

ANALISIS PERBANDINGAN METODE *ARITHMETIC MEAN FILTER* DAN *MEDIAN FILTER* UNTUK REDUKSI NOISE PADA CITRA DIGITAL

Lintang Muharram¹⁾, Yusuf Sumaryana²⁾, Rudi Hartono³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Informatika, Universitas Perjuangan

Email : lintangmuharram.14.8j@gmail.com¹⁾, yusufsumaryana@unper.ac.id²⁾,
rudihartono@unper.ac.id³⁾

Diterima : 26 Juni 2024 ; Disetujui : 22 Juli 2024 ; Dipublikasikan : 31 Juli 2024

ABSTRAK

Citra digital sering terpengaruh oleh noise yang mengurangi kualitas visual dan informasi yang terkandung di dalamnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan efektivitas metode Arithmetic Mean Filter dan Median Filter dalam mereduksi noise pada citra digital. Penelitian ini menggunakan citra grayscale yang telah ditambahkan Gaussian noise. Kemudian, citra tersebut diproses menggunakan kedua metode filtering dengan kernel 3x3. Hasil filtering dievaluasi secara visual dan kuantitatif menggunakan metrik Mean Squared Error (MSE) dan Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Median Filter lebih unggul dalam mereduksi noise pada citra digital dibandingkan Arithmetic Mean Filter. Hal ini dibuktikan dengan nilai MSE yang lebih rendah dan nilai PSNR yang lebih tinggi pada citra hasil filter Median. Selain itu, secara visual, citra hasil filter Median terlihat lebih baik dalam mempertahankan detail-detail penting pada citra. Penelitian ini memberikan pemahaman dalam kinerja kedua metode filtering dan memberikan rekomendasi dalam memilih metode yang tepat untuk meningkatkan kualitas citra digital yang terdegradasi oleh noise.

Kata Kunci : Citra Digital, Reduksi Noise, Noise Gaussian, Arithmetic Mean Filter, Median Filter

ABSTRACT

Digital images are often degraded by noise during acquisition and transmission, reducing their visual quality and the information they contain. This research aims to analyze the comparative effectiveness of Arithmetic Mean Filter and Median Filter methods in reducing noise in digital images. The study utilizes grayscale images with added Gaussian noise. Subsequently, the images are processed using both filtering methods with a 3x3 kernel. The filtering results are evaluated both visually and quantitatively using Mean Squared Error (MSE) and Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) metrics. The research findings indicate that the Median Filter is superior in reducing noise in digital images compared to the Arithmetic Mean Filter. This is evidenced by the lower MSE value and higher PSNR value in the Median filtered images. Additionally, visually, the Median filtered images appear better at preserving important details in the image. This research contributes to understanding the performance of both filtering methods and provides recommendations for selecting the appropriate method to enhance the quality of digital images degraded by noise.

Keywords : Digital Image, Noise Reduction, Gaussian Noise, Arithmetic Mean Filter, Median Filter

1. PENDAHULUAN

Citra digital adalah representasi visual dari objek atau fenomena dalam bentuk digital dan digunakan dalam berbagai bidang seperti kedokteran, ilmu forensik, penginderaan jauh, dan grafika komputer. Namun, citra digital sering terpengaruh oleh noise dari berbagai sumber seperti gangguan elektronik, ketidaksempurnaan sensor, gangguan transmisi data, atau kesalahan pengolahan citra. Noise ini dapat mengakibatkan detail kabur, kehilangan kontras, dan kurangnya ketajaman, sehingga mengurangi nilai informasi dan akurasi interpretasi [1].

Untuk mengatasi masalah ini, berbagai metode pengurangan noise telah dikembangkan, termasuk Arithmetic Mean Filter dan Median Filter. Meskipun kedua metode ini sering digunakan, belum ada konsensus jelas mengenai keunggulan relatif masing-masing dalam mengurangi noise pada citra digital. Parameter Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) dan Mean Square Error (MSE) digunakan untuk menilai kualitas citra hasil pengurangan noise, dengan kualitas yang lebih baik ditandai oleh nilai MSE yang lebih rendah dan PSNR yang lebih tinggi [2].

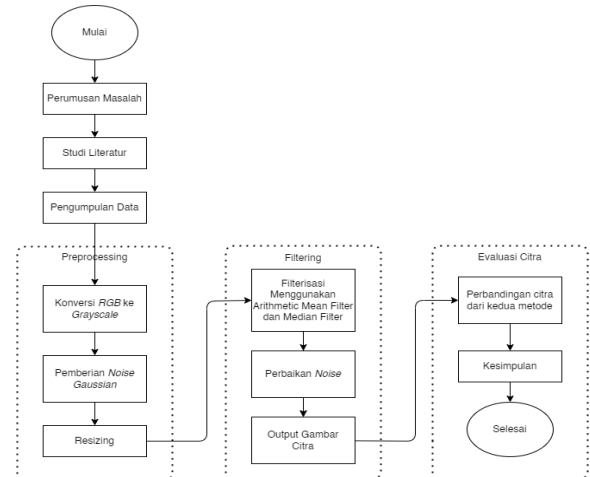
Penelitian sebelumnya oleh [3] menunjukkan efektivitas Arithmetic Mean Filter dalam mereduksi noise pada citra ultrasonografi. Penelitian oleh [4] membandingkan metode Arithmetic Mean Filter dengan Kernel Konvolusi, menunjukkan bahwa Arithmetic Mean Filter memiliki nilai MSE terendah dan PSNR tertinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki dan membandingkan efektivitas Arithmetic Mean Filter dan Median Filter dalam mengurangi noise pada citra digital. Dengan membandingkan kinerja keduanya, diharapkan dapat ditemukan pemahaman yang lebih mendalam tentang kelebihan dan kekurangan masing-masing metode serta situasi di mana salah satu metode lebih unggul.

2. METODE

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada pendekatan sistematis untuk menguji dan menganalisis efektivitas berbagai metode filtering dalam pengolahan citra. Berikut merupakan alur penelitian yang meliputi proses

awal hingga akhir penelitian mengikuti flowchart berikut.



Gambar 1 Flowchart Penelitian

Berdasarkan flowchart di atas, diketahui terdapat beberapa tahapan yang dilakukan, yaitu:

2.1. Perumusan Masalah

Menetapkan kerangka masalah menjadi tahapan awal untuk merancang algoritma dan mengevaluasi hasilnya. Tahap ini berkaitan erat dengan tujuan akhir dari proses pengolahan citra yang sedang dilakukan. Dalam proses restorasi citra, penentuan masalah melibatkan identifikasi gangguan yang perlu diperbaiki, seperti kabur atau noise, serta penentuan metode yang tepat untuk mengurangi dampak dari gangguan tersebut. Perumusan masalah juga harus mempertimbangkan pembatasan sumber daya, seperti waktu komputasi atau memori yang tersedia.

2.2. Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan untuk mempelajari teori-teori terkait dengan penelitian yang sedang dilakukan. Salah satu teknik yang sering digunakan dalam penelitian adalah studi literatur yang bertujuan untuk menemukan sumber informasi yang relevan dan referensi yang mendukung. Teori serta metode tersebut dikumpulkan dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, dan artikel [5].

2.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahapan penting yang memungkinkan peneliti untuk menganalisis dan menguji berbagai algoritma atau teknik. Adapun prosedur pemilihan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengumpulan data dilakukan dengan memperoleh informasi dan pengetahuan dari berbagai sumber, termasuk literatur akademis seperti buku, jurnal ilmiah, dan publikasi terkait dengan penelitian, terutama yang berkaitan dengan *Arithmetic Mean Filter* dan *Median Filter*.
2. Citra yang akan digunakan untuk analisis perbandingan ada beberapa jenis, seperti citra asli, citra *grayscale*, citra ber-noise.

2.4.Implementasi

Pada tahap implementasi, konsep dan teknik yang ditemukan dari literatur dan penelitian sebelumnya diterapkan dalam pengembangan sistem pengolahan citra. Proses ini juga melibatkan bahasa pemrograman, yaitu MATLAB. Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam tahap implementasi, sebagai berikut.

2.4.1 Preprocessing

Proses preprocessing merupakan langkah yang penting dalam mempersiapkan data agar sesuai dengan kebutuhan dan dapat menghasilkan hasil yang optimal saat digunakan dalam proses *filtering*. Dalam tahapan ini, citra akan mengalami perubahan dengan proses konversi RGB ke *Grayscale*, pemberian Gaussian Noise, dan resizing.

A. Konversi RGB ke *Grayscale*

Konversi citra dari warna *RGB* ke *Grayscale* melibatkan penggabungan nilai-nilai warna menjadi satu nilai kecerahan tunggal untuk setiap piksel. Hasilnya adalah citra monokromatik yang mempertahankan informasi struktural tanpa warna.

B. Pemberian Gaussian Noise

Dalam tahap ini dilakukan pemberian *Gaussian Noise* pada citra. Dengan menambahkan *Gaussian Noise* sebelum *filtering*, pengujian dan pelatihan algoritma pengolahan citra menjadi lebih realistis, memungkinkan algoritma untuk lebih baik menyesuaikan diri dengan variasi dan ketidakpastian dalam data citra yang dihadapi dalam lingkungan nyata.

C. Resizing

Dalam tahap *resizing*, dilakukan perubahan ukuran piksel dari 1000 x 1000 piksel menjadi 5 x 5 dengan maksud untuk mempermudah dalam perhitungan, dan juga untuk efisiensi dalam

proses *filtering*. Proses *resize* citra menggunakan aplikasi bawaan Windows 11, yaitu *Paint*. Kemudian citra akan diproses dengan menggunakan *kernel* 3x3 piksel. Berikut ini adalah citra setelah citra setelah mengalami proses *resize*.

2.4.2 Proses *Filtering*

Proses *filtering* bertujuan untuk mengubah nilai-nilai piksel dalam citra. *Filter* ini bisa berupa matriks berukuran kecil yang berisi bobot atau koefisien tertentu. *Filter* digeser atau diterapkan pada setiap piksel dalam citra, dan nilai piksel tersebut kemudian diubah berdasarkan aturan atau operasi yang ditentukan oleh *filter* tersebut.

A. Input Citra

Proses pertama yaitu melakukan penginputan citra asli yang akan diubah menjadi *grayscale* terlebih dahulu sebelum diberi *noise* dan di-*filter*.

B. Konversi Citra Menjadi *Grayscale*

Pada proses ini citra asli diubah menjadi *grayscale* sebelum diberi *noise* menggunakan metode *gaussian*. Menggunakan rumus:

$$(\text{Gray} = \frac{R+G+B}{3})$$

C. Menambahkan Noise Gaussian Pada Citra

Citra yang telah diubah menjadi *grayscale* kemudian diberi *noise* untuk memberikan efek buram pada citra.

D. Penerapan Metode *Filtering*

Selanjutnya adalah implementasi yang bertujuan untuk mengetahui proses dalam mengurangi *noise* dan meningkatkan kualitas citra sehingga citra yang dihasilkan lebih jernih dan lebih mudah untuk dianalisis. Citra yang telah diberi *noise* kemudian dilakukan *filtering* dengan menggunakan metode *mean filtering*. Tujuan dari *Arithmetic Mean Filtering* adalah juga untuk mengurangi *noise* pada citra digital, tetapi dengan menggantikan nilai piksel yang terganggu dengan nilai rata-rata dari piksel-piksel di sekitarnya. Kemudian dilakukan *filtering* dengan menggunakan *median filter*. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan *noise* pada citra digital dengan menggantikan nilai piksel yang terganggu oleh nilai median dari piksel-piksel di sekitarnya.

E. Output Citra

Setelah proses *filtering*, citra yang telah diolah mengalami perubahan yang mencerminkan efek dari masing-masing metode

filtering yang diterapkan. Output citra yang telah diproses menjadi representasi visual dari bagaimana algoritma *filtering* berperan dalam memperbaiki atau mengubah kualitas citra asli.

Evaluasi lebih lanjut, baik secara visual maupun menggunakan metrik kuantitatif seperti MSE dan PSNR, dapat dilakukan untuk memvalidasi kualitas dan efektivitas dari proses *filtering* yang telah dilakukan.

2.4.3 Komparasi Citra

Hasil *filtering* dari *Median Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* dikomparasi secara visual dan menggunakan metrik kuantitatif seperti MSE dan PSNR. Bertujuan untuk menentukan metode yang lebih efektif dalam mengurangi noise dan mempertahankan detail dalam citra.

2.5 Bahan dan Alat Penelitian

2.5.1 Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan bahan-bahan seperti citra yang akan di-*filtering*. Citra-citra ini akan digunakan untuk menguji kinerja metode *filtering*.

2.5.2 Alat Penelitian

A. Perangkat Keras (Hardware)

Tabel 1 Perangkat Keras (Hardware)

No	Hardware	Spesifikasi
1	Processor	Intel Core i5-8250U
2	RAM	8,00 GB
3	Storage	SSD 256 GB

B. Perangkat Lunak (Software)

Tabel 2 Perangkat Lunak (Software)

No	Software	Spesifikasi
1	Sistem Operasi	Windows 11 Pro 64-bit
2	Bahasa Pemrograman	MATLAB (Matrix Laboratory)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, dijelaskan hasil penelitian dan pada saat yang sama diberikan diskusi yang komprehensif. Hasil dapat disajikan dalam gambar, grafik, tabel, dan lainnya yang membuat pembaca mudah memahami [2], [5]. Jika penulis melakukan desain prototipe atau alat, Bab ini bisa dimulai dari tahapan desain. Diskusi dapat dilakukan dalam beberapa sub-bab.

3.1. Preprocessing

Proses preprocessing merupakan langkah yang penting dalam mempersiapkan data agar sesuai dengan kebutuhan dan dapat menghasilkan model yang optimal saat digunakan dalam proses *filtering*. Dalam tahapan ini, citra akan mengalami perubahan dengan proses konversi RGB ke *Grayscale*, pemberian Gaussian Noise, dan resizing. Adapun citra asli ukuran 1000 x 1000 piksel sebagai berikut.



Gambar 2 Citra Asli

3.1.1 Konversi RGB Ke *Grayscale*

Konversi citra dari warna RGB ke *Grayscale* melibatkan penggabungan nilai-nilai warna menjadi satu nilai kecerahan tunggal untuk setiap piksel. Hasilnya adalah citra monokromatik yang mempertahankan informasi struktural tanpa warna.



Gambar 3 Citra *Grayscale*

3.1.2 Pemberian Gaussian Noise

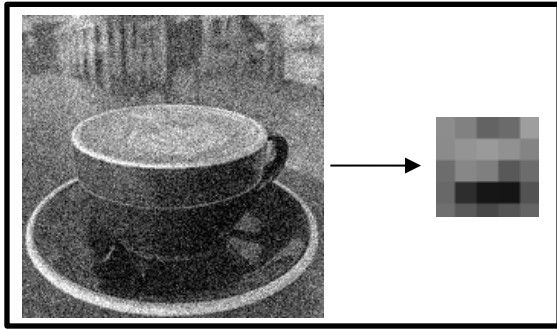
Dalam tahap ini dilakukan pemberian Gaussian Noise pada citra. Dengan menambahkan Gaussian Noise sebelum *filtering*, pengujian dan pelatihan algoritma pengolahan citra menjadi lebih realistis, memungkinkan algoritma untuk lebih baik menyesuaikan diri dengan variasi dan ketidakpastian dalam data citra yang dihadapi dalam lingkungan nyata.



Gambar 4 Citra Gaussian Noise

3.1.3 Resizing

Dalam tahap resizing, dilakukan perubahan ukuran piksel dari 1000 x 1000 piksel menjadi 5x5 dengan maksud untuk mempermudah dalam perhitungan, dan juga untuk efisiensi dalam proses *filtering*. Kemudian citra akan diproses dengan menggunakan kernel 3x3 piksel. Berikut ini adalah citra setelah citra setelah mengalami proses resize.



Gambar 5 Citra di-resize ke 5x5 piksel

3.2. Proses *Filtering*

Proses *filtering* menggunakan metode mean filter dan *median filter* adalah untuk mengurangi noise yang ada dalam citra, sehingga meningkatkan kualitas visual dan informasi yang terkandung di dalamnya.

3.2.1 *Arithmetic Mean Filter*

Metode *Arithmetic Mean filter* menggantikan nilai intensitas piksel dengan nilai rata-rata dari intensitas piksel di sekitarnya. Adapun proses perhitungan konvolusi *arithmetic mean filter* adalah sebagai berikut.

1. Dilakukan perhitungan $f(2,2)$ sebagai berikut.

Tabel 3 Nilai piksel citra *grayscale* ber-noise $f(2,2)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

141	127	100
141	147	148
117	143	138

Kernel 3x3

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \frac{1}{3 \times 3} \\ &= \frac{1}{9} (141+127+100+141+147+148+117+143+138) \\ &= \frac{1}{9} (1202) \\ &= 133,55 \\ &= 134 \end{aligned}$$

Hasil *mean filter* pada nilai rata-rata (2,2) $f(x,y) = 134$, sehingga nilai 147 menjadi nilai 134, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 4 Nilai piksel baru citra *grayscale* ber-noise $f(2,2)$

141	127	100	108	154
141	134	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

2. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(3,2)$ sebagai berikut.

Tabel 5 Nilai piksel citra *grayscale* ber-noise $f(3,2)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

127	100	108
147	148	142
143	138	106

Kernel 3x3

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{3 \times 3} \\ &= \frac{1}{9} (127+100+108+147+148+142+143+138+106) \\ &= \frac{1}{9} (1159) \\ &= 128,77 \\ &= 129 \end{aligned}$$

Hasil *mean filter* pada nilai rata-rata (3,2) $f(x,y) = 129$, sehingga nilai 148 menjadi nilai 129, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 6 Nilai piksel baru citra *grayscale* ber-noise $f(2,2)$

141	127	100	108	154
141	134	129	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

3. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(4,2)$ sebagai berikut.

Tabel 7 Nilai piksel citra *grayscale* ber-noise $f(4,2)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

100	108	154
148	142	136
138	106	111

Kernel 3x3

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{3 \times 3} \\ &= \frac{1}{9} (100+108+154+148+142+136+138+106+111) \\ &= \frac{1}{9} (1143) \\ &= 127 \end{aligned}$$

Hasil *mean filter* pada nilai rata-rata (4,2) $f(x,y) = 127$, sehingga nilai 142 menjadi nilai 127, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 8 Nilai piksel baru citra *grayscale* ber-noise $f(4,2)$

141	127	100	108	154
141	134	129	127	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

4. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(2,3)$ sebagai berikut.

Tabel 9 Nilai piksel citra *grayscale* ber-noise $f(2,3)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

14	14	14
1	7	8
11	14	13
7	3	8
10	64	43

Kernel 3x3

$$= \frac{1}{3 \times 3} (141+147+148+117+143+138+101+64+43) = 1/9 (1042) = 115,77 = 116$$

Hasil mean filter pada nilai rata-rata (2,3) $f(x,y) = 116$, sehingga nilai 143 menjadi nilai 116, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 10 Nilai piksel baru citra *grayscale* ber-noise $f(2,3)$

141	127	100	108	154
141	134	129	127	136
117	116	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

5. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(3,3)$ sebagai berikut.

Tabel 11 Nilai piksel citra *grayscale* ber-noise $f(3,3)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

14	14	14
7	8	2
14	13	10
3	8	6
64	43	33

Kernel 3x3

$$= \frac{1}{3 \times 3} (147+148+142+143+138+106+64+43+33) = 1/9 (964) = 107,11 = 107$$

Hasil mean filter pada nilai rata-rata (3,3) $f(x,y) = 107$, sehingga nilai 138 menjadi nilai 107, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 12 Nilai piksel baru citra *grayscale* ber-noise $f(3,3)$

141	127	100	108	154
141	134	129	127	136
117	116	107	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

6. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(4,3)$ sebagai berikut.

Tabel 13 Nilai piksel citra *grayscale* ber-noise $f(3,3)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

14	14	13
8	2	6
13	10	11
8	6	1
43	33	81

Kernel 3x3

$$= \frac{1}{3 \times 3} (148+142+136+138+106+111+43+33+81) = 1/9 (938) = 104,22 = 104$$

Hasil mean filter pada nilai rata-rata (4,3) $f(x,y) = 104$, sehingga nilai 106 menjadi nilai 104, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 14 Nilai piksel baru citra *grayscale* ber-noise $f(4,3)$

141	127	100	108	154
141	134	129	127	136
117	116	107	104	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

7. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(2,4)$ sebagai berikut.

Tabel 15 Nilai piksel citra *grayscale* ber-noise $f(2,4)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

117	143	138
101	64	43
107	71	53

Kernel 3x3

$$= \frac{1}{3 \times 3} (117+143+138+101+64+43+107+71+53) = 1/9 (834)$$

= 92,66
= 93

Hasil mean filter pada nilai rata-rata (2,4) $f(x,y) = 93$, sehingga nilai 64 menjadi nilai 93, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 16 Nilai piksel baru citra *grayscale* ber-noise $f(2,4)$

141	127	100	108	154
141	134	129	127	136
117	116	107	104	111
101	93	43	33	81
107	71	53	63	92

8. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(3,4)$ sebagai berikut.

Tabel 17 Nilai piksel citra *grayscale* ber-noise $f(3,4)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

143	138	106
64	43	33
71	53	63

Kernel 3x3

$$= \frac{1}{3 \times 3} (143+138+106+64+43+33+71+53+63)$$

$$= 1/9 (714)$$

$$= 79,33$$

$$= 79$$

Hasil mean filter pada nilai rata-rata (3,4) $f(x,y) = 79$, sehingga nilai 43 menjadi nilai 79, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 18 Nilai piksel baru citra *grayscale* ber-noise $f(3,4)$

141	127	100	108	154
141	134	129	127	136
117	116	107	104	111
101	93	79	33	81
107	71	53	63	92

9. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(4,4)$ sebagai berikut.

Tabel 19 Nilai piksel citra *grayscale* ber-noise $f(4,4)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

138	106	111
43	33	81
53	63	92

Kernel 3x3

$$= \frac{1}{3 \times 3} (138+106+111+43+33+81+53+63+92)$$

$$= 1/9 (720)$$

$$= 80$$

Hasil mean filter pada nilai rata-rata (4,4) $f(x,y) = 80$, sehingga nilai 33 menjadi nilai 80, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 20 Nilai piksel baru citra *grayscale* ber-noise $f(3,4)$

141	127	100	108	154
141	134	129	127	136
117	116	107	104	111
101	93	79	80	81
107	71	53	63	92

Selanjutnya adalah menghitung nilai MSE dan PSNR dari hasil mean filter. Adapun prosesnya adalah sebagai berikut.

a.
$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} [I(i,j) - K(i,j)]^2$$

$$= (141-141)^2 + (127-127)^2 + (100-100)^2 + (108-108)^2 + (154-154)^2 + (141-141)^2 + (147-134)^2 + (148-129)^2 + (142-127)^2 + (136-136)^2 + (117-117)^2 + (143-116)^2 + (138-107)^2 + (106-104)^2 + (111-111)^2 + (101-101)^2 + (64-93)^2 + (43-79)^2 + (33-80)^2 + (81-81)^2 + (107-107)^2 + (71-71)^2 + (53-53)^2 + (63-63)^2 + (92-92)^2$$

$$= (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 169 + 361 + 225 + 0 + 0 + 729 + 961 + 4 + 0 + 0 + 841 + 1296 + 2209 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) / 25$$

$$= 6795 / 25$$

$$= 271,8$$

b.
$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{MAX_1^2}{MSE} \right)$$

$$= 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{MAX_1}{\sqrt{MSE}} \right)$$

$$= 20 \cdot \log_{10}(MAX_1) - 10 \cdot \log_{10}(MSE)$$

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{154}{\sqrt{271,8}} \right)$$

$$= 20 \times 0,566$$

$$= 11,3$$

3.2.2 Median Filter

Berikut merupakan proses menggunakan *Median Filter* dimana setiap piksel akan digantikan nilainya dengan rata-rata dari nilai intensitas piksel tersebut dengan piksel-piksel tetangganya. Nilai piksel pada citra dilakukan konvolusi kernel matriks 3x3 dengan filter. Maka proses perhitungannya adalah sebagai berikut.

1. Dilakukan perhitungan $f(2,2)$ sebagai berikut.

Tabel 21 Nilai piksel citra *grayscale* ber-noise $f(2,2)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

14	12	10
1	7	0
14	14	14
1	7	8
11	14	13
7	3	8

Kernel 3x3

Nilai Median = 100, 117, 127, 138, 141, 141, 143, 147, 148

Nilai Median = 141

Hasil *median filter* pada nilai tengah (2,2) $f(x,y) = 141$, sehingga nilai 147 menjadi nilai 141, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 22 Nilai piksel baru citra *grayscale* ber-noise $f(2,2)$

141	127	100	108	154
141	141	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

2. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(3,2)$ sebagai berikut.

Tabel 23 Nilai piksel citra *grayscale* ber-noise $f(3,2)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

12	10	10
7	0	8
14	14	14
7	8	2
14	13	10
3	8	6

Kernel 3x3

Nilai Median = 100, 106, 108, 127, 138, 142, 143, 147, 148

Nilai Median = 138

Hasil *median filter* pada nilai tengah (3,2) $f(x,y) = 138$, sehingga nilai 148 menjadi nilai 138, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 24 Nilai piksel baru citra *grayscale* ber-noise $f(2,2)$

141	127	100	108	154
141	141	138	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

3. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(4,2)$ sebagai berikut.

Tabel 25 Nilai piksel citra *grayscale* ber-noise $f(4,2)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

10	10	15
0	8	4
14	14	13
8	2	6
13	10	11
8	6	1

Kernel 3x3

Nilai Median = 100, 106, 108, 111, 136, 138, 142, 148, 154

Nilai Median = 136

Hasil *median filter* pada nilai tengah (4,2) $f(x,y) = 136$, sehingga nilai 142 menjadi nilai 136, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 26 Nilai piksel baru citra *grayscale* ber-noise $f(4,2)$

141	127	100	108	154
141	141	138	136	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

4. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(2,3)$ sebagai berikut.

Tabel 27 Nilai piksel citra *grayscale* ber-noise $f(2,3)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

14	14	14
1	7	8
11	14	13
7	3	8
10	64	43
1		

Kernel 3x3

Nilai Median = 43, 64, 101, 117, 138, 141, 143, 147, 148

Nilai Median = 138

Hasil *median filter* pada nilai tengah (2,3) $f(x,y) = 138$, sehingga nilai 143 menjadi nilai 138, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 28 Nilai piksel baru citra *grayscale* ber-noise $f(2,3)$

141	127	100	108	154
141	141	138	136	136
117	138	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

5. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(3,3)$ sebagai berikut.

Tabel 29 Nilai piksel citra grayscale ber-noise $f(3,3)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

14	14	14
7	8	2
14	13	10
3	8	6
64	43	33

Kernel 3x3

Nilai Median = 33, 43, 64, 106, 138, 142, 143, 147, 148

Nilai Median = 138

Hasil *median filter* pada nilai tengah (3,3) $f(x,y) = 138$, sehingga nilai 138 tetap menjadi nilai 138, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 30 Nilai piksel baru citra grayscale ber-noise $f(3,3)$

141	127	100	108	154
141	141	138	136	136
117	138	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

6. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(4,3)$ sebagai berikut.

Tabel 31 Nilai piksel citra grayscale ber-noise $f(3,3)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

14	14	13
8	2	6
13	10	11
8	6	1
43	33	81

Kernel 3x3

Nilai Median = 33, 43, 81, 111, 106, 136, 138, 142, 148

Nilai Median = 106

Hasil *median filter* pada nilai tengah (4,3) $f(x,y) = 106$, sehingga nilai 106 tetap menjadi nilai 106, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 32 Nilai piksel baru citra grayscale ber-noise $f(4,3)$

141	127	100	108	154
141	141	138	136	136
117	138	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

7. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(2,4)$ sebagai berikut.

Tabel 33 Nilai piksel citra grayscale ber-noise $f(2,4)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

11	14	13
7	3	8
10	64	43
1		
10	71	53
7		

Kernel 3x3

Nilai Median = 43, 53, 64, 71, 101, 107, 117, 138, 143

Nilai Median = 101

Hasil *median filter* pada nilai tengah (2,4) $f(x,y) = 101$, sehingga nilai 64 menjadi nilai 101, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 34 Nilai piksel baru citra grayscale ber-noise $f(2,4)$

141	127	100	108	154
141	141	138	136	136
117	138	138	106	111
101	101	43	33	81
107	71	53	63	92

8. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(3,4)$ sebagai berikut.

Tabel 35 Nilai piksel citra grayscale ber-noise $f(3,4)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

14	13	10
3	8	6
64	43	33
71	53	63

Kernel 3x3

Nilai Median = 33, 43, 53, 63, 64, 71, 106, 138, 143

Nilai Median = 64

Hasil *median filter* pada nilai tengah (3,4) $f(x,y) = 64$, sehingga nilai 43 menjadi nilai 64, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 36 Nilai piksel baru citra grayscale ber-noise $f(3,4)$

141	127	100	108	154
141	141	138	136	136
117	138	138	106	111
101	101	64	33	81
107	71	53	63	92

9. Selanjutnya dilakukan perhitungan $f(4,4)$ sebagai berikut.

Tabel 37 Nilai piksel citra *grayscale* ber-noise $f(4,4)$

141	127	100	108	154
141	147	148	142	136
117	143	138	106	111
101	64	43	33	81
107	71	53	63	92

138	106	111
43	33	81
53	63	92

Kernel 3x3

Nilai Median = 33, 43, 53, 63, 81, 92, 106, 111, 138

Nilai Median = 81

Hasil *median filter* pada nilai tengah (4,4) $f(x,y) = 81$, sehingga nilai 33 menjadi nilai 81, ditempatkan menjadi matriks yang baru.

Tabel 38 Nilai piksel baru citra *grayscale* ber-noise $f(3,4)$

141	127	100	108	154
141	141	138	136	136
117	138	138	106	111
101	101	64	81	81
107	71	53	63	92

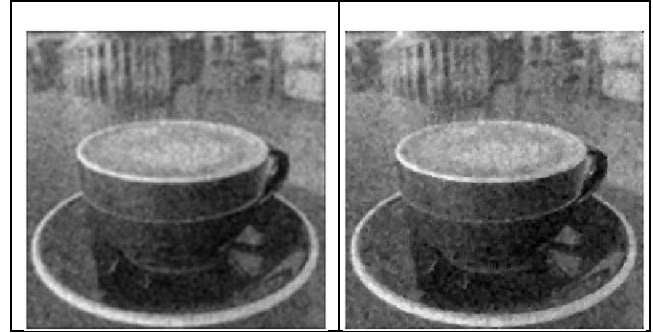
Selanjutnya adalah menghitung nilai MSE dan PSNR dari hasil mean filter. Adapun prosesnya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{a. } MSE &= \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} [I(i,j) - K(i,j)]^2 \\
 &= (141-141) + (127-127) + (100-100) \\
 &\quad + (108-108) + (154-154) + (141-141) \\
 &\quad + (147-141) + (148-138) + (142-136) \\
 &\quad + (136-136) + (117-117) + (143-138) \\
 &\quad + (138-138) + (106-106) + (111-111) \\
 &\quad + (101-101) + (64-101) + (43-64) + \\
 &\quad + (33-81) + (81-81) + (107-107) + (71- \\
 &\quad 71) + (53-53) + (63-63) + (92-92) \\
 &= 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 36 + 100 + \\
 &\quad 36 + 0 + 0 + 25 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1369 \\
 &\quad + 441 + 2304 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 \\
 &= 4311 / 25 \\
 &= 172,44
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } PSNR &= 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{MAX_1^2}{MSE} \right) \\
 &= 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{MAX_1}{\sqrt{MSE}} \right) \\
 &= 20 \cdot \log_{10} (MAX_1) - \\
 &\quad 10 \cdot \log_{10} (MSE) \\
 PSNR &= 20 \log_{10} \left(\frac{154}{\sqrt{172,44}} \right) \\
 &= 20 \times 1,069 \\
 &= 21,38
 \end{aligned}$$

3.3 Hasil Perbandingan Citra

3.3.1 Perbandingan Visual



Gambar 6 Citra hasil *Arithmetic Mean Filter*

Gambar 7 Citra hasil *Median Filter*

Dari hasil *filtering* menggunakan metode *Arithmetic Mean Filter* dan *Median Filter* dapat dilihat secara visual bahwa hasil *filtering Median Filter* lebih baik dari *Arithmetic Mean Filter*. Hasil *Median filter* terlihat lebih tajam dan mempertahankan detail dari citra.

3.3.2 Perbandingan Nilai MSE dan PSNR

Setelah proses *filtering* pada citra, nilai MSE (Mean Squared Error) dan PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) digunakan untuk menilai efektivitas filter dalam mengurangi noise dan memperbaiki kualitas citra.

Nilai MSE yang lebih rendah setelah *filtering* menunjukkan bahwa perbedaan rata-rata kuadrat antara citra asli dan citra yang difilter lebih kecil, menandakan bahwa filter berhasil mengurangi noise dan mendekati nilai piksel citra asli.

PSNR yang tinggi mengindikasikan bahwa citra yang difilter memiliki kualitas visual yang lebih baik dan lebih mirip dengan citra aslinya. Oleh karena itu, dengan membandingkan nilai MSE dan PSNR sebelum dan setelah *filtering*, dapat dievaluasi sejauh mana filter tersebut berhasil dalam meningkatkan kualitas citra.

Setelah proses *Arithmetic Mean Filter*, didapatkan nilai MSE dan PSNR sebagai berikut.

Tabel 39 Perbandingan Nilai MSE dan PSNR

	Arithmetic Mean Filter	Median Filter
MSE	271,8	172,44
PSNR	11,3	21,38

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Reduksi noise menggunakan Median Filter menunjukkan keunggulan dengan nilai MSE citra output sebesar 172,44 dan PSNR sebesar 21,38, yang berarti bahwa Median Filter memiliki nilai MSE yang lebih rendah dan PSNR yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode Arithmetic Mean Filter. Secara visual, hasil filtering dengan Median Filter juga lebih akurat dan tajam dibandingkan dengan Arithmetic Mean Filter. Median Filter mampu memberikan hasil yang lebih akurat dalam mempertahankan detail penting pada citra.

4.2. Saran

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan adanya pengembangan lebih lanjut yang dapat mencakup penambahan metode perbandingan lain atau melakukan reduksi citra dengan penggabungan metode untuk menghasilkan citra yang lebih baik. Selain itu, diharapkan pada penelitian selanjutnya, penggunaan citra warna dapat dikembangkan lebih lanjut.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Affifah, D. D., Permanasari, Y., Matematika, R. P., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2022). Bandung Conference Series: Mathematics Teknik Konvolusi pada Deep Learning untuk Image Processing. Bandung Conference Series: Mathematics, 2(2), 103–112. <https://doi.org/10.29313/bcsm.v2i2.4527>

- [2] Banjarnahor, M. (2019). Reduksi Noise Salt and Paper pada Citra Pankromatik menggunakan Metode Harmonic Mean Filter. Pelita Informatika: Informasi Dan Informatika, 7(1), 18–23.
- [3] Fitri, M. (2019). Implementasi Reduksi Noise Pada Citra Ultrasonografi (USG) Menggunakan Metode Mean Filter. Jurnal Pelita Informatika, 7(3), 433–435.
- [4] Imanuddin, I., Oktafian, R., & Munawir, M. (2019). Image Smoothing Menggunakan Metode Mean Filtering. JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science), 4(2), 57. <https://doi.org/10.31328/jointecs.v4i2.1007>
- [5] Nasution, I. F. (2021). Peningkatan kualitas citra dengan metode filter gaussian, mean dan median untuk reduksi noise pada citra ultrasonography. Skripsi.