

Studi Komparasi Ukuran File Hasil Deteksi Tepi Menggunakan Operator Sobel, Roberts, dan Prewitt

Wahyul Amien Syafei^{a*} dan Subchan Ajie Ari Bowo^{b#}

^a Program Magister Sistem Informasi Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro

^b Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Abstrak

Perkembangan teknologi digital yang merambah dunia citra meningkatkan keleluasaan memanipulasinya untuk berbagai keperluan. Deteksi tepi dalam ranah pengolahan citra digital adalah suatu proses yang bertujuan untuk mendeteksi garis tepi yang membatasi dua wilayah citra. Paper ini membahas tiga operator deteksi tepi, yaitu Sobel, Roberts, dan Prewitt. Studi komparasi ketiga operator pada citra yang sama menunjukkan bahwa operator Roberts menghasilkan ukuran file terkecil setelah Prewitt dan Sobel.

Keywords: Komparasi; Deteksi tepi; Wilayah citra; Operator

1. Pendahuluan

Pengolahan citra sekarang banyak diaplikasikan pada sejumlah bidang, seperti bidang kedokteran, biologi, hukum, dan keamanan. Peningkatan kualitas citra (*image enhancement*) bertujuan menghasilkan citra dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan citra semula. Penentuan suatu tepian objek dalam citra merupakan salah satu wilayah pengolahan citra digital yang banyak diteliti. Proses ini seringkali ditempatkan sebagai langkah pertama yang bertujuan untuk mengenali objek-objek yang terdapat dalam citra.

Terdapat beberapa operator untuk mendeteksi tepi suatu citra, diantaranya operator Sobel, Roberts, Prewitt, dan sebagainya. Salah satu penelitian yang pernah dilakukan adalah perbandingan kinerja metode deteksi tepi pada citra wajah (Agushinta dkk, 2008). Pada penelitian tersebut disimpulkan bahwa waktu pendeteksian paling cepat adalah pada saat menggunakan operator Roberts. Indira dkk (2008) juga telah melakukan penelitian tentang perbandingan metode pendeteksian tepi studi kasus citra USG janin, yang menyimpulkan bahwa operator Canny merupakan metode pendeteksian yang paling baik digunakan pada citra USG janin.

Paper ini membahas aplikasi operator Sobel, Roberts, dan Prewitt pada citra yang sama yaitu cameraman.tif. Kemudian dianalisa operator yang menghasilkan ukuran file terkecil hasil deteksi tepi.

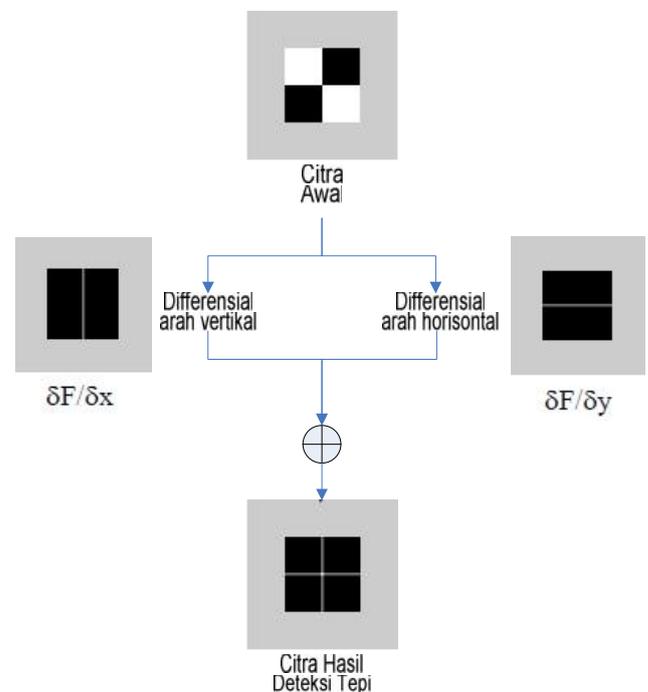
2. Definisi Tepi

Tepi (*edge*) adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang mendadak besar dalam jarak yang dekat^[3]. Perbedaan intensitas inilah yang memperlihatkan rincian pada Gambar. Tepi merupakan batas antara dua daerah yang memiliki perbedaan nilai intensitas.

Deteksi tepi merupakan suatu proses yang menghasilkan tepi-tepi objek citra, tujuannya adalah:

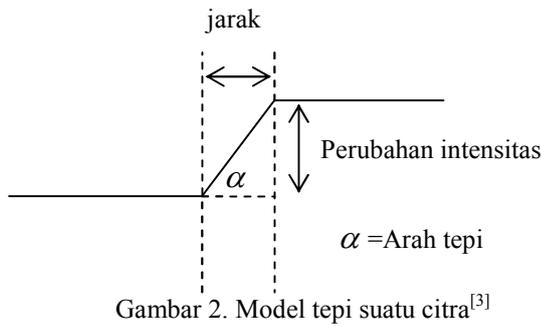
1. Untuk menandai bagian yang menjadi detail citra.
2. Untuk memperbaiki detail dari citra yang kabur, yang terjadi karena galat atau adanya efek dari proses akuisisi citra.

Suatu titik (x,y) dikatakan sebagai tepi dari suatu citra bila titik tersebut mempunyai perbedaan nilai piksel yang tinggi dengan nilai piksel tetangganya. Gambar 1 menunjukkan bagaimana tepi suatu citra diperoleh dan Gambar 2 menunjukkan model tepi suatu citra.



Gambar 1. Proses deteksi tepi citra^[4]

• Alamat email : wasyafei@undip.ac.id*;
bovovic_47@yahoo.co.id#



Gambar 2. Model tepi suatu citra^[3]

Posisi sebuah piksel dapat dituliskan sebagai:

$$\nabla f(x, y) = \frac{\partial}{\partial x} f(x, y) + \frac{\partial}{\partial y} f(x, y) \tag{1}$$

Dengan gradien:

$$G_x = \frac{\partial}{\partial x} f(x, y) = \frac{f(x + \Delta x, y) - f(x, y)}{\Delta x} \tag{2}$$

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

Dimana pada umumnya, nilai $\Delta x = \Delta y = 1$, sehingga persamaan gradien di atas menjadi:

$$G_x = f(x + 1, y) - f(x, y) \tag{3}$$

$$G_y = f(x, y + 1) - f(x, y) \tag{4}$$

Titik-titik dalam perhitungan di atas adalah posisi piksel secara relatif yang diilustrasikan pada Gambar 3. Kedua turunan pada persamaan (3) dan (4) dapat dipandang sebagai dua buah *mask*:

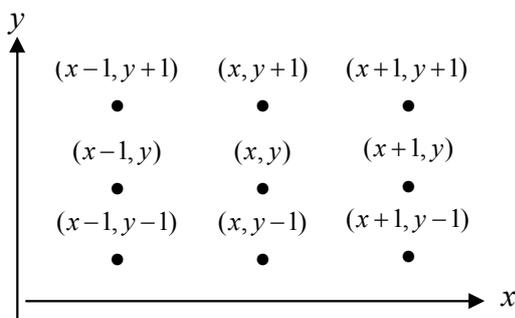
$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix} \tag{5}$$

$$G_y = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} \tag{6}$$

Berdasarkan kedua *mask* tersebut, dapat dihitung besarnya magnitude gradien $G[f(x, y)]$ dan arah tepinya, $\alpha(x, y)$, yaitu: (Gonzales et al., 1992), (Jain, 1995)

$$G[f(x, y)] = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \tag{7}$$

$$\alpha(x, y) = \tan^{-1} \left(\frac{G_y}{G_x} \right) \tag{8}$$



Gambar 3. Posisi piksel relatif ditunjukkan oleh nilai x dan y pada citra

Operasi deteksi tepi menggunakan metode konvolusi. Konvolusi pada citra merupakan suatu cara mengkombinasikan dua buah matriks untuk menghasilkan matriks ketiga, bisa dirumuskan (Munir, 2004):

$$h(x, y) = f(x, y) * g(x, y) = \sum_{a=-\infty}^{\infty} \sum_{b=-\infty}^{\infty} f(a, b)g(x-a, y-b) \tag{9}$$

$g(x, y)$ disebut *convolution mask*, kernel, atau penapis. Ukuran *mask* biasanya lebih kecil dari ukuran citra.

2.1 Operator Sobel

Operator Sobel menata komponen *mask*-nya sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} a_0 & a_1 & a_2 \\ a_7 & (x, y) & a_3 \\ a_6 & a_5 & a_4 \end{bmatrix} \tag{10}$$

Magnitude gradien (G) dari operator Sobel dihitung dengan:

$$G = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} \tag{11}$$

Dimana komponen S adalah:

$$S_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6) \tag{12}$$

$$S_y = (a_0 + ca_1 + a_2) - (a_6 + ca_5 + a_4) \tag{13}$$

Operator Sobel menggunakan nilai konstanta $c=2$, sehingga *mask* konvolusi untuk operator Sobel adalah sebagai berikut.

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \tag{14}$$

Arah tepi dihitung dengan persamaan:

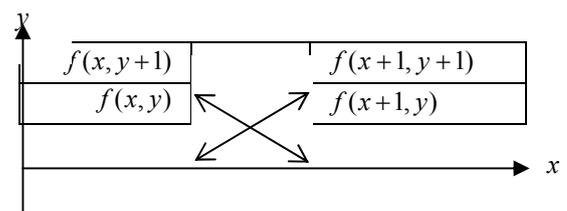
$$\alpha(x, y) = \tan^{-1} \left(\frac{S_y}{S_x} \right) \tag{15}$$

2.2. Operator Roberts

Operator Roberts sering disebut juga operator silang. Gradien Roberts dalam arah-x dan arah-y dihitung dengan persamaan (16) dan (17), dan ditunjukkan pada Gambar 4:

$$R_+(x, y) = f(x+1, y+1) - f(x, y) \tag{16}$$

$$R_-(x, y) = f(x, y+1) - f(x+1, y) \tag{17}$$



Gambar 4. Operator Roberts (operator silang)

Gambar 4 menunjukkan bahwa operator R_+ adalah hampiran turunan berarah dalam arah 45° , sedangkan operator R_- adalah hampiran turunan berarah dalam arah 135° .

Dalam bentuk *mask* konvolusi, operator Roberts adalah:

$$R_+ = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad R_- = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \quad (18)$$

Operator Roberts merupakan salah satu operator yang menggunakan jendela matriks 2×2 , dan melakukan perhitungan nilai gradien dengan mengambil arah diagonal. Magnitude gradien (G) dari operator Roberts dihitung dengan:

$$G = \sqrt{R_+^2 + R_-^2} \quad (19)$$

Arah tepi dihitung dengan persamaan:

$$\alpha(x, y) = \frac{\pi}{4} + \tan^{-1} \left(\frac{R_-}{R_+} \right) \quad (19)$$

2.3 Operator Prewitt

Persamaan gradien pada operator Prewitt sama seperti operator Sobel, tetapi menggunakan nilai konstanta $c=1$. Operator Prewitt menggunakan komponen *mask* sebagai berikut.

$$P_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad P_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad (20)$$

Magnitude gradien (G) dari operator Prewitt dihitung dengan:

$$G = \sqrt{P_x^2 + P_y^2} \quad (22)$$

Arah tepi dihitung dengan persamaan:

$$\alpha(x, y) = \tan^{-1} \left(\frac{P_y}{P_x} \right) \quad (21)$$

3. Deteksi Tepi Untuk Citra Cameraman

Deteksi tepi menggunakan citra masukan dengan nama "Cameraman.tif" yang terdapat pada toolbox matlab, yang bisa dilihat pada Gambar 5.

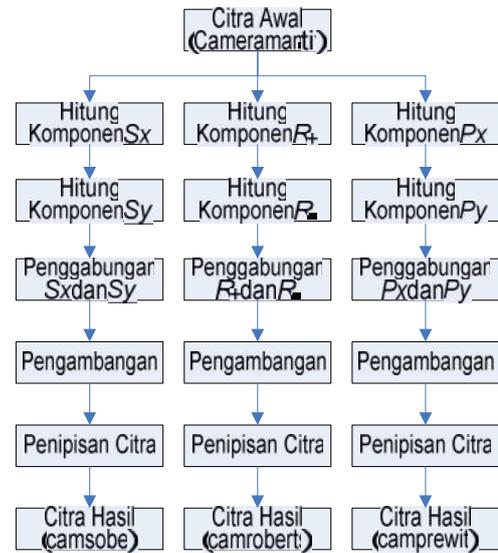


Gambar 5. Citra Cameraman (Cahyo, 2009)

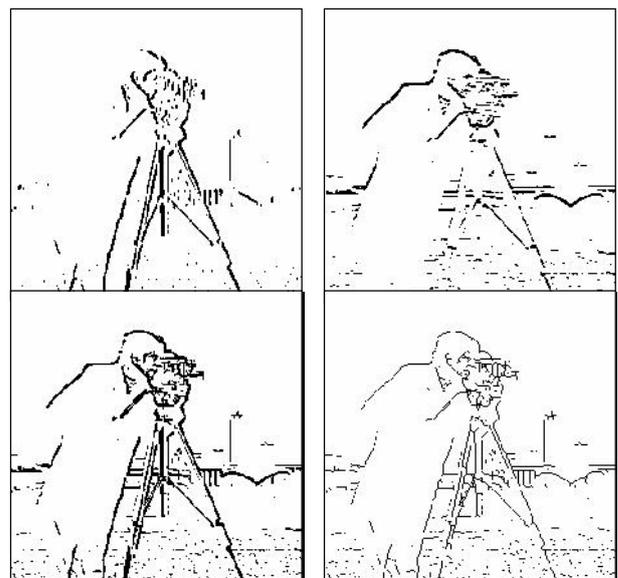
Diagram alir pendeteksian tepi citra Cameraman.tif menggunakan ketiga operators tampak pada Gambar 6.

3.1 Deteksi Tepi Dengan Operator Sobel

Proses yang pertama dilakukan adalah perhitungan komponen S_x dan komponen S_y . Perhitungan komponen S_x dan S_y adalah perhitungan turunan pada arah horisontal dan arah vertikal, yang dilakukan dengan cara menapis citra awal menggunakan *mask* untuk operator Sobel, dalam Matlab ditulis $s_x = [-1 \ 0 \ 1; -2 \ 0 \ 2; -1 \ 0 \ 1]$. Perhitungan komponen S_y menggunakan *mask* $s_y = [1 \ 2 \ 1; 0 \ 0 \ 0; -1 \ -2 \ -1]$. Proses penapisan menggunakan perintah *imfilter*. Hasil perhitungan komponen S_x dan S_y ditunjukkan pada Gambar 7(i) dan Gambar 7 (ii).



Gambar 6. Diagram alir deteksi tepi citra



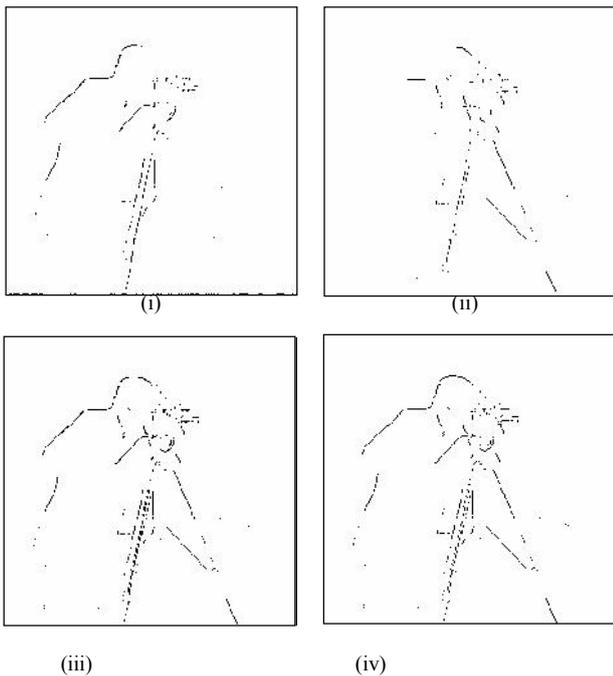
Gambar 7. Citra hasil deteksi tepi dengan operator Sobel (i) Citra hasil perhitungan komponen S_x (ii) Citra hasil perhitungan komponen S_y , (iii) Citra hasil penggabungan S_x dan S_y , (iv) Citra hasil penipisan

Proses selanjutnya adalah penggabungan kedua komponen S_x dan komponen S_y . Proses penggabungan menggunakan perintah $G=\text{sqrt}(S_x.^2+S_y.^2)$. Setelah penggabungan, dilakukan operasi pengambangan untuk mengubah citra yang masih dalam format aras keabuan menjadi citra biner. Hasil penggabungan ditunjukkan pada Gambar 7(iii). Tahap berikutnya adalah penipisan citra. Proses penipisan citra menggunakan perintah *bwmorph*. Hasil penipisan citra ditunjukkan pada Gambar 7(iv). Citra hasil penggabungan komponen S_x dan S_y disimpan dengan perintah *imwrite* dan diberi nama *camsobel*.

Citra Cameraman sebelum dilakukan operasi deteksi tepi berukuran 63,7 KB, sedangkan setelah dilakukan operasi deteksi tepi menggunakan operator Sobel menjadi 8,29 KB. Untuk menghitung nilai rata-rata piksel dari citra hasil deteksi tepi digunakan perintah *mean2*. Nilai rata-rata menunjukkan jumlah piksel citra yang terdeteksi sebagai tepi (nilai piksel bernilai '1').

3.2 Deteksi Tepi Dengan Operator Roberts

Operator Roberts menggunakan *mask* $r1=[1\ 0;0\ -1]$ untuk arah diagonal 45° dan $r2=[0\ 1;-1\ 0]$ untuk arah 135° . Perhitungan komponen R_+ dan R_- dilakukan dengan cara melakukan penapisan citra awal menggunakan kedua *mask* tersebut. Hasil perhitungan komponen R_+ dan R_- ditunjukkan pada Gambar 8(i) dan Gambar 8(ii).



Gambar 8. Citra hasil deteksi tepi dengan operator Roberts (i) Citra hasil perhitungan komponen R_+ , (ii) Citra hasil perhitungan komponen R_- , (iii) Citra hasil penggabungan R_+ dan R_- , (iv) Citra hasil penipisan

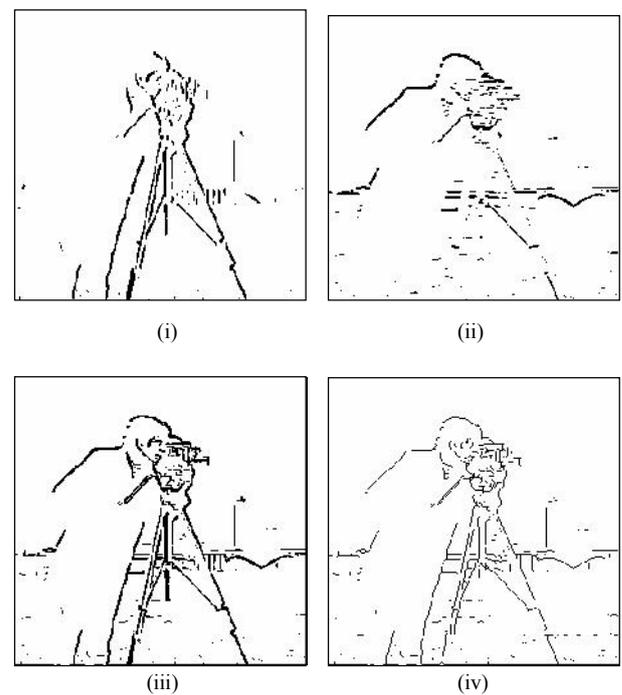
Proses selanjutnya adalah penggabungan kedua komponen R_+ dan R_- . Setelah penggabungan, dilakukan operasi pengambangan untuk mengubah citra yang masih dalam format aras keabuan menjadi citra biner. Hasil penggabungan ditunjukkan pada Gambar 8(iii). Tahap

berikutnya adalah penipisan citra. Hasil penipisan citra ditunjukkan pada Gambar 8(iv). Citra hasil penggabungan komponen R_+ dan R_- disimpan dengan perintah *imwrite* dan diberi nama *camroberts*.

Citra Cameraman sebelum dilakukan operasi deteksi tepi berukuran 63,7 KB, sedangkan setelah dilakukan operasi deteksi tepi menggunakan operator Roberts menjadi 3,60 KB.

3.3 Deteksi Tepi Dengan Operator Prewitt

Operator Prewitt menggunakan *mask* $px=[-1\ 0\ 1;-1\ 0\ 1;0\ 1\ 0]$ untuk perhitungan arah horisontal dan $py=[1\ 1\ 1;0\ 0\ 0;-1\ -1\ -1]$ untuk perhitungan arah vertikal. Perhitungan komponen P_x dan P_y dilakukan dengan cara melakukan penapisan citra awal menggunakan kedua *mask* tersebut. Hasil perhitungan komponen P_x dan P_y ditunjukkan pada Gambar 9(i) dan Gambar 9(ii).



Gambar 9. Citra hasil deteksi tepi dengan operator Prewitt (i) Citra hasil perhitungan komponen P_x , (ii) Citra hasil perhitungan komponen P_y , (iii) Citra hasil penggabungan P_x dan P_y , (iv) Citra hasil penipisan

Proses selanjutnya adalah penggabungan kedua komponen P_x dan komponen P_y , yang dilanjutkan dengan melakukan operasi pengambangan untuk mengubah citra yang masih dalam format aras keabuan menjadi citra biner. Hasil penggabungan ditunjukkan pada Gambar 9(iii). Tahap berikutnya adalah penipisan citra. Hasil penipisan citra ditunjukkan pada Gambar 9(iv). Citra hasil penggabungan komponen P_x dan P_y disimpan dengan perintah *imwrite* dan diberi nama *camprewitt*.

Citra Cameraman sebelum dilakukan operasi deteksi tepi berukuran 63,7 KB, sedangkan setelah dilakukan operasi deteksi tepi Prewitt menjadi 6,86 KB.

Dari ketiga operator deteksi tepi tersebut dapat dilihat bahwa operator Sobel mempunyai nilai rata-rata terbesar, hal ini ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai rata-rata menunjukkan jumlah piksel citra yang terdeteksi sebagai tepi (nilai piksel bernilai '1').

Tabel 1. Nilai rata-rata dan ukuran (kapasitas) citra cameraman

Operator Deteksi Tepi	Nilai Rata-rata	Ukuran (kapasitas)	
		Sebelum dideteksi tepi (KB)	Setelah dideteksi tepi (KB)
Sobel	0,0879	63,7	8,29
Roberts	0,0162	63,7	3,60
Prewitt	0,0691	63,7	6,86

4. Kesimpulan

Dari pembahasan ketiga operator deteksi tepi di atas diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Operator Sobel menggunakan *mask* berukuran 3x3 yang berfungsi sebagai penapis lolos tinggi. Penapis ini berguna untuk mengurangi derau dan mempertajam tepi citra, hal ini terlihat saat operator Sobel bisa mendeteksi tepi detail citra lebih baik.

2. Operator Roberts lebih menekankan pemeriksaan pada kedua arah diagonal, sehingga sisi-sisi miring objek akan terdeteksi lebih baik.
3. Operator Prewitt sama halnya dengan operator Sobel, tetapi tidak ada penguatan piksel-piksel yang dekat dengan pusat *mask*.
4. Urutan operator yang menghasilkan ukuran file kecil adalah Roberts, Prewitt, dan Sobel.

Daftar Pustaka

- Agushinta, Dewi, Diyanti, A., 2008. Perbandingan kinerja metode deteksi tepi pada citra wajah, *Skripsi S-1*, Universitas Gunadarma, Depok, Jakarta.
- Indira, Merly, Yuliana, E., Suprihatin, W., Bertalya, 2008. Perbandingan metode pendeteksi tepi studi kasus: citra usg janin, *Skripsi S-1*, Universitas Gunadarma, Depok, Jakarta.
- Munir, R., 2004. Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik. Penerbit Informatika, Bandung.
- Cahyo, S.D., 2009. Analisis perbandingan beberapa metode deteksi tepi menggunakan Delphi 7, Skripsi S-1, Universitas Gunadarma, Depok, Jakarta.
- Gonzales, R.C., Woods, R.E., 1992. Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company.
- Jain, A.K., 1995. *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice-Hall of India, New Delhi, 1995. Website : <https://mathworks.com/toolbox/images>.