

ANALISIS DETEKSI TEPI PADA CITRA BERDASARKAN PERBAIKAN KUALITAS CITRA

Achmad Hidayatno
R. Rizal Isnanto
Bahrun Niam

Edge detection and image enhancement a part of image processing. The purpose this final project to research result a image edge with of image enhancement, so that edge detection is repaired a image quality better than image which not yet repaired with the image enhancement.

Program used to final project a proگرامing Matlab. Methods used with detect the original image edge, then a original image get noise such as salt and pepper, gaussian and blur, then detected by the edge detection, so that will be resulted edge detection the different with edge detection from original image. Image which get a noise then repaired image enhancement by using median, wiener, and deblurring, so that will be got the image which same with the original image. So also edge detection is resulted much the same edge detection from original image. Repeating image enhancment use index quality Q. Image enhance success if second index quality better than index quality first. In the research image are used Jupiter, Lena, Kids, Pear, and Tape images.

Result are final project a image Jupiter, image Lena, image, image Kids, image Pear, and image Tape, index quality is better 0,81182 at Jupiter image with salt and pepper noise, use median filter and prewitt edge detection. Index quality is lower 0,23665 at Pear image with gaussian noise, use wiener filter, and canny edge detection.

Keywords: edge, noise, enhancement, image quality index

Pengolahan citra sering kali menggunakan deteksi tepi untuk tujuan tertentu. Karena deteksi tepi merupakan langkah pertama untuk melingkupi informasi di dalam citra. Untuk mendapatkan citra yang baik sesuai yang diinginkan biasanya citra diproses terlebih dahulu dengan perbaikan kualitas citra. Perbaikan kualitas citra dilakukan karena citra yang menjadi objek memiliki kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami derau *gaussian*, *salt and pepper*, dan *blurring*.

Sedangkan untuk proses perbaikan kualitas citranya menggunakan metode penapis citra *median*, *wiener2* dan *deblurring*.

Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini pembahasan akan dibatasi pada permasalahan-permasalahan sebagai berikut.

1. Simulasi pada tugas akhir ini menggunakan program Matlab.
2. Pembahasan pada deteksi tepi pada citra
3. Pembahasan perbaikan kualitas pada citra
4. Tugas akhir ini tidak merancang perangkat kerasnya.
5. Simulasi ini merupakan alat bantu untuk mengambil keputusan

Citra Digital

Citra digital merupakan citra yang dihasilkan dari pengolahan dengan menggunakan

Achmad Hidayatno adalah dosen di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Jl. Prof. Sudharto S.H Tembalang Semarang 50275

R. Rizal Isnanto (rizal_isnanto@yahoo.com) adalah dosen di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Jl. Prof. Sudharto S.H Tembalang Semarang 50275

Bahrun Niam (baauuh@yahoo.com) adalah mahasiswa di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Jl. Prof. Sudharto S.H Tembalang Semarang 50275

komputer, dengan cara merepresentasikan citra secara numerik dengan nilai-nilai diskret. Pada umumnya citra digital berbentuk empat persegi panjang, dan dimensi ukurannya dinyatakan dalam tinggi kali lebar atau panjang kali lebar.

Citra digital yang tingginya N , lebarnya M , dan memiliki nilai derajat keabuan L dapat dianggap sebagai fungsi:

$$f(x, y) = \begin{cases} 0 \leq x \leq M \\ 0 \leq y \leq N \\ 0 \leq f \leq L \end{cases} \dots\dots\dots (2.1)$$

Citra digital yang berukuran $N \times M$ biasanya dinyatakan dalam bentuk matrik yang berukuran N baris dan M kolom sebagai berikut:

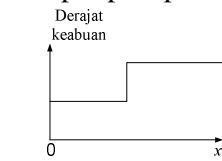
$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.2)$$

Deteksi Tepi

Tepi adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang mendadak (besar) dalam jarak yang singkat. Terdapat tiga macam tepi di dalam citra digital, yaitu:

a. Tepi Curam

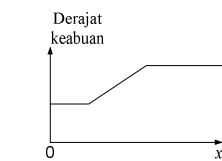
Tepi curam adalah tepi dengan perubahan intensitas yang tajam. Arah tepi berkisar 90°. Gambar 2.1 menunjukkan deteksi tepi tipe tepi curam.



Gambar 2.1 Tepi curam

b. Tepi Landai

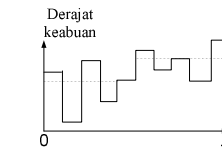
Tepi landai yaitu tepi dengan sudut arah yang kecil. Tepi landai dapat dianggap terdiri dari sejumlah tepi-tepi lokal yang lokasinya berdekatan. Gambar 2.2 menunjukkan deteksi tepi tipe tepi landai.



Gambar 2.2 Tepi landai

c. Tepi yang mengandung derau

Umumnya tepi yang terdapat pada aplikasi visi komputer mengandung derau. Operasi peningkatan kualitas citra dapat dilakukan terlebih dahulu sebelum pendeteksian tepi. Gambar 2.3 menunjukkan deteksi tepi tipe tepi curam dengan derau.



Gambar 2.3 Tepi curam dengan derau

Deteksi tepi memiliki berbagai macam operator dalam mendeteksi tepi suatu citra, yaitu:

Operator Sobel

Pengaturan piksel di sekitar piksel (x,y):

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

Operator sobel adalah magnitude dari gradien yang dihitung dengan

$$M = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} \dots\dots\dots (2.3)$$

Turunan parsial dihitung dengan

$$S_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6)$$

$$S_y = (a_0 + ca_1 + a_2) - (a_6 + ca_5 + a_4)$$

Dengan konstanta c adalah 2, dalam bentuk mask, s_x dan s_y dapat dinyatakan sebagai:

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

Arah tepi dihitung dengan persamaan

$$A(x, y) = \tan^{-1}(S_x / S_y) \dots\dots\dots (2.4)$$

Operator Prewitt

Persamaan gradien pada operator Prewitt sama seperti operator Sobel, tetapi menggunakan nilai konstanta $c = 1$

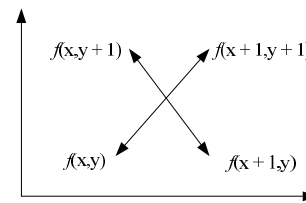
$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad S_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Operator Roberts

Operator Roberts sering disebut juga operator silang. Gradien Roberts dalam arah-x dan arah-y dihitung dengan rumus:

$$R_+(x, y) = f(x+1, y+1) - f(x, y) \dots\dots\dots (2.5)$$

$$R_-(x, y) = f(x, y+1) - f(x+1, y) \dots\dots\dots (2.6)$$



Gambar 2.4. Operator silang

Gambar 2.4 menunjukkan bahwa operator R_+ adalah hampiran turunan berarah dalam arah 45°, sedangkan operator R_- adalah hampiran turunan berarah dalam arah 135°.

Dalam bentuk maks konvolusi, operator Roberts adalah:

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

Operator Canny

Pendekatan algoritma canny dilakukan dengan konvolusi fungsi gambar dengan operator gaussian dan turunan-turunannya.

Turunan pertama dari fungsi citra yang dikonvolusikan dengan fungsi gaussian,

$$g(x,y) = D[\text{gauss}(x,y) * f(x,y)] \dots\dots\dots (2.7)$$

ekivalen dengan fungsi citra yang dikonvolusikan dengan turunan pertama dari fungsi gaussian,

$$g(x,y) = D[\text{gauss}(x,y)] * f(x,y) \dots\dots\dots (2.8)$$

Oleh karena itu, memungkinkan untuk mengkombinasikan tingkat kehalusan dan pendeteksian tepi ke dalam suatu konvolusi dalam satu dimensi dengan dua arah yang berbeda (vertikal dan horizontal).

Penapis Citra

Penapisan citra bertujuan untuk menekan gangguan pada citra. Gangguan tersebut biasanya muncul sebagai akibat dari hasil pemrosesan yang tidak bagus (sensor, *photographic grain noise*) atau akibat saluran transmisi (pada pengiriman data).

13	10	15	14	18
12	10	10	10	15
11	11	35	10	10
13	9	12	10	12
13	12	9	8	10

(a)

13	10	15	14	18
12	10	10	10	15
11	11	10	10	10
13	9	12	10	12
13	12	9	8	10

(b)

Gambar 2.5. Penghilangan derau dengan penapis median

Angka yang di contohkan pada gambar 2.5 adalah yang mempunyai nilai 35. Urutan angka tersebut adalah:

9 10 10 10 **10** 10 11 12 35

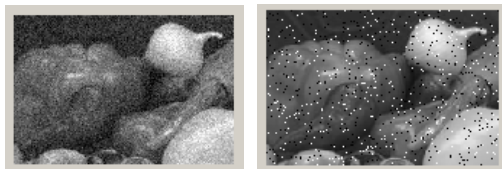
Median dari kelompok tersebut adalah 10 (dicetak tebal). Titik tengah dari jendela (35) sekarang diganti dengan nilai median (10). Hasil dari penapisnya adalah diperlihatkan pada gambar 2.5(b). Jadi, penapis median menghilangkan nilai yang sangat berbeda dengan nilai tetangganya.

Noise pada Citra

Berdasarkan bentuk dan karakteristiknya, ada beberapa macam jenis derau yaitu:

- (1) *Gaussian*
- (2) *Salt and Pepper*

Macam-macam derau dapat dilihat pada Gambar 2.6:



(a) (b)
Gambar 2.6. Macam-macam noise (a) gaussian (b) salt & pepper

Efek dari gaussian derau ini, pada gambar muncul titik-titik berwarna yang jumlahnya sama dengan prosentase derau. Citra berderau aditif dapat dinyatakan sebagai:

$$g(i,j) = f(i,j) + n(i,j) \dots\dots\dots (2.9)$$

Derau aditif Gaussian menambahkan derau putih Gaussian $n(i,j)$ dengan rerata m dan varians v pada citra asli $f(i,j)$

Sedangkan derau *salt and pepper* seperti halnya taburan garam, akan memberikan warna putih pada titik yang terkena derau. Derau *salt-and-pepper* dapat dimodelkan sebagai:

$$g(i,j) = \begin{cases} z(i,j) & \text{dengan peluang } p \dots\dots\dots (2.10) \\ f(i,j) & \text{dengan peluang } 1-p \end{cases}$$

Dengan $g(i,j)$ merupakan citra terobservasi atas citra asli $f(i,j)$, dan $z(i,j)$ merupakan derau impulsifnya.

Degradasi (Blurring)

Gambar 2.7 memperlihatkan model degradasi yang dalam hal ini jika $f(x, y)$ adalah citra asli dan $g(x, y)$ adalah citra terdegradasi, maka $g(x, y)$ adalah perkalian $f(x, y)$ dengan operator distorsi H ditambah dengan derau aditif $n(x, y)$:

$$g(x, y) = Hf(x, y) + n(x, y) \dots\dots\dots(2.11)$$



Gambar 2.7. Citra Asli



Gambar 2.8. Citra Blur

Derau $n(x, y)$ adalah sinyal aditif yang timbul selama akuisisi citra sehingga menyebabkan citra 2.7 menjadi rusak (mengalami degradasi). (Catatan: Citra $f(x, y)$ sebenarnya tidak ada; citra $f(x, y)$ adalah citra yang diperoleh dari akuisisi citra pada kondisi sempurna). Perhatikan bahwa model ini mengasumsikan bahwa degradasi invarian secara spasial sehingga dapat dipandang sebagai penapis linear dan sinyal aditif. Secara ringkas, dapat ditulis sebagai bentuk matriks vektor

$$G = H * f + n \dots\dots\dots(2.12)$$

Jika H adalah fungsi dwimatras, maka persamaan (2.11) dapat dipandang sebagai konvolusi fungsi ini dengan citra $f(x, y)$ menghasilkan distorsi. Dengan demikian, persamaan (2.11) dapat ditulis sebagai

$$g(x, y) = H(x, y) * f(x, y) + n(x, y) \dots\dots(2.13)$$

Deblurring

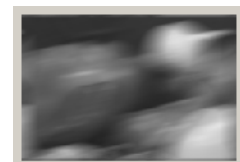
Operator distorsi pada persamaan (2.13) disebut juga point spread spectrum (PSF). Citra terdegradasi dapat kita tulis sebagai:

$$\text{Citra terdegradasi} = \text{citra asli} * \text{PSF} + \text{derau aditif} \dots\dots\dots(2.14)$$

Jadi, berdasarkan model degradasi pada persamaan (2.11), pekerjaan mendasar pada deblurring adalah dekonvolusi citra kabur (*blur*) dengan PSF. (Catatan: dekonvolusi adalah proses yang membalikkan efek konvolusi). Dengan kata lain, kualitas citra hasil *deblurring* terutama ditentukan oleh pengetahuan PSF.



Gambar 2.9. Citra Asli



Gambar 2.10. Citra Blurring



Gambar 2.11. Citra Deblurring

Gambar 2.9 merupakan gambar asli sebelum mengalami proses pengaburan (*blurring*). Gambar 2.10 merupakan gambar setelah mengalami proses pengaburan (*blurring*), dan gambar 2.11 merupakan gambar yang mengalami proses *deblurring*.

Indeks Kualitas

Alasan digunakannya indeks kualitas ini adalah karena mudah dalam perhitungannya, dapat dipergunakan untuk berbagai operasi pengolahan citra, dan lebih memberikan perbandingan yang berarti dari berbagai macam jenis distorsi citra.

Misalkan $x = (x_i / i = 1,2,\dots,N)$ dan $y = (y_i / i = 1,2,\dots,N)$ berturut-turut adalah citra yang asli dan citra yang diuji. Indeks kualitas didefinisikan sebagai:

$$Q = \frac{4\sigma_{xy}\bar{x}\bar{y}}{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)[(\bar{x})^2 + (\bar{y})^2]} \dots\dots\dots (2.15)$$

dengan

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$$

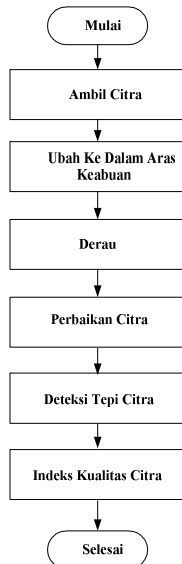
$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2, \quad \sigma_y^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$$

$$\sigma_{xy} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Cakupan yang dinamik dari Q adalah [-1, 1]. Harga terbaik 1 dicapai jika dan hanya jika $y_i = x_i$ untuk semua $i = 1,2,\dots,N$. Harga terendah adalah -1 terjadi ketika $y_i = 2\bar{x} - x_i$ untuk semua $i = 1,2,\dots,N$.

PERANCANGAN PROGRAM

Perangkat lunak yang digunakan yaitu menggunakan Matlab versi 7.0, sedangkan untuk membuat tampilan antarmukanya menggunakan GUI (*Graphical User Interface*). Gambar 3.1 ini merupakan diagram alir dari perancangan program yang dibuat.

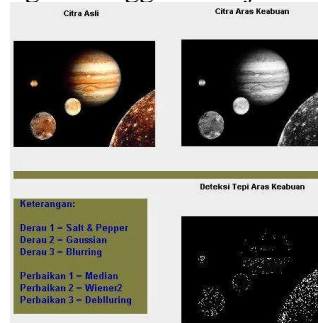


Gambar 3.1 Diagram alir

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

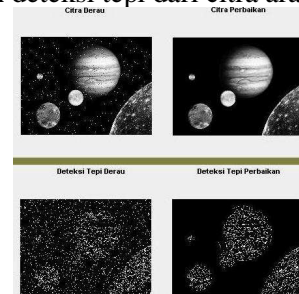
Gambar Jupiter

Gambar 4.1 merupakan deteksi tepi Sobel gambar aras keabuan yang diambil dari gambar **Jupiter** asli. Terdapat juga keterangan yaitu Derau 1 adalah derau salt and pepper. Derau 2 adalah derau Gaussian. Derau 3 adalah blurring Perbaikan 1 adalah perbaikan dengan menggunakan jenis median. Perbaikan 2 adalah perbaikan dengan menggunakan jenis wiener2. Perbaikan 3 adalah perbaikan dengan menggunakan jenis deblurring.



Gambar 4.1 Jupiter dengan dengan deteksi tepi Sobel

Derau yang digunakan pada Gambar 4.2 adalah derau *salt and pepper* sedangkan perbaikannya menggunakan perbaikan jenis *median*. Hasil yang diperoleh dari deteksi tepi perbaikan menunjukkan bahwa deteksi tepi perbaikan hampir sama dengan deteksi tepi dari citra aras keabuan.



Gambar 4.2 Gambar Jupiter dengan derau *salt and pepper*, perbaikan dengan median, dan deteksi tepi Sobel

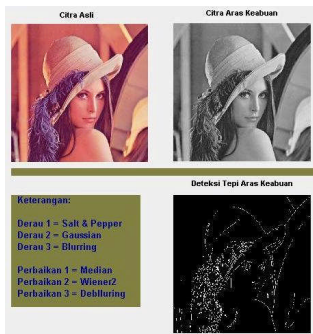
Tabel 4.1 merupakan nilai indeks kualitas gambar deteksi tepi dari gambar **Jupiter**

Tabel 4.1 Nilai indeka kulalitas gambar **Jupiter**

No	Derau	Perbaikan	Deteksi Tepi	Indeks 1	Indeks 2
1	Salt and Pepper	Median	Sobel	0,2482	0,61997
			Perwitt	0,13513	0,81182
			Roberts	0,1234	0,66305
			Canny	0,44479	0,74809
2	Gaussian	Wiener2	Sobel	0,50813	0,5536
			Perwitt	0,51092	0,55409
			Roberts	0,38567	0,51677
			Canny	0,19547	0,44142
3	Blurring	Deblurring	Sobel	0,18886	0,70051
			Perwitt	0,1908	0,71035
			Roberts	0,20202	0,70737
			Canny	0,20798	0,58809

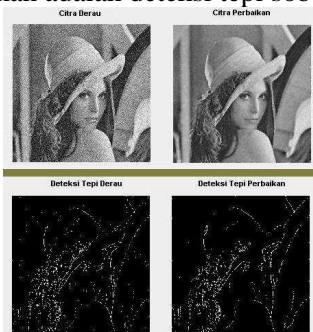
Gambar Lena

Gambar 4.3 merupakan deteksi tepi Sobel gambar aras keabuan yang diambil dari gambar **Lena** asli.



Gambar 4.3 Lena dengan dengan tepi Sobel

Derau yang digunakan pada gambar 4.4 adalah derau *gaussian* sedangkan perbaikannya menggunakan perbaikan jenis *wiener2*. Terlihat bahwa gambar, setelah mengalami perbaikan gambar terlihat lebih jelas. Operator deteksi tepi yang digunakan adalah deteksi tepi sobel.



Gambar 4.4 Gambar Lena dengan derau *gaussian*, perbaikan dengan *wiener2*, dan deteksi tepi Prewitt

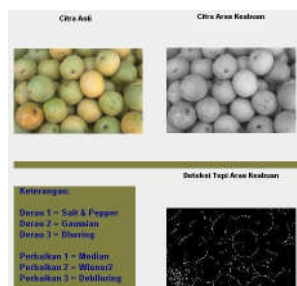
Tabel 4.2 merupakan nilai indeks kualitas gambar deteksi tepi dari gambar **Lena**

Tabel 4.2 Nilai indeks kualitas gambar **Lena**

No	Derau	Perbaikan	Deteksi Tepi	Indeks 1	Indeks 2
1	Salt and Pepper	Median	Sobel	0,29156	0,70904
			Perwitt	0,24382	0,71018
			Roberts	0,10723	0,74224
			Canny	0,47525	0,80763
2	Gaussian	Wiener2	Sobel	0,46062	0,50538
			Perwitt	0,4657	0,50312
			Roberts	0,076284	0,49551
			Canny	0,21614	0,42131
3	Blurring	Deblurring	Sobel	0,074547	0,62407
			Perwitt	0,075873	0,62718
			Roberts	0,073712	0,61935
			Canny	0,10363	0,46662

Gambar Pears

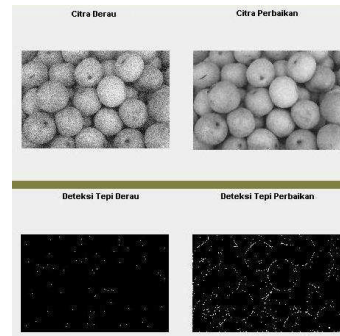
Gambar 4.5 merupakan deteksi tepi Sobel gambar aras keabuan yang diambil dari gambar **Pear** asli.



Gambar 4.5 Pear dengan deteksi tepi Roberts

Derau yang digunakan pada gambar 4.6 adalah derau *gaussian* sedangkan untuk

memperbaiki kualitas citra adalah dengan menggunakan *wiener2*. Gambar hasil dari perbaikan kualitas citra tampak terlihat lebih jelas. Operator deteksi tepi yang digunakan adalah deteksi tepi Roberts.



Gambar 4.6 Gambar Pears dengan derau *gaussian*, perbaikan dengan *wiener2*, dan deteksi tepi Roberts

Tabel 4.3 merupakan nilai indeks kualitas gambar deteksi tepi dari gambar **Pears**.

Tabel 4.3 Nilai indeks kualitas gambar **Pears**

No	Derau	Perbaikan	Deteksi Tepi	Indeks 1	Indeks 2
1	Salt and Pepper	Median	Sobel	0,11968	0,6834
			Perwitt	0,078729	0,67943
			Roberts	0,033732	0,72917
			Canny	0,37039	0,65962
2	Gaussian	Wiener2	Sobel	0,26562	0,35741
			Perwitt	0,2767	0,36022
			Roberts	0,016062	0,37351
			Canny	0,17689	0,23665
3	Blurring	Deblurring	Sobel	0,078313	0,63022
			Perwitt	0,080369	0,63717
			Roberts	0,077048	0,6341
			Canny	0,076893	0,42674

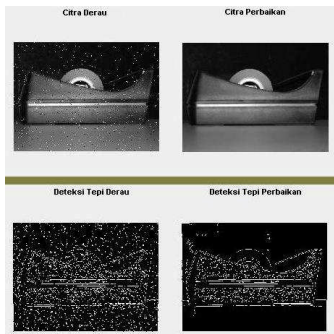
Gambar Tape

Gambar 4.7 merupakan deteksi tepi Sobel gambar aras keabuan yang diambil dari gambar **Tape** asli.



Gambar 4.7 Gambar Tape dengan deteksi tepi Canny

Derau yang digunakan pada Gambar 4.8 adalah derau *salt and pepper*. Proses perbaikan kualitas citra yang digunakan adalah jenis median, sehingga terlihat gambar lebih jelas. Pada deteksi tepi menggunakan operator deteksi tepi Canny.



Gambar 4.8 Gambar Tape dengan derau *salt and pepper*, perbaikan dengan *median*, dan deteksi tepi Canny

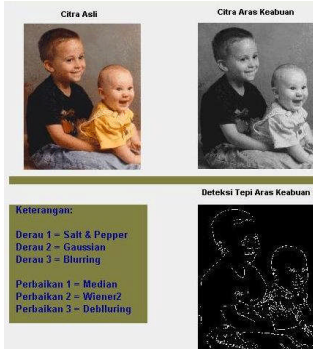
Tabel 4.4 merupakan nilai indeks kualitas gambar deteksi tepi dari gambar **Tape**

Tabel 4.4 Nilai indeks kualitas gambar **Tape**

No	Derau	Perbaikan	Deteksi Tepi	Indeks 1	Indeks 2
1	Salt and Pepper	Median	Sobel	0,17894	0,69329
			Perwitt	0,11307	0,69649
			Robert	0,16278	0,70986
			Canny	0,4159	0,68801
2	Gaussian	Wiener2	Sobel	0,46077	0,50002
			Perwitt	0,47423	0,49586
			Robert	0,24677	0,49242
			Canny	0,16999	0,31204
3	Blurring	Deblurring	Sobel	0,13806	0,76891
			Perwitt	0,13886	0,77776
			Robert	0,15602	0,65841
			Canny	0,18535	0,54734

Gambar Kids

Gambar 4.9 merupakan deteksi tepi Sobel gambar aras keabuan yang diambil dari gambar **Jupiter** asli.



Gambar 4.9 Gambar Kids dengan deteksi tepi Sobel

Tabel 4.5 merupakan nilai indeks kualitas gambar deteksi tepi dari gambar **Kids**

Tabel 4.5 Nilai indeks kualitas gambar **Kids**

No	Derau	Perbaikan	Deteksi Tepi	Indeks 1	Indeks 2
1	Salt and Pepper	Median	Sobel	0,22366	0,67021
			Perwitt	0,17352	0,65202
			Robert	0,051742	0,63456
			Canny	0,44468	0,70873
2	Gaussian	Wiener2	Sobel	0,35529	0,44602
			Perwitt	0,37674	0,45466
			Robert	0,03549	0,44439
			Canny	0,18973	0,41604
3	Blurring	Deblurring	Sobel	0,12277	0,67224
			Perwitt	0,12105	0,67983
			Robert	0,13964	0,56875
			Canny	0,14572	0,60889

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Telah dapat dikembangkan sebuah program aplikasi untuk menganalisis deteksi tepi Sobel, deteksi tepi Prewitt, deteksi tepi Roberts, dan deteksi tepi Canny pada citra menggunakan bahasa pemrograman Matlab versi 7.0.
2. Nilai indeks kualitas tertinggi yang diperoleh citra Jupiter adalah sebesar 0.81182, dan terendah sebesar 0.44142.
3. Nilai indeks kualitas tertinggi yang diperoleh citra Lena adalah sebesar 0.80763, dan terendah sebesar 0.42131.
4. Nilai indeks kualitas tertinggi yang diperoleh citra Pear adalah 0.81182, dan terendah sebesar 0.44142.
5. Nilai indeks kualitas tertinggi yang diperoleh pada citra Tape adalah 0.77776, dan sebesar 0.31204.
6. Nilai indeks kualitas tertinggi yang diperoleh citra Kids adalah 0.70873, dan terendah sebesar 0.41064.
7. Nilai indeks kualitas kedua memiliki nilai yang lebih tinggi dari pada nilai indeks kualitas pertama, karena citra mengalami perbaikan.
8. Hasil deteksi tepi suatu citra dengan jenis derau tertentu, tapis tertentu, dan deteksi tepi tertentu memiliki indeks kualitas yang berbeda dibandingkan dengan hasil deteksi tepi citra yang lain karena pada elemen matrik antara citra yang satu dengan citra yang lain berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, B. dan K. Firdausy, *Teknik Pengolahan Citra Digital menggunakan DELPHI*, Ardhi Publishing, 2005.

Ahmad, U., *Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya*, Graha Ilmu, 2005.

Marvin, W. dan A. Prijono, *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab*, Informatika, Bandung, 2007

Pitas, I., *Digital Image Processing Algorithms*, Prentice Hall, Singapore, 1993.

Jain, A.K., *Fundamental of Digital Image Processing*, Prentice Hall, Inc., Singapore, 1989.

Murni, A. dan S. Setiawan, *Pengantar Pengolahan Citra*, Elex Media Komputindo, Jakarta, 1992.

Munir, R., *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika Bandung, 2004.

Biodata Mahasiswa

Nama : Bahrun Niam
NIM : L2F306011
Tempat/Tgl. Lahir : Brebes / 29 September 1983
Alamat : Tegalglagah Rt 3 / 2,
Kecamatan Bulakamba,
Kabupaten Brebes
Alamat e-mail : bahrun08@gamil.com
Konsentrasi : Elektronika dan
Telekomunikasi

Menyetujui dan Mengesahkan,

Pembimbing I

Achmad Hidayatno, S.T., M.T.

NIP. 132 137 933

Pembimbing II

R. Rizal Isnanto, S.T., M.M., M.T.

NIP. 132 288 515