

Perbandingan Metoda Baru Penapisan Citra Modus-Median Terhadap Metode Mean dan Median

Nurjannah Syakrani ⁴⁾, Tati L. R. Mengko ¹⁾, A.B.Suksmono ²⁾, Edy T. Baskoro ³⁾

¹⁾Biomedical Engineering Research Group, ITB

²⁾Telecommunication Engineering Research Group, ITB

³⁾Combinatorial Mathematics Research Group, ITB

⁴⁾ School of Electrical Engineering & Informatics, Bandung Institute of Technology

1)tmengko@itb.ac.id, 2)ab_suksmono@ltrgm.ee.itb.ac.id,

3)ebaskoro@math.ac.id, 4)nurjannahsy@yahoo.com

Abstrak

Akuisisi citra—selalu disertai derau. Derau baik aditif maupun multiplikatif dapat mengganggu proses pengolahan citra. Kehadiran derau bisa berasal dari modalitas, media transmisi atau disebabkan oleh objek citranya sendiri. Menurut Statistika, ukuran kecenderungan pusat dinyatakan dengan 3 cara yaitu mean, median dan modus. Selama ini, metoda penapisan spasial dasar dikonstruksi berbasis mean yang dikategorikan linear atau berbasis median yang dikategorikan sebagai tidak linear sederhana. Tulisan ini mengajukan pengembangan metoda penapisan baru berbasis modus yang diganti median bila tidak ditemukan modus pada himpunan nilai intensitas pixel pada jendela citra. Modus yaitu nilai dengan kemunculan terbanyak sehingga representatif. Karena itu, metode penapisan berbasis Modus-Median ini diharapkan robust terhadap derau atau minimal bersifat kompetitif dengan metoda penapisan derau terdahulu. Kinerja penapisan dapat diketahui dari nilai Peak Signal to Noise Ratio atau Minimum Square Error bahkan melalui view sebagai hasil penapisan citra berderau. Implementasi algoritma Modus-Median dengan MatLab dan pengujian terhadap beberapa model citra standar diantaranya pada citra kameramen dengan derau Gaussian, Speckle serta derau Salt & Pepper, memberikan nilai PSNR berturut-turut 23,23, 22,35, 20,43 dan MSE 0,08, 0,03, 0,04. Metode ini juga diuji untuk citra magnitudo Magnetic Resonance Imaging. Metoda Modus-Median ini kompetitif.

Kata kunci : Derau, Metoda penapisan Modus-Median, kernel, nilai PSNR, nilai MSE.

1. PENDAHULUAN

Citra merupakan artifak visual yang diambil melalui peralatan optik, umumnya dua dimensi, seperti lensa, kamera, mikroskop, atau tiga dimensi seperti hologram.[9] Objek citra bermacam-macam pemandangan alam, anatomi tubuh dan sebagainya. Secara khusus, berkenaan dengan keperluan medik, modalitas tidak hanya menggunakan optik tetapi dilengkapi penunjang lain sesuai fungsinya seperti X-ray, Untrasound, magnetik (MRI) dan lain-lain. Dalam konteks pemrosesan atau pengolahan citra, citra dua dimensi direpresentasikan sebagai array dua dimensi (matriks) atau suatu fungsi $f(x,y)$. Elemen pada posisi (x,y) merupakan nilai yang menunjukkan derajat ke-abu-abuan (gray level) atau intensitas warna suatu piksel pada citra [9].

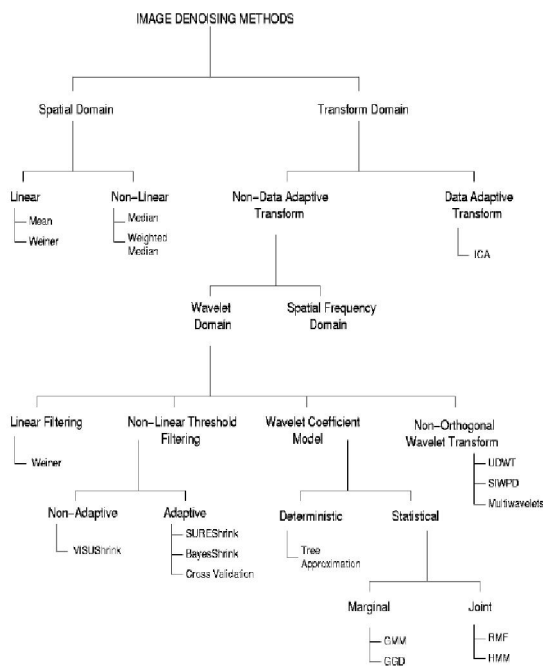
Pengambilan citra (akuisisi) umumnya disertai derau (noise) yang disebabkan oleh modalitas (peralatannya), objeknya sendiri atau media pengiriman (transmisi) citra tersebut.

Magnetic Resonance Imaging (MRI) [3][5] salah satu modalitas yang dapat memberikan citra kompleks (real+imaginer) dan dapat diturunkan menjadi citra magnitudo (intensitas) maupun fasa. Citra yang dihasilkan juga berderau misalkan pada citra magnitudo bisa berupa Raleigh, Rician atau Gaussian, sedangkan citra fasanya umumnya berderau Gaussian.

Derau dikategorikan aditif (Citra Berderau $A = \text{Citra Asli} + \text{Derau}$) atau multiplikatif (Citra Berderau $M = \text{Citra Asli} \times (1 + \text{Derau})$), keduanya dapat mengganggu secara visual, interpretasinya atau untuk pengolahan citra selanjutnya. Tipe derau yang ditemukan pada

citra umumnya dinamai berdasarkan distribusi/sebaran gangguan yang ditimbulkannya, misalkan Gaussian, Raleigh, Uniform, Salt and Pepper dan sebagainya. Derau bisa muncul secara tunggal maupun kombinasi. Derau perlu dibuat setipis mungkin melalui *denoising* dan jenis *denoising* yang populer adalah penapisan (*filtering*).

Telah dikembangkan banyak metoda penapisan yang menurut Mukesh dkk [8] dikelompokkan menjadi penapisan domain spasial atau domain transformasi dan cabang pengembangannya masing-masing sebagaimana tercantum pada Gambar 1.



Gambar 1. Klasifikasi Metoda Penapisan

Sistem penapisan spasial umumnya menggunakan *a square-moving window* yang dikenal juga sebagai kernel. Penapisannya didasarkan pada hubungan statistik antara piksel pusat (ditengah-tengah) dari pixel tetangganya. Ukuran kernel umumnya 3x3 sampai dengan 33 x 33, semakin besar ukuran membutuhkan waktu komputasi yang lebih lama, ukuran kernel yang efektif direkomendasikan 3x3 sampai dengan 7x7 [4][8][10].

Pada tulisan ini diajukan pengembangan metoda baru yang termasuk dalam penapisan spasial non linear sederhana dinamai penapisan Modus-Median. Sistematis

Pembahasan mencakup pendahuluan, material dan disain metoda, implementasi dan hasil, kesimpulan.

2. TEORI DAN DISAIN METODA

Teori penunjang yang mendasari pengembangan metoda penapisan baru dideskripsikan secara ringkas berikut ini.

2.1 Ukuran Gejala Pusat (*tendency central*)

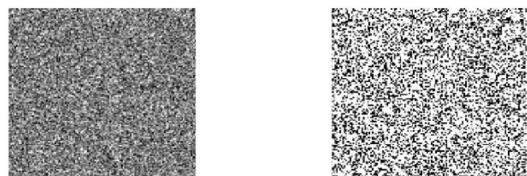
Menurut Statistika [1], ukuran kecenderungan pusat sebaran data dinyatakan dalam tiga cara yaitu mean, median, modus. Mean adalah rata-rata dari sebaran data, median ialah data yang membagi sebaran data terurut (ascending atau decending) menjadi dua bagian seimbang, modus adalah data dengan kemunculan terbanyak. Berbeda dengan mean dan median yang selalu ada dan unik, modus bisa ada sebanyak satu atau lebih atau dianggap tidak ada pada kondisi dimana semua bilangan dalam sebaran data hanya muncul satu kali. Ilustrasi diberikan pada contoh berikut, jika data yang dibaca :

- 1 1 1 1 1 1 1 1 1 maka modulusnya mutlak bernilai 1 (kemunculan 9 kali).
- 9 8 7 6 5 4 3 2 1 maka disebut tidak ada modulusnya.
- 1 7 7 2 5 3 3 6 9 maka modulusnya dipilih antara 3 atau 7?

2.2 Fungsi Densitas Peluang Derau

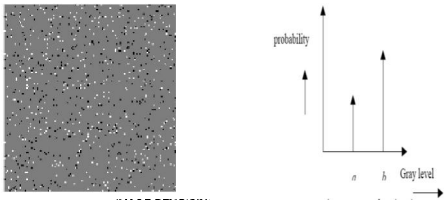
Derau Gaussian [4] adalah tipe derau yang memiliki distribusi Gaussian dengan fungsi distribusi probabilitas diberikan oleh (1) berikut, dengan g adalah tingkat keabuan, m adalah mean atau rata-rata dari fungsi dan σ standar deviasi dari derau.

$$F(g) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-(g-m)^2/2\sigma^2} \quad \dots(1)$$



Gambar 2. Citra derau Gaussian dengan (kiri) mean=0, var=0.05; (kanan) mean 1.5 var 1

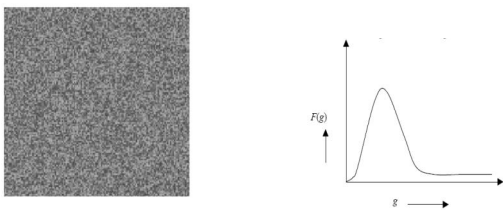
Derau salt dan pepper adalah tipe derau yang dirujuk sebagai *spikes* yang padat. Secara umum disebabkan kesalahan trans-misi data, hanya punya dua kemungkinan nilai yaitu a atau b . Kemungkinan dari masing-masing kurang dari 0.1. Piksel-piksel yang terkorupsi adalah himpunan yang secara alternatif menjadi nilai minimum atau nilai maksimum, memberikan munculnya derau seperti “garam dan merica”.



Gambar 3. Derau dan PDF Salt & Pepper

Derau spekel yang multiplikatif mempunyai distribusi gamma sebagaimana berikut, dengang derajat keabu-abuan, variansinya $a^2\alpha$. Sebagaimana formula (2) berikut ini.

$$F(g) = \frac{g^{\alpha-1}}{(\alpha-1)! a^\alpha} e^{-\frac{g}{a}} \quad \dots(2)$$



Gambar 4. Derau dan PDF Speckel

2.3 Disain Penapisan Modus-Median

Kombinasi modus dengan median dirancang untuk mengatasi permasalahan jika tidak ada modus yang ditemukan pada sebaran data dalam kernel, sehingga penggantinya adalah nilai median. Nilai ini akan digunakan untuk menggantikan nilai pusat jendela atau kernel berukuran 3x3. Perhatikan ilustrasi matriks intensitas pada gambar 5 berikut ini.

Sebaran data dalam kernel ditengah-tengah matriks : 39, 44, 44, 52, 55, 66, 77, 81, 81 mempunyai nilai rata-rata : 59,89 dan mediannya 55, sedangkan modus dipilih salah satu dari (44, 81).

99	55	99	36	54
33	44	81	52	87
44	77	55	81	63
57	39	44	66	85
22	88	77	36	79

Gambar 5. Ilustrasi Matriks Citra

Pemilihan nilai modus yang lebih kecil dimaksudkan agar pemilihan nilai tersebut berada lebih dekat pada rata-rata ataupun mediannya. jadi modus yang dipilih adalah 44 akan menggantikan nilai 55 yang berada dipusatnya.

Pada kernel pojok kanan bawah misalkan, elemen-elemen : 36, 44, 55, 63, 66, 77, 79, 81, 85 mempunyai nilai mean 66,11 dan median 66. Tidak ada modus, maka nilai 66 dipusat kernel akan digantikan oleh median yaitu nilai diposisi ke $(9+1)/2$ yang pada sebaran data tersebut yaitu dirinya sendiri.

Tahapan penentuan modus sebagai bagian algoritma penapisan Modus-Median.

- (1) Telusuri kernel dari awal sampai akhir citra, sesuai ukuran jendela.
- (2) Baca semua data pada kernel.
- (3) Urutkan secara ascending untuk memudahkan.
- (4) Tentukan modus data pada kernel, jika
 - (4.1) modus tunggal, pilih nilai tersebut,
 - (4.2) modus beberapa, pilih nilai modus terkecil,
 - (4.3) modus tidak ada, tentukan nilai median, sebagai pengganti nilai di pusat kernel.

3. IMPLEMENTASI DAN ANALISA HASIL PENAPISAN

Disain metoda penapisan di atas diimplementasikan dengan perangkat lunak MatLab[2][6], menggunakan pengembangan program Modus-Median yang dilengkapi perintah antara lain `length(...)`; `sort(...,'ascend')`; `diff(...,...)`; `find(...)`; `max(...)`, `min(...)`, `if... else...end` bersarang (*nested selection*). Tidak menggunakan fungsi `mode()`. Berdasarkan eksplorasi, fungsi `mode` akan memberikan data pertama yang ditemukannya jika digunakan pada sebaran data tanpa modus, hal ini tidak sesuai dengan disain pengembangan penapisan Modus-Median. Ukuran kernel yang digunakan 3x3.

Implementasi program diuji coba terhadap model citra standar yaitu Barbara, Kameramen, Saturnus. Masing-masing diberi derau standar: Gaussian dengan mean 0 variansi 0.01, Speckle berdistribusi random uniform dengan mean 0 variansi 0.04 serta Salt and Pepper dengan kerapatan derau 0.05. Ketiga citra dengan masing-masing diberi tiga macam derau ditapis dengan metoda penapisan spasial Mean, Median, Modus-Median. Perbandingan kinerja ketiganya dapat dilihat dari kualitatif (view) melalui kontras, *blurring* ataupun kuantitatif melalui nilai peaks signal to noise ratio (PSNR) atau mean square error (MSE). Hasil penapisan disebut lebih baik jika memberikan PSNR yang lebih tinggi dan MSE yang lebih rendah, disebut kurang baik jika sebaliknya atau digolongkan kompetitif jika nilai PSNR dan MSE yang hampir sama. Uji coba penapisan Mean, Median dan Modus-Median juga dilakukan terhadap citra magnitudo irisan kepala dari MRI.

Hasil uji coba dapat diamati di bawah ini.



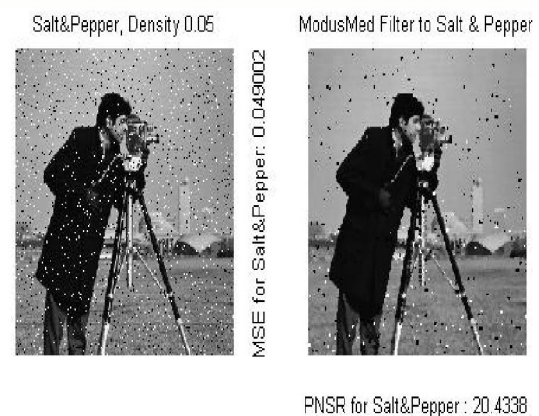
Gambar 6. Penapisan Modus-Median Kameramen+Gaussian Mean 0 var 0.01

Penapisan Modus_Median khusus untuk Kameramen dengan ketiga derau memberikan nilai parameter PSNR dan MSE sesuai Tabel 1a,b,c berikut.

Informasi yang dapat diekstrak diantaranya adalah:

- Pada citra kameramen, nilai PSNR tertinggi dan MSE terendah diberikan oleh penapisan Median terhadap derau Salt&Pepper dengan kepadatan standar 5%.

- Terhadap derau Gaussian standar nilai PSNR terendah dan MSE tertinggi terdapat pada penapisan Mean dan untuk derau Speckle
- PSNR tertinggi pada penapisan Mean, MSE terendah pada penapisan Modus Median.
- Derau Gaussian pada citra Saturnus ditapis oleh ke-3 metoda penapisan terlihat pada gambar 12 berikut ini. Nilai PSNR tertinggi pada metoda Mean sedangkan MSE terendah pada metoda Median.
- Derau speckle standar, Gambar 13, yang diberikan pada ketiga citra dan ditapis dengan metoda Mean, memberikan nilai PSNR yang tertinggi pada citra kameramen (23,2673) dan MSE terendah pada citra saturnus (0.0017).
- Derau Salt&Pepper pada citra Barbara, gambar 13, PSNR tertinggi sekaligus MSE tertinggi pada metoda Mean, PSNR terendah pada metoda Median.



Gambar 7. Penapisan Modus-Median Kameramen+Salt&Pepper density 0.05

Tabel 1a. Modus_Median pada Kameramen

Derau \ Parameter	Gaussian M0 V0.01	Speckle M0V0.04	Salt&Pepper D0.05
PSNR (dB)	23,2259	22.3463	20.4338
MSE	0.0783	0.0345	0.0490

Tabel 1b. Mean pada Kameramen

Derau \ Parameter	Gaussian M0 V0.01	Speckle M0V0.04	Salt&Pepper D0.05
PSNR (dB)	22.8715	23.2673	22.4380
MSE	0.0849	0.0792	0.0892

Tabel 1c. Median pada Kameramen

Derau \ Parameter	Gaussian M0 V0.01	Speckle M0V0.04	Salt&Pep per D0.05
PSNR (dB)	23.6946	22.7336	25.6993
MSE	0.0224	0.0411	0.0105

Speckle, Unif Mean 0, var 0.04



MSE for Speckle: 0.034504

ModusMed Filter to Speckle



PSNR for Speckle: 22.3463

Gambar 8. Penapisan Modus-Median Kameramen+Speckle Mean 0 var 0.04

Speckle, Unif Mean 0, Var 0.04



MSE for Speckle: 0.079216

Mean Filter to Speckle



PSNR for Speckle: 23.2673

Gambar 9. Penapisan Mean Kameramen+ Speckle Mean 0 var 0.04

Speckle, Unif Mean 0, Var 0.04



MSE for Speckle: 0.041059

Median Filter to Speckle



PSNR for Speckle: 22.7336

Gambar 10. Penapisan Median Kameramen+ Speckle Mean 0 var 0.04

Salt&Pepper, Density 0.05



MSE for Salt&Pepper: 0.01049

Median Filter to Salt&Pepper



PSNR for Salt&Pepper: 25.6993

Gambar 11. Penapisan Median Kameramen+Salt&Pepper D0.05

Speckle, Unif Mean 0, Var 0.04



MSE for Speckle: 0.041059

Median Filter to Speckle



PSNR for Speckle: 22.7336

Gaussian, Mean 0, Var 0.01



MSE for Gauss: 0.096791

ModusMed Filter to Gaussian Noise



PSNR for Gauss: 23.1411

Mean Filter to Gaussian



MSE for Gauss: 0.19136

Median Filter to Gaussian Mean 0 Var 1



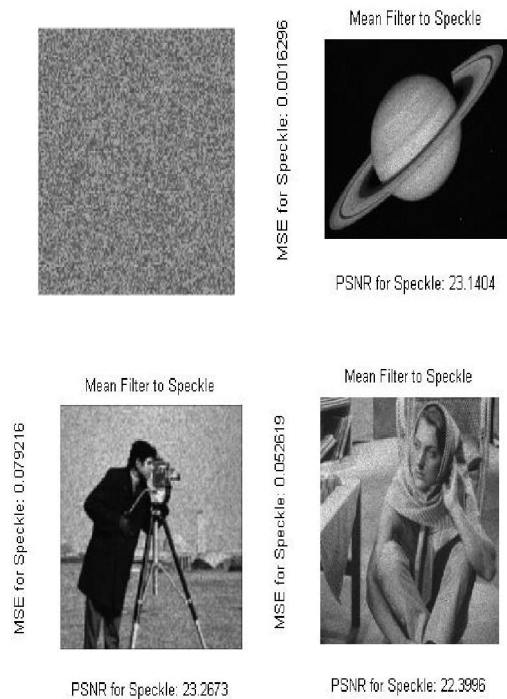
MSE for Gauss: 0.015729

PSNR for Gauss: 24.1866

PSNR for Gauss: 23.1704

Gambar 12. Penapisan Modus-Median, Mean dan Median Pada Saturnus+Gaussian

Khusus penapisan Mean untuk derau Speckle pada ke-3 citra sebagai berikut :



Gambar 13. Penapisan Mean untuk derau Speckle Mean 0 var 0.04

Penapisan derau Salt&Pepper pada citra Barbara oleh ke tiga metoda penapisan diberikan pada Gambar 14.

Secara keseluruhan data PSNR dan MSE untuk ke-3 citra : 1. Barbara, 2. Kameramen, 3. Saturnus dan ke-3 derau : Gaussian M0Var0.01, Speckle M0Var0.04 dan Salt&Pepper D0.05, dapat diamati pada Tabel 2,3,4.

Pada penapisan Mean PSNR tertinggi pada citra saturnus dengan derau Gaussian sekaligus juga MSE tertingginya, sedangkan PSNR terendah pada citra barbara dengan derau salt&pepper dan MSE terendah pada saturnus dengan derau speckle.



Gambar 14. Penapisan Mean, Median dan Modus-Median Pada Barbara+Salt&Pepper

Tabel 2. Hasil Penapisan Mean

	PENAPISAN MEAN		
PSNR	GAUSSIAN	SPECKLE	SALT&PEP
1. B	22,4682	22,3996	21,852
2. K	22,8715	23,2673	22,438
3. S	24,1686	23,1404	23,1942
MSE			
1. B	0,0543	0,0526	0,0634
2. K	0,0849	0,0792	0,0892
3. S	0,1914	0,0016	0,1425

Tabel 3. Hasil Penapisan Median

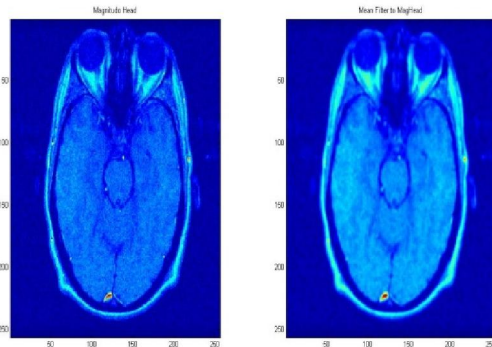
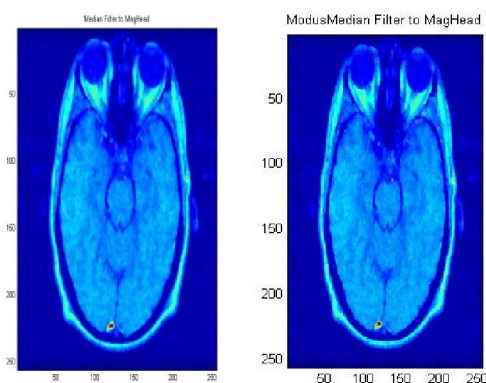
	PENAPISAN MEDIAN		
PSNR	GAUSSIAN	SPECKLE	SALT&PEP
1. B	21,8375	21,5055	22,0765
2. K	23,6946	22,7336	25,6993
3. S	23,1704	20,3843	34,0447
MSE			
1. B	0,0237	0,0489	0,0108
2. K	0,0224	0,0411	0,0105
3. S	0,0157	0,0041	0,0072

Tabel 4. Hasil Penapisan Modus-Median

	PENAPISAN MODUS-MEDIAN		
PSNR	GAUSSIAN	SPECKLE	SALT&PEP
1. B	21,7473	20,1791	19,2943
2. K	23,2259	22,3463	20,4338
3. S	23,1411	19,9181	20,0066
MSE			
1. B	0,0385	0,0406	0,0379
2. K	0,0783	0,0345	0,049
3. S	0,0958	0,0569	0,0038

Secara keseluruhan (tabel 2,3,4) PSNR tertinggi pada penapisan Median untuk citra saturnus dan derau salt&pepper. Sedangkan MSE terendah pada penapisan Mean untuk citra saturnus dan derau speckle.

Uji coba ketiga metoda terhadap citra magnitudo MRI dapat diamati untuk citra irisan kepala pada Gambar 15a., 15b. berikut ini. Pada gambar 15, untuk ke-3 metoda terlihat efek kontras yang lebih baik.

**Gambar 15.a. Citra MRI dan Penapisan Mean.****Gambar 15b. Hasil Penapisan Median dan Modus-Median pada Citra MRI.**

Ucapan Terimakasih

Ditujukan kepada Yth. Prof. John M. Pauly dari Laboratorium Radiology Science,

Universitas Medicine Stanford atas izin penggunaan citra kompleks MRI.

4. KESIMPULAN

- Dari hasil pengamatan diketahui bahwa penurunan nilai PSNR tidak selalu linear dengan kenaikan nilai MSE.
- Kemampuan metoda penapisan bersifat spesifik yaitu tidak selalu baik untuk semua derau dan untuk kerapatan termasuk detil citranya.
- Dari PSNR dan MSE metoda Modus Median relatif kompetitif terhadap metoda Mean dan kurang dibanding penapisan Median. Terhadap kedua metoda terdahulu, kompetitif dalam hal tidak blur dan kekontrasannya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Douglas C. Montgomery, George C. Runger, 2004, "Applied Statistics and Probability for Engineers", 3th, John Wiley & Son (Student Edition), Singapore.
- [2] Harold Bien, fastmode(x), diunduh April 2012.
- [3] HáKon Gudbjartsson^{1,*}, Samuel Patz², Copyright © 1995 Wiley-Liss, Inc., A Wiley Company, Article first published online: 21 NOV 2005. The rician distribution of noisy mri data.
- [4] Hong Sern Tan, 2001, "Denoising of Noise Spekle in Radar Image", Submitted for the degree of Bachelor of Engineering (honours), School of Information technology and Electrical Engineering, 19th October 2001.
- [5] Joakim Rydell, 2007, Advanced MRI Data Processing, Disertasi Linkoping Studies in Science and Technology, Sweden.
- [7] Madhu S. Nair, 2007, Template Filtering Copyright (c).
- [8] Mukesh C. Motwani, etc., without years, "Survey of Image Denoising Techniques".
- [9] Rafael C. Gonzales, Richard E. wood, Digital Image Processing Using MatLab, 2002, 2th ed., gonzalezwoodseddins
- [10] Sarita Dangesty, 2003, "Denoising Techniques – A Comparison", A Thesis submitted to the graduate Faculty of the Louisiana State university and Agriculture and Mechanical college in partial fulfilment of the requirements for the degree of master of science in Electrical Engineering in departemen of Electrical and Computer Engineering.
- [11] Wikipedia, Juni 2012.