

Salt and Pepper Noise Removal dengan Spatial Median Filter dan Adaptive Noise Reduction

Syanti irvientina^{*1}, Irpan Pardosi²

STMIK Mikroskil, Jl. Thamrin No. 112, 124, 140, Telp. (061) 4573767, Fax. (061) 4567789

^{1,2}Jurusan Teknik Informatika, STMIK Mikroskil, Medan

^{*1}syanti@mikroskil.ac.id, ²irpan@mikroskil.ac.id

Abstrak

Noise (gangguan) pada citra tidak hanya terjadi karena ketidaksempurnaan dalam proses pengambilan gambar ataupun pada saat proses transmisi. Melainkan juga dikarenakan kotoran-kotoran yang terjadi pada sebuah citra. Ada beberapa noise yang dapat melekat pada sebuah citra dan salah satunya adalah Salt and Pepper noise yang berupa titik-titik hitam atau putih yang tersebar pada sebuah citra. Banyak metode yang dapat digunakan untuk mereduksi atau mengurangi noise yang terdapat pada citra, dan dalam jurnal ini metode yang dapat digunakan dalam mengurangi salt and pepper noise ini adalah metode spatial median filter dan adaptive noise reduction. Spatial Median Filter adalah sebuah noise removal filter yang baru dan merupakan sebuah algoritma smoothing yang teratur dengan tujuan untuk menghilangkan noise pada sebuah citra. Sementara itu, adaptive noise reduction fokus pada proses pendeteksian salt and pepper noise secara efektif dan mengembalikan citra digital secara efisien. Aplikasi yang dihasilkan dapat digunakan untuk melakukan perbaikan kualitas gambar dengan citra berupa grayscale ataupun citra berwarna (RGB). Selain itu, juga disediakan sebuah metric pengukuran untuk menguji apakah citra dari hasil reduksi noise lebih baik daripada citra original. Dalam pengujian ini juga dapat diketahui bahwa citra hasil reduksi noise dengan menggunakan Spatial Median Filter memiliki kualitas yang lebih bagus dalam mereduksi noise dibandingkan dengan metode Adaptive Noise Reduction jika dilihat dari perbandingan hasil nilai MSE dan PSNR citra asli dengan citra hasil reduksi. Juga dapat dilihat bahwa semakin besar noise yang dimiliki oleh sebuah citra, maka nilai PSNR yang didapatkan akan semakin kecil.

Kata kunci— salt and pepper noise, spatial median filter, adaptive noise reduction, noise

Abstract

Noise on the image can occur in the process of capturing the picture or transmission process and but also because of the impurities in an image. There was some noise that can be attached to an image and one of them is the Salt and Pepper noise. It's a noise in the form of black dots or white scattered on an image. Many methods can be used to reduce or removal the noise on an image, and in this article we use spatial median filter and adaptive noise reduction methods to reduce salt and pepper noise. Spatial Median Filter is a smoothing algorithm with the purpose to eliminate noise in the image. Adaptive noise reduction is a method to focus on the detection of salt and pepper noise effectively and efficiently and restore the image. This application can be used to make improvements of image quality in grayscale or color image (RGB). In additional, a metric measurements for testing the results on noise reduction is better than original image. The comparison of the MSE and PSNR using spatial median filter and adaptive noise reduction methods, showed that the spatial median filter has a better quality in reducing noise. Also it can be seen that the greater the noise in an image, then the value of PSNR will be smaller.

Keywords— salt and pepper noise, spatial median filter, adaptive noise reduction, noise

1. PENDAHULUAN

Citra terkadang memiliki resolusi yang buruk ataupun mengalami penurunan kualitas yang diakibatkan gambar yang kurang tajam, kabur, munculnya derau atau *noise*. Berdasarkan

bentuk dan karakteristiknya *noise* pada citra dibedakan menjadi beberapa macam yaitu: *Gaussian noise* (muncuk titik-titik berwarna dengan jumlah yang sama dengan persentase *noise*), *Speckle noise* (menimbulkan warna hitam pada titik yang terkena *noise*) dan *Salt and Pepper noise* atau *impulse noise* yang tampak sebagai impuls-impuls hitam atau putih diatas citra. *Impulse noise* ini terjadi selama transisi citra dan karena *error bit* acak pada saluran komunikasi. Citra yang mengalami gangguan (*noise*) perlu diperbaiki agar dapat meningkatkan kualitas citra [1].

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghilangkan *salt and pepper noise* seperti algoritma *Fuzzy based Median Filtering*, namun kekurangan dari metode tersebut adalah reduksi hanya pada gambar *grayscale*, persentase *Peak to Signal Noise Ratio* (PSNR) masih rendah dan kecepatan dalam penyelesaian masih lama [1]. Metode lainnya yang dapat digunakan untuk menghilangkan *salt and pepper noise* adalah *spatial median filter* dan *adaptive noise reduction*.

Spatial Median Filter adalah sebuah *noise removal filter* yang menerapkan sebuah algoritma *smoothing* yang teratur dengan tujuan untuk menghilangkan *noise* pada data citra dengan tetap menjaga sisi pada objek di citra. Sasaran dari sebuah *noise removal filter* adalah untuk mengambil sebuah citra *corrupted* sebagai *input* dan menghasilkan sebuah estimasi dari citra asli dengan tidak mengurangi kualitas dari citra asli [2].

Adaptive noise reduction yang dipublikasikan oleh Tina Gebreyohannes dan Dong-Yoon Kim pada tahun 2012 ini fokus pada proses pendeteksian *salt and pepper noise* secara efektif dan mengembalikan citra digital secara efisien. Algoritma ini menggunakan tiga tahapan atau mekanisme yaitu deteksi piksel *noise* pada citra berdasarkan pada nilai *threshold* yang diberikan. Apabila piksel tersebut merupakan *noise* maka nilai baru akan dihitung dan di-set pada tahapan *noise reduction*. Terakhir, fase *image enhancement* akan dilakukan untuk menghasilkan citra digital dengan kualitas yang lebih bagus [1].

Pemilihan *median filter* yang digunakan untuk menghilangkan *noise* pada sebuah citra dikarenakan kemampuannya yang baik untuk menghilangkan *noise* dengan tetap menjaga objek yang ada pada citra, sementara *adaptif noise reduction* mampu mendeteksi adanya *noise* yang spesifik yaitu *salt and pepper noise* dan juga mempunyai kemampuan untuk mengembalikan citra digital yang sudah terkena *noise* tersebut secara efisien.

Kedua metode memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing. Untuk mengetahui kinerja dan performansi kedua metode dalam melakukan proses reduksi *noise* pada citra, maka perlu dirancang sebuah aplikasi *noise removal* yang mampu untuk membandingkan citra output dari proses kerja metode *Spatial Median Filter* dengan metode *Adaptive Noise Reduction*.

Dengan adanya proses perbandingan ini maka akan dapat diketahui kinerja dari kedua algoritma dalam hal mereduksi *salt and pepper noise* yang berdasarkan pada *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak to Signal Noise Ratio* (PSNR) yang nantinya akan dihasilkan sehingga dapat meningkatkan kualitas sebuah citra.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Perbaikan Kualitas Citra

Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) merupakan salah satu proses awal dalam pengolahan citra (*image preprocessing*). Perbaikan kualitas diperlukan karena seringkali citra yang dijadikan objek pembahasan mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami derau (*noise*) pada saat pengiriman melalui saluran transmisi, citra terlalu terang/gelap, citra kurang tajam, kabur, dan sebagainya. Melalui operasi pemrosesan awal iniah kualitas citra diperbaiki sehingga citra dapat digunakan untuk aplikasi lebih lanjut, misalnya untuk aplikasi pengenalan (*recognition*) objek di dalam citra

2.2. Skema Adaptive Noise Reduction dan Skema Spatial Median Filter

Skema *adaptive noise reduction* untuk *salt and pepper noise* yang diperkenalkan oleh Tina Gebreyohannes dan Dong Yoon Kim terdiri dari 3 tahapan yaitu pendeteksian *noise* dengan menggunakan metode Mean Absolute Gradient (MAG), reduksi *noise* dan peningkatan kualitas citra (*image enhancement*).

Algoritma untuk menentukan spatial median dari sekumpulan titik x_1, \dots, x_n dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Untuk setiap vector X , hitung S yang merupakan sekumpulan nilai penjumlahan dari kedalaman spasial dari x ke tiap vector lainnya.
2. Tentukan nilai kedalaman spasial maksimum dari kumpulan ini, yaitu S_{\max}
3. S_{\max} adalah spatial median dari kumpulan titik.

Kedalaman spasial antara sebuah titik dan kumpulan titik dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$S_{dept}(X, x_1, \dots, x_N) = 1 - \frac{1}{N-1} \left\| \sum_{i=1}^N \frac{X-x_i}{\|X-x_i\|} \right\| \quad (1)$$

2.3. Mean Square Error (MSE) dan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

Pengukuran yang paling sederhana dalam pengukuran kualitas gambar adalah Mean Square Error (MSE), dimana semakin besar nilai MSE berarti kualitas gambar semakin buruk. Definisi MSE sebagai berikut

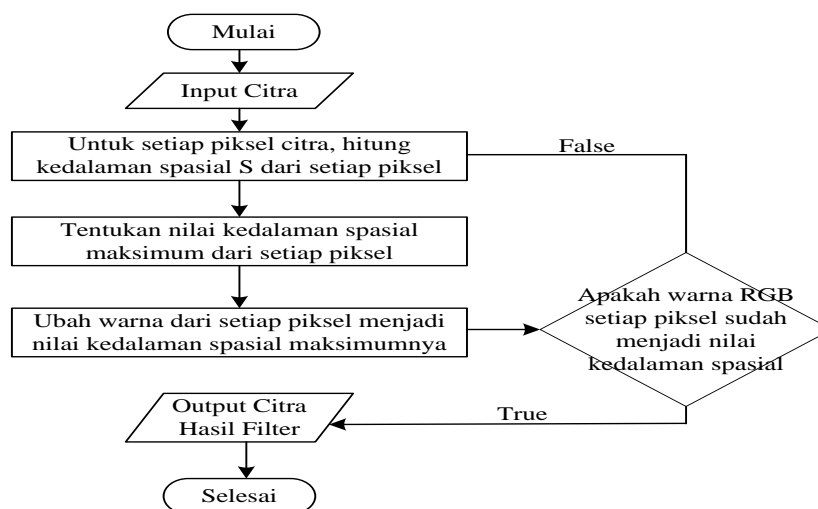
$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{m=1}^M \sum_{n=2}^N (x(m, n) - x'(m, n))^2 \quad (2)$$

Sedangkan gambar berkualitas tinggi memiliki nilai besar Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) yang didefinisikan sebagai berikut

$$PSNR = \left[10 \log \frac{255^2}{MSE} \right] \quad (3)$$

2.4. Proses Spatial Median Filter

Proses Spatial Median Filter ini dapat dideskripsikan seperti terlihat berikut :



Gambar 1 Flowchart Proses Spatial Median Filter

Proses kerja dari algoritma *Spatial Median Filter* ini dapat dirincikan sebagai berikut:

- a. Pemakai memasukkan citra yang akan dilakukan proses pemfilteran. Citra ini berupa citra berwarna yang berukuran persegi. Apabila citra *input* bukan citra persegi, maka akan dilakukan penambahan piksel putih pada citra input hingga citra berukuran persegi. Misalkan citra *input* berukuran 3 x 3 dengan warna piksel sebagai berikut:

Tabel 1. Contoh warna citra input Spatian Median Filter

125	105	78
63	65	54
250	241	163

- b. Untuk setiap piksel pada citra, hitung nilai kedalaman spasialnya. Misalkan ditentukan ukuran *mask* adalah 2 x 2 sehingga $N = 4$, maka proses perhitungan kedalaman spasial adalah sebagai berikut:

Piksel 1: $X = 125$; $x_1 = 125$; $x_2 = 105$; $x_3 = 63$; $x_4 = 65$

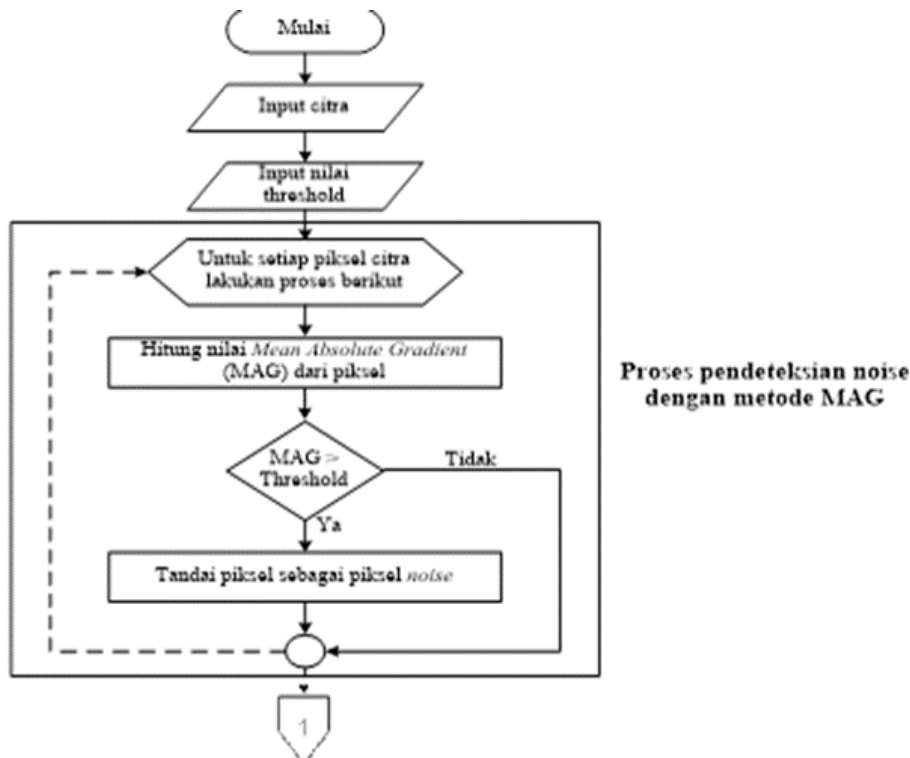
$$S_{depth}(X, x_1, x_2, x_3, x_4) = 1 - \frac{1}{N-1} \left\| \sum_{i=1}^N \frac{X - x_i}{\|X - x_i\|} \right\| \quad (4)$$

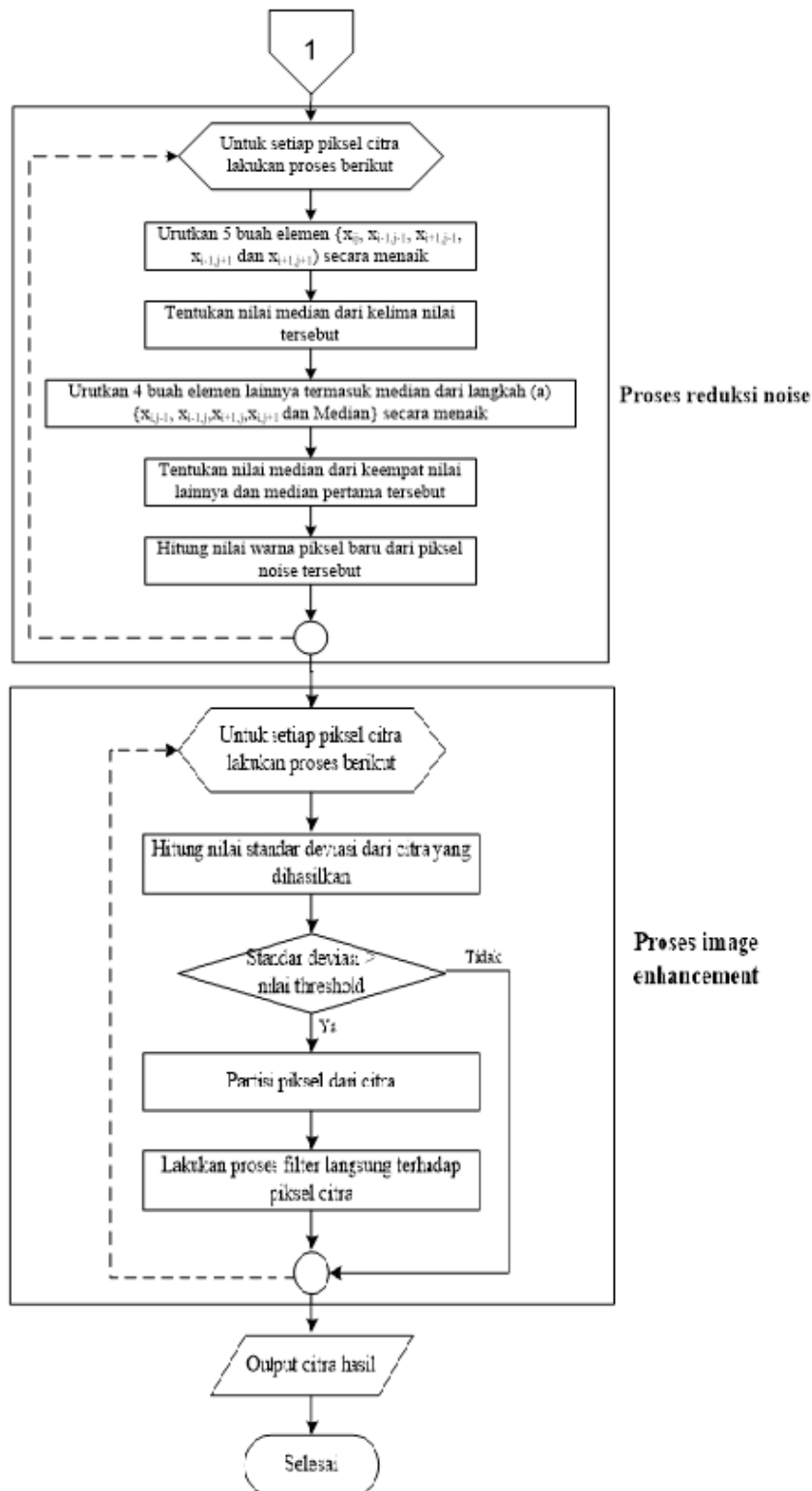
- c. Nilai kedalaman maksimum yang terpilih pertama kali adalah piksel ke-2, x_2 dengan nilai *Red* dari piksel=105, maka nilai piksel dengan kedalaman spasial maksimum terpilih yaitu 105.
 d. Warna *Red* dari piksel pertama diganti dari 125 menjadi 105.
 e. Proses diatas akan diulangi untuk semua piksel lainnya.
 f. Setelah warna *Red* dari semua piksel diproses, maka proses akan diulangi untuk warna *Green* dan *Blue* dari semua piksel.

2.5. Proses Adaptive Noise Reduction

2.2.1 Analisis Proses

Proses *Adaptive Noise Reduction* ini dideskripsikan seperti pada gambar berikut:





Gambar 2 Flowchart Proses Adaptive Noise Reduction

Proses kerja dari algoritma *Adaptive Noise Reduction* ini dapat dirincikan sebagai berikut:

- a. Pemakai memasukkan citra yang akan dilakukan proses pemfilteran. Citra ini berupa citra berwarna yang berukuran persegi. Apabila citra *input* bukan citra persegi, maka akan dilakukan penambahan piksel putih pada citra input hingga citra berukuran persegi. Misalkan citra *input* berukuran 3 x 3 dengan warna piksel sebagai berikut:

Tabel 2. Contoh warna citra input Adaptive Noise Reduction

0	0	0
0	125	105
0	63	65

- b. Masukkan nilai *threshold*. Misalkan nilai *threshold* ditentukan sebesar 40.
- c. Gunakan metode MAG untuk mendeteksi piksel *noise*. **Piksel 1** : Window MAG dari piksel 1:

Tabel 3. Hasil Metode MAG

0	0	0
0	125	105
0	63	65

F(8)	F(1)	F(2)
F(7)	F(0)	F(3)
F(6)	F(5)	F(4)

Karena ukuran *window* MAG = 3 x 3, maka nilai N = 9.

$$MAG = \frac{1}{N-1} \sum_{i=0}^{n-1} F(0) - F(i) \tag{5}$$

$$MAG = \frac{1}{8} * 767 = 95,875$$

Karena nilai MAG yang diperoleh lebih besar daripada nilai *threshold* yang dimasukkan (95.875 > 40), maka $Z_{ij} = 1$. Hal ini berarti bahwa piksel pertama akan ditandai sebagai piksel *noise*.

- d. Lakukan proses reduksi *noise*.
 Karena piksel pertama terdeteksi sebagai *noise*, maka lakukan proses reduksi *noise* terhadap piksel pertama:

Tabel 4. Tabel Proses Reduksi noise

0	0	0
0	125	105
0	63	65

$$M = \begin{bmatrix} x_{i-1,j-1} & x_{i,j-1} & x_{i+1,j-1} \\ x_{i-1,j} & x_{i,j} & x_{i+1,j} \\ x_{i-1,j+1} & x_{i,j+1} & x_{i+1,j+1} \end{bmatrix} \tag{6}$$

Urutkan 5 buah elemen $\{x_{ij}, x_{i-1,j-1}, x_{i+1,j-1}, x_{i-1,j+1}$ dan $x_{i+1,j+1}\}$ secara menaik, $\{125, 0, 0, 0, 65\}$ diurutkan menjadi $\{0, 0, 0, 65, 125\}$. Nilai median yang diperoleh adalah 0.

Urutkan 4 buah elemen lainnya termasuk median dari langkah (a) $\{x_{i,j-1}, x_{i-1,j}, x_{i+1,j}, x_{i,j+1}$ dan Median} secara menaik, $\{0, 0, 105, 63, 0\}$ diurutkan menjadi $\{0, 0, 0, 63, 105\}$. Nilai median yang diperoleh adalah 0.

- e. Lakukan peningkatan kualitas citra (*image enhancement*)

Hitung nilai *mean* dan standar deviasi.

$$\text{Mean} = (0 + 0 + 0 + 0 + 125 + 105 + 0 + 63 + 65) / 9 = 39,78$$

$$\text{Standar deviasi} = \sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F(i) - \mu)^2}$$

$$\sigma = 47,85 \tag{7}$$

Nilai standar deviasi 47.85 lebih besar dari nilai *threshold*, maka proses filter akan diterapkan.

f. Proses diatas akan dilakukan untuk piksel lainnya hingga semua piksel pada citra diproses.

3. PENGUJIAN

Pengujian dilakukan dengan menggunakan total 80 buah gambar dimana 20 buah gambar berwarna, 20 buah gambar solid, 20 buah gambar grayscale, dan 20 buah gambar hitam putih, dengan ukuran, format gambar dan tingkat noise yang berbeda pada masing– masing gambar mulai dari 5%, sampai 75% dengan range 5%..Beberapa hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5 dan 6 berikut :

Tabel 5. Pengujian menggunakan Metode Spatial Median Filter dan Adaptive Noise Reduction pada Gambar Berwarna

Spatial Median Filter				Adaptive Noise Reduction			
File Name	% Noise	MSE	PSNR	File Name	% Noise	MSE	PSNR
Jpg1	5%	256,001	79,886	Jpg1	5%	86,917	95,417
	10%	324,09	76,483		10%	172,069	85,618
	15%	394,470	73,649		15%	295,631	77,810
	20%	467,489	71,199		20%	427,146	71,056
	25%	548,431	68,895		25%	709,837	65,173
	30%	644,088	66,575		30%	959,796	60,821
	35%	721,441	64,939		35%	1352,435	55,873
	40%	831,526	62,890		40%	1714,791	52,448
	45%	905,879	61,655		45%	2248,832	48,537
	50%	1030,042	59,802		50%	2694,361	45,929
	55%	1162,951	58,051		55%	3277,171	43,104
	60%	1275,507	56,718		60%	3866,712	40,718
	65%	1400,392	55,370		65%	4459,499	38,660
	70%	1512,936	54,255		70%	5010,668	36,979
	75%	1635,630	53,130		75%	5586,699	35,409

Tabel 6. Pengujian menggunakan metode Spatial Median Filter dan Adaptive Noise Reduction pada gambar hitam putih

Spatial Median Filter				Adaptive Noise Reduction			
File Name	% Noise	MSE	PSNR	File Name	% Noise	MSE	PSNR
HP1	5%	100,106	93,433	HP1	5%	18,265	117,977
	10%	179,732	84,991		10%	51,399	103,050
	15%	268,393	79,205		15%	116,006	91,307
	20%	388,159	73,882		20%	247,879	80,352
	25%	542,799	69,044		25%	466,011	70,639
	30%	725,879	64,851		30%	993,666	60,321
	35%	944,633	61,051		35%	1275,145	56,723
	40%	1216,851	57,398		40%	1522,791	54,162
	45%	1565,198	53,766		45%	1632,146	53,162
	50%	1910,343	50,891		50%	1732,273	52,303
	55%	2211,523	48,779		55%	1835,524	51,467
	60%	2553,573	46,704		60%	1895,943	51,000
	65%	2903,991	44,849		65%	1988,019	50,316
	70%	3229,882	42,875		70%	2034,996	49,979
	75%	3791,575	41,001		75%	2109,415	49,461

Pada metode Adaptive Noise Reduction pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa threshold yakni 10 sampai dengan 300 dengan range 10. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan nilai threshold yang sesuai pada metode Adaptive Noise Reduction. Hasil Pengujian dapat dilihat pada tabel 7 berikut :

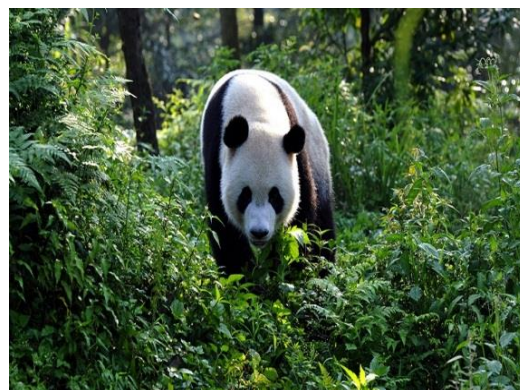
Tabel 7 Pengujian *threshold* untuk mendapatkan nilai yang sesuai

Pengujian nilai <i>threshold</i>				
File Name	% Noise	Nilai Threshold	MSE	PSNR
Jpg1	10%	10	404,449	73,288
	10%	20	380,717	74,161
	10%	30	352,620	75,267
	10%	40	316,420	76,830
	10%	50	281,060	78,539
	10%	60	247,991	80,345
	10%	70	229,643	81,454
	10%	80	212,622	82,565
	10%	90	210,298	82,724
	10%	100	206,369	82,996
	10%	110	199,739	83,467
	10%	120	193,884	83,896
	10%	130	188,598	84,295
	10%	140	184,736	84,593
	10%	150	180,667	84,915
	10%	160	176,105	85,284
	10%	170	174,156	85,444
	10%	180	173,115	85,531
	10%	190	172,526	85,580
	10%	200	172,160	85,610
	10%	210	172,010	85,623
	10%	220	171,946	85,628
	10%	230	171,921	85,630
	10%	240	171,914	85,631
	10%	250	171,914	85,631
	10%	260	171,914	85,631
	10%	270	171,914	85,631
	10%	280	171,914	85,631
	10%	290	171,914	85,631
	10%	300	171,914	85,631

Hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode Spatial Media Filter dan Adaptive Noise Reduction dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



(a)



(b)



Gambar 3. Hasil pengujian menggunakan metode Spatial Median Filter dan Adaptive Noise Reduction

Keterangan :

- a. Citra awal sebelum memiliki *noise*
- b. Citra setelah disisipkan *noise* dengan persentase *noise* 10%
- c. Hasil reduksi menggunakan metode *Spatial Median Filter*
- d. Hasil reduksi menggunakan metode *Adaptive Noise Reduction*

Berdasarkan proses pengujian yang telah dilakukan pada perangkat lunak, maka dapat diperoleh beberapa informasi berikut :

1. Pada metode *Spatial Median Filter* persentase *noise* diatas 20% menghasilkan citra hasil reduksi *noise* yang memiliki kualitas yang lebih bagus dibandingkan metode *Adaptive Noise Reduction*.
2. Pada metode *Adaptive Noise Reduction* persentase *noise* dibawah 10% menghasilkan citra hasil reduksi *noise* yang lebih bagus dibandingkan metode *Spatial Median Filter*.
3. Citra dengan *noise* diatas 40% memiliki hasil reduksi yang tidak sempurna.
4. Untuk gambar berwarna solid kedua buah metode memiliki keunggulan masing – masing dalam mereduksi citra *noise*.
5. Untuk metode *Adaptive Noise Reduction*, nilai *threshold* yang efektif minimal sebesar 250.

4. KESIMPULAN

Dari pengujian diatas, ada beberapa kesimpulan yang dapat dipaparkan oleh penulis yaitu:

1. Citra hasil reduksi *noise* dengan menggunakan metode *Spatial Median Filter* memiliki kualitas yang lebih bagus dalam mereduksi dari pada menggunakan metode *Adaptive Noise Reduction* dapat dilihat dari hasil nilai MSE dan PSNR dari citra asli dengan citra hasil reduksi.
2. Semakin besar *noise* yang dimiliki oleh sebuah citra, maka nilai PSNR yang didapatkan semakin kecil pada saat membandingkan citra asli dengan citra setelah reduksi.

5. SARAN

Adapun saran yang dapat penulis berikan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Citra yang memiliki *noise* diatas 40% memiliki hasil reduksi yang tidak sempurna, sehingga dibutuhkan sebuah metode reduksi *noise* yang mampu mengembalikan citra mendekati citra asli.
2. Nilai *threshold* pada aplikasi yang dirancangnya masih ditentukan secara manual, ada baiknya sistem ini dapat secara otomatis menentukan nilai *threshold* yang cocok sehingga kualitas gambar yang dihasilkan lebih memuaskan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gebreyohannes, T & Kim, D. Y, 2011. Adaptive *Noise* Reduction Scheme for Salt and Pepper, In An International Journal (SIPIJ) Vol.2, No.4, December 2011.
- [2] Church, JC, Chen Y, Rice, VS., 2008. A Spatial Median Filter for *Noise* Removal in Digital Images. Department of Computer and Information Science, University of Mississippi 2008.

- [3] Gonzalez, R. C. & Woods, R. E., 2002. *Digital Image Processing*. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- [4] Boyat, A.K. & Joshi, B. K., 2015. A Review Paper: *Noise Models in Digital Image Processing*, *An International Journal (SIPIJ)*, Vol.6 No. 2.
- [5] Jayaraman, S., Esakkirajan, S. & Veerakumar, T., 2009. *Digital Image Processing*.
- [6] Shannon, C. E., 1948. The Bell System Technical Journal. *A Mathematical Theory of Communication*, Volume 27, pp. 379 - 423, 623 - 656.
- [7] Youssif, A. A., Darwish, A. A. & Madbouly, A. M., 2010. Adaptive Algorithm for Image Denoising Based on Curvelet Threshold. *IJCSNS*, Vol.10 No. 1.
- [8] Munir, R., 2004. *Pengolahan Citra Digital*. Bandung: Penertit Informatika.
- [9] Sutoyo, T. et al., 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Semarang: Penerbit Andi.