



## DETEKSI TEPI CITRA BIDANG KEDOKTERAN DALAM KAWASAN ALIHRAGAM *POWERLAW*

Muhammad Kusban  
Staf Pengajar T. Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta  
E-mail: muhammadkusban@gmail.com

### *Abstrak*

*Deteksi tepi digunakan untuk mendeteksi perubahan nilai yang tajam dalam citra homogen sehingga dapat terbentuk tepi-tepi suatu objek citra yang selanjutnya dimanfaatkan bagi keperluan beragam pemrosesan citra. Diantaranya untuk mendapatkan garis tepi objek citra yang dihasilkan dari photo sinar rongent dalam bidang kedokteran. Citra tersebut dikonvolusikan dengan nilai blok mask operator seperti Canny, Robert, Prewitt, dan lainnya guna mendapatkan nilai perbedaan intensitas. Guna mendapatkan nilai maksimal dalam deteksi tepi, penulis mengajukan proposal penggunaan metode alihragam powerlaw dengan nilai konstanta 1 dan gamma 0.53. Dari hasil penelitian, deteksi tepi dengan operator Canny menghasilkan nilai SNR = 12.66428571dB dengan waktu proses = 1.369285714 detik.*

**Kata kunci:** *Deteksi tepi, mask, Canny, Robert, Prewitt, powerlaw, SNR*

### **PENDAHULUAN**

Untuk citra medis, deteksi tepi (*edge detection*) digunakan untuk mencari informasi awal dalam diagnosis dan perawatan penyakit. Menurut Gráfová dan kawan-kawan, deteksi tepi merupakan langkah penting dalam deteksi struktur jaringan tubuh abnormal dan juga untuk mengetahui tipe-tipe jaringan tubuh yang berbeda [1]. Selain itu, oleh Thedens deteksi tepi digunakan sebagai pelengkap simulasi citra dalam bentuk komputer digital serta citra resonansi magnetik guna mendapatkan pencitraan jantung manusia [3]. Bahkan lebih lanjut oleh Chitchian dan kawan-kawan [2], bahwa dengan menggunakan deteksi tepi dapat diperoleh detail citra yang lebih kompleks guna keperluan operasi penyakit kanker.

Menurut Wikipedia [4], deteksi tepi merupakan nama untuk seperangkat metode matematis yang bertujuan mengidentifikasi titik-titik dalam citra digital dimana warna kecerahannya berubah secara drastis atau dengan kata lain memiliki nilai diskontinyu. Suatu titik citra ( $x \in \mathbb{R}^2$ ) dikatakan bagian tepi (*edge*) bila titik tersebut memiliki perbedaan nilai yang tinggi dengan sampingnya. Bila keberadaan nilai piksel antar tetangga memiliki nilai yang berbeda jauh dalam suatu citra homogeny, akan berdampak berubahnya bentuk citra 2D. Sedangkan untuk objek yang berdimensi tunggal, perubahan nilai piksel dapat diukur dengan menggunakan fungsi turunan (*derivative function*) – perubahan mencapai maksimum saat turunan pertama paling besar dan turunan kedua (*2<sup>nd</sup> derivative function*) bernilai 0.

Meskipun memiliki beberapa kelebihan dalam penggunaan aplikasi deteksi tepi, beberapa kelemahan penggunaan deteksi tepi ditemukan dalam kasus deteksi citra yang memiliki nilai kontras rendah. Oleh Zhencheng dan kawan-kawan [5], kesulitan deteksi tepi semakin bertambah besar saat digunakan dalam deteksi tepi citra yang memiliki struktur elemen searah. Untuk mengatasinya, penulis mengajukan proposal [6] memperbaiki kekurangan dalam deteksi tepi daerah kekontrasan yang rendah dengan cara merubah nilai citra dengan menggunakan metode *Powerlaw* sebelum diproses lebih lanjut dalam metode deteksi tepi: Sobel, Prewitt, Canny, *Compass Edge*, *Zero-Crossing*, LoG, dan *Unsharp*.

### **Deteksi Tepi**

Deteksi tepi (*Edge Detection*) pada citra adalah proses yang menghasilkan tepi-tepi dari objek-objek citra dengan tujuannya adalah untuk menandai bagian yang menjadi detail citra serta untuk memperbaiki detail dari citra yang kabur. Bila diperhatikan, deteksi tepi menggambarkan titik-titik yang memiliki perbedaan nilai intensitas yang tinggi. Bila sebuah citra  $P$  diproses dengan detektor tepi secara horisontal maka akan menghasilkan tepi vertikal  $E_x$  yang dapat dituliskan dalam persamaan (1).

$$Ex_{x,y} = |P_{x,y} - P_{x+1,y}| \quad (1)$$

Guna mendapatkan tepi horisontal  $E_y$  didalam persamaan (2), detektor tepi vertikal digunakan dalam proses citra untuk menghasilkan perbedaan nilai titik batas secara vertikal.

$$Ey_{x,y} = |P_{x,y} - P_{x,y+1}| \quad (2)$$

Kombinasi persamaan (1) dan (2) menghasilkan operator E di persamaan (3) yang dapat mendeteksi tepi vertikal dan horisontal secara bersamaan.

$$\begin{aligned} E_{x,y} &= |P_{x,y} - P_{x,y+1} + P_{x,y} - P_{x,y-1}| \\ &= |2P_{x,y} - P_{x,y+1} - P_{x,y-1}| \end{aligned} \quad (3)$$

Dari analisa deret Taylor, bahwa perbedaan titik-titik perbatasan akan menghasilkan perkiraan nilai baru  $f'(x)$  yang merupakan bentuk turunan pertama (*the first order derivative*), yang ditulis dalam persamaan (4) berikut.

$$f'(x) = \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x} - O(\Delta x) \quad (4)$$

Dari persamaan (4), memberikan gambaran bahwa perbedaan antar titik-titik dalam citra dipisahkan oleh satu buah piksel. Bila  $\Delta x \ll 1$ , operator deteksi tepi horisontal dapat dituliskan dalam bentuk matrik di persamaan (5) sebagai berikut.

$$[1 \quad 0 \quad -1] \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Operator Roberts merupakan operator awal yang digunakan untuk deteksi tepi dengan menggunakan turunan order pertama dengan dua bentuk matrik 2x2 seperti yang terlihat dalam matrik persamaan (6) yang memiliki nilai berkebalikan sepanjang arah sumbu.

$$H = \begin{vmatrix} +1 & 0 \\ 0 & -1 \end{vmatrix} \quad V = \begin{vmatrix} 0 & +1 \\ -1 & 0 \end{vmatrix} \quad (6)$$

Guna mendapatkan nilai yang lebih stabil, dilakukan dengan cara mengkondisikan nilai rata-rata dalam operator Robert yang dikembangkan dengan nilai matrik baru dalam bentuk tiga baris atau kolom yang dikenal dengan nama operator Prewitt, seperti terlihat dalam matrik persamaan (7) berikut.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$G_x$   $G_y$

Guna mendapatkan nilai maksimum dari operator Prewitt, proses selanjutnya adalah dengan mencari nilai perubahan kecepatan citra terhadap warna kecerahannya dengan cara mencari nilai *magnitude*  $G$  dan arah tepi  $\theta$  dalam persamaan (8) dan (9).

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (8)$$

$$\theta_{x,y} = \tan^{-1} \left( \frac{G_{y,x,y}}{G_{x,x,y}} \right) \quad (9)$$

Proses yang digunakan oleh operator Sobel merupakan proses dari sebuah konvolusi yang telah di tetapkan nilainya terhadap citra yang terdeteksi. Dalam operator Sobel digunakan matrik konvolusi 3x3 dan susunan piksel-pikselya di sekitar pixel P (x, y) seperti terlihat dalam matrik persamaan (10).

$$\begin{bmatrix} P1 & P2 & P3 \\ P8 & (X,Y) & P4 \\ P7 & P6 & P5 \end{bmatrix} \quad (10)$$

Operator Sobel merupakan pengembangan Operator Robert dengan menggunakan filter HPF (*high pass filter*) yang diberi satu angka nol penyangga. Operator ini mengambil prinsip dari fungsi *laplacian* dan *gaussian* yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF. Kelebihan dari Operator Sobel ini adalah kemampuan untuk mengurangi *noise* sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi sehingga besar *gradient* dapat di hitung seperti yang terlihat dalam persamaan (11) berikut.

$$\begin{aligned} S_x &= [P3 + cP4 + P5] - [P1 + cP8 + P7] \\ S_y &= [P1 + cP2 + P3] - [P7 + cP6 + P5] \end{aligned} \quad (11)$$

Dengan konstanta *c* bernilai dua, bentuk matrik dalam operator Sobel dapat di gambarkan seperti dalam matrik persamaan (12) berikut.

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} S_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (12)$$

Pada umumnya operator Sobel menempatkan penekanan atau pembobotan pada piksel-piksel yang lebih dekat dengan titik pusat jendela (*window*), sehingga pengaruh piksel-piksel tetangga akan berbeda sesuai dengan letaknya terhadap titik di mana nilai gradien dihitung. Dari susunan nilai-nilai pembobotan pada jendela juga terlihat bahwa perhitungan terhadap gradien juga merupakan gabungan dari posisi mendatar dan posisi vertikal.

Penggabungan arah posisi vertical dan mendatar dapat menghasilkan operator lainnya seperti Canny, *compass*, dan *Laplace*. Dari beragam algoritma deteksi tepi, operator Canny dalam situs *wikipedia* dianggap sebagai deteksi tepi yang optimal [4], dengan ciri kelebihan yang dimiliki yaitu: memberikan sebanyak mungkin informasi deteksi tepi dengan posisi yang sedekat mungkin dengan citra aslinya yang tergambar dalam sekali proses (tidak banyak derau yang menempel dalam garis deteksi tepi). Operator Canny menggunakan proses konvolusi yang berdasar *Gaussian* terhadap suatu citra. Berdasarkan prinsip filter dalam citra, tepi suatu citra dapat diperoleh dengan menggunakan prinsip *high pass filter* seperti yang tertulis dalam persamaan (13) berikut.

$$\sum_y \sum_x H(x,y) = 0 \quad (13)$$

Bila arah deteksi tepi tidak menentu, operator *Compass* dapat digunakan, yaitu dengan cara pengulangan konvolusi citra dengan 8 nilai *mask* atau seperangkat arah *mask*. Operator *Laplace* biasanya selalu di sebut dengan sebutan operator turunan. Operator *Laplace* biasanya mendeteksi tepi lebih akurat khususnya pada tepi yang curam. Pada tepi yang curam, turunan keduanya memiliki *zero crossing* (persilangan nol), yaitu titik di mana terdapat pergantian tanda nilai turunan kedua, sedangkan pada tepi yang landai tidak terdapat persilangan nol. Untuk turunan kedua arah X dan Y dapat dituliskan dalam persamaan (14) berikut.

$$\begin{aligned} \frac{\delta^2 f}{\delta x^2} &= f(x-1, y) - 2f(x, y) + f(x+1, y) \\ \frac{\delta^2 f}{\delta y^2} &= f(x, y-1) - 2f(x, y) + f(x, y+1) \end{aligned} \quad (14)$$

Operator *Laplace* memiliki jumlah seluruh koefisiennya nol dan koefisiennya mengandung nilai negatif maupun positif. Representasi turunan kedua dalam bentuk kernel operator *Laplacian* diperlihatkan dalam matrik persamaan (15) berikut.

$$L = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (15)$$

Operator *Laplace* memberitahukan keberadaan dari suatu tepi ketika keluaran dari operator membuat perpotongan dengan sumbu x namun bila pada suatu daerah dalam citra mempunyai nilai nol yang seragam, maka akan diabaikan dan tidak dianggap tepi. Operator *zero crossing*, menggunakan metode *Laplacian* dengan memasukkan nilai 1 dan nol untuk diagonalnya.

$$L = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (16)$$

Operator *Laplacian-of-Gaussian* (LoG) digunakan dengan berdasarkan operator *Laplacian* yang terlebih dahulu diperhalus gradasi citra dengan cara mencari nilai konvolusinya dengan *Gaussian mask*. Untuk persamaan *Gaussian* dalam bentuk kontinyu tertera dalam persamaan (17).

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (17)$$

Citra negatif dalam level keabuan memiliki kisaran nilai  $[0, L - 1]$ , yang dapat dinyatakan dalam persamaan (18) berikut.

$$f(x, y) = L - f(x, y) \quad (18)$$

Oleh Gonzales [7] dinyatakan bahwa transformasi negatif ini cocok digunakan untuk perbaikan citra dominan gelap baik latar belakang maupun citranya sendiri sehingga dengan transformasi negatif akan didapat nilai informasi penting dalam daerah warna putih. Sedangkan bila perbaikan citra dilakukan dalam kawasan warna gelap dengan beberapa nilai piksel lainnya berwarna putih akan lebih optimal hasilnya bila menggunakan metode transformasi logaritmis. Bentuk persamaan umum transformasi logaritmis terlihat dalam persamaan (19).

$$f(x, y) = \log(1 + N) \quad (19)$$

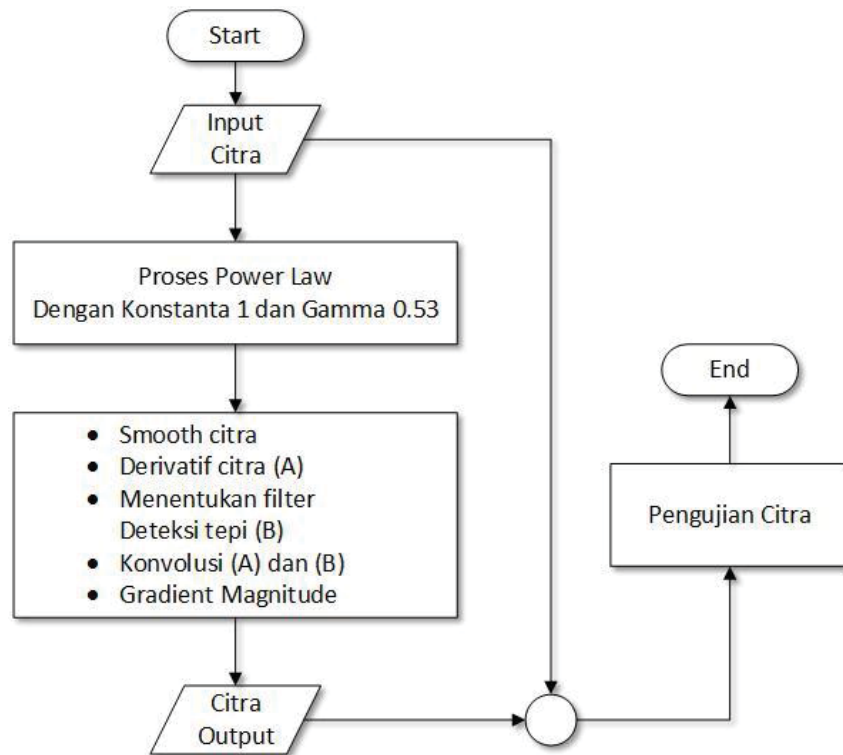
Dengan notasi c untuk nilai konstan, transformasi logaritmis dapat memiliki nilai dalam *range* sempit yang berwarna gelap (nilai keabuan rendah), guna mendapatkan keluaran citra dengan nilai *range* keabuan tinggi maka memerlukan input nilai yang banyak.

Dengan input nilai yang banyak, perbaikan citra dapat dilakukan yaitu dengan cara mendapatkan nilai dari sumber yang bergerak dari nilai keabuan rendah ke nilai keabuan tinggi di dalam kawasan yang sempit. Proses demikian dapat dikerjakan bila menggunakan alihragam *powerlaw* dalam persamaan (20). Secara umum eksponen dalam persamaan *powerlaw* dinamakan *gamma* seperti simbol yang digunakan. Proses untuk mencari nilai yang cocok dalam *gamma* dinamakan koreksi *gamma* (*gamma correction*).

$$f(x, y) = \frac{c}{N} \quad (20)$$

## METODE PENELITIAN

Untuk citra bidang kedokteran, *file digital* dikumpulkan dan dimasukkan dalam *folder* yang sama dengan sistim *software* Matlab yang digunakan untuk mendeteksi tepi citra. *File* dipilih yang berukuran di bawah [1024 1024] guna mempercepat proses komputasi serta kemungkinan dapat terpampang dalam batas pandang di layar monitor. Dalam **Gambar 1**. Memperlihatkan langkah-langkah dalam penelitian.



**Gambar 1.** Flowchart proses deteksi tepi

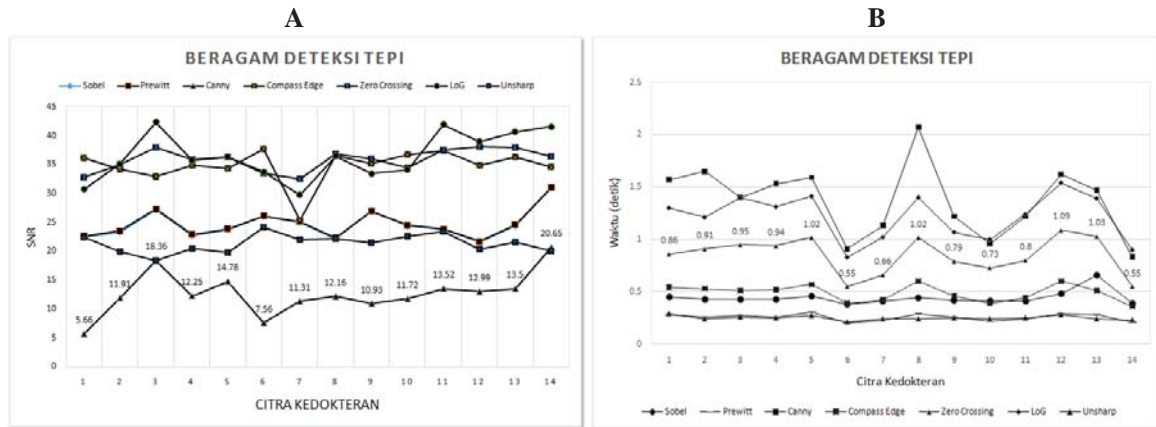
- Citra bidang kedokteran dari hasil rontgen di-digitalkan dan disimpan dalam file berformat JPG. Citra hitam-putih tersebut dikumpulkan dalam *folder* yang sama dengan fungsi deteksi tepi. Satu demi satu citra diproses dengan deteksi tepi (Konvolusi, *resize* citra, blok pengisi, dan *thresholding*). Misalkan dengan proses deteksi tepi metode Sobel, konvolusi dilakukan dengan citra berukuran [1024 1024] dengan blok pengisi bernilai [1 2 1; 0 0 0; -1 -2 -1]. Citra dikonvolusikan dengan blok pengisi yang selanjutnya nilai citra yang digunakan adalah yang memiliki nilai diatas *threshold* dengan rumus  $\sqrt{M^2 + N^2}$  dengan M adalah nilai baris dan N adalah kolom citra.
- Saat proses deteksi tepi, nilai perbaikan citra dilakukan dengan metode *gaussian smoothing*. Dalam penelitian ini menggunakan nilai 0.1 dan 0.5.
- Proses deteksi tepi diulangi lagi dalam proses loop dengan nilai random dalam hal ini menggunakan nilai perkiraan dari saat t=0 detik hingga proses satu buah deteksi tepi selesai.
- Nilai proses loop yang dihasilkan kemudian dikonvolusikan dalam kawasan *Laplacian* order ke-1 dengan matrik bernilai [0 -1 0; -1 4 -1; 0 -1 0], nilainya dibatasi hingga dibawah nilai *threshold* dengan nilai baru dengan rumus  $I = T \cdot \frac{1}{\sqrt{M^2 + N^2}} \cdot A \cdot F \cdot \frac{1}{\sqrt{M^2 + N^2}} \cdot G$
- Keluaran citra kemudian dibandingkan dengan citra masukan untuk mendapatkan nilai ukuran/pengujian dari setiap proses deteksi tepi yang meliputi nilai SNR dan lama proses yang diperlukan untuk setiap deteksi tepi.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan beragam citra kedokteran, proses dilakukan setiap citra sebanyak 14 kali uji coba dengan operasi deteksi tepi sebanyak 7 buah operator untuk mendapatkan nilai SNR dan waktu proses yang terjadi. Dari hasil pengujian didapatkan nilai SNR dan waktu proses yang terlihat dalam **Table 1**. berikut.

**Tabel 1.** Rata-rata nilai SNR dan Waktu proses deteksi tepi dengan menggunakan beragam citra kedokteran

Deteksi Tepi	SNR (dB)	Waktu (detik)
Sobel	24.62571429	0.442857143
Prewitt	24.74142857	0.256428571
Canny	12.66428571	1.369285714
Compass Edge	34.81714286	0.488571429
Zero-Crossing	35.82285714	0.85
LoG	36.51071429	1.215714286
Unsharp	21.32928571	0.249285714

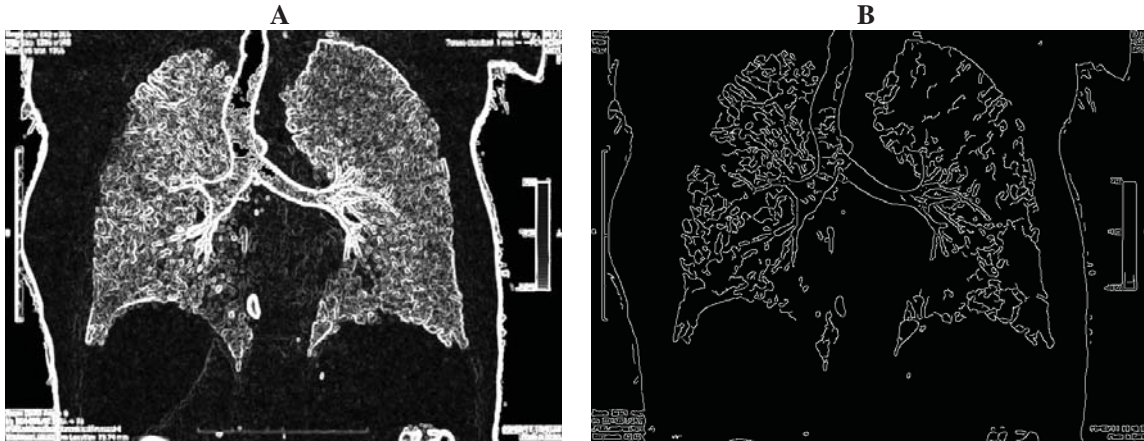


**Gambar 2.** Diagram grafik nilai SNR (A) dan waktu proses (B)

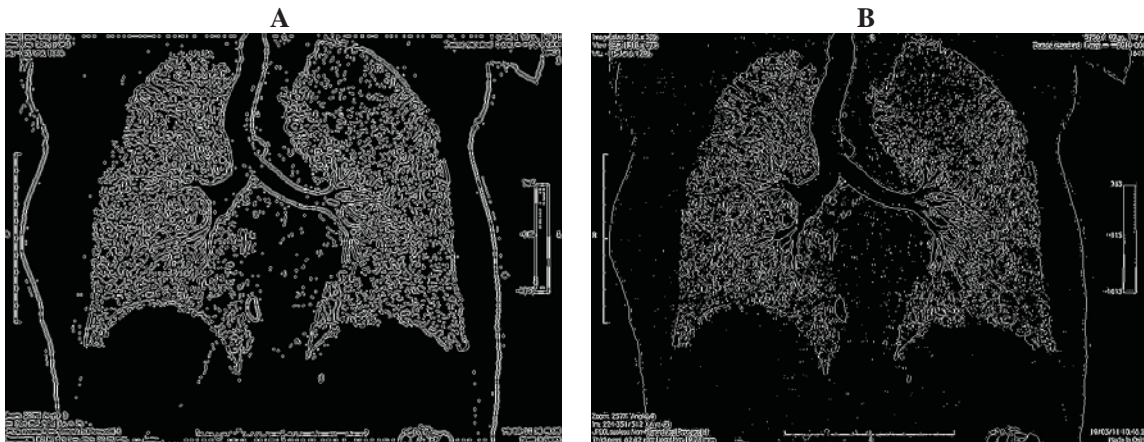


**Gambar 3.** Dari citra asli A kemudian diproses deteksi tepi dengan operator Sobel (B)





Gambar 4. Citra hasil operasi Prewitt (A) dan operasi Canny (B)



Gambar 5. Citra hasil operasi *zero-cross* (A) dan operasi LoG (B)

## KESIMPULAN

Penggunaan tambahan operator *powerlaw* meningkatkan intensitas citra sehingga saat operasi deteksi tepi dijalankan akan memberikan tingkat kecerahan dalam garis batas antar objek. Dengan nilai konstanta  $c=1$  dan nilai  $\gamma=0.53$ , operator Canny memiliki nilai  $SNR=12.66428571$  dB dan  $t=1.369285714$ . Operator LoG, dalam penelitian memiliki nilai tertinggi  $SNR$  sebesar  $36.51071429$ . Waktu proses terlama yang diperlukan untuk sekali proses deteksi tepi, terjadi saat menggunakan operator Canny.

## REFERENSI

- [1] Lucie Gráfová, Jan Mareš, Aleš Procházka and Pavel Konopásek (2013). *Edge Detection in Biomedical Images Using Self-Organizing Maps, Artificial Neural Networks - Architectures and Applications*, Prof. Kenji Suzuki (Ed.), ISBN: 978-953-51-0935-8, InTech, DOI: 10.5772/51468.
- [2] Shahab Chitchian ; Thomas P. Weldon ; Michael A. Fiddy ; Nathaniel M. Fried. *Combined image-processing algorithms for improved optical coherence tomography of prostate nerves*. J. Biomed. Opt. 15(4), 046014 (August 20, 2010). doi:10.1117/1.3481144
- [3] Thedens, Daniel R. *Methods of graph searching for border detection in image sequences with applications to cardiac magnetic resonance imaging*. Medical Imaging, IEEE Transactions on Mar 1995, Volume 14, Pages 42-55.
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/Edge\\_detection](http://en.wikipedia.org/wiki/Edge_detection)

- 
- [5] Gui, Wei-Hua H., Chen, dan Zhencheng., *Edge Detection Based on Multi-Structure Elements Morphology*. Intelligenet Control and Automation, 2006. WCICA 2006. Digital Object Identifier: 10.1109/WCICA.2006.1713908
- [6] Muhammad Kusban, Perbaikan Citra Melalui Proses Pengolahan Pikel. Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST) 2012, IST Akprind Yogyakarta, 3 November 2012
- [7] Gonzales, Rafael C., Woods, Richard E., '*Digital Image Processing – second edition*', 2002, Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey 07458