

PENGUNAAN MULTISTAGE FILTER ADAPTIVE WIENER UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS CITRA DIGITAL

Fitri Utamingrum¹, Wahyu Adi Prijono²

ABSTRACT

One way to enhance the quality of digital image from gaussian noise disturbance is through a combined Adaptive Filter and Wiener one. This then called the Adaptive Wiener Filter is capable of estimating the noise, first by finding the adaptation parameters mean and variance calculated from the noisy image data.

The Adaptive Wiener Filter performs better in a multistage scheme, so that higher resulting signal to noise ratio can be achieved. The associated analysis and evaluation is based on the corresponding MSE (Mean Square Error) and PSNR (Peak to Signal Noise Ratio) for comparing with those obtained the common Median Filter and Average Filter. With two representative digital images used, which are black and white and color, respectively, the results show significant of MSE of 0.0029562 and 0.0010456 for low noise of variance 0.001, 0.0093262 and 0.0022968 for higher noise of variance 0,035 and increment of PSNR of 73.4235 and 77.9335 for the same low noise and of 68.4338 and 74.5195 the same higher noise, due to the multistaging scheme.

Key words: Gaussian noise, Adaptive Wiener Filter, Multistage

INTISARI

Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas citra digital dari gangguan derau Gaussian, dengan mengkombinasikan algoritma Adaptive Filter dan Wiener Filter yang disebut Filter Adaptif Wiener. Adaptive Wiener Filter mampu mengestimasi derau dengan terlebih dahulu mengetahui parameter-parameter adaptasi mean dan varian yang dihitung dari citra yang berderau.

Sistem pemfilteran dengan Adaptive Wiener Filter akan lebih optimal dengan multistage sistem sehingga kualitas citra digital yang dihasilkan dari proses pemfilteran lebih baik. Menganalisa hasil pemfilteran dilakukan dengan menghitung nilai MSE (Mean Square Error) dan PSNR (Peak to Signal Noise Ratio) kemudian dibandingkan dengan metoda yang berbeda dari penelitian sebelumnya yaitu Median Filter dan Average Filter. Hasil penelitian pada citra digital hitam-putih didapatkan nilai MSE 0,0029562, dengan Multistage AWF 0,0010465 pada varian 0,001, begitu juga pada noise variance 0.035 didapatkan 0.0093262 dan 0.0022968 untuk Multistage AWF sedangkan PSNR-nya lebih besar dari filter pembandingnya yaitu 73.4235 dan 77.9335 untuk noise kecil, 68.4338 dan 74.5195 untuk noise yang lebih besar, hal ini menunjukkan sistem mampu meningkatkan kualitas citra digital yang berderau.

Kata Kunci: Derau Gaussian, Adaptive Wiener Filter, Multistage

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi saat ini, maka pengolahan citra berkembang dengan sangat pesatnya. Kualitas citra dapat menurun akibat gangguan dari luar atau munculnya sinyal yang tidak diinginkan (noise).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk memperbaiki citra digital yang terdegradasi oleh derau, pernah dilakukan oleh Chaohong Wu, Zhixin Shi, dan Vena Govindaraju pada tahun 2004, penelitian tentang sistem identifikasi sidik

jari yang berderau, untuk mengurangi derau tersebut menggunakan filter median.

Paul L. Rosin, pada tahun 2005, juga melakukan penelitian tentang perbaikan citra digital, dalam penelitiannya yang berjudul "Training Cellular Automata for Image Processing", Rosin menggunakan filter atau mask median dengan ukuran 3X3 dan 5X5. Pemfilteran ini adalah dengan mengurutkan nilai pixel dalam mask dari nilai data digital yang terkecil sampai yang terbesar kemudian mengambil nilai tengahnya.

^{1,2} Staf pengajar Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang

Martin Welk dan Christian Fedden pada tahun 2003, melakukan penelitian untuk memperbaiki citra *grey color* dalam bidang medis yang dihasilkan oleh alat *Diffusion Tensor Magnetic Resonance Imaging* (DT-MRI). Martin Welk menggunakan filter median dengan *mask* 3X3, 5X5, 7X7 dan 9X9 dalam upaya mempermudah pendeteksian suatu penyakit.

Peter J. W. Iles pada tahun 2005, menggunakan filter *average* untuk memperjelas citra *cell biological tissue*. Pemfilteran ini dengan mengambil nilai rata-rata atas seluruh *pixel* dalam *mask* sebagai keluarannya dengan proses konvolusi.

Dari penelitian yang telah dilakukan oleh Chaohong Wu, Paul L. Rosin, Martin Welk dan Peter J. W. Iles digunakan *median filter* dan *average filter*. Pada penelitian ini akan dicoba pemodelan perbaikan citra yang bernoise dengan menggunakan Filter Adaptif dengan pendekatan teori Wiener yang di-*multistage*.

Filter Adaptif dapat mengurangi derau pada citra yang dapat bekerja sesuai dengan lingkungan yang karakteristiknya tidak diketahui, sehingga filter yang dihasilkan mempunyai karakteristik yang dapat beradaptasi sesuai dengan lingkungan yang mempengaruhinya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat pemodelan adaptif filter Wiener guna mereduksi derau pada citra digital 2D. Untuk mendukung hal tersebut perlu dilakukan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perancangan Sistem Filter Adaptif Wiener

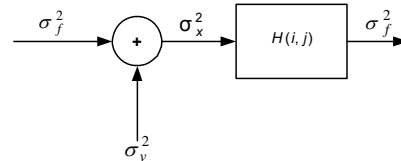
Metode pemrosesan citra adaptif diaplikasikan untuk memulihkan degradasi citra oleh *noise* acak, sehingga *background noise* berkurang.

Pendekatan terhadap pemrosesan citra adaptif telah dikembangkan, misalnya dengan pemrosesan *pixel* demi *pixel*, yaitu pemrosesan diadaptasikan untuk setiap *pixel*-nya. Pada setiap *pixel*, metode pemrosesan ditentukan berdasarkan karakteristik lokal citra, degradasi, dan informasi relevan lainnya dalam daerah lingkungan yang berpusat di seputar *pixel*.

Sistem Filter Wiener membutuhkan pengetahuan rata-rata sinyal (m_f),

rata-rata *noise* (m_v), spektrum daya sinyal dan *power noise spectrum* (σ_v^2).

Untuk memaksimalkan kinerja filter $H(i,j)$, maka keluaran dari filter $H(i,j)$ harus sama atau minimal mendekati dengan citra aslinya, maka jika *power spectrum* citra asli adalah σ_f^2 maka keluaran filter adalah σ_f^2 juga. Seperti pada Gambar 1.

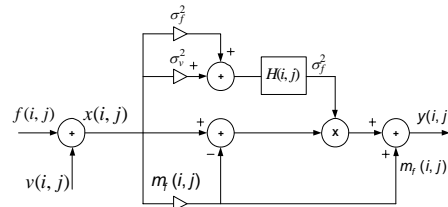


Gambar 1. Noncausal Wiener Filter

Sistem filter $H(i,j)$ pada Gambar 1, dirumuskan dengan persamaan (1).

$$H(i, j) = \frac{\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_v^2} \dots\dots\dots(1)$$

Setelah sistem filter $H(i,j)$ dengan i dan j merupakan indeks frekuensi pada semua spektrum daya didapatkan, maka dapat dibuat diagram blok Filter *Adaptive Wiener*, dengan parameter - parameter pada $H(i,j)$ didapat berdasar citra lokal berderau yang merupakan pengetahuan dan karakteristik citra lokal.



Gambar 2. Diagram Blok Filter Wiener Adaptif Secara Lengkap

Berdasarkan Gambar 2 dapat diturunkan persamaan keluaran sistem Filter Wiener Adaptif $y(i, j)$ sesuai daerah lokal yang dapat dirumuskan seperti pada persamaan (1) (Lim, p.538, 1990):

$$y(i, j) = m_f(i, j) + \frac{\sigma_f^2(i, j)}{\sigma_f^2(i, j) + \sigma_v^2} (x(i, j) - m_f(i, j)) \dots(2)$$

Sebelum menyelesaikan persamaan (2), terlebih dahulu dilakukan perhitungan parameter-parameter sebagai berikut:

1. Menghitung $m_r(i, j)$

Karena input filter adalah citra yang berderau dan kita tidak mengetahui nilai citra aslinya, maka dicari *mean* untuk merepresentasikan citra asli $m_r(i, j)$ dengan mengestimasi citra yang berderau menggunakan persamaan (3):

$$m_r(i, j) = \frac{1}{M_h N_h} (x(i, j) * h(k, l)) \dots\dots\dots (3)$$

2. Menghitung $\sigma_f^2(i, j)$

Sedangkan menghitung *Power Spectrum* matriks representasi citra asli σ_f^2 adalah dengan menggunakan persamaan (4):

$$\sigma_f^2(i, j) = \left[\frac{1}{M_h N_h} (x(i, j)^2 * h(k, l)) - m_r^2(i, j) \right] \dots (4)$$

3. Menghitung σ_v^2

Power Spectrum derau (σ_v^2) dapat dicari dengan merata-ratakan nilai *power spectrum* matrik representasi citra asli $\sigma_f^2(i, j)$ dengan persamaan (5):

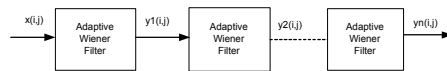
$$\sigma_v^2 = \overline{\sigma_f^2(i, j)} \dots\dots\dots (5)$$

2. *Multistage Adaptive Wiener Filter*

Sistem Filter *Multistage* adalah sistem yang dirancang dengan mengkas-kade atau memfilter secara bertingkat untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Persamaan sistem yang *multistage* dapat dituliskan:

$$y_{multi}(i, j) = y_1(i, j)y_2(i, j)\dots y_n(i, j) \dots\dots (6)$$

Persamaan (6) menyatakan bahwa sistem filter Adaptif Wiener melakukan pemfilteran sebanyak n kali, dan diagram bloknya diperlihatkan dalam Gambar 3.



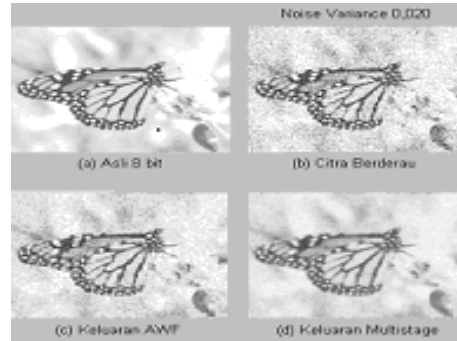
Gambar 3. *Multistage Adaptive Wiener Filter* (Kenneth, p.273, 1999)

PEMBAHASAN

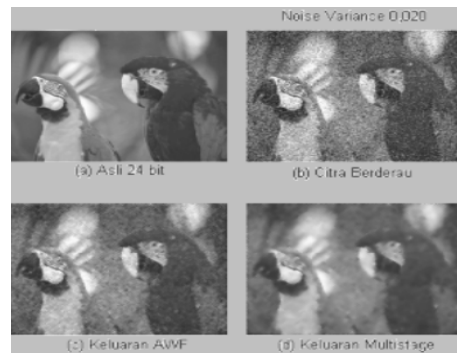
Simulasi Program yang dibuat dengan memberikan masukan citra tanpa derau, kemudian ditambahkan derau *gaussian* dengan *noise variance* yang telah ditentukan dengan nilai yang berbeda. Hasil setiap simulasi diberikan dengan menampilkan empat citra berikut:

1. Citra Asli (a)
2. Citra Berderau (b)
3. *Adaptive Wiener Filter* (c)

4. *Multistage Adaptive Wiener Filter* (d)



Gambar 4. Hasil Simulasi Pada Citra Digital 8-bit dengan $\sigma = 0,020$



Gambar 5. Hasil Simulasi Pada Citra Digital 24-bit dengan $\sigma = 0,020$

Tabel 1. Hasil Perhitungan MSE Citra 8-bit

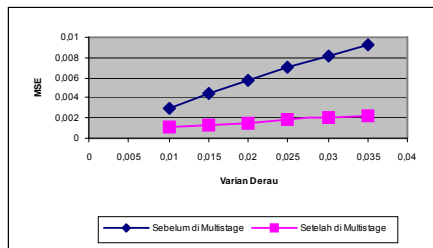
No	Varian Derau Gaussian	Mean Square Error (MSE) Adaptive Wiener Filter	
		Sebelum di Multistage	Setelah di Multistage
1	0,010	0,0029562	0,0010465
2	0,015	0,0043711	0,001281
3	0,020	0,0056888	0,0015731
4	0,025	0,0070191	0,001837
5	0,030	0,0081179	0,0020139
6	0,035	0,0093262	0,0022968

Analisis hasil secara kuantitatif dilakukan dengan proses perhitungan MSE (*Mean Square Error*) dengan persamaan (7) (William, 2001, p.715) dan PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) dengan

persamaan (8) (Wiliam, 2001, p.716) berikut:

$$MSE = \frac{1}{N \times M} \sum (Citra Asli - Citra Out)^2 \dots\dots(7)$$

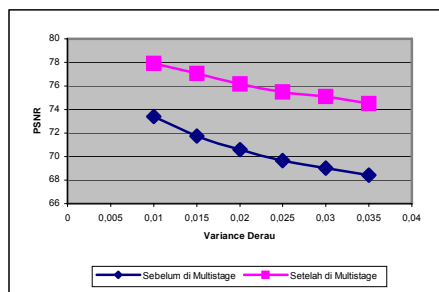
$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right) \dots\dots\dots(8)$$



Grafik 1. Perbandingan MSE Citra 8-bit Terhadap Varian Derau

Tabel 2. Hasil Perhitungan PSNR Citra 8-bit

No	Varian Derau Gaussian	Peak Signal to Noise Ratio Adaptive Wiener Filter	
		Sebelum di Multistage	Setelah di Multistage
1	0,010	73,4235	77,9335
2	0,015	71,7249	77,0555
3	0,020	70,5806	76,1632
4	0,025	69,6680	75,4896
5	0,030	69,0364	75,0904
6	0,035	68,4338	74,5195

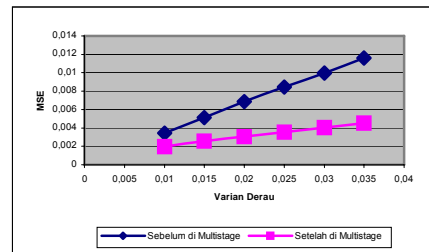


Grafik 2. Perbandingan PSNR Citra 8-bit Terhadap Varian Derau

Tabel 3. Hasil Perhitungan MSE Citra 24 bit

No	Varian Derau Gaussian	Mean Square Error (MSE) Adaptive Wiener Filter
1	0,010	0.0034444
2	0,015	0.0051358
3	0,020	0.0068429
4	0,025	0.0084546
5	0,030	0.0099608
6	0,035	0.011591

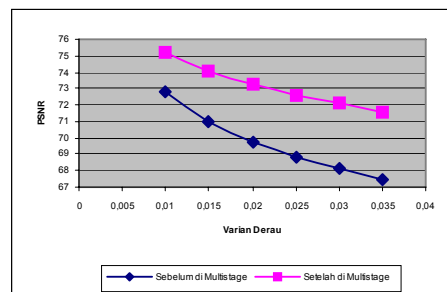
		Sebelum di Multistage	Setelah di Multistage
1	0,010	0.0034444	0.0019739
2	0,015	0.0051358	0.0025392
3	0,020	0.0068429	0.0030359
4	0,025	0.0084546	0.0035648
5	0,030	0.0099608	0.0040151
6	0,035	0.011591	0.0044999



Grafik 3. Perbandingan MSE Citra 24-bit Terhadap Varian Derau

Tabel 4. Hasil Perhitungan PSNR Citra 24-bit

No	Varian Derau Gaussian	Peak Signal to Noise Ratio Adaptive Wiener Filter	
		Sebelum di Multistage	Setelah di Multistage
1	0,010	72.7597	75.1776
2	0,015	71.0247	74.0838
3	0,020	69.7784	73.3079
4	0,025	68.8598	72.6104
5	0,030	68.1479	72.0939
6	0,035	67.4897	71.5987



Grafik 4. Perbandingan PSNR Citra 24-bit Terhadap Varian Derau

Nilai MSE yang kecil menandakan citra hasil pemfilteran lebih baik dibandingkan dengan nilai MSE yang besar. Sedangkan nilai PSNR untuk mendapatkan citra hasil pemfilteran yang baik, nilainya harus besar.

Pada hasil simulasi pemfilteran data citra digital 8-bit, yang diperlihatkan dalam Tabel 1, nampak nilai MSE sebelum *dimultistage* memiliki nilai yang lebih besar. Setelah di-*multistage* nilai MSE lebih kecil. Dari Grafik 1 nampak semakin besar varian derau, maka pemfilteran dengan *multistage* bekerja lebih optimal.

Hasil simulasi pemfilteran data citra digital 24-bit, yang diperlihatkan dalam Tabel 3, juga memiliki gelagat yang sama dengan pemfilteran pada data citra 8-bit, yaitu pemfilteran dengan *multistage* memiliki kualitas yang lebih baik.

KESIMPULAN

Dengan melakukan pemfilteran berulang (di-*multistage*) dengan *Adaptive Wiener Filter*, didapatkan hasil yang lebih baik dan lebih optimal dalam mengurangi *noise* dibandingkan dengan sebelum di-*multistage*.

Nilai MSE pada hasil pemfilteran citra 8-bit dengan *Multistage Adaptive Wiener Filter* mempunyai nilai MSE 0.0010465 sebelum di-*multistage* 0.0029562 pada *noise variance* 0.010, sedangkan pada *noise variance* yang lebih besar 0.035 didapat nilai 0.0022968 dan 0.0093262. Nilai MSE yang kecil pada citra digital menandakan kualitas citra hasil proses filterisasi lebih baik dibandingkan dengan citra yang memiliki nilai MSE yang besar.

Nilai PSNR pada hasil pemfilteran citra 8-bit dengan *Multistage Adaptive Wiener Filter* mempunyai nilai 74.5195 dan sebelum di-*multistage* 68.4338 pada *noise variance* 0.035. Nilai PSNR yang besar menandakan kualitas citra hasil pemfilteran yang baik.

Untuk pengembangan sistem pemfilteran citra digital berikutnya adalah:

Penelitian ini menggunakan *Multistage Adaptive Wiener Filter*, agar dapat

mengetahui kelebihan dan kekurangan dari algoritma ini maka dapat dicoba dengan menggunakan algoritma-algoritma ataupun metoda-metoda yang lain dalam upaya memperbaiki kualitas citra digital yang bernoise.

Dalam penelitian ini menggunakan data citra digital 8-bit dan 24-bit, sehingga mungkin dapat dikembangkan untuk citra dengan *multi-frame*.

DAFTAR PUSTAKA

- Iles J. W. P, 2005, *Average Cell Orientation, and Eccentricity and Size Estimated from Tissue Images*, Systems Design Engineering, Waterloo University, Ontario, Canada.
- Lim S. J. 1990. *Two-dimensional Signal and Image Processing*, First Edition. PTR Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. p. 195 - 575.
- Rosin L. P, 2005. *Training Cellular Automata for Image Processing*, Cardiff School of Computer Science, Cardiff University, <http://users.cs.cf.ac.uk/Paul.Rosin>, p195-204
- Wu C, Shi Z and Govindaraju V, 2004. *Fingerprint Image Enhancement Method Using Directional Median Filter*, Center for Unified Biometrics and Sensors, Department of Computer Science and Engineering, State University of New York at Buffalo
- Welk M, Fedden C, 2003. *Median Filtering of Tensor-Valued Images*, Mathematical Image Analysis Group Faculty of Mathematics and Computer Science, Saarland University, Germany, fwelk, feddern, burgeth, weickertg@mia.uni-saarland.de, <http://www.mia.uni-saarland.de>
- William P. K., 2001. *Digital Image Processing*, Third Edition. John Wiley and Sons, Inc. p. 710-720