing dari arah kiri

-1	0	0
0	0	0
0	0	1

(a) Kernel #1



(b) Hasil untuk kernel #1

4	4	0
4	1	-4
0	-4	-4

(c) Embossing dari arah kanan bawah

6	0	-6
6	1	-6
6	0	-6

(d) Embossing dari arah kanan

1	0	0
0	0	0
0	0	-1

(c) Kernel #2



(d) Hasil untuk kernel #2

Efek Emboss

- ❑ Rahasia pembuatan emboss terletak pada kernel konvolusi dengan sifat seperti berikut (Oliver, dkk., 1993).
 - ❑ Tinggi dan lebar kernel gasal.
 - ❑ Bobot dalam kernel bersifat tidak simetris terhadap piksel pusat.
 - ❑ Bobot pusat kernel bernilai nol.
 - ❑ Jumlah keseluruhan bobot bernilai nol.

Filter Linier vs Filter Non-Linier

- ❑ Filter linier menerapkan penapisan (filtering) secara linier pada keseluruhan citra.
- ❑ Contoh filter linier:
 - ❑ Filter rerata
 - ❑ Filter Gaussian
 - ❑ Filter Laplacian (Topi Mexico)
- ❑ Kelemahan filter linear, terutama ketika dipakai untuk konvolusi citra atau penghilangan derau, yaitu membuat struktur citra yang meliputi titik, tepi, dan garis ikut terkaburkan dan kualitas citra keseluruhan menurun (Burger dan Burge, 2008)

Filter Linier vs Filter Non-Linier

- ❑ Filter non-linier menerapkan penapisan (filtering) dengan fungsi non-linier.
- ❑ Contoh filter linier:
 - ❑ Filter batas
 - ❑ Filter rerata
 - ❑ Filter median

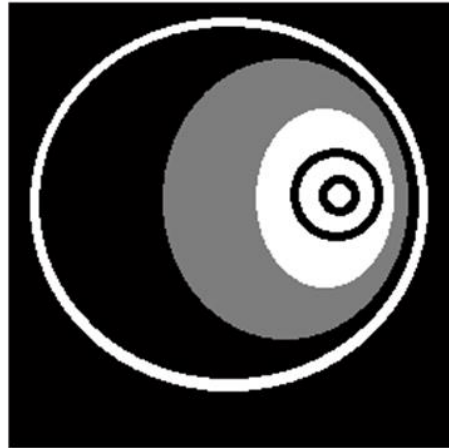
Filter Gaussian

- ❑ Filter Gaussian tergolong sebagai filter lolos-rendah yang didasarkan pada fungsi Gaussian.

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

- ❑ Dalam hal ini, σ adalah deviasi standar dan piksel pada pusat (y, x) mendapatkan bobot terbesar berupa 1

Filter Gaussian



(a) Citra bulat.png



(b) Hasil konvolusi bulat.png



(c) Citra boneka.png



(d) Hasil konvolusi boneka.png

Kesimpulan

- ❑ Operasi Ketetangaan melibatkan piksel-piksel yang berdekatan pada citra
- ❑ Aplikasi ketetangaan piksel sering digunakan untuk memperbaiki kualitas citra, seperti menghilangkan derau (noise).
- ❑ Metode penghilangan derau antara lain Filter batas, filter rerata, dan filter Median
- ❑ Filter Lolos Rendah mempunyai sifat dapat meloloskan yang berfrekuensi rendah dan menghilangkan yang berfrekuensi tinggi
- ❑ Filter Lolos Tinggi memiliki sifat dapat meloloskan yang berfrekuensi tinggi dan menghilangkan yang berfrekuensi rendah
- ❑ Filter Gaussian merupakan salah satu filter lolos-rendah yang didasarkan pada fungsi Gaussian



SELESAI