

IMPLEMENTASI DAN ANALISIS IMAGE DENOISING DENGAN METODE BAYES SHRINK SEBAGAI WAVELET THRESHOLDING

Eko Yuvensius Sihombing¹, Tjokorda Agung Budi W, ST., MT² Leonardi, ST.³

^{1,2}Teknik Informatika Institut Teknologi Telkom, Bandung
¹tarco_deco@yahoo.com

Abstrak

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, sering kali dalam proses pengiriman citra, baik melalui satelit maupun melalui kabel, akan mengalami interferensi atau gangguan dari luar yang mengakibatkan citra terkena *noise*.

Dalam tugas akhir ini dilakukan implementasi dan analisis penggunaan metode *BayesShrink* yang berbasis *wavelet* untuk mendapatkan *threshold* yang digunakan dalam proses *denoising*. *Noise* yang digunakan adalah *additive gaussian noise*, *impulsive noise* dan *additive laplacian noise* yang akan dibangkitkan melalui suatu *noise generator*.

Dari hasil percobaan yang diperoleh, metode *BayesShrink* dinilai cukup baik dalam menghilangkan *noise*, serta diperoleh kesimpulan mengenai proses *denoising* yang lebih baik antara *denoising* yang dilakukan pada domain spasial dengan *denoising* yang dilakukan pada domain frekuensi.

Kata kunci : *Wavelet, Threshold, denoising, BayesShrink, Additive Gaussian Noise, Impulsive Noise, Additive Laplacian Noise.*

Abstract

Digital image is a kind of image that is very easy to used, like for image transmission as data, enhancement and processing. When image is implemented in our life, example in sending process through satellite or near cable, it often happened interference that causing noise into the images.

In this final project, it has been implemented and analysed the used of *Bayes Shrink* method based on wavelet to yield threshold which is used for denoising process. The noise which is used in this final project are additive gaussian noise, impulsive noise and additivity laplacian noise which is generated by noise generator.

From the experimental results obtained, bayes shrink method was considered good in removing noise, as well as the conclusion of the better denoising process between denoising performed on spatial domain and denoising performed in the frequency domain..

Keywords: *Wavelet, Threshold, denoising, BayesShrink, Additive Gaussian Noise, Impulsive Noise, Additive Laplacian Noise..*

1. Pendahuluan

Citra merupakan hal yang tidak bisa lepas dari kehidupan pada jaman sekarang. Banyak sekali bidang ilmu pengetahuan yang menjadikan citra sebagai salah satu kebutuhan dalam melakukan atau mendukung suatu analisa guna tercapainya tujuan dari suatu penelitian. Terdapat 2 jenis citra, yakni citra analog dan citra digital. Semakin meningkatnya teknologi digital dan murahnya harga perangkat yang mampu menghasilkan citra digital, masyarakat sudah banyak beralih dari citra analog ke citra digital. Hal ini disebabkan citra digital lebih mudah diolah dan diproses. Selain itu, pengiriman citra digital lebih cepat, baik menggunakan kabel, wireless maupun satelit. Ada 2 cara untuk menghasilkan citra digital, yaitu :

1. Dengan langsung mengkonversi citra analog menjadi citra digital dengan alat input seperti kamera digital

2. Melakukan konversi dari citra analog 2 dimensi (foto) menjadi citra digital dengan alat input seperti scanner

Dampak dari perubahan citra analog ke citra digital tersebut, terkadang terjadi *noise* pada citra digital yang diakibatkan karena adanya interferensi dan akuisisi yang dapat menyebabkan menurunnya kualitas citra digital sehingga gambarnya tidak seperti aslinya. Oleh karena itu, diperlukan suatu teknik yang digunakan untuk mengurangi *noise* yang terdapat pada citra digital, sehingga diharapkan hasil pemrosesan citra tersebut mendekati citra aslinya.

Telah banyak dikembangkan teknik-teknik *image processing* pada domain spasial untuk melakukan proses pengurangan *noise* pada citra digital, yakni dengan menggunakan konvolusi (spasial filter), *mean filtering*, *median filtering*. Pada teknik spasial filter, proses konvolusi yang dilakukan hanya memberikan nilai suatu *pixel* yang disesuaikan dengan nilai *pixel* tetangganya, tidak

terlalu menekankan pada perbedaan *pixel* yang diakibatkan oleh *noise*. *Mean filtering* merupakan filter yang mengambil frekuensi rendah dan membuang frekuensi tinggi. *Mean filtering* bersifat liner, yaitu terdapat korelasi garis lurus antara *input* dan *output*. Pada *mean filtering*, nilai intensitas setiap *pixel* diganti dengan rata-rata dari nilai intensitas *pixel* tersebut dengan *pixel-pixel* tetangganya. *Median filtering* bersifat nonlinear. Prinsip dasar dari *median filtering* adalah dengan memeriksa seluruh nilai *pixel* yang berada pada matriks tersebut. Setelah itu seluruh nilai *pixel* tadi diurutkan berdasarkan besarnya, kemudian diperiksa nilai yang berada di tengah urutan nilai tersebut. Langkah selanjutnya adalah periksa matriks *pixel image*. Jika nilai *pixel* yang berada di tengah matriks tidak merepresentasikan nilai-nilai *pixel* tetangganya, langkah terakhir adalah mengganti nilai yang berada di tengah matriks tersebut dengan nilai *pixel* yang berada ditengah urutan seluruh nilai *pixel*.

Pada tugas akhir ini, teknik *image processing* dilakukan pada domain frekuensi berbasis *wavelet*. Teknik ini menghilangkan *noise* dengan memisahkan antara *noise* dan citra, kemudian menghilangkan *noise* tersebut dengan membandingkan koefisien citra ter-*noise* dengan *threshold* yang ditentukan sebelumnya. Dalam tugas akhir ini, metode yang dipilih untuk digunakan dalam menentukan *threshold* adalah metode *BayesShrink*. Metode ini digunakan pada basis *wavelet* setelah dilakukan transformasi *wavelet* diskrit menjadi beberapa subband pada citra ter-*noise*. Metode ini dipilih karena didasarkan penelitian dan percobaan yang dilakukan oleh S. Grace Chang dan Martin Vetterli, diperoleh kesimpulan bahwa metode ini dapat diadaptasi oleh setiap *subband* karena bergantung pada data yang diestimasi pada setiap parameter. Selain itu metode *BayesShrink* dapat memberi kemudahan bagi programmer yang ingin melakukan proses *denoising image* dalam menentukan parameter-parameternya.

Dalam penggunaan metode ini, terdapat 2 teknik dalam hal perbandingan *threshold* dengan citra ter-*noise*, yaitu *soft threshold* dan *hard threshold*. Hasil yang diperoleh pada kedua teknik ini kemudian akan dianalisis untuk mencapai citra hasil *denoising* yang optimal. Adapun parameter-parameter yang dapat mempengaruhi citra hasil *denoising* yaitu, *wavelet* filter yang digunakan dan jumlah dekomposisi (pembelahan) terhadap subband.

2. Landasan Teori

2.1 Teori Dasar Citra Digital

Citra digital adalah gambar dua dimensi yang dapat ditampilkan pada layar monitor komputer sebagai himpunan berhingga (diskrit) nilai digital yang disebut *pixel* (*picture elements*). *Pixel* adalah

elemen citra yang memiliki nilai yang menunjukkan intensitas warna.

Berdasarkan cara penyimpanan atau pembentukannya, citra digital dikategorikan menjadi dua jenis. Jenis pertama adalah citra digital yang dibentuk oleh kumpulan *pixel* dalam array dua dimensi. Citra jenis ini disebut citra bitmap (*bitmap image*) atau citra raster (*raster image*). Jenis citra yang kedua adalah citra yang dibentuk oleh fungsi-fungsi geometri dan matematika. Jenis citra ini disebut grafik vector (*vector graphics*).

Berdasarkan warna-warna penyusunnya, citra dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu:

- a. Citra biner, yaitu citra yang terdiri atas dua warna, yakni hitam dan putih. Oleh karena itu, setiap *pixel* pada citra biner cukup direpresentasikan dengan 1 bit.
Citra biner hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan : hitam dan putih. *Pixel-pixel* objek bernilai 1 dan *pixel-pixel* latar belakang bernilai 0. Pada waktu menampilkan gambar, 0 adalah putih dan 1 adalah hitam. Meskipun komputer saat ini dapat memproses citra hitam-putih (*grayscale*) maupun citra berwarna, namun citra biner masih tetap dipertahankan keberadaannya.
- b. Citra *grayscale*, yaitu citra yang nilai *pixel*-nya merepresentasikan derajat keabuan atau intensitas warna putih. Nilai intensitas paling rendah merepresentasikan warna hitam dan nilai intensitas paling tinggi merepresentasikan warna putih. Pada umumnya citra *grayscale* memiliki kedalaman *pixel* 8 bit (256 derajat keabuan), tetapi ada juga citra *grayscale* yang kedalaman *pixel*-nya bukan 8 bit, misalnya 16 bit untuk penggunaan yang memerlukan ketelitian tinggi. Sebagai contoh citra *grayscale* dengan 256 level artinya skala abu dari 0 sampai 255 atau [0,255], yang berarti intensitas 0 menyatakan hitam, intensitas 255 menyatakan putih, dan nilai antara 0 sampai 255 menyatakan warna keabuan yang terletak antara hitam dan putih.
- c. Citra berwarna, yaitu citra yang nilai *pixel*-nya merepresentasikan warna tertentu. Banyaknya warna yang mungkin digunakan bergantung kepada kedalaman *pixel* citra yang bersangkutan. Citra berwarna direpresentasikan dalam beberapa kanal (*channel*) yang menyatakan komponen-komponen warna penyusunnya. Banyaknya kanal yang digunakan bergantung pada model warna yang digunakan pada citra tersebut.

Intensitas suatu pada titik pada citra berwarna merupakan kombinasi dari tiga intensitas: derajat keabuan merah ($f_{merah}(x,y)$), hijau ($f_{hijau}(x,y)$) dan biru ($f_{biru}(x,y)$). Persepsi visual citra berwarna

umumnya lebih kaya dibandingkan dengan citra hitam putih. Citra berwarna menampilkan objek seperti warna aslinya (meskipun tidak selalu tepat demikian). Warna-warna yang diterima oleh mata manusia merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda.

Citra digital dapat direpresentasikan dalam bentuk matriks. Misalkan citra dengan ukuran $M \times N$, dimana M menunjukkan baris dan N menunjukkan kolom, maka representasi citra digital dapat ditunjukkan sebagai berikut:

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

$f(x,y)$ merupakan intensitas citra digital, sedangkan masing-masing elemen dalam matriks disebut dengan elemen citra atau *pixel*. X dan Y merupakan posisi *pixel* dalam suatu citra digital.

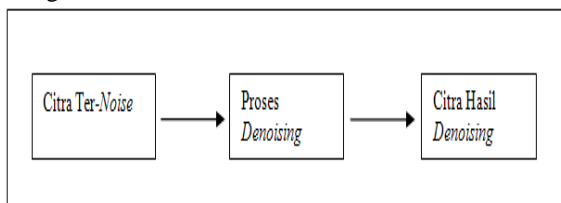
2.2 Noise dan Denoising

Suatu citra yang telah mengalami proses pengiriman ataupun pengolahan, kemungkinan telah mengalami pengurangan kualitas, sehingga gambar ataupun citra yang sampai ke penerima tidak sesuai dengan gambar asli. Hal ini dapat terjadi dikarenakan adanya *noise*.

Noise dapat didefinisikan sebagai suatu bentuk distorsi yang tercermin dalam perubahan informasi pada citra pembawa. *Noise* merupakan sinyal elektrik yang muncul pada sirkuit selain dari sinyal yang diharapkan yang dapat disebabkan oleh keterbatasan sistem atau perangkat sistem maupun karena faktor alam dan terjadi setelah proses akuisi atau pengiriman.

Denoising merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menghilangkan *noise* pada citra ter-*noise* dimana jenis *noise* telah ditentukan sebelumnya. Pada teknik ini, tidak dilakukan proses pendeteksian *noise* pada suatu citra.

Urutan proses *denoising* dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 0-1 : Proses Denoising

2.3 Soft Threshold dan Hard Threshold

Proses penghilangan *noise* pada suatu citra membutuhkan suatu nilai *threshold* yang dijadikan acuan untuk menghilangkan koefisien *noise*. Pada tugas akhir ini dilakukan proses *denoising* pada basis *wavelet*, sehingga setelah citra terbagi dalam subband-subband oleh transformasi *wavelet* diskrit,

koefisien *noise* dinyatakan dengan koefisien yang kecil pada subband. Dengan kata lain, jika terdapat koefisien yang kurang dari nilai *threshold*, maka koefisien tersebut dinyatakan sebagai *noise*.

Ada dua macam teknik *threshold* yang dapat digunakan dalam proses *denoising*, yaitu *soft threshold* dan *hard threshold*.

Pada *hard threshold*, nilai *threshold* yang telah ditentukan dibandingkan dengan nilai absolut seluruh koefisien subband. Jika nilai absolut dari koefisien subband lebih kecil atau sama dengan nilai *threshold*, maka set koefisien tersebut dengan 0. Akan tetapi jika nilai absolut dari koefisien subband lebih besar dari nilai *threshold*, maka biarkan koefisien tersebut.

Pada *soft threshold*, dibentuk suatu matriks dengan fungsi signum terhadap seluruh koefisien subband. Jika diperoleh koefisien subband > 0 , maka koefisien matriks bernilai 1. Jika koefisien subband $= 0$, maka koefisien matriks bernilai 0. Jika koefisien subband < 0 , maka koefisien matriks bernilai -1. Setelah itu matriks tersebut dikalikan dengan matriks kedua yang berisi nilai maksimum dari 0 dan nilai absolut koefisien subband dikurangi *threshold*.

Secara matematis, *hard threshold* dan *soft threshold* dapat digambarkan sebagai berikut:

Hard Threshold : $D(U, \lambda) = U$; untuk semua $|U| > \lambda$
 $= 0$; untuk semua $|U| \leq \lambda$

Soft Threshold: $D(U, \lambda) = \text{sgn}(U) * \max(0, [|U| - \lambda])$

Dimana : U : Subband
 λ : Nilai *Threshold*
 $D(U, \lambda)$: *Threshold Operator*
 Sgn : Fungsi Signum

2.4 Metode BayesShrink

Setelah proses transformasi *wavelet* diskrit dilakukan, langkah selanjutnya yang akan dilakukan adalah proses pencarian *wavelet thresholding* secara adaptive dengan metode *BayesShrink*.

Berikut ini adalah parameter-parameter yang dibutuhkan dalam menentukan nilai *threshold* (T_B).

$$T_B = \sigma^2 / \sigma_x$$

Dimana σ^2 merupakan variansi *noise* dan σ_x adalah variansi sinyal tanpa *noise*. Variansi *noise* σ^2 dapat dihitung dari subband HH_1 dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\sigma^2 = \left[\frac{\text{median}(|Y_{ij}|)}{0.6745} \right]^2 ; Y_{ij} \in \text{subband } HH_1$$

Sesuai dengan definisi dari *additive noise*, kita dapat memperoleh persamaan :

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

dimana : $h(x,y)$ = citra setelah diberi *noise*

$$f(x,y) = \text{citra asli}$$

$$n(x,y) = \text{noise}$$

Dengan observasi model : $Y = X + V$, dengan X merupakan citra asli dan V merupakan *noise*. Karena

citra dan *noise* mempunyai hubungan yang independen satu sama lain, maka dapat dituliskan ke dalam notasi :

$$\sigma_Y^2 = \sigma_X^2 + \sigma^2$$

σ_Y^2 merupakan variansi dari Y, karena Y dimodelkan sebagai *zero-mean*, maka σ_Y^2 dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\hat{\sigma}_Y^2 = \frac{1}{n^2} \sum_{i,j=1}^n Y_{ij}^2$$

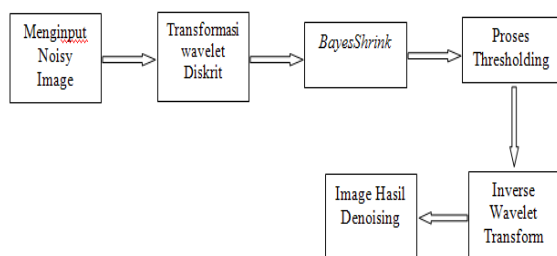
Dimana nxn merupakan ukuran subband. Dengan demikian dapat diperoleh :

$$\hat{\sigma}_X = \sqrt{\max(\hat{\sigma}_Y^2 - \hat{\sigma}^2, 0)}$$

3. Gambaran Umum Sistem

Pada tugas akhir ini, akan dibangun suatu sistem yang merupakan implementasi dari metode *BayesShrink* yang diterapkan untuk melakukan proses denoising suatu citra digital pada basis wavelet. Secara garis besar, implementasi dari sistem yang akan dibuat bertujuan untuk menerapkan metode *BayesShrink* serta untuk melakukan pengujian dan penghilangan *noise* pada suatu citra digital.

Sistem ini akan melakukan proses denoising pada suatu citra ter-*noise*. User dapat menginputkan citra asli yang tidak terdapat *noise*. Kemudian *noise* akan dibangkitkan dengan menggunakan *noise generator*, dimana user dapat memilih jenis *noise* (additive gaussian, impulsive, additive laplacian) dan parameter nilai *noise* yang menyatakan tingkat besar kecilnya *noise*. Setelah itu dilakukan proses transformasi wavelet diskrit pada citra dengan parameter nama wavelet dan jumlah dekomposisi subband diinputkan oleh user. Pada domain wavelet, diimplementasikan metode *BayesShrink* sebagai wavelet threshold yang berfungsi untuk menghilangkan *noise*. Setelah threshold dibandingkan dengan seluruh koefisien subband hasil denoising, kemudian akan dilakukan transformasi ke domain spasial. Berikut ini adalah gambar alur proses denoising menggunakan metode *BayesShrink* :



Gambar 0-2 : Proses Denoising Menggunakan Metode *BayesShrink*

4. Implementasi dan Pengujian

Pengujian akan dilakukan dengan cara melakukan *denoising* terhadap beberapa citra uji dengan ukuran NxN pixel (N adalah bilangan integer positif), kedalaman warna 24-bit dan karakteristik histogram citra yang berbeda-beda. Dari hasil pengujian akan diperoleh parameter – parameter nilai – nilai pengukuran yang akan dianalisis dan dibandingkan.

PSNR merupakan nilai perbandingan antara nilai maksimum dari citra hasil rekonstruksi dengan *noise*, yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB). *Noise* yang dimaksud adalah nilai rata – rata kuadrat error (MSE). Jika MSE diperoleh dengan citra ter-*noise*, maka PSNR tersebut merupakan PSNR citra *noise*. Sedangkan jika MSE diperoleh dari perbandingan citra asli dengan citra *denoising*, maka PSNR tersebut merupakan PSNR citra *denoising*. MSE adalah rata – rata kuadrat nilai error antara citra asli dengan citra hasil rekonstruksi.

5. Kesimpulan

Dalam Tugas Akhir ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Peningkatan ordo *wavelet daubechies* mempengaruhi nilai PSNR citra hasil *denoising*. Semakin besar ordo *wavelet daubechies*, semakin besar nilai PSNR citra hasil denoising yang dihasilkan.
2. Pada proses *denoising* , jumlah dekomposisi *subband* berpengaruh terhadap nilai PSNR citra hasil *denoising*.
3. Setelah dilakukan pengujian pada ketiga jenis *noise*, performansi metode *BayesShrink* dalam menentukan nilai *threshold* secara *adaptive*, dinilai cukup baik.
4. Teknik *soft threshold* memiliki peningkatan nilai PSNR citra denoising yang lebih baik jika dibandingkan dengan teknik *hard threshold*.

6. Saran

Berikut ini adalah hal-hal yang disarankan penulis untuk dilakukan penelitian pada masa mendatang:

1. Input sistem yang tidak hanya berformat BMP, tetapi juga dapat diterapkan pada tipe file image yang lain.
2. Metode yang digunakan sebagai sarana denoising image dapat dikembangkan pada metode-metode lainnya seperti: *VisuShrink*, *SureShrink*, *Wiener Filter*, *Modified BayesShrink*.

7. Daftar Pustaka

- [1] Chang, S. G., Yu, B., and Vetterli, M. (2000). *Adaptive wavelet thresholding for image denoising and compression*. IEEE Trans. On Image Proc., 9, 1532–1546.
- [2] Michel Misiti, Yves Misiti, Georges Oppenheim, Jean-Michel Poggi. *Wavelets and Their Applications*. ISTE 2007 UK.
- [3] C Sidney Burrus, Ramesh A Gopinath, and Haitao Guo. *Introduction to Wavelet and Wavelet Transforms*. Prentice Hall 1997. S. Mallat, *A Wavelet Tour of Signal Processing*, Academic, New York, second edition, 1999.
- [4] R. C. Gonzalez and R. Elwood's. *Digital Image Processing*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1993.
- [5] Raghuveer M. Rao., A.S. Bopardikar. *Wavelet Transforms: Introduction To Theory And Application*. Addison-Wesley 2001 pp1-126.
- [6] I. Daubechies. *Ten Lectures On Wavelets*. SIAM, Philadelphia, PA, 1992
- [7] D. L. Donoho and I. M. Johnstone. *Denoising by soft thresholding*. IEEE Trans. on Inform. Theory, Vol. 41, pp. 613-627, 1995.
- [8] Maarten Jansen. *Noise Reduction by Wavelet Thresholding*, volume 161. Springer Verlag, United States of America, 1 edition, 2001.
- [9] Raghuram Rangarajan, Ramji Venkataramanan, Siddharth Shah. *Image Denoising Using Wavelets-Wavelets & Time Frequency*-. December 16, 2002.
- [10] S. Mallat. *A wavelet Tour of Signal Processing*. Academic Press, 1997.
- [11] H. A. Chipman, E. D. Kolaczyk, and R. E. McCulloch. *Adaptive Bayesian Wavelet Shrinkage*. J. Amer. Stat. Assoc., Vol. 92, No 440, Dec. 1997, pp. 1413-1421.
- [12] Sachin D. Ruikar, Dharmpal D. Doye. *Wavelet Based Image Denoising Technique*. International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), Vol. 2, No.3, March 2011.
- [13] Munir, R., *Pengantar Pengolahan Citra*, Bandung: Penerbit Informatika.(2).