

Low and High Pass Filter (Edge Detector)



Program Studi Pendidikan Teknik Informatika
Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha



Pengampu:

Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D

Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs

I Made Dendi Maysanjaya, S.Pd., M.Eng



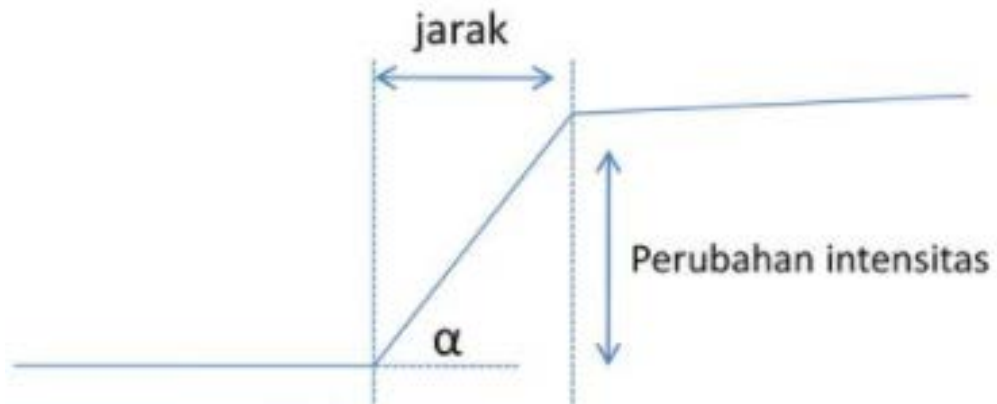
Pendahuluan - Analisa Citra

- Tahapan dalam Analisa Citra :
 - Ekstraksi Ciri
 - Segmentasi
 - Klasifikasi
- Ekstraksi Ciri -> Salah satunya menggunakan keberadaan tepi dari objek dalam sebuah citra
- Segmentasi -> Mereduksi citra menjadi objek/region, misalkan dengan mengekstraksi batas-batas objek (boundary)
- Klasifikasi -> memetakan segmen-segmen ke dalam kelas objek yang berbeda

Pengertian Deteksi Tepi

TEPI?

- Tepi (Edge) adalah perubahan nilai derajat keabuan yang mendadak dalam jarak yang singkat



Pengertian Deteksi Tepi

KENAPA TEPI?

- Meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek dalam citra
- Menyiapkan dan Memudahkan dalam proses analisis citra selanjutnya

Teknik Mendeteksi Tepi

- Operator Gradien Pertama (Differential Gradient)
- Operator Turunan Kedua (Laplacian)
- Operator Kompas (Compass Operator)

Operator Gradien Pertama

- Perubahan intensitas yang besar dalam jarak yang singkat dipandang sebagai fungsi yang memiliki kemiringan yang besar
- Gradient (turunan pertama) → digunakan untuk menghitung kemiringan fungsi.

$$G_x = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = \frac{f(x + \Delta x, y) - f(x, y)}{\Delta x}$$

$$G_y = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = \frac{f(x, y + \Delta y) - f(x, y)}{\Delta y}$$

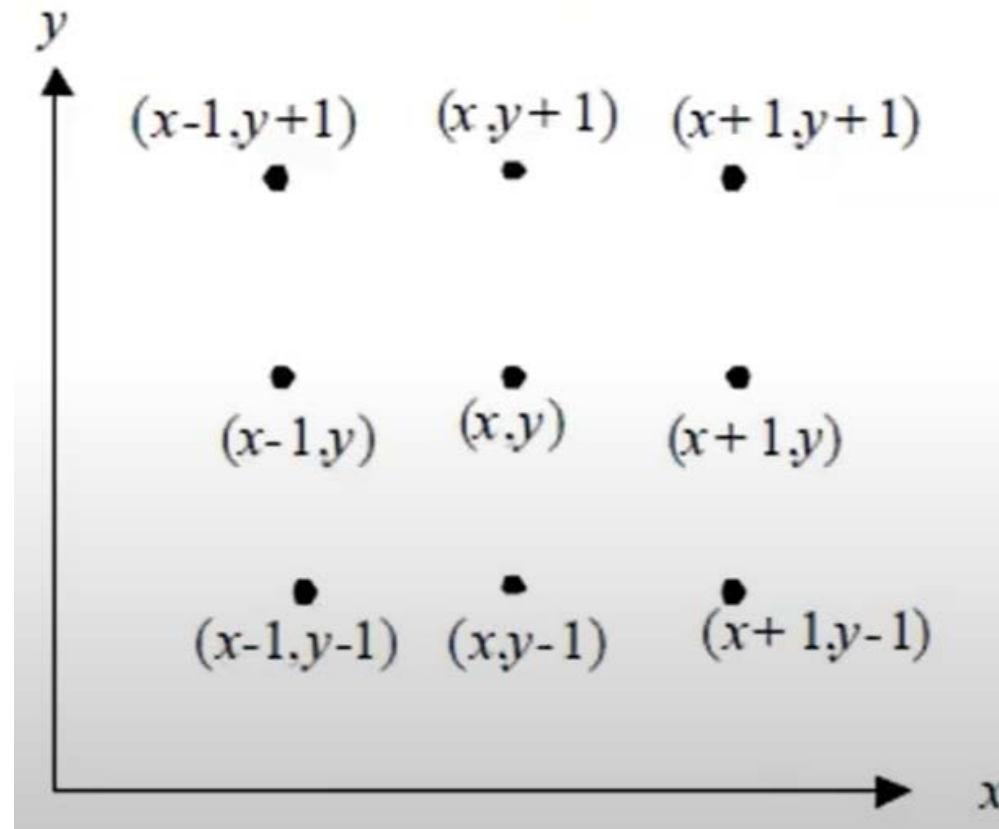
- $\Delta x = \Delta y$, sehingga turunan pertama menjadi:

$$G_x = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = f(x + 1, y) - f(x, y)$$

$$G_y = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = f(x, y + 1) - f(x, y)$$

Operator Gradien Pertama

- Titik-titik yang terlibat dalam perhitungan gradien



Operator Gradien Pertama

- Kedua turunan dapat dipandang sebagai dua buah mask konvolusi

$$G_1(x) = [-1 \ 1] \quad \text{dan} \quad G_1(y) = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$$

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

- Contoh, Misalkan citra dengan ukuran 5x5

Citra	Gradien-x	Gradien-y	Arah gradien
$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & * \\ 0 & 0 & 0 & 0 & * \\ 0 & 0 & -1 & 0 & * \\ 0 & -1 & 0 & 0 & * \\ 0 & -1 & 0 & 0 & * \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ * & * & * & * & * \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} * & * & * & * & * \\ * & * & * & \updownarrow & \updownarrow \\ * & * & \diagdown & * & * \\ * & \leftrightarrow & * & * & * \\ * & \leftrightarrow & * & * & * \end{bmatrix}$

Operator Gradien Pertama

- Berdasarkan konvolusi dengan kedua mask tersebut, kemudian dihitung

- Kekuatan dari Tepi $G[f(x,y)]$ yang merupakan magnitude dari gradien,

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

$$G[f(x,y)] = \max\{|G_x|, |G_y|\}$$

- Arah tepi $\alpha(x,y)$

$$\alpha(x,y) = \tan^{-1} \frac{G_y}{G_x}$$



Operator Gradien Pertama

- Suatu piksel merupakan tepi atau bukan tepi dinyatakan dengan operasi Threshold/Pengambangan

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{jika } G[f(x, y)] \geq T \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

- T adalah nilai ambang, piksel yang dinyatakan sebagai sebuah tepi dinyatakan dengan warna putih sedangkan yang bukan tepi dinyatakan dengan warna hitam

Operator Gradien Selisih Terpusat (Center-Difference)

- Persamaan:

$$D_x(x, y) = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = \frac{f(x+1, y) - f(x-1, y)}{2}$$

$$D_y(x, y) = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = \frac{f(x, y+1) - f(x, y-1)}{2}$$

- Ekuivalen dengan mask berikut:

$$D_2(x) = [-1 \ 0 \ 1] \quad \text{dan} \quad D_2(y) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$$

Operator SOBEL

- Jika Konstanta $C=2$, maka kernel S_x dan S_y sebagai berikut:

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

- Arah tepi diperoleh dari:

$$\alpha(x,y) = \tan^{-1} \left(\frac{S_y}{S_x} \right)$$

Operator SOBEL

- Contoh

$$\begin{bmatrix} 3 & 4 & 2 & 5 & 1 \\ 2 & 1 & 6 & 4 & 2 \\ 3 & 5 & 7 & 1 & 3 \\ 4 & 2 & 5 & 7 & 1 \\ 2 & 5 & 1 & 3 & 2 \end{bmatrix}$$

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

dan

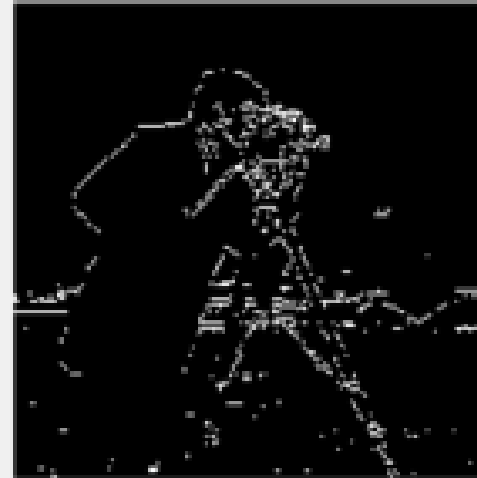
$$S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

- $S_x = 11$
- $S_y = -7$
- $M = 18$

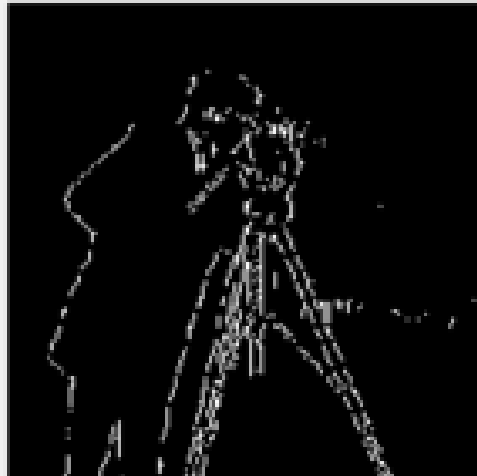
image asli



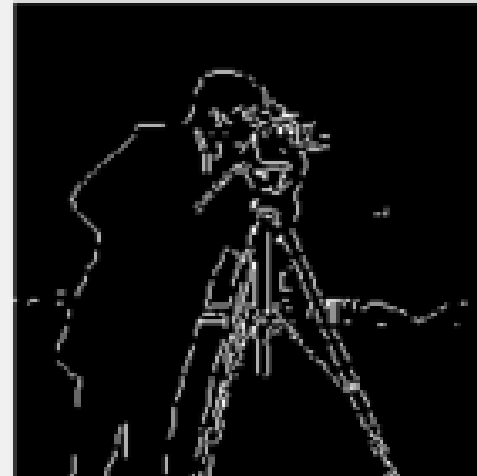
Arah/Direction Gx



Arah/Direction Gy



Hasil akhir Sobel



Operator PREWITT

- kernel P_x dan P_y sebagai berikut:

$$P_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{dan} \quad P_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Operator PREWITT

- Contoh

$$\begin{bmatrix} 3 & 4 & 2 & 5 & 1 \\ 2 & 1 & 6 & 4 & 2 \\ 3 & 5 & 7 & 1 & 3 \\ 4 & 2 & 5 & 7 & 1 \\ 2 & 5 & 1 & 3 & 2 \end{bmatrix}$$

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

dan

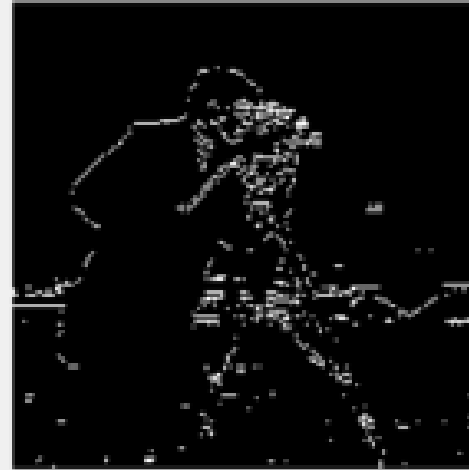
$$P_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

- $P_x = 7$
- $P_y = -6$
- $M = 13$

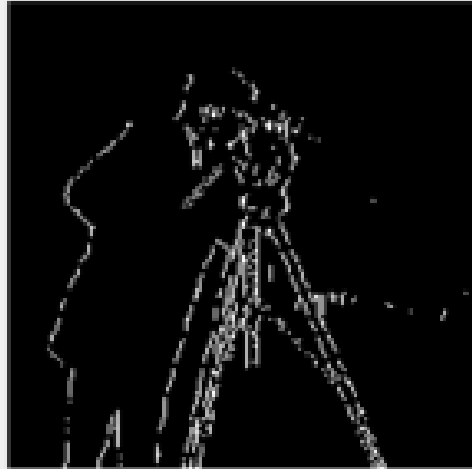
image asli



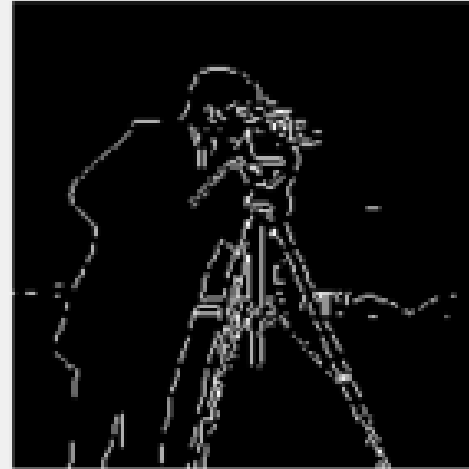
Arah/Direction Gx



Arah/Direction Gy



Hasil akhir prewitt



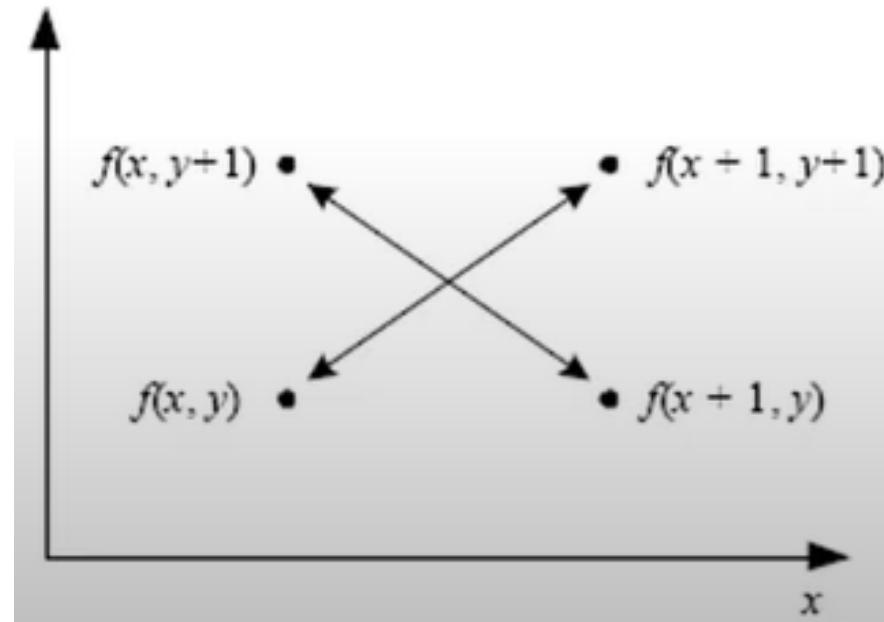
Operator ROBERT

- Persamaan

$$R_+(x, y) = f(x+1, y+1) - f(x, y)$$

$$R_-(x, y) = f(x, y+1) - f(x+1, y)$$

- Operator Silang:



Operator ROBERT

- Operator R_+ adalah turunan berarah dalam arah 45° , sedangkan R_- adalah turunan berarah dalam arah 135°
- Kernel Konvolusi

$$R_+ = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \text{ dan } R_- = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

- Arah Tepi :

$$\alpha(x, y) = \frac{\pi}{4} + \tan^{-1}\left(\frac{R_-}{R_+}\right)$$

Operator ROBERT

- Kekuatan tepi operator ROBERT

$$G[f(x,y)] = |R_+| + |R_-|$$

- Contoh Deteksi Tepi Operator ROBERT:

$$\begin{bmatrix} 3 & 4 & 2 & 5 & 1 \\ 2 & 1 & 6 & 4 & 2 \\ 3 & 5 & 7 & 1 & 3 \\ 4 & 2 & 5 & 7 & 1 \\ 2 & 5 & 1 & 3 & 2 \end{bmatrix}$$

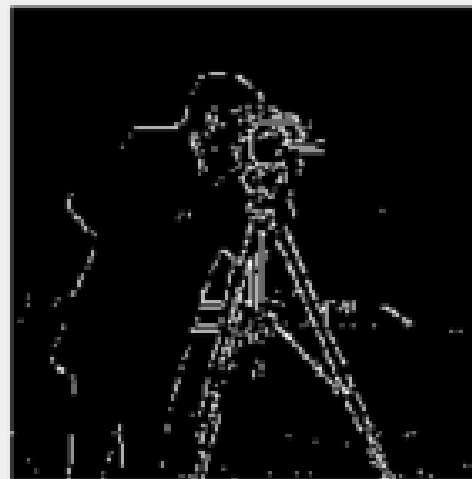
$$\begin{bmatrix} 4 & 3 & 3 & 6 & * \\ 5 & 7 & 8 & 2 & * \\ 2 & 5 & 4 & 4 & * \\ 1 & 1 & 8 & 7 & * \\ * & * & * & * & * \end{bmatrix}$$

$$R_+ = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \text{ dan } R_- = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

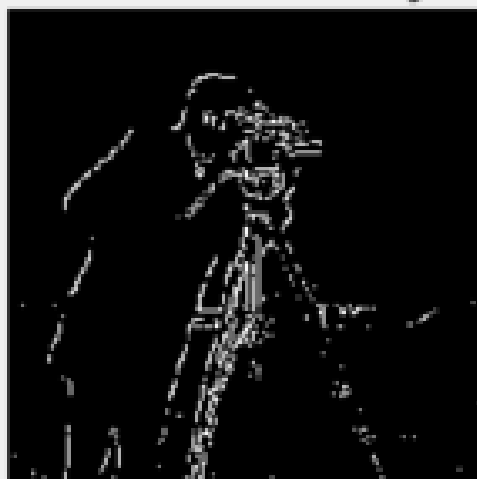
image asli



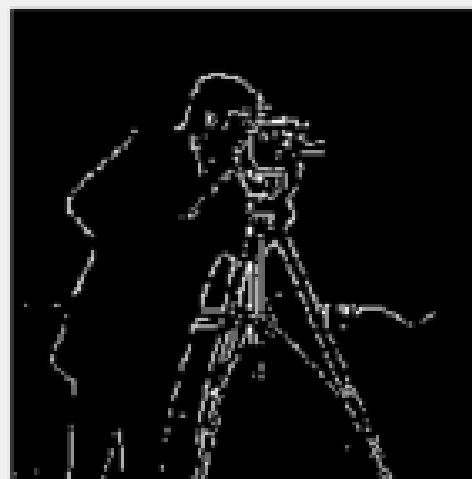
Arah/Direction Gx



Arah/Direction Gy



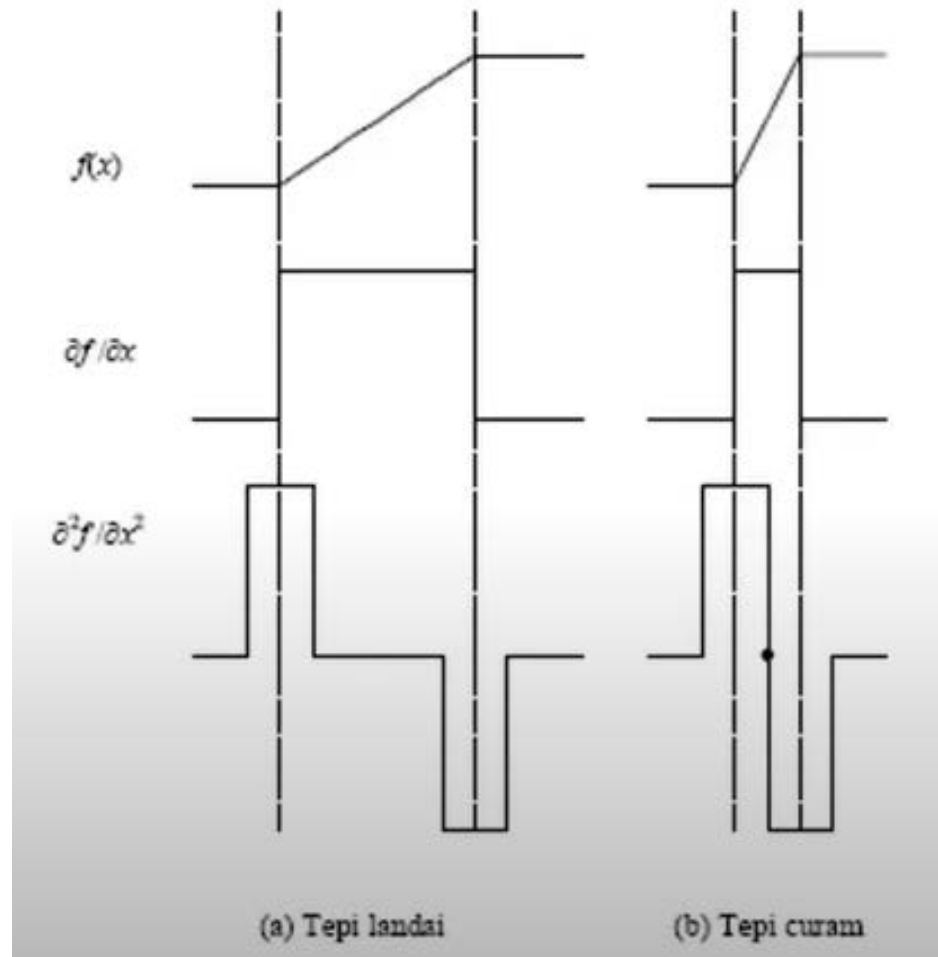
Hasil akhir roberts



Operator Turunan Kedua

- Deteksi tepi turunan kedua dapat menghasilkan tepian citra yang lebih tipis. Salah satu operatornya adalah Operator LAPLACIAN
- Operator Laplacian mendeteksi lokasi tepi lebih akurat khususnya pada tepi yang lebih curam
- Pada tepi curam, turunan kedua memiliki persilangan nol (zero-Crossing), yaitu titik dimana terdapat pergantian tanda nilai turunan kedua
- Sedangkan pada tepi yang landai tidak terdapat persilangan nol. Persilangan nol merupakan lokasi tepi yang akurat

Operator Laplacian



Operator Laplacian

- Kernal Konvolusi operator Laplacian

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \text{ dan } \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 4 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 1 \\ 4 & -20 & 4 \\ 1 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

Operator Laplacian

- Contoh pedeteksiian

$$\begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 4 & 4 & 4 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 4 & 4 & 4 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 4 & 4 & 4 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 4 & 4 & 4 & 8 & 8 & 8 & 8 \end{bmatrix}$$

(i) Citra semula

$$\begin{bmatrix} * & * & * & * & * & * & * \\ * & 0 & +4 & -4 & 0 & 0 & * \\ * & 0 & +4 & -4 & 0 & 0 & * \\ * & 0 & +4 & -4 & 0 & 0 & * \\ * & 0 & +4 & -4 & 0 & 0 & * \\ * & * & * & * & * & * & * \end{bmatrix}$$

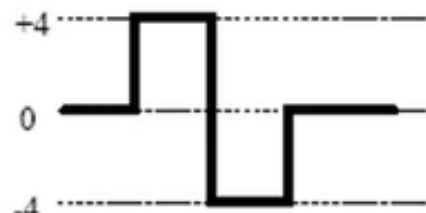
(ii) Hasil konvolusi

$$\begin{bmatrix} 4 & 4 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 4 & 4 & 4 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 8 & 8 & 8 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 8 & 8 \end{bmatrix}$$

(i) Citra semula

$$\begin{bmatrix} * & * & * & * & * & * & * & * \\ * & 0 & +8 & -4 & 0 & 0 & 0 & * \\ * & 0 & 0 & +8 & -4 & 0 & 0 & * \\ * & 0 & 0 & 0 & +8 & -4 & 0 & * \\ * & * & * & * & * & * & * & * \end{bmatrix}$$

(ii) Hasil konvolusi



- Pada perhitungan di atas, persilangan nol bersesuaian dengan tepi pada citra semula, yang terdapat pada titik tengah antara dua buah pixel yang bersesuaian

Operator Laplacian

- Contoh pedeteksiian tepi landai dengan operator Laplacian

$$\begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 & 5 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 2 & 2 & 2 & 5 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 2 & 2 & 2 & 5 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 2 & 2 & 2 & 5 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 2 & 2 & 2 & 5 & 8 & 8 & 8 & 8 \end{bmatrix}$$

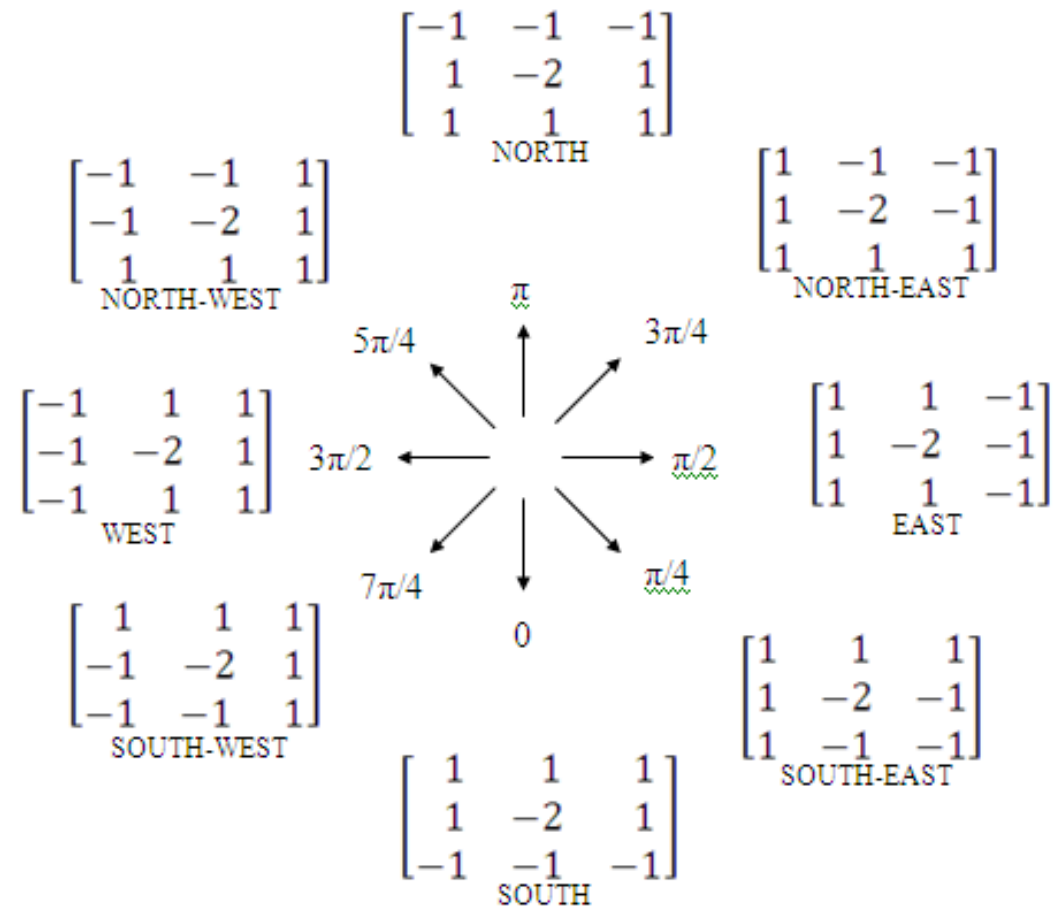
(i) Citra semula

$$\begin{bmatrix} * & * & * & * & * & * & * & * \\ * & 0 & +3 & 0 & -3 & 0 & 0 & * \\ * & 0 & +3 & 0 & -3 & 0 & 0 & * \\ * & 0 & +3 & 0 & -3 & 0 & 0 & * \\ * & * & * & * & * & * & * & * \end{bmatrix}$$

(ii) Hasil konvolusi

Operator KOMPAS

- Operator Kompas menggunakan 8 operator sesuai arah mata angin



Terima Kasih