

Analisis Dan Implementasi *Image Denoising* dengan Metode *Normal Shrink* sebagai *Wavelet Thresholding Analysis*

W.T. Handoko, Eka Ardianto dan Edy Safriliyanto

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Stkubank

email : eka@unisbank.ac.id, wthandoko@gmail.com, edy.safriliyanto@gmail.com

Abstrak

Citra memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi seiring kemudahan yang ditawarkan dalam pengambilan, pemrosesan dan penyimpanannya masyarakat mulai banyak yang meninggalkan citra analog dan beralih ke citra digital. Namun terkadang timbul gangguan pada citra yang disebut *noise* sehingga menyebabkan kualitas citra yang diterima menjadi turun atau tidak sesuai dengan citra aslinya.

Sehubungan dengan hal tersebut maka dalam penelitian ini bermaksud membuat aplikasi penghilangan *noise* atau pengurangan *noise*. *Noise* yang digunakan adalah *additive Gaussian noise* dan *additive Laplacian noise*, sedangkan Metode yang digunakan adalah *wavelet thresholding analysis*. Sedangkan *Wavelet* yang digunakan untuk mereduksi *noise* tersebut adalah *wavelet daubchies, coiflet* dan *symlet*.

Hasil analisis dari program *denoising* ini dapat disimpulkan bahwa jenis citra yang memiliki karakteristik *normal contrast* dan *normal brightness* memiliki hasil yang paling optimal di segala kondisi pengujian untuk jenis *noise additive gaussian*, dan *additive laplacian gaussian*. Untuk jenis citra yang memiliki karakteristik *high brightness* hasilnya lebih optimal bila dibandingkan dengan citra *high contrast*.

Dalam aplikasi ini hanya menggunakan *file* citra berformat bitmap sebagai *file* pembanding yang dapat dideskripsikan melalui PSNR (*peak signal to noise ratio*), untuk pembuatan aplikasi ini digunakan software Matlab 7.0.4 sebagai software utamanya.

Kata Kunci: Citra, Matlab 7.0.4, *noise*, *wavelet*.

PENDAHULUAN

Citra digital, merupakan salah satu bentuk citra yang paling mudah dipergunakan dari segi pengiriman sebagai data, pengolahan dan pemrosesan citra itu sendiri. Ketika citra diimplementasikan dalam kehidupan, seringkali dalam proses pengiriman citra baik melalui satelit maupun melalui kabel akan mengalami interferensi atau gangguan dari luar yang menyebabkan citra terkena *noise*.

Dalam penelitian ini telah dianalisis dan diimplementasikan pemakaian metode *NormalShrink* yang berbasis *wavelet* untuk mendapatkan *threshold* yang digunakan dalam proses *denoising* (penghilangan *noise*). *Noise* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *additive gaussian noise* dan *additive laplacian noise* yang akan dibangkitkan melalui suatu *noise* generator, sedangkan *wavelet* yang akan diujikan dalam proses *denoising* ini adalah

daubcheis, coiflets, dan *symlets*.

Dari hasil percobaan yang didapatkan, metode *NormalShrink* cukup baik dalam menghilangkan *noise*, serta didapatkan kesimpulan performansi yang lebih baik antara *denoising* yang dilakukan pada domain spasial dengan *denoising* yang dilakukan pada domain frekuensi.

1. Perumusan Permasalahan

- a. Bagaimana cara menganalisis Hasil pengujian *denoising* (penghilangan *noise*) pada citra tersebut dengan *wavelet daubcheis, coiflets*, dan *symlets* dengan algoritma *normal shrink*.
- b. Bagaimana cara menambahkan *noise*, sedangkan *noise* yang digunakan adalah *additive gaussian noise* dan *additive laplacian noise*.
- c. Bagaimana membuat aplikasi dengan

software matlab sebagai tool utamanya.

2. Batasan Masalah

- Format citra yang digunakan adalah hanya berekstensi *.bmp (bitmap) tanpa kompresi bersifat skala keabuan.
- Noise dihasilkan dengan *noise generator*, yang berupa titik-titik kecil pada gambar.
- Pengukuran dan penganalisis menggunakan parameter PSNR.

3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- Untuk menerapkan aplikasi pengurangan *noise* dengan software matlab.
- Bagaimana cara menghilangkan *noise* dengan metode yang berlainan.
- Untuk menerapkan ilmu yang diperoleh di bangku kuliah dalam penguasaan salah satu bahasa pemrograman matlab.

Manfaat penelitian ini adalah:

Dalam penelitian ini, diharapkan dapat bermanfaat baik secara umum maupun secara khusus. Secara umum adalah sebagai suatu sarana untuk menganalisis dan mengimplementasikan cara untuk membuat aplikasi filter *noise* dan *denoising* dengan berbagai *wavelet thresholding* yaitu *wavelet daubchiess*, *coiflet* dan *symlet*. Secara khusus dapat bermanfaat untuk seseorang yang ingin mengembangkan aplikasi *denoising* ini dengan metode yang lain serta dapat mengaplikasikannya ke dalam bidang lain yang lebih luas.

LANDASAN TEORI

1. Citra

Citra menurut kamus Webster adalah suatu representasi atau gambaran, kemiripan, atau imitasi dari suatu objek atau benda, contohnya yaitu foto seseorang dari kamera yang mewakili orang tersebut, foto sinar *X-thorax* yang mewakili gambar bagian tubuh seseorang dan lain sebagainya (Hestningsih, Idhawati, 2008 : 1).

Citra yang terlihat merupakan cahaya yang direfleksikan dari sebuah objek. Sumber cahaya tersebut akan menerangi objek, objek kemudian akan memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut dan pantulan cahaya lalu ditangkap oleh alat-alat optik, seperti mata manusia, kamera, *scanner*, dan sensor satelit, kemudian direkam. Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat *optic* berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal *video* seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan. (Hestningsih, Idhawati., 2008 : 1).

2. Noise

Noise adalah titik-titik pada citra yang sebenarnya bukan merupakan bagian dari citra, melainkan ikut tercampur pada citra karena suatu sebab.

Ada tiga macam *noise*, yaitu:

a. Noise Aditif

Noise aditif adalah *noise* yang bersifat menambahkan secara seragam pada sebuah bidang citra dengan varian tertentu. Contoh *noise* ini adalah *noise salt-and-peppers* yang menambahkan aras gelap dan terang pada citra.

b. Noise Gaussian

Noise ini memiliki intensitas yang sesuai dengan distribusi normal yang memiliki rerata (*mean*) dan varian tertentu.

c. Noise Speckle

Noise ini muncul pada saat pengambilan citra tidak sempurna karena alasan cuaca, perangkat pengambil citra dan sebagainya. Sifat *noise* ini *mulipikatif*, artinya semakin besar intensitas citra atau semakin cerah citra, semakin jelas juga *noise*.

2. Additive Gaussian Noise

Additive Gaussian Noise merupakan salah satu metode pembangkitan *noise* yang akan menghasilkan *noise* yang berdistribusi normal. *Noise* yang dihasilkan dirumuskan pada persamaan:

- $n(n,y) = s \cdot U + \mu$
- $g(x,y) = f(x,y) + n(x,y)$

c. $g(x,y) = f(x,y) + s \cdot U + \mu$

dimana :

$g(x,y)$ = citra setelah diberi *noise*

$f(x,y)$ = citra asli

$n(x,y)$ = white Gaussian *Noise*

μ = mean

s = standar deviasi

U = nilai acak yang terdistribusi normal dengan mean = 0 dan

variansi= s^2

3. Additive Laplacian Noise

Additive Laplacian Noise merupakan metode pembangkit *noise* yang memanfaatkan distribusi uniform dan konstanta laplace sebagai factor pengali.

Additive Laplacian Noise menghasilkan citra $h(x,y)$. $h(x,y)$ dapat ditulis pada persamaan berikut :

$h(x,y) = f(x,y) + n(x,y)$

$$n(x,y) = \begin{cases} V \cdot \ln(2U) * f(x,y) \\ V \cdot (-\ln(2-2U)) * f(x,y) \text{ jika } \frac{1}{2} < U \leq 1 \end{cases}$$

dimana :

$h(x,y)$ = citra setelah diberinoise

$n(x,y)$ = *Laplacian noise*

$f(x,y)$ = citra asli

U = nilai acak yang terdistribusi uniform dari [0,1]

V = koefisien laplace (sebagai faktor pengali).

4. Teori Wavelet

Teori *wavelet* adalah suatu konsep yang relatif baru dikembangkan. Kata “*Wavelet*” sendiri diberikan oleh Jean Morlet dan Alex Grossmann diawal tahun 1980-an, dan berasal dari bahasa Prancis, “*ondelette*” yang berarti gelombang kecil. Kata “*onde*” yang berarti gelombang kemudian diterjemahkan ke bahasa Inggris menjadi “*wave*”, lalu digabung dengan kata aslinya sehingga terbentuk kata baru “*wavelet*”.

Sampai sekarang transformasi Fourier mungkin masih menjadi transformasi yang paling populer di area pemrosesan sinyal digital (PSD). Transformasi Fourier memberitahu kita informasi frekuensi dari sebuah sinyal, tapi tidak informasi waktu (kita tidak dapat tahu di mana frekuensi itu terjadi).

1. *Wavelet Coiflet*

Wavelet Coiflets memiliki nama pendek Coif, untuk orde N dituliskan dengan CoifN. *Wavelet Coiflets* meimilki orde $N = 1, \dots, 5$

2. *Wavelet Daubechies*

Wavelet daubechies memiliki nama pendek db, untuk orde N dituliskan dengan dbN. Untuk orde $N = 1$ disebut juga Haar, $N = 2, \dots, N = 45$. Panjang *wavelet Daubechies* adalah $2N$.

3. *Wavelet Symlet*

Wavelet Symlet memiliki nama pendek sym, untuk orde N dituliskan dengan symN. (Rosanita, 2007 : 4)

5. Algoritma Normal Shrink

Proses *denoising* ini diawali dengan melakukan terlebih dahulu proses transformasi *wavelet* pada citra. Citra dari domain spasial ditransformasikan ke dalam domain frekuensi spasial dengan tranformasi *wavelet*. Setelah proses transformasi *wavelet*, dilakukan metode *wavelet thresholding*, dimana metode yang akan digunakan adalah *normal shrink*. Berikut ini sejumlah parameter yang dibutuhkan dalam menentukan nilai *thresholold*.

$$= \frac{\beta}{\dots}$$

Parameter dihitung satu kali untuk setiap skala dengan menggunakan persamaan dibawah ini

$$= \dots - \dots$$

dimana :

L_k adalah panjang dari *subband* pada skala kh

J adalah jumlah total dekomposisi *wavelet*

Sementara itu, merupakan *noise* varian yang diperuntukan dari *subband* dengan menggunakan formula di bawah ini :

dimana :

adalah standar deviasi dari *subband*.

merupakan nilai *threshold* yang dijadikan acuan *thresholding* pada masing-masing koefisien *Y* dari detail *subband*. (I Gusti Bagus : 2006: 3)

6. Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

Parameter ukur yang digunakan untuk mengetahui performansi citra digital yang dihasilkan dari proses *restorasi* dalam penelitian ini adalah PSNR. PSNR merupakan nilai perbandingan antara harga maksimum dari citra hasil *filtering* dengan *noise*, yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB). Jika nilai PSNR > 30 dB, maka dapat dikatakan bahwa performansi citra hasil *restorasi* bagus. Apabila nilai PSNR > 50 dB maka dapat dikatakan bahwa performansi citra hasil *restorasi* sempurna mendekati citra asli. Secara matematis, nilai PSNR dapat dirumuskan :

PSNR untuk citra yang terkena *noise* :

PSNR untuk citra hasil *restorasi* :

dimana :

$f(x,y)$ adalah citra asli

$h(x,y)$ adalah citra yang telah diberi *noise*

$g(x,y)$ adalah citra hasil *restorasi*

(nandibanar. 2010)

ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

1. Analisa Permasalahan

Analisa permasalahan merupakan pembahasan tentang masalah apa yang akan dibahas. Dalam hal ini ingin membuat aplikasi tentang perbandingan penghilangan *derau* (*noise*) pada sebuah citra digital, sedangkan

format yang digunakan adalah berupa gambar berformat *bitmap* (*BMP*) yang telah disisipi *noise*, *noise* yang digunakan adalah *additive Gaussian Noise* dan *additive Laplacian Noise*. Serta cara menghilangkan *noise* tersebut dengan menggunakan *wavelet threshold* jenis *wavelet* yang digunakan untuk mengurangi *noise* tersebut menggunakan *wavelet coiflet, symlet* dan *daubchiess*.

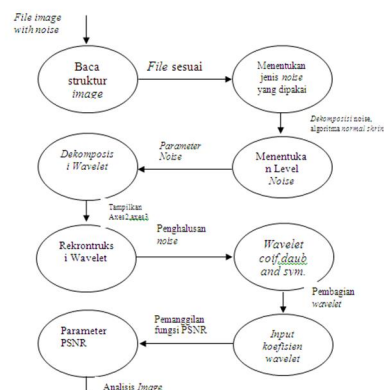
Sehingga membantu para peneliti untuk membandingkan citra yang telah disisipi dan citra yang telah di kurangi *noise*-nya dengan berbagai *wavelet* tersebut.

2. Analisa Sistem

Analisa suatu sistem merupakan salah satu proses yang harus dilakukan dalam perancangan suatu perangkat lunak. Karena di dalam tahap ini merupakan tahap penguraian dari suatu sistem aplikasi yang utuh kedalam bagian komponennya.

3. Perancangan Sistem

Prosedur perancangan sistem secara umum untuk pembuatan aplikasi *image denoising* ini merupakan aplikasi penghilangan dan penambahan *derau* yang dibuat dengan *noise generator* *noise* yang ditambahkan adalah *additive Gaussian noise* dan *additive laplacian noise*. Serta cara menghilangkan *noise* tersebut dengan menggunakan *wavelet threshold* dalam hal ini jenis *wavelet* yang digunakan untuk mengurangi *noise* tersebut menggunakan *wavelet coiflet, symlet* dan *daubchiess*. Sehingga membantu para peneliti untuk membandingkan citra yang telah disisipi dan citra yang telah di kurangi *noise*-nya dengan berbagai *wavelet* tersebut.



Gambar 1. Rancangan Alur Proses Sistem

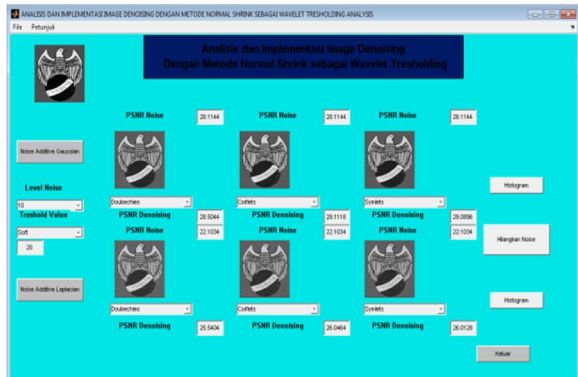
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

1. Implementasi

Pada tahap implementasi sistem ini merupakan tahap meletakkan sistem supaya siap dioperasikan. Program aplikasi *image denoising* ini merupakan aplikasi yang sepenuhnya dibuat dengan software pemrograman matlab dengan fungsi-fungsinya. Aplikasi ini menampilkan cara menambahkan serta menghilangkan *noise* pada citra yang berformat *bitmap* dengan skala keabuan. Serta hasil dari perbandingan cara penghalusan *noise* dengan metode *daubchies,coiflet and symlet*.



Gambar 2. Tampilan halaman utama program



Gambar 3. Tampilan Proses Program

Halaman proses utama dari aplikasi yang dijalankan dalam program aplikasi *denoising image* ini di dalam halaman ini terdapat beberapa tombol yang berguna untuk menguji aplikasi ini, seperti tombol *get file* yang berguna untuk memilih *file* gambar yang berformat *bitmap* tersebut, setelah didapatkan *file* gambar yang asli terserbut tanpa *noise* lalu gambar tersebut didekomposisi *wavelet* nya melalui pilihan metode *noise* yang digunakan yaitu

gaussian dan *laplacian*, kemudian setelah dipilih metodanya lalu *noise* yang telah dipilih tadi ditampilkan pada gambar yang telah diseleksi tersebut.

Setelah gambar yang ber *noise* tersebut dideskripsikan melalui PSNR yang berguna sebagai ratio perbandingan seberapa besar *noise* yang telah ditambahkan pada gambar tersebut, kemudian gambar yang telah diketahui *noise* ratio nya akan dihaluskan *noise* nya dengan memilih pilihan *wavelet threshold* nya guna membandingkan kehalusan *noise* serta membedakan hasil penghalusan *noise* dengan metode *coyfllet, symlet* ataupun *daubchiess* lalu di pilih tombol hilangkan *noise* yang berguna untuk pelaksanaan penghalusan gambar tersebut. Lalu setelah diperoleh hasil penghalusan *noise* tersebut kemudian dideskripsikan dalam PSNR yang berguna sebagai ratio dari hasil penghalusan *noise*.

```
[cA1,cH1,cV1,cD1] = dwt2(gbr2,'sym2');
[thr,sorh,keepapp] = ddencmp('den','wv',gbr2);

pop_ind = get(popup1,'Value');
switch pop_ind
case 1
    w_tipe = 'db2';
case 2
    w_tipe = 'coif2';
case 3
    w_tipe = 'sym4';
end

thr = v*2;
gbr3 = wdencomp('gbl',gbr2,w_tipe,2,thr,sorh,keepapp);
nr_image = imagesc(gbr3,...'parent',axes1);
set(axes1,'visible','off');

pop_ind = get(popup11,'Value');
switch pop_ind
case 1
    w_tipe = 'db2';
case 2
    w_tipe = 'coif2';
case 3
    w_tipe = 'sym4';
end

thr = v*2;
gbr8 = wdencomp('gbl',gbr2,w_tipe,2,thr,sorh,keepapp);
nr_image = imagesc(gbr8,...'parent',axes2);
set(axes2,'visible','off');

pop_ind = get(popup111,'Value');
switch pop_ind
case 1
    w_tipe = 'db2';
case 2
    w_tipe = 'coif2';
case 3
    w_tipe = 'sym4';
```

```

end

thr = v*2;
gbr9 = wdencomp('gbl',gbr2,w_tipe,2,thr,sorh,keepapp);
nr_image = imagesc(gbr9,...'parent',axes3);
set(axes3,'visible','off');

pop_thr = get(popup3,'Value');
switch pop_ind
case 1
    sorh = 's';
case 2
    sorh = 'h';
end
%=====
pop_ind = get(popup1lap,'Value');
switch pop_ind
case 1
    w_tipe = 'db2';
case 2
    w_tipe = 'coif2';
case 3
    w_tipe = 'sym4';
end

thr = v*2;
gbr10 = wdencomp('gbl',gbr20,w_tipe,2,thr,sorh,keepapp);
nr_image = imagesc(gbr10,...'parent',axes3lap);
set(axes3lap,'visible','off');

pop_ind = get(popup11lap,'Value');
switch pop_ind
case 1
    w_tipe = 'db2';
case 2
    w_tipe = 'coif2';
case 3
    w_tipe = 'sym4';
end

thr = v*2;
gbr11 = wdencomp('gbl',gbr20,w_tipe,2,thr,sorh,keepapp);
nr_image = imagesc(gbr11,...'parent',axes2lap);
set(axes3lap,'visible','off');

pop_ind = get(popup11lap,'Value');
switch pop_ind
case 1
    w_tipe = 'db2';
case 2
    w_tipe = 'coif2';
case 3
    w_tipe = 'sym4';
end

thr = v*2;
gbr12 = wdencomp('gbl',gbr20,w_tipe,2,thr,sorh,keepapp);
nr_image = imagesc(gbr12,...'parent',axes1lap);
set(axes1lap,'visible','off');

[lbr_im,pjg_im]=size(gbr3)
set(axes3lap,'visible','off');%
set(axes2lap,'visible','off');%
set(axes1lap,'visible','off');%
set(edit3,'String',thr);

[lbr_im,pjg_im]=size(gbr3)
set(axes3,'visible','off');%
set(axes2,'visible','off');%
set(axes1,'visible','off');%
set(edit3,'String',thr);
    
```

Gambar 4. Potongan Listing Program

Pada potongan skrip tombol *removing noise* yang berisi beberapa skrip utama [cA1, cH1, cV1, cD1] = dwt2(gbr2, 'sym2'); yang berguna untuk merekonstruksi *wavelet* di dalam gbr2, [thr,sorh,keepapp] = ddencomp('den', 'wv', gbr2); memiliki fungsi sebagai pendeklarasian ulang dan sebagai pembanding atau *compare* gbr2 dengan *wavelet threshold* yang telah dipilih dalam *popup menu* atau tombol pilihan *wavelet*. gbr3 = wdencomp('gbl', gbr2, w_tipe, 2, thr, sorh, keepapp); berfungsi sebagai pembanding atau *compare* antara gbr2 serta *wavelet* yang telah dipilih dalam *popup menu* sebagai hasilnya ditampilkan dalam gbr3. Pemilihan fungsi *db2,coif2*, dan *sym4* dikarenakan *wavelet* tersebut yang paling menghasilkan *denoising* yang paling maksimal mendekati citra asli.

2. Pengujian

Proses analisis dan implementasi *image denoising* menggunakan transformasi *wavelet* ini menggunakan citra aras keabuan dengan perbandingan citra normal, citra terang (*brightness*), citra gelap (*contrast*).

Citra yang digunakan ada 3 jenis yaitu citra cat, citra circle dan citra logo, yang masing-masing jenis ada berbagai perbandingan antara gelap dan terang yang cukup *significant*.



Gambar 5. Citra untuk pengujian

Pengujian dilakukan pada tiga jenis citra yaitu citra cat, citra circle dan citra logo dengan intensitas pencahayaan masing-masing. Sedangkan jenis *noise* yang digunakan adalah berupa *Gaussian noise* dan *laplacian noise*, dan jenis *wavelet* filter yang digunakan adalah, *Doubechies*, *symlet*, dan *Coiflet*. Citra yang dihasilkan akan diubah menjadi citra keabuan.

Tabel 1. Tabel Analisa Hasil Keluaran

Citra	karakteristik	Jenis Noise	Parameter	Wavelet	PSNR gambar ber-noise	PSNR denoising
CAT.BMP Star.bmp	Normal Brightness and Contrast	Additive Gaussian	10	Daub	28.0767	28.5079
		Additive Gaussian	10	Sym	28.0767	28.8834
		Additive Gaussian	10	Coi	28.0767	28.8742
		Additive Laplacian	10	Daub	22.0841	25.8122
		Additive Laplacian	10	Sym	22.0841	26.0128
		Additive Laplacian	10	Coi	22.0841	26.0086
		Additive Gaussian	20	Daub	22.1725	24.9493
		Additive Gaussian	20	Sym	22.1725	25.3968
		Additive Gaussian	20	Coi	22.1725	25.4492
		Additive Laplacian	20	Daub	16.1144	21.2106
		Additive Laplacian	20	Sym	16.1144	21.3299
		Additive Laplacian	20	Coi	16.1144	21.3502
		Additive Gaussian	30	Daub	18.5459	22.9926
		Additive Gaussian	30	Sym	18.5459	23.397
		Additive Gaussian	30	Coi	18.5459	23.4829
		Additive Laplacian	30	Daub	12.5424	18.2976
		Additive Laplacian	30	Sym	12.5424	18.39
		Additive Laplacian	30	Coi	12.5424	18.4245
		Additive Gaussian	50	Daub	16.0202	21.7466
		Additive Gaussian	50	Sym	16.0202	22.1842
		Additive Gaussian	50	Coi	16.0202	22.1773
		Additive Laplacian	50	Daub	10.0531	16.2122
		Additive Laplacian	50	Sym	10.0531	16.2386
		Additive Laplacian	50	Coi	10.0531	16.2542

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Aplikasi analisis dan implementasi *image denoising* dengan metode *normal shrink* sebagai *wavelet tresholding analysis* telah berhasil dibuat dan sistem ini dapat digunakan oleh kalangan umum.
- b. PSNR yang dihasilkan berbeda-beda tergantung pada piksel dan kompleksitas citra yang diuji.
- c. Nilai PSNR yang lebih kecil adalah nilai PSNR yang lebih baik dalam penggunaan metode reduksi *noise*, karena nilai PSNR didapat dari nilai kualitas citra filter dibandingkan nilai kualitas citra asli yang ada *noise* nya. Sehingga semakin kecil nilai

PSNR maka semakin rendah ratio sinyal terhadap *noise*, dimana sinyal adalah citra asli yang ada *noise* nya.

- d. Dalam hal ini *additive gaussian noise* memiliki nilai ratio yang lebih kecil dibandingkan dengan *additive laplacian noise* di dalam setiap karakteristik citra.
- e. Dari hasil *denoising* yang telah dilakukan *wavelet* yang paling menghasilkan PSNR yang paling kecil adalah *wavelet daubchies* yang efektif digunakan pada *additive gaussian noise*.
- f. Pada citra yang memiliki karakteristik *High brightness* hasil *denoising*-nya dari masing-masing *wavelet* mempunyai rerata hasil *denoising* yang hampir sama rasionya.
- g. Jenis citra yang memiliki karakteristik *normal contrast* dan *normal brightness* memiliki hasil yang paling optimal di segala kondisi pengujian untuk jenis *noise additive gaussian*, dan *additive laplacian gaussian*. Untuk jenis citra yang memiliki karakteristik *high brightness* hasilnya lebih optimal bila dibandingkan dengan citra *high contrast*.
- h. Untuk jenis *additive laplacian noise* hasil *denoising*-nya dalam setiap rerata karakteristik citra hasilnya kurang maksimal bila dibandingkan dengan *additive Gaussian noise*.
- i. Semakin kecil *level noise* yang ada pada suatu citra akan lebih optimal hasil *denoising* nya pada citra tersebut.

2. Saran

Untuk jangka waktu ke depan, diharapkan pengembangan sistem *denoising* citra akan menjadi lebih baik. Saran-saran untuk pengembangan sistem ini antara lain:

- a. Program aplikasi *denoising* ini masih sederhana dan jauh dari sempurna jadi diharapkan aplikasi ini nantinya dapat dikembangkan agar lebih baik.
- b. Untuk mendapatkan kualitas *denoising* yang lebih baik disarankan untuk mencoba menggunakan *wavelet filter* jenis yang lain.
- c. Program bantu yang digunakan tidak hanya Matlab, tetapi dapat juga menggunakan

program bantu seperti C++, Visual Basic, Delphi, java serta program bantu yang lain untuk melakukan penelitian dalam efisiensi waktu pengolahan citra maupun keringkasan pengkodean program.

DAFTAR PUSTAKA

Denoising:http://digilib.ittelkom.ac.id/index.php?option=com_repository&Itemid=34&task=detail&nim=113020108, Februari 2012

Gunaidi Abdia Away, (2010), *The Shortcut of MATLAB programing*, Bandung: Informatika Bandung.

Hestiningsih, Idhawati, (2008), *Pengolahan Citra Digital*, Elex Media Komputindo, Jakarta.

Munir, Rinaldi, (2004), *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika, Bandung.

Nalwan, Agustinus, (1997), *Pengolahan Gambar Secara Digital*, Elex Media Komputindo, Jakarta.

Noise:http://digilib.ittelkom.ac.id/index.php?option=com_content&view=article&id=755:wavelet-denoising&catid=15:pemrosesan-sinyal&Itemid=14, Februari 2012

Noise Type, <http://iria.pku.edu.cn/~jiangm/courses/dip/html/node39>, Februari 2012.

TipeWavelet, http://id.wikipedia.org/wiki/Transformasi_Wavelet, Februari 2012

Wang Z, and A. C. Bovik, (2002), *A Universal Image Quality Index*, IEEE Signal Processing Letters.