

## RESTORASI CITRA KABUR (*BLUR*) MENGGUNAKAN ALGORITMA WIENER

**Hansi Effendi**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang*

Email: [hans\\_79@ft.unp.ac.id](mailto:hans_79@ft.unp.ac.id)

### ABSTRAK

*Image Restoration (Restorasi Citra) yaitu mencari terlebih dahulu penyebab kerusakan citra setelah itu baru mengaplikasikan teknik – teknik yang ada untuk memperbaikinya. Teknik restorasi berorientasi pada pemodelan degradasi dan melakukan proses kebalikan dari degradasi dalam merecover Citra aslinya. Beberapa contoh kerusakan yang bisa di restorasi seperti: blur/ kabur, bintik-bintik, dual image, over saturated color, dan pixel error. Degradasi yang dibahas pada tulisan ini adalah pengaburan (deblurring), yaitu motion blur dan Gaussian blur. Algoritma Wiener digunakan untuk memperbaiki/ merestorasi Citra yang telah diberi efek kabur tersebut. Penulis Wiener adalah metode restorasi yang berdasarkan pada least square. Penulis ini meminimumkan galat restorasi, yaitu selisih antar Citra restorasi dengan Citra asli. Tujuan tulisan ini yaitu menyelidiki kemampuan algoritma Wiener dalam memperbaiki degradasi kabur pada citra. Dari eksperimen disimpulkan bahwa Algoritma Wiener dapat memperbaiki citra kabur dengan berbagai tingkat keaburan. persentase perbaikan yang terjadi setelah pengaplikasian algoritma Wiener pada citra kabur yaitu berkisar antara 36.4410% s/d 51.1829%, dengan rata-rata keseluruhan 43.5539%.*

*Keyword: Image Restoration, blur/ kabur, motion, gaussian, degradasi*

### 1. PENDAHULUAN

Pemrosesan citra (*image processing*) adalah suatu teknologi yang berfungsi untuk menyelesaikan masalah mengenai pengolahan citra. Tujuannya yaitu untuk mengolah citra sedemikian rupa, sehingga citra lebih mudah untuk diproses lebih lanjut atau diedit. Dalam dunia fotografi atau *editing* sudah merupakan hal yang biasa bagi editor untuk mengedit gambar/ foto sedemikian rupa, seperti menambahkan *brightness*, *gamma*, *auto level* atau teknik lainnya. Biasanya teknik-teknik tersebut telah tersedia dalam software seperti photoshop, sehingga dihasilkan gambar/ foto yang maksimal. Teknik seperti ini dikenal dengan istilah *Image enhancement*. Proses yang terjadi pada teknik ini cenderung bersifat subjektif.

Ada teknik lain yang merupakan kebalikan dari teknik di atas yang dikenal dengan *image restoration*, dimana pada teknik ini dicari terlebih dahulu penyebab kerusakan citra setelah itu baru mengaplikasikan teknik – teknik yang ada untuk memperbaikinya. Jadi, teknik restorasi berorientasi pada pemodelan degradasi dan melakukan proses kebalikan dari degradasi dalam memperbaiki citra aslinya. Beberapa contoh kerusakan yang bisa di restorasi seperti: *blur/ kabur*, *bintik-bintik*, *dual image*, *over saturated color*, dan *pixel error*.

Degradasi yang banyak dibahas adalah pengaburan (*deblurring*). Citra kabur dapat diakibatkan oleh berbagai hal, misalnya pergerakan selama pengambilan gambar oleh alat optik seperti kamera, penggunaan alat optik yang tidak fokus, penggunaan lensa dengan sudut yang lebar,

gangguan atmosfer, pencahayaan yang singkat sehingga mengurangi jumlah foton yang ditangkap oleh alat optik, dan sebagainya. Ada beberapa teknik yang digunakan untuk menghilangkan keaburan citra (*deblurring*), misalnya penapisan dengan beberapa penapis konvensional seperti penapis *Wiener* dan penapis *Butterwooth*. Ada pula penapis lain merestorasi citra dengan menggunakan metode iteratif, yaitu algoritma *Lucy-Richardson*.

Penapis *Wiener* adalah metode restorasi yang berdasarkan pada *least square*. Penulis ini meminimumkan galat restorasi, yaitu selisih antar citra restorasi dengan citra asli. Penulis ini efektif bila karakteristik frekuensi citra dan derau aditif diketahui.

Fokus penelitian ini yaitu memperbaiki citra dengan tingkat pengaburan yang berbeda-beda dengan menggunakan algoritma *Wiener*. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menyelidiki kemampuan algoritma *Wiener* dalam memperbaiki degradasi kabur pada citra.

### 2. METODOLOGI

Untuk mencapai tujuan penelitian ada beberapa langkah yang harus dilakukan yaitu:

- a. Perumusan Masalah  
Masalah yang dirumuskan dalam tulisan ini yaitu bagaimana mensimulasikan citra kabur dan melakukan restorasi dengan algoritma *wiener*.
- b. Penentuan Tujuan  
Tujuan dalam tulisan ini adalah mengeksplorasi teknik restorasi citra kabur dengan

- menggunakan teknik pemrosesan citra yang ada untuk memodelkan fenomena degradasi dan mencari solusi yang tepat untuk restorasinya.
- c. Studi Literatur  
 Untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan, maka perlu dilakukan studi literatur mengenai bagaimana sebuah citra dapat diperbaiki kualitasnya khususnya pada citra kabur dengan menggunakan algoritma *Wiener*, sehingga kualitas citra restorasinya dapat sedekat mungkin dengan citra asli.
- d. Metode Penelitian  
 Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Untuk mencapai tujuan di atas, dua citra yang dianggap tidak mempunyai degradasi (citra uji) diberi efek kabur, yaitu *motion blur* dan *Gaussian blur*, masing-masing dengan tiga tingkat keaburan yang berbeda. Setelah itu, efek kabur tersebut dicoba dihilangkan dengan menggunakan algoritma *Wiener*. Kemampuan algoritma *Wiener* untuk mengatasi keaburan tersebut nantinya akan dibandingkan dan dianalisa.
- e. Pengumpulan Data  
 Data-data yang dikumpulkan dalam penelitian ini yaitu berupa data uji dan data hasil uji. Data uji yaitu berupa citra asli yang dianggap tidak mempunyai derau maupun efek kabur. Citra uji ini didownload dari situs-situs pemrosesan citra yang ada di internet. Contoh dari citra uji dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



(a)

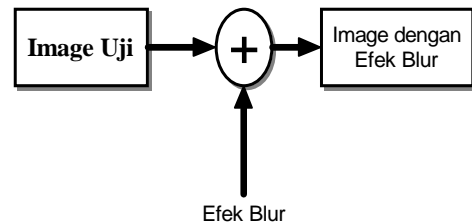


(b)

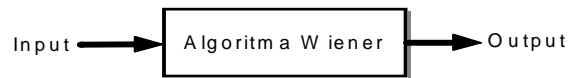
**Gambar 1.** Citra Asli yang akan diuji:  
 (a) Airplane, (b) Boat

Data hasil uji yaitu data yang telah diberi efek kabur, dan telah diberi efek *deblurring* dengan menggunakan algoritma *Wiener*.

- f. Analisa Data  
 Analisa data juga terdiri atas dua bagian yaitu analisa data uji dan analisa data hasil uji. Analisa data uji dimaksudkan untuk memilih citra-citra yang akan dijadikan data uji. Dari sekian citra yang tersedia di internet nantinya akan dipilih dua buah citra yang akan dijadikan citra asli untuk diujikan dalam sistem. Citra uji tersebut nantinya akan diberikan efek kabur, yaitu *motion blur* dan *Gaussian blur* dengan tingkat keaburan yang berbeda. Setelah itu proses *deblurring* akan dilakukan dengan menggunakan algoritma *Wiener*.
- g. Perancangan Sistem  
 Sistem yang akan dirancang yaitu terdiri atas dua tahap yaitu pemberian citra uji dengan efek kabur (gambar 2) dan pengaplikasian algoritma *Wiener* kepada citra kabur untuk menghilangkan efek kabur kepada citra uji (gambar 3). Keluaran dari gambar 2 merupakan masukan bagi gambar 3. Setelah didapatkan hasil restorasi maka nantinya citra hasil restorasi tersebut akan diolah dengan cara membandingkannya dengan citra aslinya dan menghitung *pixel error*nya. *Pixel error* tersebut nantinya akan dibandingkan untuk masing-masing tingkat keaburan yang berbeda.



**Gambar 2.** Pemberian Efek Kabur Pada Citra Uji



**Gambar 3.** Restorasi dengan Algoritma Wiener

- h. Implementasi  
 Dalam penelitian ini penulis melakukan pengujian terhadap dua buah citra dengan jenis keaburan yang berbeda. Dalam perancangan sistem ini akan diketahui kemampuan algoritma *Wiener* dalam merestorasi degradasi citra khususnya pada citra kabur. Dari perbandingan yang dilakukan maka dihasilkan beberapa data (citra) yang nantinya akan dimanfaatkan untuk mengambil kesimpulan mengenai kemampuan algoritma *Wiener* dalam mengatasi efek kabur untuk tiap tingkat keaburan tertentu.
- i. Penarikan Kesimpulan  
 Setelah membandingkan semua Citra restorasi yang dimiliki maka langkah selanjutnya adalah menarik kesimpulan dari setiap hasil proses dan perbandingannya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal yang dilakukan dalam mencapai tujuan yaitu memilih citra uji. Citra uji yang dipilih ada dua buah yaitu citra "airplane" dan citra "boat", seperti terlihat pada gambar 1.

Setelah itu citra uji tersebut diberi efek kabur yaitu *motion blur* dan *Gaussian blur*, masing-masing dengan tingkat kekaburan yang berbeda. Selanjutnya masing-masing citra dengan efek kekaburan yang berbeda tersebut diperbaiki dengan algoritma *Wiener*.

Kode untuk membangkitkan efek kabur diperlihatkan di bawah ini:

```
% 1. Memberi efek motion blur
% a) len = 20, theta = 10
LEN1 = 20; % Panjang blur (satuan: pixel)
THETA1 = 10; % sudut blur (satuan: derajat)
PSF1 = fspecial('motion', LEN1, THETA1);
% b) len = 30, theta = 20
LEN2 = 30; % Panjang blur (satuan: pixel)
THETA2 = 20; % sudut blur (satuan: derajat)
PSF2 = fspecial('motion', LEN2, THETA2);
% b) len = 40, theta = 30
LEN3 = 40; % Panjang blur (satuan: pixel)
THETA3 = 30; % sudut blur (satuan: derajat)
PSF3 = fspecial('motion', LEN3, THETA3);

% 2. Memberi efek gaussian blur
% a) mask 11 x 11
PSF4 = fspecial('gaussian', 11, 11);
% b) mask 13 x 13
PSF5 = fspecial('gaussian', 13, 13);
% c) mask 15 x 15
PSF6 = fspecial('gaussian', 15, 15);

% Memperlihatkan hasil motion blur dan gaussian blur
% 1. Motion blur dengan len = 20 dan tetha = 10
Blurred1 = imfilter(I1, PSF1, 'circular','conv');
figure; imshow(Blurred1); title('Image "airplane"
terdegradasi motion blur (len = 20, tetha = 10)')
Blurred2 = imfilter(I2, PSF1, 'circular','conv');
figure; imshow(Blurred2); title('Image "boat"
terdegradasi motion blur (len = 20, tetha = 10)')

% 2. Motion blur dengan len = 30 dan tetha = 20
Blurred3 = imfilter(I1, PSF2, 'circular','conv');
figure; imshow(Blurred3); title('Image "airplane"
terdegradasi motion blur (len = 30, tetha = 20)')
Blurred4 = imfilter(I2, PSF2, 'circular','conv');
figure; imshow(Blurred4); title('Image "boat"
terdegradasi motion blur (len = 30, tetha = 20)')

% 3. Motion blur dengan len = 40 dan tetha = 30
Blurred5 = imfilter(I1, PSF3, 'circular','conv');
figure; imshow(Blurred5); title('Image "airplane"
terdegradasi motion blur (len = 40, tetha = 30)')
Blurred6 = imfilter(I2, PSF3, 'circular','conv');
figure; imshow(Blurred6); title('Image "boat"
terdegradasi motion blur (len = 40, tetha = 30)')

% 4. Gaussian blur dengan mask 11 x 11
Blurred7 = imfilter(I1, PSF4, 'circular','conv');
figure; imshow(Blurred7); title('Image "airplane"
terdegradasi gaussian blur 11 x 11')
```

```
Blurred8 = imfilter(I2, PSF4, 'circular','conv');
figure; imshow(Blurred8); title('Image "boat"
terdegradasi gaussian blur 11 x 11')
```

```
% 5. Gaussian blur dengan mask 13 x 13
Blurred9 = imfilter(I1, PSF5, 'circular','conv');
figure; imshow(Blurred9); title('Image "airplane"
terdegradasi gaussian blur 13 x 13')
Blurred10 = imfilter(I2, PSF5, 'circular','conv');
figure; imshow(Blurred10); title('Image "boat"
terdegradasi gaussian blur 13 x 13')
```

```
% 6. Gaussian blur dengan mask 15 x 15
Blurred11 = imfilter(I1, PSF6, 'circular','conv');
figure; imshow(Blurred11); title('Image "airplane"
terdegradasi gaussian blur 15 x 15')
Blurred12 = imfilter(I2, PSF6, 'circular','conv');
figure; imshow(Blurred12); title('Image "boat"
terdegradasi gaussian blur 15 x 15')
```

Kode untuk melakukan restorasi citra dengan menggunakan algoritma Wiener diperlihatkan di bawah ini:

```
% Restorasi citra dengan penapis Wiener
% Image "airplane"
wnr1 = deconvwnr(Blurred1, PSF1);
figure; imshow(wnr1);
title('Image hasil restorasi "airplane" motion blur len =
20, tetha = 10');
wnr2 = deconvwnr(Blurred3, PSF2);
figure; imshow(wnr2);
title('Image hasil restorasi "airplane" motion blur len =
30, tetha = 20');
wnr3 = deconvwnr(Blurred5, PSF3);
figure; imshow(wnr3);
title('Image hasil restorasi "airplane" motion blur len =
40, tetha = 30');
wnr4 = deconvwnr(Blurred7, PSF4);
figure; imshow(wnr4);
title('Image hasil restorasi "airplane" gaussian blur 11 x
11');
wnr5 = deconvwnr(Blurred9, PSF5);
figure; imshow(wnr5);
title('Image hasil restorasi "airplane" gaussian blur 13 x
13');
wnr6 = deconvwnr(Blurred11, PSF6);
figure; imshow(wnr6);
title('Image hasil restorasi "airplane" gaussian blur 15 x
15');

% Image "boat"
wnr7 = deconvwnr(Blurred2, PSF1);
figure; imshow(wnr7);
title('Image hasil restorasi "boat" motion blur len = 20,
tetha = 10');
wnr8 = deconvwnr(Blurred4, PSF2);
figure; imshow(wnr8);
title('Image hasil restorasi "boat" motion blur len = 30,
tetha = 20');
wnr9 = deconvwnr(Blurred6, PSF3);
figure; imshow(wnr9);
title('Image hasil restorasi "boat" motion blur len = 40,
tetha = 30');
wnr10 = deconvwnr(Blurred8, PSF4);
figure; imshow(wnr10);
title('Image hasil restorasi "boat" gaussian blur 11 x 11');
wnr11 = deconvwnr(Blurred10, PSF5);
```







```
figure; imshow(wnr11);
title('Image hasil restorasi "boat" gaussian blur 13 x 13');
wnr12 = deconvwnr(Blurred12, PSF6);
figure; imshow(wnr12);
title('Image hasil restorasi "boat" gaussian blur 15 x 15');
```







pada *Citra* "boat" dengan efek motion kabur dan Gaussian kabur dengan tiga tingkat kekaburan yang berbeda. Disampingnya juga diperlihatkan hasil restorasinya dengan menggunakan algoritma Wiener.

Hasil secara statistik untuk kedua buah *Citra* ditunjukkan oleh tabel 1.

Tabel 1 di bawah ini menunjukkan secara visual salah satu hasil dari pemberian efek kabur

**Tabel 1.** Hasil efek kabur dan restorasinya dengan algoritma wiener

Efek Kabur	Hasil degradasi Citra dengan Efek Kabur	Hasil Restorasi dengan Algoritma Wiener
Motion Kabur Len = 20, Theta = 10	<small>Image "boat" terdegradasi motion blur (len = 20, theta = 10)</small> 	<small>Image hasil restorasi "boat" motion blur len = 20, theta = 10</small> 
Motion Kabur Len = 30, Theta = 20	<small>Image "boat" terdegradasi motion blur (len = 30, theta = 20)</small> 	<small>Image hasil restorasi "boat" motion blur len = 30, theta = 20</small> 
Motion Kabur Len = 40, Theta = 30	<small>Image "boat" terdegradasi motion blur (len = 40, theta = 30)</small> 	<small>Image hasil restorasi "boat" motion blur len = 40, theta = 30</small> 

Efek Kabur	Hasil degradasi Citra dengan Efek Kabur	Hasil Restorasi dengan Algoritma Wiener
Gaussian Kabur 11 x 11	<p style="text-align: center; font-size: small;">Image "boat" terdegradasi gaussian blur 13 x 13</p> 	<p style="text-align: center; font-size: small;">Image hasil restorasi "boat" gaussian blur 11 x 11</p> 
Gaussian Kabur 13 x 13	<p style="text-align: center; font-size: small;">Image "boat" terdegradasi gaussian blur 13 x 13</p> 	<p style="text-align: center; font-size: small;">Image hasil restorasi "boat" gaussian blur 13 x 13</p> 
Gaussian Kabur 15 x 15	<p style="text-align: center; font-size: small;">Image "boat" terdegradasi gaussian blur 15 x 15</p> 	<p style="text-align: center; font-size: small;">Image hasil restorasi "boat" gaussian blur 15 x 15</p> 

Secara visual terlihat bahwa algoritma *Wiener* dapat memperbaiki efek kabur yang dibangkitkan. Hasil restorasi citra di sebelahnya menunjukkan bahwa setelah dilakukan restorasi, citra terlihat lebih jelas dan lebih tajam. Tetapi jika diperhatikan dan dibandingkan dengan citra asli maka terlihat adanya timbul garis-garis baru pada citra. Perbandingan antara citra asli dengan citra hasil restorasi dapat dilihat dengan menggunakan kode di bawah ini:

```
% Selisih antara image asli dengan image hasil restorasi
% 1. image "airplane"
airplane1 = imabsdiff(I1,wnr1);
figure, imshow(airplane1);
title('Perbedaan image airplane asli dengan restorasi
motion blur len=20, tetha=10');
airplane2 = imabsdiff(I1,wnr2);
figure, imshow(airplane2);
```

```
title('Perbedaan image airplane asli dengan restorasi
motion blur len=30, tetha=20');
airplane3 = imabsdiff(I1,wnr3);
figure, imshow(airplane3);
title('Perbedaan image airplane asli dengan restorasi
motion blur len=40, tetha=30');
airplane4 = imabsdiff(I1,wnr4);
figure, imshow(airplane4);
title('Perbedaan image airplane asli dengan restorasi
gaussian blur 11 x 11');
airplane5 = imabsdiff(I1,wnr5);
figure, imshow(airplane5);
title('Perbedaan image airplane asli dengan restorasi
gaussian blur 13 x 13');
airplane6 = imabsdiff(I1,wnr6);
figure, imshow(airplane6);
title('Perbedaan image airplane asli dengan restorasi
gaussian blur 15 x 15');
```

```
% 2. image "boat"
```

```

boat1 = imabsdiff(I2,wnr7);
figure, imshow(boat1);
title('Perbedaan image boat asli dengan restorasi motion
blur len=20, tetha=10');
boat2 = imabsdiff(I2,wnr8);
figure, imshow(boat2);
title('Perbedaan image boat asli dengan restorasi motion
blur len=30, tetha=20');
boat3 = imabsdiff(I2,wnr9);
figure, imshow(boat3);
title('Perbedaan image boat asli dengan restorasi motion
blur len=40, tetha=30');
boat4 = imabsdiff(I2,wnr10);
figure, imshow(boat4);
title('Perbedaan image boat asli dengan restorasi gaussian
blur 11 x 11');
boat5 = imabsdiff(I2,wnr11);
figure, imshow(boat5);
title('Perbedaan image boat asli dengan restorasi gaussian
blur 13 x 13');
boat6 = imabsdiff(I2,wnr12);
figure, imshow(boat6);
title('Perbedaan image boat asli dengan restorasi gaussian
blur 15 x 15');

```

Salah satu hasilnya diperlihatkan pada gambar 4. Gambar 4 menunjukkan hasil visual perbedaan antara citra asli dengan citra hasil restorasi image "airplane" dengan *Gaussian blur* 15 x 15.

Perbedaan image airplane asli dengan restorasi gaussian blur 15 x 15



**Gambar 4.** Perbedan citra asli dengan citra hasil restorasi

Untuk lebih jelas dalam membedakan hasil masing-masing restorasi maka dilakukan penghitungan jumlah pixel citra uji, jumlah pixel citra dengan efek kabur, dan citra uji jumlah pixel hasil restorasi dan menggunakan hasilnya untuk mengetahui tingkat kekaburan dan tingkat perbaikan hasil efek kabur dengan algoritma Wiener tersebut.

Hasil secara statistik untuk kedua buah citra ditunjukkan oleh tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil persentase perbaikan algoritma wiener terhadap efek kabur

Citra	Efek Kabur	% beda pengaburan dengan Citra asli	% beda Citra restorasi dengan Citra asli	Perbaikan	% Perbaikan
Airplane	Motion Kabur Len = 20, Tetha = 10	5.2590	2.8606	2.3984	45.6056
	Motion Kabur Len = 30, Tetha = 20	6.6733	3.8026	2.8707	43.0177
	Motion Kabur Len = 40, Tetha = 30	7.8771	4.5187	3.3584	42.6350
	Gaussian Kabur 11 x 11	5.2032	3.3071	1.8961	36.4410
	Gaussian Kabur 13 x 13	5.7109	3.6734	2.0375	35.6774
	Gaussian Kabur 15 x 15	6.1631	4.0528	2.1103	34.2409
Boat	Motion Kabur Len = 20, Tetha = 10	10.4105	5.1199	5.2906	50.8198
	Motion Kabur Len = 30, Tetha = 20	12.8787	6.4637	6.4150	49.8109
	Motion Kabur Len = 40, Tetha = 30	15.3182	7.4779	7.8403	51.1829
	Gaussian Kabur 11 x 11	10.6574	5.8037	4.8537	45.5430
	Gaussian Kabur 13 x 13	11.7262	6.5214	5.2048	44.3861
	Gaussian Kabur 15 x 15	12.6528	7.1743	5.4785	43.2987

Dari tabel 2 terlihat bahwa dengan memberikan model kekaburan yang sama pada citra yang berbeda maka tingkat kabur yang terjadi juga akan berbeda. Sebagai contoh, dengan memberikan motion blur dengan  $len = 20$  dan  $tetha = 10$ , persentase kekaburan yang terjadi pada citra "airplane" yaitu 5.2590%, sedangkan pada citra "boat" lebih besar yaitu 10.4105%.

Secara keseluruhan persentase perbaikan yang terjadi setelah pengaplikasian algoritma *Wiener* pada citra kabur yaitu berkisar antara 36.4410% s/d 51.1829%, dengan rata-rata keseluruhan 43.5539%.

#### 4. KESIMPULAN

- a. Dengan memberikan model kekaburan yang sama pada image yang berbeda, maka tingkat kekaburan yang terjadi pada suatu citra akan berbeda, sesuai dengan jumlah pixelnya.
- b. Algoritma dapat memperbaiki citra kabur dengan berbagai tingkat kekaburan.
- c. persentase perbaikan yang terjadi setelah pengaplikasian algoritma *Wiener* pada citra kabur yaitu berkisar antara 36.4410% s/d 51.1829%, dengan rata-rata keseluruhan 43.5539%.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cheema, T. A., Qureshi, I. M., Naveed, A., 2001, "**Artificial Neural Network For Blur Identification And Restoration Of Nonlinearly Degraded Citras**", International Journal of Neural Systems, Vol. 11, No. 5 p. 455-461
- [2] Gonzalez, R., C., and Richard E., W. "**Digital Image Processing**", Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.2001.
- [3] Gonzalez, R., C., **Digital Image Processing Using Matlab**. 2004
- [4] GrabskiV, **Digital Image Restoration Based On Pixel Simultaneous Detection Probabilities**, 2005.
- [5] Hong, Canaan, S., Hornsey, R. "**On-chip Binary Image Processing With CMOS Citra Sensors**", Proc. SPIE Vol. 4669, p. 125-136, Sensors and Camera Systems for Scientific.2002
- [6] Osher, Stanley, **Image Decomposition, Image Restoration, And Texture modeling Using Total Variations Minimization ang the H inverst Norm**, 2004
- [7] Munir, Rinaldi. **Pengolahan Citra Digital**. Informatika Agustus 2004
- [8] Sandberg, K. **Introduction to Image Processing in Matlab**. Dept. of Applied Mathematics, Colorado.

#### BIODATA

**Hansi Effendi, S.T.**, Lahir di Batusangkar, 11 Februari 1979. Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang 2001. Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang sejak tahun 2003.