

**DETEKSI TEPI MENGGUNAKAN OPERATOR ISOTROPIK DENGAN PENGOLAHAN AWAL
MENGGUNAKAN PENGATURAN INTENSITAS**

Sulistono*, Achmad Hidayatno**, R. Rizal Isnanto**

Abstrak – Kadangkala hasil deteksi tepi tidak selalu memberikan hasil yang maksimal. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, sebelum proses deteksi tepi dilakukan pengaturan intensitas. Salah satu detektor tepi adalah operator Isotropik. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mensimulasikan program deteksi tepi Isotropik dengan pengolahan awal menggunakan pengaturan intensitas.

Proses deteksi tepinya dimulai dari pembacaan berkas citra, penambahan derau, pengaturan intensitas, pengambangan, deteksi tepi, pengukuran kinerja, hingga analisis untuk mengetahui keandalan operator Isotropik. Analisis yang dilakukan meliputi analisis objektif terdiri atas SNR dan Indeks Kualitas. Sedangkan analisis subjektif menggunakan sistem penglihatan manusia.

Dari analisis hasil penelitian ditunjukkan bahwa semakin besar nilai ambang yang melebihi nilai ambang optimal maka citra hasil deteksi tepi yang dimunculkan akan semakin tidak jelas. Hal ini terjadi karena nilai intensitas yang kurang dari nilai ambang optimal menjadi bernilai 0 (hitam). Keberadaan derau dengan jumlah besar akan menurunkan kualitas citra sehingga citra tidak dapat dikenali, karena operator Isotropik akan mendeteksi semua titik, termasuk derau, kemudian akan dibandingkan dengan hasil deteksi tepi tanpa derau. Dengan pengambangan sebesar 60, maka penambahan derau *Salt-and-pepper*, *Speckle*, dan derau Gaussian pada citra boat.bmp diperoleh citra hasil deteksi tepi terbaik menggunakan perentangan histogram skala 1,5, modifikasi histogram 2, dan perentangan histogram skala 0,5.

Kata kunci : deteksi tepi Isotropik, pengaturan intensitas, derau, ambang, histogram.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hasil deteksi tepi kadangkala memberikan hasil dengan bagian objek yang tidak terdeteksi dengan jelas. Bagian tersebut mungkin mengandung informasi yang penting dan dapat mengakibatkan kesalahan pemahaman informasi.

Untuk melakukan deteksi tepi yang berada di dalam suatu citra digunakan operator Isotropik. Operator Isotropik termasuk salah satu operator untuk deteksi tepi objek yang sejauh ini masih sedikit perbandingannya dengan operator Sobel, Prewit, dan operator lainnya.

Agar hasil deteksi tepi cukup baik dan akurat, terlebih dahulu dilakukan pengaturan intensitas untuk meningkatkan kualitas citra. Teknik pengaturan intensitas cukup baik untuk meningkatkan kualitas citra,

karena pada teknik ini citra diatur intensitasnya untuk mendapatkan citra yang lebih baik.

1.3 Pembatasan Masalah

1. Citra yang digunakan berformat BMP tanpa kompresi sebesar 256x256 skala keabuan.
2. Operator yang digunakan dalam pendeteksian tepi adalah operator Isotropik.
3. Teknik pengaturan intensitas yang digunakan dalam peningkatan kualitas citra adalah pergeseran histogram, perentangan histogram, modifikasi histogram dan ekualisasi histogram.
4. Pengukuran kinerja program dengan kriteria objektif menggunakan indek kualitas citra oleh Zhou Wang dan Alan C. Bovik dan SNR, sedangkan kriteria subjektif menggunakan sistem penglihatan manusia (*HVS/ Human Visual System*).
5. Program bantu yang digunakan adalah Delphi 6.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Operator Isotropik

Operator Isotropik merupakan salah satu deteksi tepi dengan metode operator gradien yang menggunakan dua buah matriks 3x3, yaitu matriks vertikal dan matriks horisontal yang ditapis secara bersamaan. Gambar 2.3 menunjukkan matriks untuk operator Isotropik.

-1	0	1
$-\sqrt{2}$	0	$\sqrt{2}$
-1	0	1

-1	$-\sqrt{2}$	-1
0	0	0
1	$\sqrt{2}$	1

(a). Mask Horisontal (b). Mask Vertikal
Gambar 2.1 Matrik mask untuk Operator Isotropik.

Kekuatan tepinya dilakukan dengan akar dari penjumlahan kuadrat hasil penelusuran secara horisontal (G_x) dengan hasil penelusuran secara vertikal (G_y), sehingga dapat dituliskan bahwa:

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

2.2 Peningkatan Kualitas Citra

Peningkatan kualitas citra diperlukan karena seringkali citra yang dijadikan objek pembahasan mempunyai kualitas yang buruk, misalnya mengalami derau pada saat pengiriman melalui saluran transmisi, citra terlalu terang atau gelap, citra kurang tajam atau kabur. Peningkatan kualitas citra dalam tugas akhir ini dilakukan dengan proses pengaturan intensitas antara

* Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

** Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP

lain: pergeseran, perentangan, modifikasi dan ekualisasi histogram.

2.2.1 Pergeseran Histogram

Pergeseran hitogram dilakukan dengan memberikan perubahan nilai-nilai piksel pada citra secara keseluruhan dengan pembobotan yang sama pada setiap piksel. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$f'(x, y) = f(x, y) + b$$

dengan $f'(x, y)$ adalah citra hasil, $f(x, y)$ adalah citra masukan, sedangkan b adalah skala pergeseran histogram. Jika nilai b positif, maka citra hasil akan lebih terang, sedangkan jika nilai b negatif maka citra hasil akan lebih gelap.

2.2.2 Perentangan Histogram

Teknik ini digunakan untuk meningkatkan kontras pada citra dengan cara memberikan pembobotan yang sama pada setiap nilai piksel dengan mengalikan sebuah konstanta.

Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$f'(x, y) = af(x, y)$$

dengan $f'(x, y)$ adalah citra hasil, $f(x, y)$ adalah citra masukan, sedangkan a adalah skala perentangan histogram. Jika a positif maka kontras citra hasil akan meningkat, sedangkan jika $0 < a < 1$ maka kontras citra akan menurun.

2.2.3 Ekualisasi Histogram

Ekualisasi histogram digunakan untuk memperbaiki kontras dan untuk mendapatkan histogram yang merata sedemikian hingga setiap derajat keabuan memiliki jumlah piksel yang relatif sama. Algoritma perhitungan ekualisasi histogram dalam Tugas Akhir ini yaitu: ekualisasi histogram 1, dan ekualisasi histogram 2.

2.2.4 Modifikasi Histogram

Modifikasi histogram dilakukan dengan memetakan tingkat keabuan citra masukan (u) secara tak linear oleh $f(u)$, dan keluarannya dikuantisasi secara seragam. algoritma modikasi histogram dalam Tugas Akhir ini yaitu: modifikasi histogram 1, modifikasi histogram 2, dan modifikasi histogram 3.

2.3 Derau

Kualitas citra sangat dipengaruhi oleh tingkat keberadaan derau. Dalam citra digital banyak dijumpai bermacam-macam derau tergantung bagaimana citra tersebut dibuat. Citra cenderung mudah mengalami kerusakan oleh derau dengan bermacam-macam tipe.

2.3.1 Derau *Salt-and-pepper*

Derau *salt-and-pepper* merupakan derau yang disebabkan oleh adanya piksel-piksel yang secara individual rusak atau hilang dari citra. Derau ini menyebabkan adanya bintik-bintik hitam dan putih yang tidak teratur. Tingkat derau *salt-and-pepper* ini ditentukan oleh tingkat kerapatan (*density*) bintik-

bintik. Derau *salt-and-pepper* $g(i, j)$ dapat dinyatakan dengan:

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

Dengan $f(i, j)$ adalah citra asli dan $z(i, j)$ adalah derau hitam atau putih.

2.3.2 Derau *Speckle*

Derau *speckle* bersifat menambahkan derau multiplikatif pada citra $f(i, j)$, menggunakan persamaan:

$$g(i, j) = f(i, j) + n(i, j)f(i, j)$$

dengan $n(i, j)$ merupakan derau acak terdistribusi seragam dengan rerata m dan varians v .

2.3.3 Derau Gaussian

Derau Gaussian menambahkan derau putih Gaussian $n(i, j)$ dengan rerata m dan varians v pada citra asli $f(i, j)$. Citra berderau Gaussian dapat dinyatakan sebagai:

$$g(i, j) = f(i, j) + n(i, j)$$

2.4 Pengambangan (*Thresholding*)

Operasi pengambangan digunakan untuk mengubah titik dengan rentang nilai keabuan tertentu menjadi berwarna hitam dan sisanya menjadi warna putih atau sebaliknya. Fungsi pengambangan yang digunakan adalah:

$$f_B(i, j) = \begin{cases} 0, & f_g(i, j) \leq T \\ 1, & \text{lainnya} \end{cases}$$

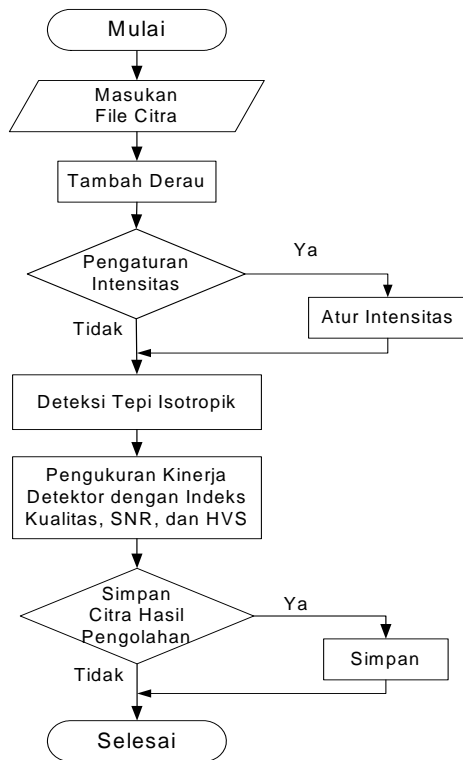
Dengan $f_g(i, j)$ adalah citra masukan keabuan, $f_B(i, j)$ adalah citra biner, dan T adalah nilai ambang yang ditentukan.

2.5 Pengukuran Kinerja Deteksi Tepi

Kinerja deteksi tepi dapat diketahui keandalannya dengan menggunakan beberapa cara. Secara objektif, pengukuran dilakukan dengan melakukan perhitungan matematis menggunakan SNR dan Indek Kualitas. Secara subjektif, metode pengukuran berdasarkan karakteristik sistem penglihatan manusia dalam usaha untuk menunjukkan persepsi kualitas suatu citra.

III. PERANCANGAN PROGRAM

Pada perancangan ini menggunakan program bantu Delphi 6 yang mempunyai tombol perintah yang lengkap dan berguna untuk merancang program aplikasi yang memiliki tampilan seperti program aplikasi lain berbasis Windows. Secara garis besar perangkat lunak yang dirancang memiliki diagram alir seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir program

3.1 Pengambilan Berkas Citra

Berkas citra yang diambil mempunyai format *.bmp, berukuran 256x256 piksel dengan tingkat keabuan berskala 256.

3.2 Penambahan Derau

Penambahan derau *salt-and-pepper*, *speckle*, dan derau Gaussian dilakukan untuk menguji apakah program ini nantinya peka terhadap derau atau tidak.

a. Derau *Salt-and-pepper*

Untuk derau *salt-and-pepper*, dibuat nilai acak yang terdistribusi ke dalam tiga daerah, yaitu: daerah berderau *pepper* ke dalam nilai 0, daerah tak berderau, dan daerah berderau *salt* ke dalam nilai 255.

b. Derau *Speckle*

Untuk derau *Speckle*, parameter masukan yang digunakan untuk menentukan banyaknya derau adalah $\text{sqr}(\text{stdev})$, dan harus diisi pada komponen *edit Varians*.

c. Derau Gaussian

Jika yang dipilih adalah derau Gaussian, maka untuk setiap titik ditambahkan sebuah nilai acak yang terdistribusi secara normal. Mean dan $\text{sqr}(\text{stdev})$ adalah parameter masukan yang harus diisi pada komponen *edit Rerata* dan *edit Varians* untuk pemrosesan derau Gaussian.

3.3 Pengaturan Intensitas

Proses pengaturan intensitas citra dilakukan terhadap citra awal maupun citra awal yang sudah ditambah derau menggunakan metode Pergeseran

Histogram, Perentangan Histogram, Ekualisasi Histogram 1, Ekualisasi Histogram 2, Modifikasi Histogram 1, Modifikasi Histogram 2, ataupun Modifikasi Histogram 3 dapat dipilih pada *combobox PengaturanIntensitas*.

3.4 Deteksi Tepi Isotropik

Proses deteksi tepi Isotropik dilakukan dengan mengeset *mat1* sebagai matriks Isotropik vertikal dan *mat2* sebagai matriks Isotropik horisontal. Matriks *mat1* dan matriks *mat2* kemudian digunakan pada proses perhitungan konvolusi. Hasil dari konvolusi *mat1* dan konvolusi *mat2* disimpan dalam *data1* dan *data2* setelah itu disimpan dalam *p1* dan *p2*, kemudian dilakukan kombinasi kedua hasil konvolusi.

3.5 Pengukuran Kinerja

Pengukuran kinerja deteksi tepi Isotropik digunakan untuk membandingkan hasil deteksi tepi citra asli dengan hasil deteksi tepi citra berderau, dan hasil deteksi tepi pengaturan intensitas citra asli dengan hasil deteksi tepi pengaturan intensitas citra berderau. Ketika tombol **Proses** ditekan, secara otomatis hasil pengukuran SNR dan Indeks Kualitas ditampilkan dalam komponen *edit SNR* dan komponen *edit IndeksKualitas* pada *groupbox PengukuranKinerja DeteksiTepi*.

3.6 Histogram

Histogram citra awal dan histogram hasil pengaturan citra awal akan muncul dan dapat dilihat dengan menekan tombol **Histogram** yang berada pada kanan bawah tampilan program deteksi tepi Isotropik.

IV. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

Beberapa hal yang diteliti dalam Tugas Akhir ini adalah citra yang akan dianalisis, jenis derau, metode pengaturan intensitas, deteksi tepi Isotropik, dan pengukuran kinerja deteksi tepi Isotropik dari tiap-tiap metode pengaturan intensitas. Beberapa variasi penelitian ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel variasi penelitian (dilanjutkan),

No	Parameter	Variasi
1.	Nama Citra	a. Boat.bmp b. Girls.bmp c. Peppers.bmp
2.	Jenis Derau	a. <i>Salt-and-pepper</i> , densitas = 0,01 dan 0,05 b. <i>Speckle</i> , varians = 0,004 dan 0,02 c. Gaussian, rerata = 0; varians = 0,0005 dan 0,0025
3.	Metode Pengaturan Intensitas	a. Pergeseran Histogram, skala = (-40), (-20), 20, dan 40 b. Perentangan Histogram, skala = (0,5), (1,5), dan 2 c. Ekualisasi Histogram 1 d. Ekualisasi Histogram 2 e. Modifikasi Histogram 1 f. Modifikasi Histogram 2 g. Modifikasi Histogram 3

Tabel 4.1 Tabel variasi penelitian (lanjutan).

No	Parameter	Variasi
4.	Jenis Deteksi Tepi	Deteksi Tepi Isotropik
5.	Pengukuran Kinerja	a. Indeks Kualitas Citra b. SNR c. Sistem Penglihatan Manusia

Sebelum membahas hasil penelitian, terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap program aplikasi deteksi tepi Isotropik.

4.1 Menjalankan Program

Program yang telah dibuat dengan Delphi 6 dapat langsung dijalankan dengan mengklik dua kali file **EdgeDetect.exe**. Jika tombol **Lanjut** ditekan, maka program akan dilanjutkan ke tampilan program utama. Jika tombol **Keluar** ditekan, tampilan awal program akan tertutup dan keluar dari program.

4.1.1 Pengambilan Berkas Citra

Setelah berkas citra yang mempunyai format bitmap (.bmp), berukuran 256x256, dan 256 tingkat skala keabuan diambil, hasilnya ditampilkan pada bingkai **Citra Awal**. Citra awal yang ditampilkan pada bingkai **Citra Awal** ditunjukkan pada Gambar 4.1.

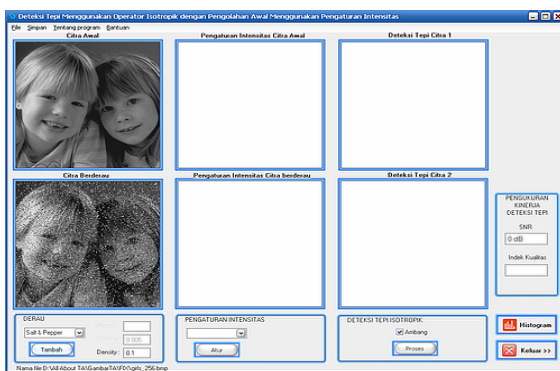


Gambar 4.1 Citra awal.

(a) Citra Boat.bmp, (b) Citra Gilrs.bmp, (c) Citra Peppers.bmp.

4.1.2 Penambahan Derau

Jenis derau yang ditambahkan pada citra awal dipilih pada *combobox* yang terletak pada *groupbox* **Derau**.



Gambar 4.2 Tampilan program utama setelah proses penambahan derau.

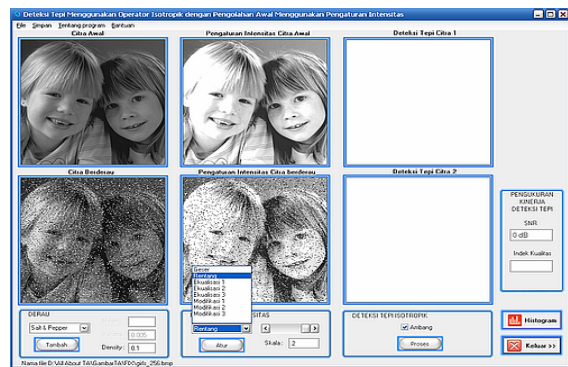
Jika dipilih derau Gaussian, maka parameter **Rerata** yang *default*-nya bernilai 0 dan **Varians** yang *default*-nya bernilai 0,005 akan aktif. Jika dipilih derau *Speckle*, maka parameter **Varians** yang *default*-nya bernilai 0,04 akan aktif. Jika dipilih derau *Salt-and-*

pepper, maka parameter **Densitas** yang *default*-nya bernilai 0,1 akan aktif. Selanjutnya adalah menekan tombol **Tambah**. Hasilnya ditampilkan pada bingkai **Citra Berderau** seperti pada Gambar 4.2.

4.1.3 Pengaturan Intensitas

Jenis metode pengaturan intensitas dipilih pada *combobox* yang terletak dalam *groupbox* **Pengaturan Intensitas**. Jika jenis pengaturan intensitas yang dipilih adalah **Geser** atau **Rentang**, maka *scrollbar* skala pergeseran atau perantangan histogram akan terlihat. Nilai pada komponen *edit* **Skala** akan berubah mengikuti pergeseran *scrollbar* tersebut. Kemudian tombol **Atur** ditekan untuk memproses pengaturan intensitas.

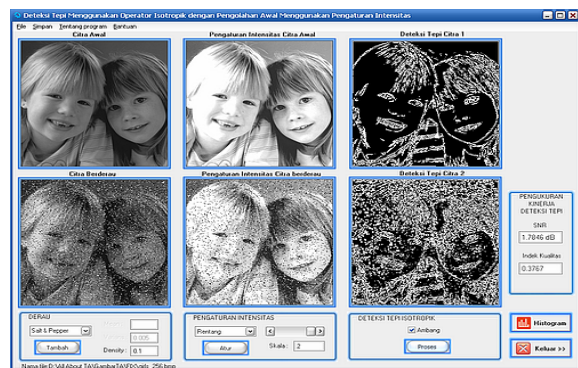
Hasil dari proses pengaturan intensitas ditampilkan pada bingkai **Pengaturan Intensitas Citra Awal** dan bingkai **Pengaturan Intensitas Citra Berderau** yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Tampilan program utama setelah proses pengaturan intensitas.

4.1.4 Deteksi Tepi Isotropik

Proses deteksi tepi Isotropik yang dilakukan dengan dua tahap, yaitu proses deteksi tepi Isotropik dengan pengambangan yang sebelumnya dilakukan dengan mencentang *checkbox* **Ambang** dan proses deteksi tepi Isotropik tanpa pengambangan yang dilakukan dengan menghilangkan tanda centang pada *checkbox* **Ambang**. Kemudian dilanjutkan dengan menekan tombol **Proses**.



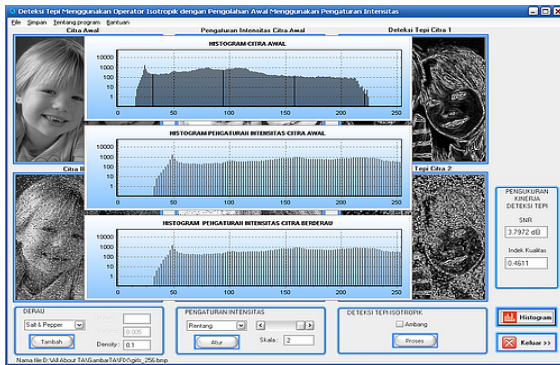
Gambar 4.4 Tampilan program utama setelah proses deteksi tepi.

Citra hasil deteksi tepi akan ditampilkan pada bingkai **Deteksi Tepi Pengaturan Intensitas Citra Awal** dan bingkai **Deteksi Tepi Pengaturan Intensitas Citra Berderau**. Begitu juga dengan hasil pengukuran

kinerja deteksi tepi berupa SNR dan Indeks Kualitas akan ditampilkan pada *groupbox Pengukuran Kinerja Deteksi Tepi* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.

4.1.5 Penampilan Histogram

Histogram yang ditampilkan adalah histogram citra awal, histogram dari hasil pengaturan intensitas citra awal, dan histogram hasil pengaturan intensitas citra berderau. Untuk menampilkan histogram dilakukan dengan menekan tombol **Histogram** yang berada kanan bawah tampilan program aplikasi. Berikut adalah tampilan histogram citra awal dan hasil pengolahan.

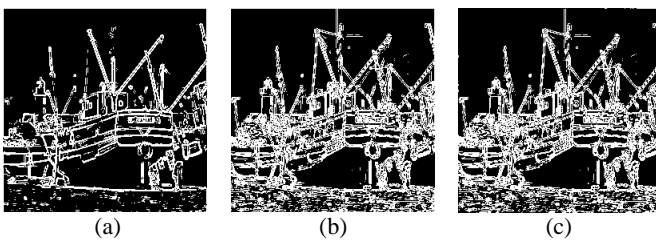


Gambar 4.5 Tampilan histogram citra.

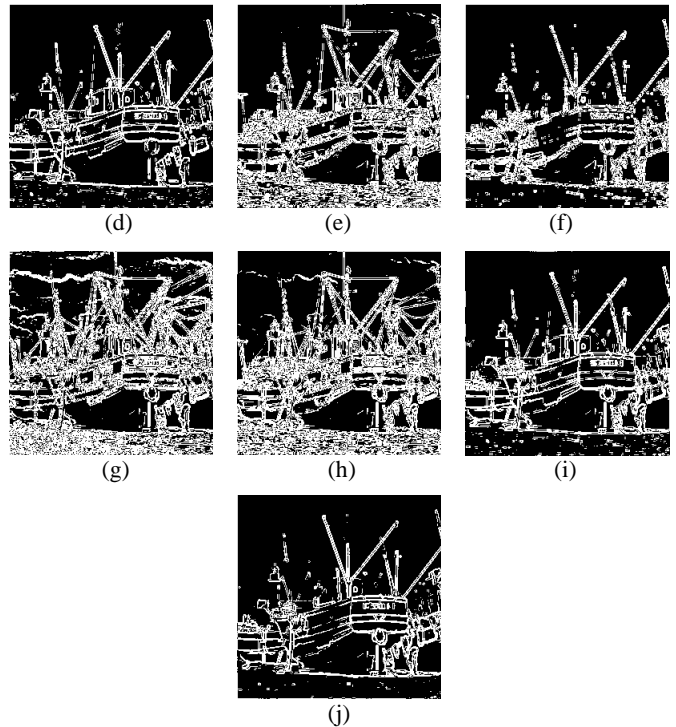
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian

Ada dua hal yang ingin dicapai yaitu keandalan dari operator Isotropik dalam mendeteksi tepi pada citra dan kualitas citra hasil. Untuk itu dilakukan dua jenis pengukuran yaitu pengukuran secara objektif dan pengukuran secara subjektif.

Hasil pengolahan dan analisis deteksi tepi Isotropik citra **boat.bmp** menggunakan beberapa pengaturan intensitas dan nilai pengambangan sebesar 60, dengan acuan deteksi tepi citra **boat.bmp** terbaik yang diperoleh setelah diatur intensitas dengan perentangan histogram skala 0,5 dan pengambangan sebesar 60 dapat dilihat pada Gambar 4.6. Angka 60 ini berarti dalam rentang 0 sampai dengan 255 nilai 60 merupakan nilai ambang yang dipilih, sehingga nilai intensitas yang kurang dari 60 akan menjadi bernilai 0 (hitam) dan nilai intensitas yang lebih besar atau sama dengan 60 akan menjadi bernilai 1 (putih).



Gambar 4.6 Hasil pengolahan deteksi tepi Isotropik citra **boat.bmp** dengan nilai ambang 60 (dilanjutkan),
 (a) citra terbaik,
 (b) tanpa pengaturan intensitas,
 (c) pergeseran histogram skala 40,



Gambar 4.6 Hasil pengolahan deteksi tepi Isotropik citra **boat.bmp** dengan nilai ambang 60 (lanjutan).

- (d) perentangan histogram 0,5,
- (e) perentangan histogram 1,5,
- (f) perentangan histogram 2,
- (g) ekualisasi histogram 1,
- (h) modifikasi histogram 1,
- (i) modifikasi histogram 2,
- (j) modifikasi histogram 3.

Berdasarkan hasil penelitian dari deteksi tepi Isotropik pada semua metode pengaturan intensitas tanpa penambahan derau pada citra **boat.bmp** maka dapat disimpulkan bahwa untuk pengembangan dengan nilai 60 hasil proses deteksi tepi Isotropik terbaik diperoleh pada pengaturan intensitas metode perentangan histogram skala 0,5. Dengan bertambahnya nilai ambang yang digunakan dalam proses deteksi tepi Isotropik maka citra tepi yang dimunculkan semakin sedikit atau menghilang. Hal ini dikarenakan semakin besar nilai ambang maka banyak nilai intensitas yang kurang dari nilai ambang yang digunakan menjadi bernilai 0 (hitam).

Untuk membuktikan apakah operator Isotropik peka terhadap derau atau tidak maka pada citra asli ditambah bermacam derau *Salt-and-pepper*, *Speckle*, *Gaussian*.

Tabel 4.2 Hasil pengukuran kinerja deteksi tepi Isotropik pada citra **boat.bmp** menggunakan derau *Salt-and-pepper* dan nilai ambang yang berbeda (dilanjutkan),

Densitas Derau	Metode Pengaturan Intensitas	SNR (dB)		Indeks Kualitas	
		Ambang 60	Ambang 100	Ambang 60	Ambang 100
0,01	Tnp Pengaturan	8,7329	6,7699	0,8910	0,8452
	Geser (-40)	8,7500	6,4720	0,8913	0,8313
	Geser (-20)	8,5730	6,5051	0,8856	0,8327
	Geser 20	8,6145	7,1103	0,8882	0,8605
	Geser 40	9,1268	7,6537	0,9032	0,8810
	Rentang 0,5	6,5034	5,4815	0,8240	0,7864
	Rentang 1,5	10,5048	9,5225	0,9287	0,9246
	Rentang 2	8,9605	7,6840	0,9088	0,8828
	Ekualisasi 1	9,9208	8,5402	0,9053	0,8978
	Ekualisasi 2	10,2780	8,8366	0,9136	0,9058
Modifikasi 1	9,6045	8,4606	0,9048	0,8992	

Tabel 4.3 Hasil pengukuran kinerja deteksi tepi Isotropik pada citra **boat.bmp** menggunakan derau *Salt- and- pepper* dan nilai ambang yang berbeda (lanjutan).

Densitas Derau	Metode Pengaturan Intensitas	SNR (dB)		Indeks Kualitas	
		Ambang 60	Ambang 100	Ambang 60	Ambang 100
0,01	Modifikasi 2	7,4386	8,1725	0,8713	0,9070
	Modifikasi 3	8,9288	9,0959	0,9100	0,9232
0,05	Tnp Pengaturan	3,6201	2,2845	0,5616	0,4411
	Geser (-40)	3,8521	2,2425	0,5896	0,4308
	Geser (-20)	3,6619	2,2303	0,5622	0,4283
	Geser 20	3,6667	2,5081	0,5731	0,4969
	Geser 40	3,8890	2,7408	0,6075	0,5416
	Rentang 0,5	2,5315	1,8139	0,4303	0,3477
	Rentang 1,5	4,9242	4,0701	0,7000	0,6921
	Rentang 2	3,6950	2,7640	0,6100	0,5247
	Ekualisasi 1	4,6506	3,2385	0,6448	0,6168
	Ekualisasi 2	4,6195	3,1786	0,6431	0,6124
	Modifikasi 1	4,7592	3,5453	0,6642	0,6334
	Modifikasi 2	2,7979	3,0177	0,5042	0,6013
	Modifikasi 3	3,6838	3,4488	0,6242	0,6554

Tabel 4.4 Hasil kinerja deteksi tepi Isotropik pada citra **boat.bmp** menggunakan derau *Salt- and- pepper* tanpa ambang dan rata-rata menurut penilaian responden.

Densitas Derau	Metode Pengaturan Intensitas	Tanpa Ambang		Rata-rata penilaian responden*
		SNR(dB)	Indeks Kualitas	
0,01	Tanpa Pengaturan	8,0072	0,8460	3,00
	Geser (-40)	8,4650	0,8637	3,00
	Geser (-20)	7,8901	0,8406	3,00
	Geser 20	7,7507	0,8370	3,00
	Geser 40	8,0078	0,8478	3,00
	Rentang 0,5	8,2065	0,8615	3,00
	Rentang 1,5	12,3548	0,9486	3,40
	Rentang 2	10,6838	0,9383	3,07
	Ekualisasi 1	10,2752	0,8930	3,67
	Ekualisasi 2	10,6935	0,9035	4,07
	Modifikasi 1	9,9885	0,8956	4,40
	Modifikasi 2	8,5905	0,8848	4,53
	Modifikasi 3	9,9585	0,9144	4,53
0,05	Tanpa Pengaturan	3,6161	0,4812	1,20
	Geser (-40)	3,9439	0,5276	1,07
	Geser (-20)	3,6700	0,4841	1,07
	Geser 20	3,6049	0,4873	2,07
	Geser 40	3,5653	0,4872	2,27
	Rentang 0,5	3,7799	0,5108	2,47
	Rentang 1,5	6,3908	0,7708	3,47
	Rentang 2	4,8826	0,7122	2,47
	Ekualisasi 1	5,0412	0,6038	2,93
	Ekualisasi 2	5,0251	0,6034	4,20
	Modifikasi 1	5,1825	0,6377	3,80
	Modifikasi 2	3,9375	0,5726	4,27
	Modifikasi 3	4,6530	0,6432	4,20

Dari Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 dapat dilihat peningkatan SNR dan Indeks Kualitas untuk beberapa metode pengaturan intensitas. Tetapi penambahan nilai densitas mengakibatkan penurunan nilai SNR maupun nilai Indeks Kualitas citra hasil deteksi tepi Isotropik. Hal ini berarti operator Isotropik cukup peka terhadap derau, sehingga dalam proses deteksi tepi, derau yang ada akan dideteksi dan dimunculkan sebagai hasil deteksi tepi.

Dengan menaikkan nilai ambang, nilai SNR dan indeks kualitas citra yang terukur mengalami penurunan. Untuk derau *Salt-and-pepper* dengan densitas 0,01 dan nilai ambang 60 serta nilai ambang 100, SNR dan Indeks Kualitas tertinggi diperoleh pada proses pengaturan intensitas metode perentangan

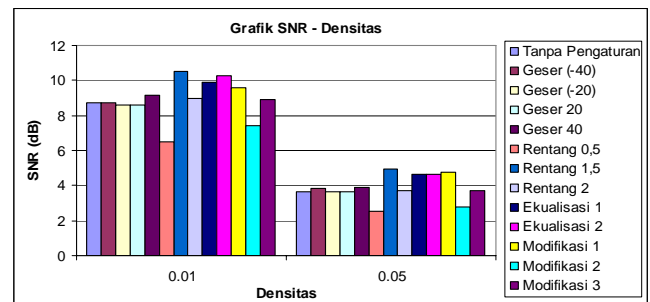
histogram skala 1,5. Untuk nilai ambang 60, nilai SNR tertinggi yaitu 10,5048 dan Indeks Kualitas tertinggi yaitu 0,9287. Untuk nilai ambang 100, dengan nilai SNR tertinggi yaitu 9,5225 dan Indeks Kualitas tertinggi yaitu 0,9246.

Untuk derau *Salt-and-pepper* dengan densitas 0,05 dan nilai ambang 60 serta nilai ambang 100, SNR dan Indeks Kualitas tertinggi diperoleh pada proses pengaturan intensitas metode perentangan histogram skala 1,5. Untuk nilai ambang 60, nilai SNR tertinggi yaitu 4,9242 dan Indeks Kualitas tertinggi yaitu 0,7000. Untuk nilai ambang 100, nilai SNR tertinggi yaitu 9,5225 dan Indeks Kualitas tertinggi yaitu 0,9246.

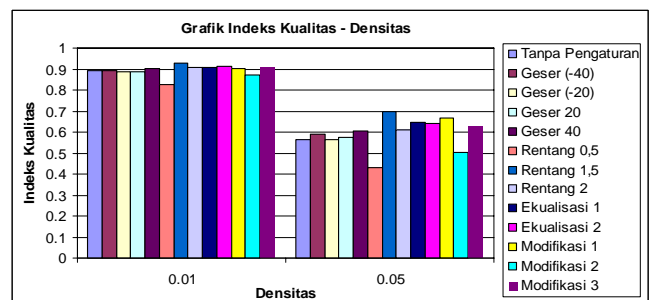
Sedangkan tanpa pengambangan, terlihat pada Tabel 4.4 bahwa nilai SNR dan Indeks Kualitas citra yang lebih besar dibandingkan SNR dan Indeks Kualitas citra dengan pengambangan. Untuk derau *Salt-and-pepper* dengan densitas 0,01 dan densitas 0,05, SNR dan Indeks Kualitas tertinggi juga diperoleh pada proses pengaturan intensitas metode perentangan histogram skala 1,5. Untuk densitas 0,01, nilai SNR tertinggi yaitu 12,3548 dan Indeks Kualitas tertinggi yaitu 0,9486. Untuk densitas 0,05, nilai SNR tertinggi yaitu 6,3909 dan Indeks Kualitas tertinggi yaitu 0,7708.

Dari Tabel 4.4, pengamatan beberapa orang responden pada hasil pengolahan deteksi tepi citra **boat.bmp** berpendapat bahwa pengaturan intensitas dengan metode perentangan skala 1,5 untuk densitas derau *Salt-and-pepper* 0,01 dan 0,05 adalah sedang.

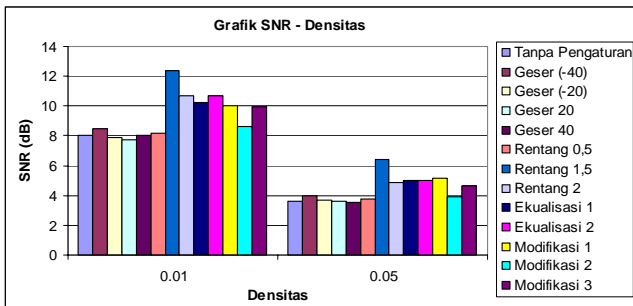
Grafik kinerja deteksi tepi Isotropik dengan pengolahan awal menggunakan pengaturan intensitas dan derau *Salt-and-pepper* untuk citra **boat.bmp**, dapat dilihat pada Gambar 4.7, Gambar 4.8, Gambar 4.9 dan Gambar 4.10.



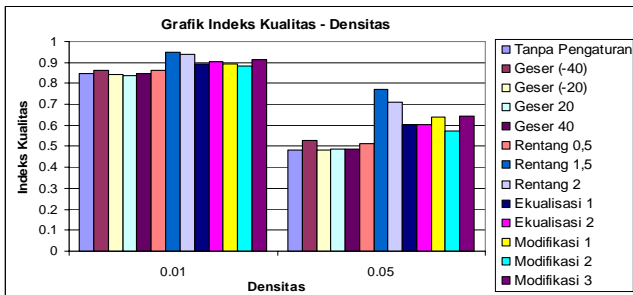
Gambar 4.7 Grafik SNR terhadap nilai densitas yang berbeda untuk citra **boat.bmp** dengan nilai ambang 60.



Gambar 4.8 Grafik Indeks Kualitas terhadap nilai densitas yang berbeda untuk citra **boat.bmp** dengan nilai ambang 60.



Gambar 4.9 Grafik SNR terhadap nilai densitas yang berbeda untuk citra **boat.bmp** tanpa pengembangan.



Gambar 4.10 Grafik Indeks Kualitas terhadap nilai densitas yang berbeda untuk citra **boat.bmp** tanpa pengembangan.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. keberadaan derau dengan jumlah besar akan menurunkan kualitas citra sehingga citra tidak dapat dikenali, karena operator Isotropik akan mendeteksi semua titik yang mempunyai perbedaan gradien, termasuk derau, kemudian akan dibandingkan dengan hasil deteksi tepi tanpa derau.
2. Semakin besar nilai ambang yang melebihi nilai ambang optimal maka citra hasil deteksi tepi Isotropik yang dimunculkan akan semakin tidak jelas atau menghilang. Hal ini disebabkan banyak nilai intensitas yang kurang dari nilai ambang optimal menjadi bernilai 0 (hitam).
3. Dengan beberapa metode pengaturan intensitas maka dihasilkan nilai SNR dan Indeks Kualitas citra yang berbeda-beda untuk tiap-tiap metode pengaturan intensitas, karena nilai intensitas citra dan pola histogram dari tiap-tiap metode pengaturan intensitas mengalami perubahan.
4. Tidak semua metode pengaturan intensitas baik untuk meningkatkan kualitas citra hasil deteksi tepi Isotropik, karena masing-masing metode akan dihasilkan distribusi intensitas ataupun kontras yang berbeda.
5. Dengan pengembangan sebesar 60, maka penambahan derau *Salt-and-pepper* dengan densitas 0,01 dan 0,05 pada citra **boat.bmp** memperoleh citra hasil deteksi tepi terbaik jika menggunakan pengaturan intensitas dengan metode perentangan histogram skala 1,5. Jika citra **boat.bmp** ditambah

derau *Speckle* dengan varians sebesar 0,004 dan 0,02, maka citra hasil deteksi tepi terbaik diperoleh menggunakan pengaturan intensitas dengan metode modifikasi histogram 2. Jika citra **boat.bmp** ditambah derau Gaussian dengan rerata 0 dan varians 0,0005 dan 0,0025, maka citra hasil deteksi tepi terbaik diperoleh menggunakan pengaturan intensitas dengan metode perentangan histogram skala 0,5.

6. Dari analisis secara subjektif, bahwa hasil pengamatan beberapa orang responden tidak selalu berhubungan dengan hasil dari SNR ataupun Indeks Kualitas, dalam artian dengan nilai SNR dan Indeks Kualitas yang tertinggi tidak selalu diperoleh nilai rata-rata penilaian responden yang terbaik juga.

5.2 Saran

Untuk kepentingan pengembangan dari Tugas Akhir ini, maka dapat diberikan saran sebagai berikut :

1. Perlu dihilangkannya pembatasan jumlah resolusi warna dan pembatasan format berkas pada citra masukan untuk menambah kemampuan sistem dalam mengolah berbagai berkas citra.
2. Program bantu yang digunakan tidak hanya Delphi 6, tetapi dapat juga menggunakan program bantu seperti C++, Visual Basic, Matlab serta program bantu yang lain untuk melakukan penelitian dalam efisiensi waktu pengolahan citra maupun keringkasn pengkodean program.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad, B. dan K. Firdausy, *Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Drlphi*, Andi Publising, Yogyakarta, 2005.
- [2] Fisher, R., S. Perkins, A. Walker, and E. Wolfart, *Grayscale Images* <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/gryimage>, April 2006.
- [3] Gonzalez, R.C., *Digital Image Processing*, Addison-Wesley Publishing, 1987.
- [4] Jain, A.K., *Fundamental of Digital Image Processing*, Prentice Hall International, 1989.
- [5] Munir, R., *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika, Bandung, 2004.
- [6] Sid-Ahmed, M.A, *Image Processing-Theory, Algorithm and Architectures*, McGrawHill, 1995.
- [7] Wang Z, and A. C. Bovik, *A Universal Image Quality Index*, IEEE Signal Processing Letters, 2002.
- [8] ---, *Basic Edge Detection*, <http://www.netnam.vn/unesco/course/computervision>, April 2006.
- [9] ---, *Image Quality*, <http://iria.pku.edu.cn/~jiangm/courses/dip/html/node36>, April 2006.
- [10] ---, *Noise Type*, <http://iria.pku.edu.cn/~jiangm/courses/dip/html/node39>, Juli 2006.
- [11] ---, *Pixels*, <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/pixels>, Mei 2006.
- [12] ---, *Statistical Operation*, <http://www.netnam.vn/unesco/course/computervision>, Mei 2006.



Sulistono (L2F30385)
Lahir di Semarang, 21 Maret 1981.
Mahasiswa Teknik Elektro Ekstensi
2003, Konsentrasi Elektronika dan
Telekomunikasi,
Universitas Diponegoro.
Email : sulyst@plasa.com

Menyetujui dan Mengesahkan

Pembimbing I

Achmad Hidayatno, S.T., M.T.
NIP. 132 137 933
Tanggal.....

Pembimbing II

R. Rizal Isnanto, S.T., M.M., M.T.
NIP. 132 288 515
Tanggal.....