

# Definisi Edge

---

- *Edge* adalah batas antara dua daerah dengan nilai *gray-level* yang relatif berbeda atau dengan kata lain *edge* merupakan tempat-tempat yang memiliki perubahan intensitas yang besar dalam jarak yang pendek
  - Proses pencarian edge dilakukan dengan menggunakan teknik spatial filter (proses konvolusi)
-

# Spatial Filter - Review

---

- Menggunakan matrik ketetanggan, pada umumnya berukuran ganjil sehingga elemen yang diproses berada di tengah dan juga matrik mask (berisi nilai tertentu tergantung pada operasi yang dilakukan)

1	2	3
4	T	5
6	7	8

# Cara Kerja Spatial Filter [1]

---

- Lakukan penelusuran terhadap semua titik pada citra.
  - Rekam titik yang sedang diperiksa dan juga titik sekitarnya ke dalam matrix *neighbor*.
  - Isi matrix mask dengan angka (angka yang harus dimasukkan ditentukan oleh jenis operasi).
-

## Cara Kerja Spatial Filter [2]

---

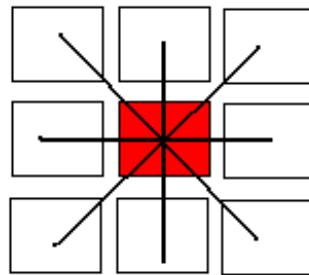
- Kalikan matrix neighbor dengan matrix mask secara sekalar  
$$\text{Output}[x,y] = \text{Mask}[x,y] * \text{Neighbor}[x,y].$$
  - Jumlahkan seluruh isi sel dari matrix output. Hasil penjumlahan ini adalah titik baru yang akan diletakkan pada koordinat titik yang sedang diproses (dibandingkan dengan treshold).
-

# Pendekatan Edge Detection [1]

---

## Turunan 0

- Dalam pendekatan ini dilakukan proses pencarian selisih pada matrik tetangga dengan aturan sbb:



- Pada umumnya digunakan nilai terbesar dari 4 nilai yang diperoleh untuk dibandingkan dengan treshold
-

# Pendekatan Edge Detection [2]

---

## Turunan 1

- Dalam pendekatan ini maka gradient diasumsikan sebagai gabungan nilai selisih matrik tetangga (dengan posisi tertentu)
  - Mask yang sering digunakan
    - Robert
    - Prewitt
    - Sobel
    - Frei-chan
-

# Gradient Operator [1]

---

- ☐ Pengukuran kemiringan suatu fungsi dilakukan dengan menghitung turunan pertamanya, yaitu :

$$\overrightarrow{G[f(x,y)]} = \begin{pmatrix} G_x \\ G_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \partial f / \partial x \\ \partial f / \partial y \end{pmatrix}$$

# Gradient Operator [2]

---

- Pada *edge detection*, yang memiliki peranan penting adalah nilai atau besarnya vektor gradient

$$G[f(x,y)] = \text{mag}[G]$$

$$[G_x^2 + G_y^2]^{1/2} = [(\partial f / \partial x)^2 + (\partial f / \partial y)^2]^{1/2}$$

$$G[f(x,y)] = |G_x| + |G_y| = |\partial f / \partial x| + |\partial f / \partial y|$$

# Gradient Operator [3]

---

- Pendekatan Deret Taylor digunakan untuk menghitung gradient
  - Secara sederhana maka nilai dari Gx dan Gy dihitung sebagai :
    - $Gx = (f(x+1,y) - f(x-1,y)) = (-1).f(x-1,y) + 0.(f(x,y) + 1.f(x+1,y))$
    - $Gy = (f(x,y+1) - f(x,y-1)) = (-1).f(x,y-1) + 0.(f(x,y) + f(x,y+1))$
-

# Gradient Operator [4]

---

## □ Representasi Mask

■ Gx

0	0	0
1	0	-1
0	0	0

Gy

0	-1	0
0	0	0
0	1	0

■ Ingat bahwa => Tergantung kebutuhan

□  $G[f(x,y)] = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2} = [(\partial f / \partial x)^2 + (\partial f / \partial y)^2]^{1/2}$

□  $G[f(x,y)] = |G_x| + |G_y|$

---

# Robert Gradient

---

- *Roberts Operator* merupakan variasi dari rumus Gradient Operator dengan arah orientasi sebesar  $45^\circ$  dan  $135^\circ$  pada bidang citra
  - Ini berarti gradient dihitung dengan memanfaatkan titik yang berada pada arah orientasi  $45^\circ$  dan  $135^\circ$  yaitu :
    - $f(x+1,y+1)$  dan  $f(x-1,y+1)$
-

# Robert Gradient

---

Representasi Mask

■ D1

D2

-1	0	0
0	1	0
0	0	0

0	0	-1
0	1	0
0	0	0



# Operator Prewitt

---

- Pengembangan dari gradient operator dengan menggunakan 2 mask (horizontal dan vertikal) ukuran 3x3
  - Pada operator ini kekuatan gradient ditinjau dari sudut pandang horizontal dan vertikal (memperhatikan titik disekitar pada posisi hizontal dan vertikal)
-

# Operator Prewitt

---

## □ Perhitungan $G[f(x,y)]$

- $G_x = ( f(x+1,y-1) + f(x+1,y) + f(x+1,y+1) ) - ( f(x-1,y-1) + f(x-1,y) + f(x-1,y+1) )$
- $G_y = ( f(x-1,y+1) + f(x,y+1) + f(x+1,y+1) ) - ( f(x-1,y-1) + f(x,y-1) + f(x+1,y-1) )$

## □ Dalam bentuk matrik

■  $G_x$

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

■  $G_y$

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

---

# Operator Sobel

---

- Hampir sama dengan operator prewitt, namun dilakukan perhitungan kekuatan dari titik yang digunakan, dimana diasumsikan bahwa titik yang dekat memiliki kekuatan/pengaruh yang lebih besar sebesar 2 x
-

# Operator Sobel

---

## □ Representasi Mask

■  $G_x$

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

$G_y$

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

# Operator Frei-Chan

---

- Konsepnya sama dengan Sobel dimana titik yang dekat memiliki pengaruh yang lebih kuat
- Dalam operator ini kekuatannya adalah sebesar  $2^{1/2}$
- Mask

-1	0	1
$-2^{1/2}$	0	$2^{1/2}$
-1	0	1

-1	$-2^{1/2}$	-1
0	0	0
1	$2^{1/2}$	1

## Turunan Kedua

---

- Salah satu operator turunan kedua yang sering digunakan adalah Operator Laplace
  - Operator ini digunakan untuk menangani proses pendekripsi sisi pada jenis citra yang mempunyai tingkat perubahan warna yang kecil
-

# Operator Laplace

---

- *Laplacian operator* ini menggunakan fungsi turunan tingkat kedua (*second order derivative function*).
- Fungsi turunan tingkat kedua dari fungsi citra dapat dirumuskan sebagai berikut

$$\nabla^2 f(x) = \partial^2 f(x)/ \partial x^2 + \partial^2 f(x)/ \partial y^2$$

$$\nabla^2 f(x) = \frac{1}{\Delta x} \left[ \frac{(f(x+\Delta x, y) - f(x, y))}{\Delta x} - \frac{(f(x, y) - f(x-\Delta x, y))}{\Delta x} \right] + \frac{1}{\Delta y} \left[ \frac{(f(x, y+\Delta y) - f(x, y))}{\Delta y} - \frac{(f(x, y) - f(x, y-\Delta y))}{\Delta y} \right]$$

# Operator Laplace

---

- Bila disederhanakan:

$$\nabla^2 f(x) = 1/\Delta x^2 [f(x+\Delta x, y) - 2f(x, y) + f(x-\Delta x, y)] +$$

$$1/\Delta y^2 [f(x, y+\Delta y) - 2f(x, y) + f(x, y-\Delta y)]$$

- Mengingat nilai  $\Delta x$  dan  $\Delta y$  terkecil adalah 1, maka:

$$\nabla^2 f(x) = [f(x+1, y) - 2f(x, y) + f(x-1, y)] + [f(x, y+1) - 2f(x, y) + f(x, y-1)]$$

$$\nabla^2 f(x) = f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) - 4f(x, y)$$

# Operator Laplace

---

Mask Laplace

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

---

## Prewitt Turunan 2

---

- Pada operator prewitt turunan 2, dapat digunakan 8 jenis mask (dinamakan sesuai arah mata angin)
  - Mask Prewitt North
- |    |    |    |
|----|----|----|
| -1 | -1 | -1 |
| 1  | -2 | 1  |
| 1  | 1  | 1  |
- Nilai mask untuk arah mata angin yang lain dapat diperoleh dengan memutar Mask Prewitt North dengan sudut yang sesuai
-

# Treshold

---

- Salah satu hal penting dalam melakukan deteksi sisi adalah menentukan sebuah ambang nilai (treshold) yang digunakan untuk memutuskan apakah titik itu merupakan sisi atau tidak
  - Pada umumnya hasil proses deteksi sisi adalah gambar biner (daerah sisi pada umumnya berwarna putih)
-

# Variasi pendekatan untuk $g(x,y)$

$$g(x,y) = \begin{cases} G[f(x,y)]; & G[f(x,y)] \geq T \\ f(x,y); & G[f(x,y)] < T \end{cases}$$

**Masalah:** penentuan nilai T yang tepat shg tepi dapat dipertajam tanpa merusak pixel-pixel non-tepi

$$g(x,y) = \begin{cases} L_G; & G[f(x,y)] \geq T \\ f(x,y); & G[f(x,y)] < T \end{cases}$$

**L<sub>G</sub>:** Nilai gray level tertentu untuk mewakili pixel-pixel tepi

$$g(x,y) = \begin{cases} G[f(x,y)]; & G[f(x,y)] \geq T \\ L_B; & G[f(x,y)] < T \end{cases}$$

**L<sub>B</sub>:** Nilai gray level tertentu untuk mewakili pixel-pixel non-tepi

$$g(x,y) = \begin{cases} L_G; & G[f(x,y)] \geq T \\ L_B; & G[f(x,y)] < T \end{cases}$$