

Penerapan Algoritma Marr-Hildreth Untuk Mendeteksi Tepi Citra Mammogram

Mega Rizky Dyanti

Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia

Email: megarizkydyanti11@gmail.com

Abstrak—Perkembangan dan kemajuan teknologi memberikan pengaruh besar dalam penelitian dibidang medis yaitu dengan menggunakan teknik pengolahan citra, saat ini penelitian dengan teknik pengolahan citra pada citra medis berkembang sangat pesat itu semua disebabkan karena munculnya berbagai macam metode. Penelitian *mammogram* ini menggunakan metode Marr-Hildreth yang merupakan metode untuk mendeteksi tepi dalam gambar digital yaitu kurva kontinu dimana terdapat variasi kuat dan cepat dalam kecerahan gambar. Metode deteksi tepi Marr-Hildreth sederhana dan beroperasi dengan menggabungkan gambar dengan *Laplacian* dari fungsi *Gaussian* sebagai perkiraan cepat dengan perbedaan *Gaussians*. *Mammogram* atau kanker payudara merupakan salah satu penyakit yang timbul pada manusia yang pada umumnya terhadap perempuan, terdapat beberapa kelemahan dalam menganalisis *mammogram* payudara guna mendeteksi keberadaan kanker payudara. Hal ini bisa diakibatkan oleh sel kanker yang tertutup oleh *noise*, kontras citra yang rendah dan faktor manusiawi lainnya.

Kata Kunci: Marr-Hildreth; *Laplacian*; *Gaussians*; *Mammogram*; *Noise*

Abstract—The development and advancement of information technology has had a major influence in research in the medical field, namely by using image processing techniques, currently research with image processing techniques on medical images is growing very rapidly, it is all due to the emergence of various methods. This *mammogram* research uses the Marr-Hildreth method which is a method for detecting edges in digital images, namely continuous curves where there are strong and rapid variations in image brightness. The Marr-Hildreth edge detection method is simple and operates by combining images with the Laplacian of the Gaussian function, or as a quick estimate with the Gaussians difference. *Mammogram* or breast cancer is a disease that occurs in humans and generally affects women, there are several weaknesses in analyzing breast cancer to detect the presence of breast cancer. This can be caused by cancer cells covered by noise, low image contrast and other human factors.

Keywords: Marr-Hildreth; *Laplacian*; *Gaussians*; *Mammogram*; *Noise*

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini telah banyak sekali aplikasi-aplikasi yang memanfaatkan pengolahan citra. Hal ini ditunjukkan dengan semakin banyaknya metode-metode baru yang dikembangkan untuk mendukung berbagai macam aplikasi komputer yang digunakan pada berbagai bidang, salah satu contohnya yaitu dalam bidang biometrik. Bidang ini telah banyak diaplikasikan pada kehidupan sehari-hari. Teknik-teknik yang dipakai biasanya berfungsi untuk melakukan proses identifikasi dengan menggunakan karakteristik alami yang terdapat pada manusia, seperti contohnya wajah, sidik jari, iris dan retina mata, suara, dan tandatangan. Peningkatan kualitas citra merupakan salah satu proses awal dalam peningkatan mutu citra. Peningkatan mutu citra diperlukan karena seringkali citra yang di jadikan objek pembahasan mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami deraw, kabur. Marr-Hildreth adalah metode untuk mendeteksi tepi dalam gambar digital, yaitu kurva kontinu di mana terdapat variasi kuat dan cepat dalam kecerahan gambar. Metode deteksi tepi Marr-Hildreth sederhana dan beroperasi dengan menggabungkan gambar dengan *Laplacian* dari fungsi *Gaussian*, atau, sebagai perkiraan cepat dengan perbedaan *Gaussians*. Kemudian, nol penyeberangan terdeteksi dalam hasil yang disaring untuk mendapatkan ujung-ujungnya. Operator gambar *Laplacian-of-Gaussian* kadang-kadang juga disebut sebagai *wavelet* topi Meksiko karena bentuk visualnya ketika diputar terbalik[1]. *Mammogram* atau kanker payudara merupakan salah satu penyakit yang timbul pada manusia yang pada umumnya terhadap perempuan. Terdapat beberapa kelemahan dalam menganalisis *mammogram* payudara guna mendeteksi keberadaan kanker payudara. Hal ini bisa diakibatkan oleh sel kanker yang tertutup oleh *noise*, kontras citra yang rendah dan faktor manusiawi lainnya seperti : kelelahan, *mood*, dan lainnya. Untuk meminimalisir hal tersebut dibutuhkan suatu metode yang dapat membantu dokter dalam menganalisis citra *mammogram* payudara. Pada penelitian ini, dilakukan suatu proses yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas *mammogram* agar lebih memudahkan dokter dalam mendiagnosis kelainan pada payudara[2] Meskipun *mammogram* memiliki manfaat sangat besar untuk mendeteksi adanya kanker payudara, *cancer.gov* menyebutkan bahwa ada beberapa kekurangan yang dimiliki oleh *screening mammogram* Hasil negatif yang salah. Ini terjadi ketika hasil *screening mammogram* menunjukkan kondisi normal meskipun sebenarnya ada kanker payudara. Secara keseluruhan, *mammogram* tidak mendeteksi 20% kanker payudara yang ada pada saat *screening*. Ini lebih sering terjadi pada wanita dengan usia muda[3]. Hal inilah yang menyebabkan pengolahan citra digital memiliki kegunaan yang sangat luas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Citra

Citra adalah suatu *representasi* (gambaran), kemiripan atau imitasi dari suatu objek. Citra sendiri merupakan fungsi dari intensitas cahaya yang di presentasikan dalam bidang dua dimensi, citra tersusun oleh sekumpulan piksel (*picture elemen*) yang memiliki koordinat (x,y) dan amplitudo f(x,y)

2.2 Marr-Hildreth

Dalam visi komputer, algoritma Marr-Hildreth adalah metode untuk mendeteksi tepi dalam gambar digital, yang kurva kontinu di mana ada variasi kuat dan cepat dalam kecerahan gambar. Metode deteksi tepi Marr-Hildreth sederhana dan beroperasi dengan memberikan gambar dengan fungsi *Laplacian* dari *Gaussian*, atau, sebagai perkiraan cepat oleh perbedaan *Gaussian*. Kemudian, *Zero-Crossings* terdeteksi dalam hasil disaring untuk mendapatkan tepi. Para *Laplacian* dari operator gambar *Gaussian* kadang juga disebut sebagai tepi Meksiko wavelet karena bentuk visualnya ketika muncul *Side-down*. David Marr dan Ellen C. Hildreth adalah dua dari penemu.

Namun, operator Marr-Hildreth, menderita dua keterbatasan utama. Ini menghasilkan tanggapan yang tidak sesuai dengan tepi, apa yang disebut "tepi palsu", dan kesalahan lokalisasi mungkin parah di tepi melengkung. Hari ini, ada banyak metode deteksi tepi yang lebih baik, seperti operator Canny berdasarkan pencarian Maxima arah lokal dalam magnitudo gradien, atau pendekatan diferensial berdasarkan pencarian nol-penyeberangan dari ekspresi diferensial yang sesuai dengan derivatif urutan kedua dalam arah gradien (kedua operasi ini diawali dengan langkah penghalusan *Gaussian*).

Cara kerja dari metode *Marr-Hildreth Operator* adalah melakukan *smoothing* dengan menggunakan *filter Gaussian*, selanjutnya mengkonvolusikan citra input dengan filter *h* dan proses terakhir adalah melakukan *zero-crossing detection* dimana untuk setiap *subimage* pada koordinat (x, y) .

Adapun proses yang dilakukan dalam deteksi batas tepi pantai dengan metode *Marr-Hildreth Operator* adalah sebagai berikut:

1. *Smoothing* dengan filter *Gaussian*.

Tahap ini melakukan proses mencari elemen kernel 6×6 dengan mengkonversikan nilai RGB dengan rumus $G(0,0)$

$$= e^{-\frac{0^2 + 0^2}{2 \cdot 2^2}} = e^0 = 1, \text{ hasil dari konversi tersebut dinormalisasikan dengan nilai pembobotan. Setiap bobot dengan}$$

nilai terkecil dari hasil nilai normalisasi atau nilai terkecil 0,1353 maka hasilnya dibulatkan ke atas. Setelah hasil tersebut maka dapatlah hasil dari nilai kernel *filter Gaussian*.

2. Konvolusikan citra input dengan *filter Gaussian*.

Tahap ini melakukan proses perkalian antara nilai matriks piksel *input* (asli) dengan nilai matriks kernel. Kemudian hasil dari perkalian tersebut dibagikan dengan nilai seluruh matriks kernel *Gaussian*.

3. Melakukan *zero crossing* untuk menandai hitam dan putih.

Tahap ini merupakan proses terakhir dimana hasil dari piksel konvolusi ditandai dengan jika hasil piksel konvolusi lebih besar dari 255 maka 1, dan jika hasil piksel konvolusi lebih kecil dari 255 maka 0.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Masalah

Mammogram atau kanker payudara merupakan salah satu penyakit yang timbul pada manusia yang pada umumnya terhadap perempuan. Adapun gejala penyebab kanker payudara antara lain: adanya benjolan di payudara atau penebalan jaringan yang terasa berbeda dari jaringan di sekitarnya, perubahan pada bentuk dan ukuran payudara, kulit payudara memerah, pengelupasan kulit areola dan kulit payudara, nyeri dan pembengkakan pada payudara, darah ke luar dari puting payudara, benjolan atau pembengkakan di bawah ketiak, puting tertarik masuk ke dalam. Namun sering terjadi banyak yang tidak sadar penderita kanker payudara bahwa dirinya menderita penyakit kanker payudara. Kendala yang terjadi untuk mengetahui penyakit kanker payudara setelah di CT-SCAN adalah kurangnya sumber informasi secara detail keberadaan dan letak sel kanker tersebut. Terdapat beberapa kelemahan dalam menganalisis *mammogram* payudara guna mendeteksi keberadaan kanker payudara. Hal ini bisa diakibatkan oleh sel kanker yang tertutup oleh *noise*, kontras citra yang rendah dan faktor manusiawi lainnya seperti kelelahan, *mood*, dan lainnya. Untuk meminimalisir hal tersebut dibutuhkan suatu metode yang dapat membantu dokter dalam menganalisis citra *mammogram* dengan menggunakan algoritma metode Marr-Hildreth untuk mendeteksi tepi citra *mammogram*. Proses deteksi tepi dengan menggunakan metode Marr-Hildreth dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan kernel filter *gaussian* selanjutnya melakukan proses konvolusi dan kemudian Penentuan *Zero Kraus* untuk proses Analisa dengan algoritma metode Marr-Hildreth.

3.1.1 Penerapan Metode Marr-Hildreth

Cara kerja dari metode *Marr-Hildreth Operator* adalah melakukan *smoothing* dengan menggunakan *filter Gaussian*, selanjutnya mengkonvolusikan citra *input* dengan filter *h* dan proses terakhir adalah melakukan *zero-crossing detection* dimana untuk setiap *subimage* pada koordinat (x, y) . Adapun proses yang dilakukan dalam deteksi batas tepi pantai dengan metode *Marr-Hildreth Operator* adalah sebagai berikut:

1. *Smoothing* dengan *filter Gaussian*.

Tahap ini melakukan proses mencari elemen kernel 6×6 dengan mengkonversikan nilai RGB dengan rumus $G(0,0)$

$$= e^{-\frac{0^2 + 0^2}{2 \cdot 2^2}} = e^0 = 1, \text{ hasil dari konversi tersebut dinormalisasikan dengan nilai pembobotan. Setiap bobot dengan}$$

nilai terkecil dari hasil nilai normalisasi atau nilai terkecil 0,1353 maka hasilnya dibulatkan ke atas. Setelah hasil tersebut maka dapatlah hasil dari nilai kernel *filter Gaussian*.

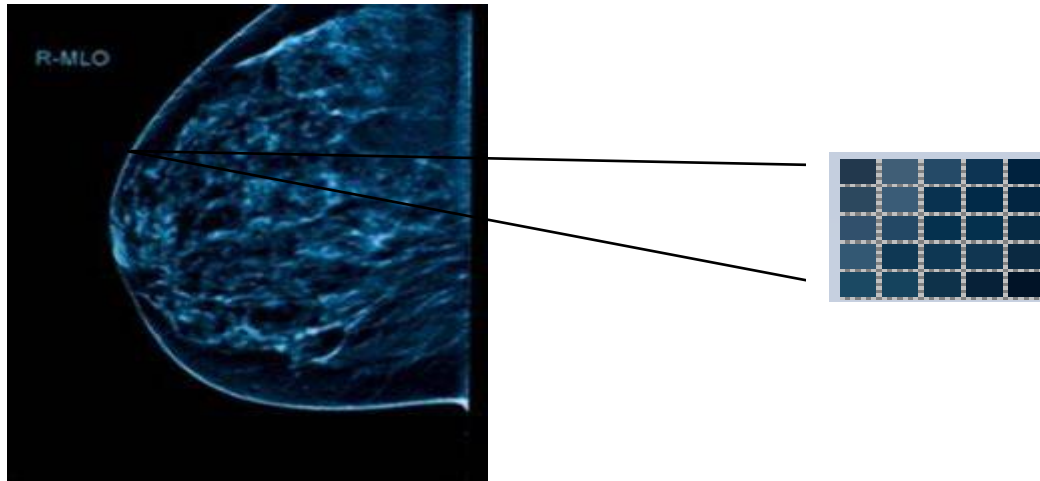
2. Konvolusikan citra input dengan *filter Gaussian*.

Tahap ini melakukan proses perkalian antara nilai matriks piksel *inpiut* (asli) dengan nilai matriks kernel. Kemudian hasil dari perkalian tersebut dibagi dengan nilai seluruh matriks kernel *Gaussian*.

3. Melakukan *zero crossing* untuk menandai hitam dan putih.

Tahap ini merupakan proses terakhir dimana hasil dari piksel konvolusi ditandai dengan jika hasil piksel konvolusi lebih besar dari 255 maka 1, dan jika hasil piksel konvolusi lebih kecil dari 255 maka 0.

Contoh kasus: Pada penelitian ini menggunakan citra mammogram dengan sampel analisa berukuran 5x5 piksel seperti berikut ini:



Gambar 1. gambar mammogram dan sampel yang sudah di proses 5x5

3.1.2 Penerapan Filter Gaussian

Citra input yang memiliki ukuran 5x5 *pixel* kemudian dikonversi ke dalam bentuk matriks 5x5 = 25, untuk masing-masing citra. Contoh nilai dari citragrayscale dengan *image size* 5x5*pixel* yang dikonversi kedalam bentuk matriks sebagai berikut:

Maka :

$$G(0,0) = e^{-\frac{0^2 + 0^2}{2 \cdot 2^2}} \\ = e^0 \\ = 1$$

$$G(1,0)=G(0,1)=G(-1,0)=G(0,-1)=e^{(-1/4)} = 0,7788$$

$$G(1,1)=G(-1,1)=G(1,-1)=G(-1,-1)=e^{(-2/4)} = 0,6065$$

$$G(1,2)=G(2,1)=G(-1,-2)=G(-2,-1)=e^{(-5/4)} = 0,2865$$

$$G(2,0)=G(0,2)=G(-2,0)=G(0,-2)=e^{(-4/4)} = 0,3678$$

$$G(2,2)=G(2,-2)=G(-2,2)=G(-2,-2)=e^{(-8/4)} = 0,1353$$

Maka diperoleh nilai elemen atau bobot matrik kernel *gaussian* sebagai berikut:

Tabel 1. Elemen atau Bobot Matrik Kernel

x/y	-2	-1	0	1	2
-2	0,1353	0,2865	0,3678	0,2865	0,1353
-1	0,2865	0,6065	0,7788	0,6065	0,2865
0	0,3678	0,7788	1	0,7788	0,3678
1	0,2865	0,6065	0,7788	0,6065	0,2865
2	0,1353	0,2865	0,3678	0,2865	0,1353

Selanjutnya normalisasi nilai pembobotan setiap bobot dengan nilai terkecil dari nilai bobot. Nilai terkecil 0,1353 dan kemudian hasilnya dibulatkan ke atas. Dengan demikian, diperoleh hasil seperti berikut:

Tabel 2. Normalisasi Nilai Pembobotan

Nilai bobot	Pembagian bobot
1	1/0,1353 = 7

Nilai bobot	Pembagian bobot
0,7788	$0,7788/0,1353 = 6$
0,6065	$0,6065/0,1353 = 4$
0,3678	$0,3678/0,1353 = 3$
0,2865	$0,2865/0,1353 = 2$
0,1353	$0,1353/0,1353 = 1$

Maka diperoleh matriks sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Elemen atau bobot matrik

x/y	-2	-1	0	1	2
-2	1	2	3	2	1
-1	2	4	6	4	2
0	3	6	7	6	3
1	2	4	6	4	2
2	1	2	3	2	1

Jumlah semua elemen nilai pembobot pada *filter* agar selang nilai intensitas tetap seperti semula. Berdasarkan matriks pada tabel 3. jumlah semua elemen nilai pembobot pada *filter* = 79. Berikut adalah *filter gaussian* hasil rancangannya.

Tabel 4. Hasil Elemen

1	2	3	2	1
2	4	6	4	2
3	6	7	6	3
2	4	6	4	2
1	2	3	2	1

$$g(x,y) \frac{1}{79}$$

Untuk melakukan operasi perbaikan *no is* ecitra dengan metode *filter gaussian*. Operasi ini dilakukan dengan cara konvolusi, konvolusi seringkali dilibatkan dalam operasi ketetanggaan *pixel*. Konvolusi pada citra sering disebut konvolusi 2 dimensi. Konvolusi 2 dimensi didefinisikan sebagai proses untuk memperoleh suatu *pixel* berdasarkan nilai *pixel* itu sendiri dan tetangganya, dengan melibatkan suatu matriks yaitu kernel yang mempresentasikan pembobotan. Penjelasan rumus yang digunakan dalam konvolusi filter Gaussian adalah sebagai berikut:

$$h(x,y) = f(x,y) * g(x,y) = \sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^N f(k,l).g(x-k,y-l)$$

Keterangan:

$h(x,y)$: gambar output

$f(x,y)$: adalah gambar input

$g(x,y)$: adalah filter gaussian

Jadi secara umum rumus diatas adalah jumlah dari perkalian antara pixel citra dengan filter gaussian dan hasilnya dibagi dengan jumlahdari matriks filter agar selang nilai intensitas tetap seperti semula. Untuk penjelasan proses konvolusi penulis membuat sebuah perumpamaan matriks *citragrayscale* yang terdapat padagambar 3.3, dengan resolusi matriks 5x5 *pixel* yang akan dikonvolusikan dengan filter gaussian dengan ukuran matriks 5x5.

3.1.3 Proses Konvolusi

Setelah Citra RGB dirubah maka baru dilakukan proses analisa operator Laplacian of Gaussian dimana akan menggunakan akar dari penjumlahan kuadrat hasil penelusuran secara Horizontal (Gx) dengan hasil penelusuran secara Vertikal (Gy) untuk menvari setiap pixel pada Citra pendeteksian tepi citra dengan menggunakan matriks Operator Laplacian of Gaussian 3 x 3 dapat dilihat pada tabel 2. di bawah ini

Tabel 5. Matiks Operator Laplacian of Gaussian 3 x 3

	0	-1	0		0	1	0
Gx	-1	4	-1	Gy	1	-4	1
	0	-1	0		0	1	0

Sehingga besar gradien dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$G[f(x,y)] = \sqrt{Gx^2 + Gy^2}$$

Dengan menggunakan perhitungan perkalian matriks 5X5 dan melakukan konvolusi yang bernilai 1 (titik pusat maks). Adapun persyaratan konvolusi terhadap nilai-nilai pixel diantaranya:

1. Jika hasil konvolusi nilai piksel negatif maka nilai dijadikan nol.
2. Jika hasil konvolusi nilai piksel > nilai keabuan maksimum maka nilai dijadikan nilai keabuan maksimum
3. Mengkolusi piksel pinggir border diabaikan sehingga nilai piksel pinggir = nilai pada citra semula.

Adapun tahap-tahapan untuk mengkonvolusi operator *laplacian of gaussian* pada citra yaitu:

1. Konvolusi pertama dilakukan terhadap piksel

53	87	64	44	29
63	91	43	34	30
76	62	37	39	33
79	46	49	45	34
62	55	43	25	21

Gambar 2. Piksel dari sampel gambar 5x5

Penyelesaian 1:

Tabel 6. Penyelesaian konvolusi 1

Matriks Gx	0	-1	0					
	-1	4	-1					
	0	-1	0					
Matriks Gy				53	87	64	44	29
				63	91	43	34	30
				76	62	37	39	33
				79	46	49	45	34
				62	55	43	25	21
	0	1	0					
	1	-4	1					
	0	1	0					
Gx = 53 (0) + 87 (-1) + 64 (0)				= -87				
63 (-1) + 91 (4) + 43 (-1)				= 258				
76 (0) + 62 (-1) + 37 (0)				= -62				
Gx = -87 + 258 + (-62)				= 109				
Gy = 53 (0) + 87 (1) + 64 (0)				= 87				
63 (1) + 91 (-4) + 43 (1)				= -258				
76 (0) + 62 (1) + 37 (0)				= 62				
Gy = 87 + (-258) + 62				= -109 = 0				
Nilai gradien = Gx+Gy								
= 109 + 0				= 109				

Penyelesaian 2:

Tabel 7. Penyelesaian konvolusi 2

Matriks Gx	0	-1	0					
	-1	4	-1					
	0	-1	0					
Matriks Gy				53	87	64	44	29
				63	91	43	34	30
				76	62	37	39	33
				79	46	49	45	34
				62	55	43	25	21
	0	1	0					
	1	-4	1					
	0	1	0					
Gx = 87 (0) + 64 (-1) + 44 (0)				= -64				
91 (-1) + 43 (4) + 34 (-1)				= 47				
62 (0) + 37 (-1) + 39 (0)				= -37				
Gx = -64 + 47 + (-37)				= -54=0				

$$\begin{aligned}
 G_y &= 87(0) + 64(1) + 44(0) &= 64 \\
 &91(1) + 43(-4) + 34(1) &= -47 \\
 &62(0) + 37(1) + 39(0) &= 37 \\
 G_y &= 64 + (-47) + 37 &= 54 \\
 \text{Nilai gradien} &= G_x + G_y \\
 &= 0 + 54 &= 54
 \end{aligned}$$

Penyelesaian 3:

Tabel 8. Penyelesaian konvolusi 3

Matriks G _x	0	-1	0						
	-1	4	-1						
	0	-1	0						
Matriks G _y				53	87	64	44	29	
				63	91	43	34	30	
				76	62	37	39	33	
				79	46	49	45	34	
				62	55	43	25	21	
Matriks G _y	0	1	0						
	1	-4	1						
	0	1	0						

$$\begin{aligned}
 G_x &= 64(0) + 44(-1) + 29(0) &= -44 \\
 &43(-1) + 34(4) + 30(-1) &= 63 \\
 &37(0) + 39(-1) + 33(0) &= -39 \\
 G_x &= -44 + 63 + (-39) &= -20=0 \\
 G_y &= 64(0) + 44(1) + 29(0) &= 44 \\
 &43(1) + 34(-4) + 30(1) &= -63 \\
 &37(0) + 39(1) + 33(0) &= 39 \\
 G_y &= 44 + (-63) + 39 &= 20 \\
 \text{Nilai gradien} &= G_x + G_y \\
 &= 0 + 20 &= 20
 \end{aligned}$$

Proses tersebut dilakukan berulang hingga proses penyelesaian ke 9.

Penyelesaian 9:

Tabel 9. Penyelesaian konvolusi 9

Matriks G _x	0	-1	0						
	-1	4	-1						
	0	-1	0						
Matriks G _y				53	87	64	44	29	
				63	91	43	34	30	
				76	62	37	39	33	
				79	46	49	45	34	
				62	55	43	25	21	
Matriks G _y	0	1	0						
	1	-4	1						
	0	1	0						

$$\begin{aligned}
 G_x &= 37(0) + 39(-1) + 33(0) &= -39 \\
 &49(-1) + 45(4) + 34(-1) &= 97 \\
 &43(0) + 25(-1) + 21(0) &= -25 \\
 G_x &= -39 + 97 + (-25) &= 33 \\
 G_y &= 37(0) + 39(1) + 33(0) &= 39 \\
 &49(1) + 45(-4) + 34(1) &= -97 \\
 &43(0) + 25(1) + 21(0) &= 25 \\
 G_x &= 39 + (-97) + 25 &= -33=0 \\
 \text{Nilai gradien} &= G_x + G_y \\
 &= 33 + 0 &= 33
 \end{aligned}$$

Dari hasil akhir konvolusi keseluruhan didapatkan dari perhitungan Matriks 3 x 3 dengan *Citra Grayscale* Matriks 5 x 5 operator Laplacian of Gaussian .

Tabel 10. Hasil Konvolusi keseluruhan

53	87	64	44	29
63	109	54	20	30
76	2	45	7	33
79	61	25	33	34
62	55	43	25	21

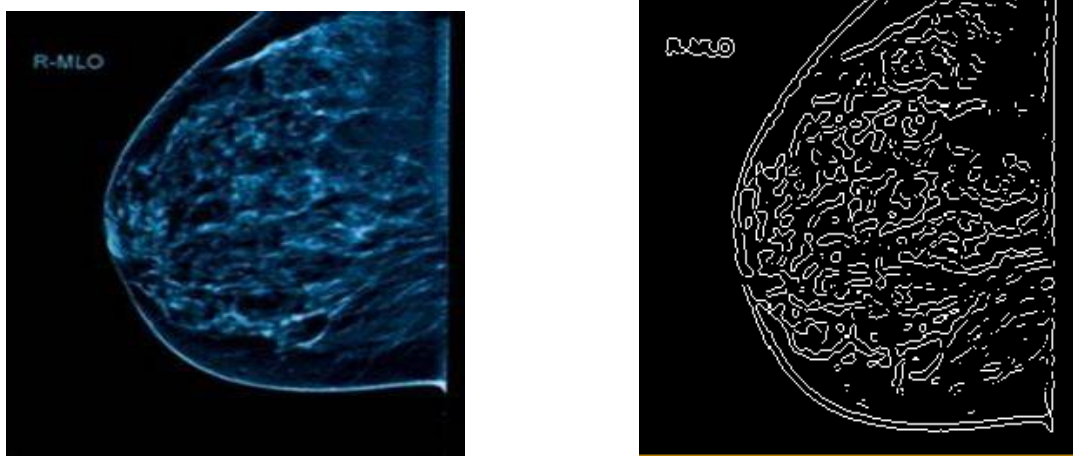
Setelah nilai akhir konvolusimaka perlu mengetahui arah tepi yaitu menghubungkan antara arah tepi dengan sebuah arah yang dapat dilacak dari citra dengan menggunakan *zero crossing*, adapun langkah-langkah nya sebagai berikut:

1. Jika nilai > 122 adalah 1
2. jika nilai < 122 adalah 0

Tabel 11. HasilZero crossing

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Dimana G_x dan G_y adalah gradient pada masing-masing arah x dan y . Namun, tepian biasanya luas dan dengan demikian tidak dapat menunjukkan persis dimana tepian yang sesungguhnya, untuk menentukan tepian yang sesungguhnya, arah tepian harus ditentukan dan disimpan dengan persamaan



Gambar 3. Gambar Mammogram sebelum dan sesudah

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan Prosedur deteksi tepi citra mammogram dilakukan mengubah citra grayscale menjadi citra biner. Kemudian dilanjutkan dengan membentuk matrix filter dengan *filter gaussian*. Selanjutnya dilakukan konvolusi dengan matriks kernel yang telah ditentukan terlebih dahulu. Setelah citra hasil konvolusi diperoleh selanjutnya adalah menentukan *zero crossing* berdasarkan nilai thresholding sehingga diperoleh *zero cross* Marr-Hildreth sebagai citra hasil deteksi tepi. Penerapan metode Marr-Hildreth hanya bisa dilakukan untuk citra yang memiliki noise

REFERENCES

- [1] "Marr-Hildreth algorithm," *Academia*, 2000. .
- [2] Hanifah Rahmi Fajrin, "PERBANDINGAN METODE UNTUK PERBAIKAN KUALITAS CITRA MAMMOGRAM," *Mammogram*, 2016.
- [3] J. S. Muspika Helja, . Nurhasanah, "Analisis Fraktal Citra Mammogram Berbasis Tekstur Sebagai Pendukung Diagnosis Kanker Payudara," 2013.
- [4] "No Title," [Online]. Available: <https://blogdskusuma.wordpress.com/2018/02/23/pengolahan-citra-digital-jenis-jenis-citra/%0D>.
- [5] L. Leochandra, "Jenis citra," 2016, [Online]. Available: <https://geografisemuamateri.wordpress.com/2016/10/06/jenis-jenis-citra-dan-interpretasi-citra/>.
- [6] Tito, "Format Citra," 2015. <https://titodblog.wordpress.com/2015/12/28/jenis-jenis-format-citra/>.
- [7] Adi Pamungkas, "Deteksi Tepi."
- [8] T. V. N. Megariani, "OTOMATIS DETEKSI DAN KLASIFIKASI MASSA PADA MAMMOGRAM," 2017.
- [9] "Marr-Hildreth algorithm," 2000. <https://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/484293>.
- [10] E. Marr, D. ; Hildreth, "Teori Deteksi Tepi," *Prosiding Royal Society of London*. .
- [11] "Pemodelan sistem," 2010. <https://info-pemodelan-sistem.blogspot.com/2010/06/definisi-karakteristik-dan-prinsip.html>.
- [12] J. Alexandra, "Definisi UML Diagram," 2019, [Online]. Available: <https://sis.binus.ac.id/2019/05/15/model-model-diagram-uml/>.
- [13] "Jenis diagram uml." <http://www.pengertianku.net/2015/09/pengertian-uml-dan-jenis-jenisnya-serta-contoh-diagramnya.html>.
- [14] M. sc. Amir Tjolleng, *Pengantar Pemograman MATLAB*. PT Alex Media Komputindo, jakarta, 2017.