

Analisis Perbandingan Algoritme Penghapusan *Noise* pada Citra *X-Ray* Paru - Paru

Jhonatan Laurensius Tjahjadi^a, Padmavati Darma Putri Tanuwijaya^b, Yosefina Finsensia Riti^{c*}

^{a,b,c} Informatika, Teknik, Universitas Katolik Darma Cendika, Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No.201, Surabaya, Jawa Timur. 60117. Indonesia

Informasi Naskah:

Diterima: 14 Juli 2023 / Direview: 21 Juli 2023/ Direvisi: 08 Agustus 2023 / Disetujui Terbit: 05 September 2023

DOI: <https://doi.org/10.33369/pseudocode.10.2.80-89>

*Korespondensi: yosefina.riti@ukdc.ac.id

Abstract

Pulmonary X-ray is a medical diagnostic method used to produce internal lung images. However, the X-ray process is often interrupted when capturing images, resulting in noisy image results. This condition diminishes the clarity of information contained in the lung X-ray images. Therefore, noise removal or denoising is essential. Denoising is a fundamental image processing technique aimed at improving image quality for optimal information transmission. This study applies denoising methods to 20 datasets of pulmonary X-ray images using Median, Mean, Gaussian, Bilateral, and Wiener filters, with Python and the OpenCV Library. Error measurement for noise filtering is conducted using Peak Signal-to-Noise Ratio and Mean Square Error methods. The research results show that the median filter stands out as an excellent denoising method, outperforming others with a Peak Signal-to-Noise Ratio of 37.6444 and a Mean Square Error of 11.3339 for Salt and Pepper Noise.

Keywords: Denoising; Filtering; MSE; PSNR; X-Ray

1. Pendahuluan

Perkembangan dalam teknologi digital semakin canggih dan sudah menjadi bagian tidak terpisahkan dari kehidupan manusia. Kini, informasi tidak hanya dapat disajikan melalui teks kertas akan tetapi juga melalui gambar, audio, dan bahkan video. Informasi merupakan hal yang sangat penting dan diperlukan keberadaannya, termasuk informasi yang terdapat pada sebuah citra [1]. Hal ini juga menjadi alasan perkembangan dalam bidang pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) [2]. Pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) adalah sebuah kedisiplinan ilmu pada sebuah proses mengolah citra. Citra yang dimaksud adalah sebuah gambar yang tidak bergerak (*photo*) dan gambar bergerak seperti tampilan dari *webcam*. Digital yang dimaksud disini merujuk pada pengolahan sebuah citra / gambar dilakukan secara digital menggunakan komputer [3].

Saat menangkap gambar atau citra dengan menggunakan *X-Ray* akan ada kemungkinan hasil yang dikeluarkan (*output*) dapat mengalami sebuah kerusakan maupun kesalahan seperti perbedaan intensitas cahaya, ilusi dan/atau variasi hasil kontras sehingga terjadi *noise* [4]. Derau (*noise*) adalah sebuah halangan pada sebuah citra berupa munculnya bintik-bintik yang disebabkan oleh kotoran atau gangguan yang menempel pada citra. Derau (*noise*) adalah titik-titik atau bintik-bintik yang muncul pada citra yang sebenarnya bukan termasuk dalam bagian dari citra tersebut, melainkan ikut tercampur pada citra tersebut [5]. Tipe dari sebuah derau atau *noise* harus diketahui sehingga dapat memilih metode yang paling cocok dan pas untuk mengurangi efek derau atau *noise* yang ditimbulkan [6]. Pengolahan segmen dalam citra ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dari citra yang

kualitasnya turun akibat adanya tambahan *noise* agar menjadi mirip dengan keadaan aslinya atau lebih optimal [7], dengan memaksimalkan kejelasan, ketajaman, dan detail pada citra untuk ekstraksi informasi dan analisis lebih lanjut [8]. Kerusakan maupun kesalahan seperti *noise* akan tampak pada sebuah citra *output* tergantung pada gangguan yang terjadi, terdapat berbagai jenis derau atau *noise* yang dapat mempengaruhi kualitas citra, seperti *salt and pepper*, *Gaussian*, *speckle*, dan sebagainya. Pengurangan *noise* pada citra (*image filtering*) adalah salah satu bagian dasar terpenting dalam pengolahan citra digital [9], karena kualitas citra sangat penting untuk operasi tingkat tinggi seperti segmentasi gambar atau deteksi objek [10]. Oleh sebab itu perlu adanya peningkatan mutu citra yaitu *image enhancement* sebagai salah satu metode utama yang sering digunakan untuk pemrosesan selanjutnya [11]. Proses pengurangan *noise* pada pengolahan citra disebut sebagai *denoising*, ada banyak metode *denoising* pada citra yang telah dikembangkan dalam literatur untuk segmentasi citra metalografi [12].

Terdapat metode *filtering* sebagai contohnya seperti *filter Median*, *Mean*, *Gaussian*, *Bilateral*, dan *Wiener*. *Median filter* telah digunakan pada beberapa penelitian pada penghapusan *noise*, diantaranya penelitian dilakukan oleh Muhammad Rizki Khilmawan, dkk [4] yaitu menggunakan *median filter* pada penghapusan *noise* pada citra tulang. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Nurul Fadillah, dkk [1] menggunakan *median filter* sebagai alat ukur keakuratan dalam pendeteksian *noise salt and pepper*. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh N I Gede Aris Gunadi, dkk [6] menggunakan *median filter* sebagai salah satu pembanding dari pengaruh penggunaan *filter* seperti *mean filter*, dan *Gaussian noise* terhadap derau atau *noise*. Penelitian terdahulu juga menggunakan *median filter* sebagai peningkatan akurasi terhadap klasifikasi motif

sasirangan yang diteliti oleh Tri Wahyu Qur'ana [13]. Penggunaan Mean *filter* telah digunakan pada beberapa penelitian tentang penghapusan *noise* atau derau, diantaranya penelitian dilakukan oleh I Gede Aris Gunadi, dkk [7] yaitu menggunakan Mean *filter* pada pengurangan *noise* pada citra grayscale kucing. Gaussian *filter* juga digunakan oleh beberapa peneliti dalam penghapusan *noise*. penelitian dilakukan oleh Muhammad Rizqi Khilmawan, dkk [4] untuk mengurangi *noise* pada sebuah citra tulang. Selain itu, Gaussian *filter* juga digunakan oleh beberapa peneliti untuk digunakan dalam penghapusan *noise* pada citra CCTV, diantaranya penelitian tersebut dilakukan oleh Gabriel Ekoputra H.C, dkk [3]. Bilateral *filter* digunakan oleh beberapa penelitian untuk penghapusan *noise* atau derau. beberapa penelitian tersebut dilakukan oleh Mona Pramita [5] untuk melakukan pengurangan pada *noise* pada citra MRI. selain itu bilateral *filter* juga digunakan oleh Ebru Aydogan Duman untuk memperbaiki citra yang memiliki *noise* dengan uji nonparametrik untuk memberikan batasan tepi [10]. Wiener *filter* juga digunakan oleh beberapa peneliti dalam penghapusan *noise*, seperti penelitian yang dilakukan oleh Lucky Indra Kesuma, dkk, membahas penggunaan wiener *filter* untuk memperbaiki citra X-Ray dada [14], wiener *filter* juga digunakan untuk *denoising* berbasis grafik berdasarkan frekuensi vertex yang dilakukan oleh peneliti Ali Can Yağcı, dkk [15], dan pada penelitian mengenai pemurnian sinyal video transmisi pseudo analogy menggunakan wiener *filtering* yang dilakukan oleh Wanning He, dkk [16].

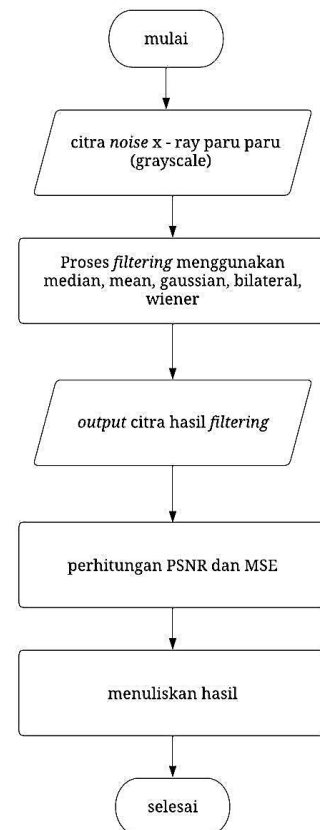
Berdasarkan dari studi literatur dari penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh I Gede Aris Gunadi, dkk [6], bahwa analisis perbandingan pada penghapusan *noise* pada sebuah citra burung yang telah diubah menjadi *grayscale* menggunakan median *filter*, mean *filter*, Gaussian *filter*, maximum *filter*, minimum *filter* sebagai algoritme pembandingnya. Akan tetapi penelitian tersebut tidak menggunakan bilateral *filter* dan wiener *filter* sebagai algoritme analisis perbandingan pada penghapusan *noise*. Sehingga pada penelitian ini akan menggunakan ke 5 variasi *filter* tersebut karena belum ada penelitian sebelumnya yang menganalisis perbandingan dan performa ke 5 *filter* tersebut pada 20 dataset citra X-Ray paru-paru, perbedaan ini juga memperkenalkan perbedaan dari karakteristik dari citra yang mungkin mempengaruhi performa dari *filter* yang diaplikasikan pada citra sehingga menghasilkan data yang lebih valid.

Dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan metode *denoising* yang cocok untuk memperbaiki *noise* yang ada pada sebuah citra X-Ray paru-paru untuk melakukan pengurangan *noise* yang menjadi syarat penting yang harus dilakukan sebelum tahap pemrosesan selanjutnya untuk menghasilkan informasi yang tepat.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dimulai dari mencari data citra yang akan digunakan sampel uji coba, lalu melakukan pengolahan data citra X-Ray paru-paru menggunakan median *filter*, mean *filter*, Gaussian *filter*, bilateral *filter*, dan wiener *filter* dengan menggunakan bahasa pemrograman Python dan library OpenCV, kemudian melakukan kalkulasi dengan PSNR untuk menunjukkan perbedaan nilai dari hasil *denoising* 3 citra yang

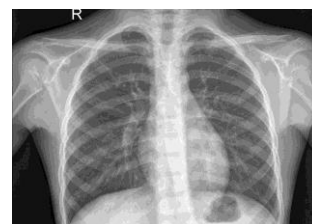
memiliki *noise* menggunakan *filter* yang berbeda beda. Proses pada penelitian ini juga bersifat eksperimental untuk menguji nilai dari *noise* pada citra untuk menghasilkan gambar yang lebih optimal, dimana gambaran prosesnya terdapat pada Gambar 1.



Gambar. 1. Diagram Alir Proses *Denoising*

2.1. Data Uji

Citra pada Gambar 2 yang digunakan dalam penelitian ini merupakan salah satu citra dari 20 dataset X-Ray paru-paru yang diperoleh dari database Kaggle [17].



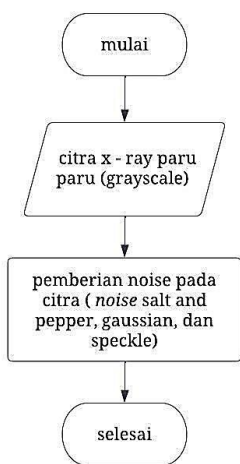
Gambar. 2. Citra Paru - Paru

Kehadiran dari sebuah *noise* atau derau ini tentu saja dapat mengurangi kualitas dari sebuah citra dan akan membuatnya sulit untuk mengambil informasi penting dari sebuah citra tersebut. Oleh karena itu, penghapusan derau atau *noise* sebuah citra menjadi sangat penting dalam pengolahan citra digital [5],[8].

Ada berbagai jenis *noise* seperti salt and pepper, Gaussian, speckle, poisson, eksponensial, gamma, rayleigh [7]. Dalam

jurnal ini, *noise* yang digunakan sebagai subjek uji coba dalam penelitian adalah salt and pepper yang merupakan tipe *noise* yang terjadi disebabkan oleh gangguan saat proses perolehan citra digital, yang menyebabkan munculnya titik - titik hitam putih dengan nilai piksel minimum / kecil pada citra [7]. Gaussian merupakan tipe *noise* yang menyebabkan gangguan berupa titik-titik putih dan tingkat kecerahan sehingga dapat mengurangi ketajaman atau blur pada citra [4]. Speckle merupakan tipe *noise* yang menyebabkan gangguan fluktuasi acak sehingga menghasilkan butiran abu-abu yang merata pada citra [18]

Pada citra X-Ray paru-paru dilakukan proses pengolahan citra dengan algoritme untuk menghasilkan citra X-Ray yang memiliki 3 jenis *noise*, yaitu salt and pepper *noise*, Gaussian *noise*, dan speckle *noise*.



Gambar. 3. Diagram Alir Proses Pemberian *Noise*

2.2. Kernel

Ukuran *kernel* dapat dipilih tanpa batas, tetapi ukuran *kernel* juga menjadi nilai pertimbangan untuk menghasilkan citra yang baik. Umumnya, ukuran *kernel* yang dipakai adalah 3x3, 5x5, dan 7x7 [19].

Dalam penelitian ini, citra *noise* X-Ray paru-paru menggunakan *kernel* 3x3 karena menghasilkan nilai PSNR yang tinggi dan nilai MSE yang rendah dibanding menggunakan *kernel* 5x5 atau 7x7.

2.3. Metode Filtering

Terdapat beberapa jenis *filter* yang dapat digunakan, seperti median *filter*, mean *filter*, Gaussian *filter*, bilateral *filter*, dan wiener *filter*.

1. Median Filter

Median *filter* disebut sebagai *filter* non-linear karena cara kerja penapis tidak termasuk didalam kategori dari proses konvolusi [1]. Pada *filter* median, suatu "window" memuat sejumlah *pixel* ganjil digeser titik demi titik pada seluruh daerah citra [13]. Pada penerapan median *filter* kedalam bahasa pemrograman Python, peneliti menggunakan library OpenCV.

2. Mean Filter

Mean Filter adalah *filter* dengan cara menghitung rata-rata nilai *pixel* pada setiap tahap proses konvolusi. Pada penerapan mean *filter* kedalam bahasa pemrograman python, peneliti menggunakan library numpy dan library OpenCV. Hasil dari nilai rata rata tersebut digunakan sebagai pengganti nilai *pixel* pada pusat *window* dari sebuah proses konvolusi [6], seperti yang terlihat pada Gambar 5.

130	20	40	50	120	130	20	40	50	120	130	20	40	50	120
10	50	60	40	40	10	50	60	40	40	10	44	60	40	40
30	20	40	30	70	30	20	40	30	70	30	20	40	30	70
70	70	50	20	10	70	70	50	20	10	70	70	50	20	10
100	80	50	80	30	100	80	50	80	30	100	80	50	80	30

$$(130+20+40+10+50+60+30+20+40)*1/9=44,44=44$$

Gambar. 5. Mekanisme Filter Mean

3. Gaussian Filter

Gaussian *filter* juga memiliki fungsi untuk menghasilkan garis tepi pada sebuah citra [9]. Gaussian menggunakan dua variabel yaitu Zero mean Gaussian, dinyatakan dengan Persamaan (2) [3]. Pada penerapan *filter* Gaussian kedalam bahasa pemrograman Python, peneliti menggunakan library OpenCV.

4. Bilateral Filter

Filter dengan metode bilateral adalah *filter* non-linear yang menitik beratkan kepada koefisien *filter* ke intensitas relatif dari *pixel* pada citra, *filter* ini diperkenalkan oleh Tomasi. Bilateral *filter* juga merupakan pengembangan dari konsep Gaussian *filter* dengan menitik beratkan koefisien *filter* dengan intensitas relatif *pixel*. Persamaan (3) pada *filter* bilateral mengembangkan dari konsep Gaussian *filter* [5]. Pada penerapan *filter* bilateral kedalam bahasa pemrograman Python kami menggunakan library OpenCV.

5. Wiener Filter

Filter dengan metode Wiener adalah *filter* yang memiliki linear domain spasial, dengan membandingkan estimasi pengaburan citra tanpa *noise* [14]. Formula dari wiener *filter* sendiri dapat diformulasikan seperti persamaan (4) [15]. Pada penerapan *filter* wiener kedalam bahasa pemrograman Python kami menggunakan library numpy dan library OpenCV.

2.4. Pengukuran menggunakan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) dan Mean Square Error (MSE)

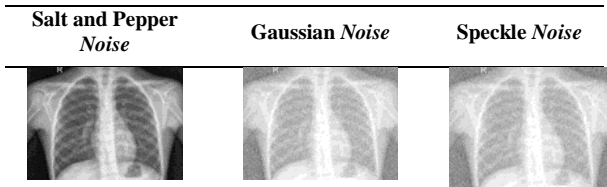
PSNR adalah turunan dari MSE, yaitu rasio pengukuran tingkat error dari perbandingan citra dari hasil *denoising*, semakin besar nilai PSNR yang dihasilkan maka kualitas dari *filter* semakin baik, dan semakin rendah PSNR nya maka hasil *denoising* kurang optimal. PSNR dihitung dengan nilai error rata-rata dari citra dengan menggunakan MSE [7]. Semakin kecil nilai MSE yang dihasilkan maka semakin dekat kesesuaian antara citra *denoising* dengan citra asli [21]. Dalam penelitian ini PSNR dan MSE digunakan untuk melakukan perbandingan terhadap hasil *filter* median, mean, Gaussian, bilateral, dan wiener.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penambahan *Noise*

Berikut Tabel 1 merupakan contoh hasil penambahan *noise* pada citra X-Ray.

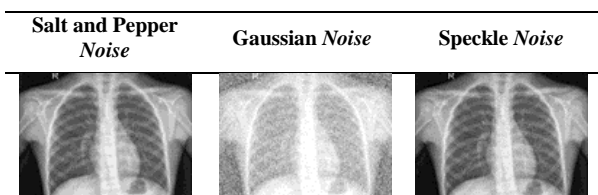
Tabel 1. Contoh Hasil Citra *Noise*



3.2. Hasil *Denoising*

Hasil *denoising* pada citra X-Ray terhadap salt and pepper *noise*, Gaussian *noise*, dan speckle *noise* dapat diukur menggunakan PSNR dan MSE untuk mengetahui seberapa baik metode median filter, mean filter, Gaussian filter, bilateral filter, dan wiener filter dalam melakukan *denoising* pada citra tersebut. Berikut Tabel 2 merupakan hasil *denoising* menggunakan metode Median.

Tabel 2. Contoh Hasil *Denoising* Median Filter



Tabel 2.1 merupakan hasil pengukuran dari 20 citra X-Ray paru-paru MSE dan PSNR dengan menggunakan median filter.

Tabel 2.1. Hasil Median Filter

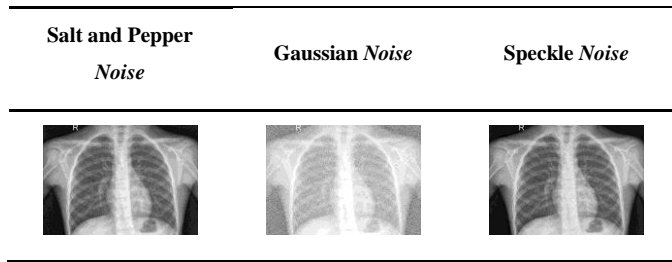
Median Filter			
No Citra X-ray	PSNR		
	Salt-and-Pepper Noise	Gaussian Noise	Speckle Noise
1	37.7783	30.0208	29.2505
2	38.6877	29.8722	29.4286
3	38.2406	29.7668	29.8985
4	38.604	29.7486	29.6842
5	38.5959	29.7952	29.4587
6	38.0169	29.7238	29.9214
7	37.6206	29.8141	29.3089
8	37.6697	29.7038	30.0361
9	37.7324	29.7947	29.6328

10	37.1403	29.7992	29.6183
11	37.2802	29.7053	29.8671
12	37.4642	29.8205	29.6134
13	36.8842	29.8905	29.2649
14	35.4923	30.0388	28.9763
15	37.5889	29.81443	29.5891
16	37.3403	29.7718	29.6128
17	37.2824	29.7976	29.5342
18	37.6906	29.7885	29.6433
19	37.8817	29.8002	29.5958
20	37.8976	29.6403	30.1212

No Citra X-ray	Median Filter		
	Salt-and-Pepper Noise	Gaussian Noise	Speckle Noise
1	10.8455	64.7137	29.2505
2	8.7695	66.9667	74.7681
3	9.7604	68.6123	66.5632
4	8.9676	68.9006	69.9287
5	8.9844	68.165	73.6567
6	10.2656	69.2941	66.2119
7	11.2467	67.8686	76.416
8	11.1201	69.6141	64.4866
9	10.9607	68.1728	70.7623
10	12.5619	68.1028	70.9985
11	12.1635	69.5951	67.0454
12	11.659	67.7685	71.0791
13	13.3248	66.6854	77.0183
14	18.3589	64.4465	82.3095
15	11.3290	67.865	71.4773
16	11.9963	68.5338	71.0882
17	12.1573	68.1265	72.2875
18	11.0667	68.27	70.5914
19	10.5903	68.0866	69.4722
20	10.5517	70.6404	63.2361

Berikut Tabel 3 merupakan hasil *denoising* menggunakan metode Mean

Tabel 3. Contoh Hasil *Denoising Mean Filter*



Tabel 3.1 merupakan hasil pengukuran 20 citra X-Ray paru-paru MSE dan PSNR dengan menggunakan mean filter.

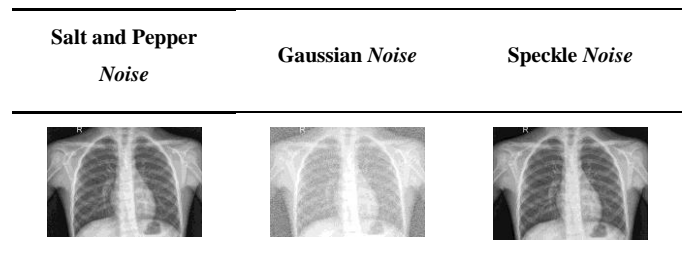
Tabel 3.1. Hasil Mean Filter

No Citra X.ray	Mean Filter		
	PSNR		
	Salt-and-Pepper Noise	Gaussian Noise	Speckle Noise
1	34.3584	27.7376	28.7845
2	34.7664	27.7386	28.9742
3	34.6712	27.6736	29.4631
4	34.87	27.73	29.22
5	34.7643	27.7369	28.9863
6	34.6247	27.6841	29.4763
7	34.3453	27.6429	28.8465
8	34.458	27.6364	29.6
9	34.4441	27.6764	29.1822
10	34.1505	27.6062	29.1691
11	34.3541	27.6711	29.4057
12	34.9852	27.7459	29.1455
13	33.9761	27.6381	28.8068
14	33.3327	27.8081	28.4727
15	34.4029	27.69	29.1307
16	34.396	27.7521	29.1419
17	34.2431	27.6506	29.0773
18	34.5027	27.7086	29.1901
19	34.5494	27.7503	29.2134
20	34.6438	27.6814	29.6787

No Citra X.ray	Mean Filter		
	MSE		
	Salt-and-Pepper Noise	Gaussian Noise	Speckle Noise
1	23.8364	109.4772	86.0252
2	21.7204	109.7802	82.4808
3	22.1679	111.1478	73.5834
4	21.1949	109.6394	77.8652
5	21.7111	109.5768	82.1457
6	22.4186	110.8343	73.3591
7	23.9083	111.8887	84.8077
8	23.2958	112.0561	71.2987
9	23.3712	111.0289	78.4976
10	25.0049	112.8437	78.7351
11	23.8598	111.1665	74.5614
12	23.6897	109.8682	79.1648
13	26.0298	112.0141	85.5848
14	30.1865	107.7138	92.43
15	23.5935	110.683	79.4351
16	23.6311	109.112	79.3339
17	24.4774	111.6908	80.4173
18	23.0576	110.2093	78.3562
19	22.811	109.1572	77.9368
20	22.3204	110.901	70.0188

Berikut Tabel 4 merupakan hasil denoising menggunakan metode Gaussian

Tabel 4. Contoh Hasil *Denoising Gaussian Filter*



Tabel 4.1 merupakan hasil pengukuran 20 citra X-Ray paru-paru MSE dan PSNR dengan menggunakan Gaussian filter.

Tabel 4.1. Hasil Gaussian *Filter*




Gaussian Filter			
No Citra X.ray	PSNR		
	Salt-and- Pepper Noise	Gaussian Noise	Speckle Noise
1	34.8827	27.7496	28.9327
2	35.2321	27.7309	29.1127
3	35.1385	27.6358	29.6493
4	35.2751	27.7333	29.3475
5	35.2327	27.7421	29.1108
6	35.0935	27.6602	29.6375
7	34.8266	27.6443	28.9787
8	34.9537	27.5966	29.7709
9	34.931	27.6671	29.3366
10	34.6514	27.5825	29.3293
11	34.8698	27.6511	29.5547
12	34.8729	27.7459	29.2909
13	34.5041	27.6313	28.9418
14	33.9309	27.8468	28.5963
15	34.8747	27.6811	29.2804
16	34.8712	27.7609	29.2632
17	34.7444	27.6385	29.2229
18	34.969	27.6982	29.3442
19	35.0201	27.7411	29.3523
20	35.1192	27.6545	29.8366

Gaussian Filter			
No Citra X.ray	MSE		
	Salt-and- Pepper Noise	Gaussian Noise	Speckle Noise
1	21.1258	109.1745	83.1396
2	19.4926	109.646	79.7639
3	19.9539	112.0722	70.4864
4	19.3004	109.5852	75.5668
5	19.4901	109.3627	79.7987
6	20.1243	111.4455	70.6861
7	21.4002	111.9634	82.2648
8	20.7832	113.0896	68.5468
9	20.8922	111.2682	75.7563

10	22.2812	113.4571	75.8844
11	21.1885	111.678	72.0465
12	21.1732	109.2685	76.5575
13	23.0501	112.1878	82.9668
14	26.3018	106.7577	89.8366
15	21.1645	110.9094	76.7426
16	21.1815	108.8894	77.0472
17	21.8091	112.0029	77.7656
18	20.7099	110.4749	75.6249
19	20.4676	109.3887	75.4831
20	20.0059	111.5923	67.5186

Berikut Tabel 5 merupakan hasil denoising menggunakan metode Bilateral

Tabel 5. Contoh Hasil *Denoising Bilateral Filter*

Salt and Pepper Noise	Gaussian Noise	Speckle Noise
		

Tabel 5.1 merupakan hasil pengukuran 20 citra X-Ray paru-paru MSE dan PSNR dengan menggunakan Bilateral filter.

Tabel 5.1. Hasil Bilateral *Filter*

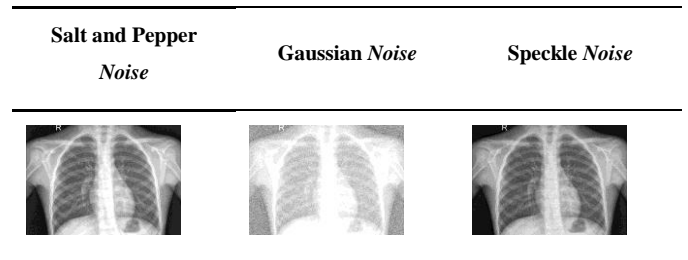
Bilateral Filter			
No Citra X.ray	PSNR		
	Salt-and- Pepper Noise	Gaussian Noise	Speckle Noise
1	36.5615	28.0709	28.8861
2	37.8117	28.0999	29.0807
3	37.1941	28.2661	29.5532
4	37.6903	28.1303	29.3267
5	37.7228	28.0622	29.1027
6	36.9936	28.216	29.5704
7	36.7867	27.9107	28.9567
8	36.7119	28.1958	29.6922
9	36.7757	28.1151	29.2874
10	36.2999	28.013	29.2743

11	36.3951	28.1356	29.5163
12	36.5505	28.1595	29.2524
13	36.0329	27.8852	28.9118
14	34.7028	27.9411	28.5905
15	36.6928	28.0978	29.2384
16	36.5498	28.1209	29.2543
17	36.3964	28.0164	29.1845
18	36.8168	28.1664	29.2933
19	36.9281	28.1781	29.3156
20	36.9811	28.2742	29.7789

Bilateral Filter			
No Citra X-ray	MSE		
	Salt-and-Pepper Noise	Gaussian Noise	Speckle Noise
1	14.3525	101.3888	84.0366
2	10.7625	100.7145	80.3547
3	12.4071	96.9334	72.071
4	11.0676	100.0119	75.9296
5	10.9851	101.5917	79.9491
6	12.9932	98.0583	71.7865
7	13.6274	105.1989	82.6824
8	13.8642	98.5138	69.8005
9	13.6618	100.3614	76.62
10	15.2435	102.4785	76.852
11	14.9133	99.8893	72.6851
12	14.389	99.3415	77.2391
13	16.2103	105.8175	83.5409
14	22.0191	104.4652	89.9559
15	13.9251	100.7621	77.4889
16	14.3915	100.2285	77.2055
17	14.9089	102.6683	78.4571
18	13.5332	99.1836	76.5157
19	13.1907	98.9178	76.1238
20	13.0307	96.7525	68.4215

Berikut Tabel 6 merupakan hasil *denoising* menggunakan metode Wiener.

Tabel 6. Contoh Hasil *Denoising* Wiener Filter



Tabel 6.1 merupakan hasil pengukuran 20 citra X-Ray paru-paru MSE dan PSNR dengan menggunakan Wiener filter.

Tabel 6.1. Hasil Wiener Filter

Wiener Filter			
No Citra X-ray	PSNR		
	Salt-and-Pepper Noise	Gaussian Noise	Speckle Noise
1	28.4641	28.2293	28.6731
2	28.5269	28.2636	28.853
3	29.2957	27.9701	29.2787
4	28.8026	28.2788	29.1045
5	28.5388	28.3575	28.8886
6	29.1688	28.0602	29.3204
7	28.4305	28.1682	28.7239
8	29.2731	27.8776	29.424
9	28.8627	28.1071	29.0395
10	28.8706	27.9147	29.008
11	29.029	28.0963	29.2773
12	28.8393	28.2401	29.0278
13	28.3721	28.0624	28.6764
14	28.1483	28.4803	28.4061
15	28.8189	28.1466	28.9978
16	28.7337	28.343	29.0389
17	28.703	28.1035	28.9392
18	28.9269	28.1745	29.0527
19	28.8951	28.2154	29.1081
20	29.3173	28.0291	29.5255

Wiener Filter			
No Citra X-ray	MSE		
	Salt-and-Pepper Noise	Gaussian Noise	Speckle Noise
1	92.6124	97.7576	88.2604

2	91.2839	96.9877	84.6794
3	76.4741	103.7691	76.773
4	85.5497	96.6487	79.9158
5	91.0328	94.9133	83.988
6	78.7408	101.6388	76.0391
7	93.3323	99.1429	87.2354
8	76.8732	106.0037	47.2474
9	84.4914	100.5482	81.1209
10	84.3383	105.1026	81.7115
11	81.3166	102.1997	76.7987
12	84.9472	97.5153	87.3395
13	94.5944	101.5883	88.11948
14	99.5983	92.2686	93.8586
15	85.3472	99.6374	81.9038
16	87.0381	95.2306	81.313
17	87.6555	100.6299	83.0152
18	83.2519	98.9999	80.8738
19	83.8627	98.0701	79.8499
20	76.0942	102.3691	72.5315

Berikut Tabel 7 merupakan hasil penilaian rata - rata PSNR

Tabel 7. Hasil Penilaian Rata - Rata PSNR

	Salt-and- Pepper- Noise	Gaussian Noise	Speckle Noise
Median Filter	37.6444	29.8053	29.6028
Mean Filter	34.4470	27.6979	29.1482
Gaussian Filter	34.8996	27.6895	28.2944
Bilateral Filter	36.7297	28.1027	29.2533
Wiener Filter	28.80087	28.1559	29.0117

Berikut Tabel 8 merupakan hasil penilaian rata - rata MSE.

Tabel 8. Hasil Penilaian Rata - Rata MSE

	Salt-and- Pepper- Noise	Gaussian Noise	Speckle Noise
Median Filter	11.3339	68.0214	68.9323
Mean Filter	23.6143	110.5394	79.3018
Gaussian Filter	21.0948	110.7107	76.6741
Bilateral Filter	13.9738	100.6638	77.3857
Wiener Filter	85.9217	99.5510	80.6287

Dari hasil pengujian Tabel 7, metode median filter mendapatkan nilai rata-rata PSNR paling unggul daripada metode lainnya. Pada citra *noise* salt and pepper, Gaussian, speckle 37.6444, 29.8053, dan 29.6028. Selanjutnya, pada Tabel 8 nilai rata-rata MSE 11.3339, 68.0214, dan 68.9323. Dengan demikian, maka dapat disimpulkan bahwa median filter memiliki kinerja terbaik dalam menghilangkan *noise* pada citra X-Ray paru-paru berdasarkan perbandingan nilai PSNR dan MSE. Tabel hasil penilaian rata rata tersebut menunjukkan bahwa median filter menghasilkan nilai PSNR terbesar dan nilai MSE terkecil dibandingkan dengan filter lainnya.

Hal ini menunjukkan bahwa median filter mampu mempertahankan kualitas citra dengan baik dan mengurangi distorsi yang disebabkan oleh *noise*. Selain itu, pada Tabel juga mencatat bahwa semakin besar nilai PSNR yang dihasilkan, maka semakin kecil nilai MSE. Ini menunjukkan hubungan yang erat antara kualitas citra yang dihasilkan dan tingkat distorsi yang ada, akan tetapi pada hasil visual dari median filter pada citra Gaussian *noise* menghasilkan visual yang lebih sulit terbaca karena *noise* yang semakin kontras dari citra awal.

Oleh karena itu, median filter dengan nilai PSNR yang tinggi dan MSE yang rendah dapat dianggap sebagai pilihan ideal dalam menghilangkan *noise* pada citra X-Ray paru-paru. Terdapat validasi oleh penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nurul Fadillah dan Chicha Rizka Gunawan yang menunjukkan bahwa median filter sangat baik untuk menghilangkan *noise* salt and pepper pada sebuah citra [1]. Selain itu penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Muhammad Rizqi Khilmawan, dkk [4] menunjukkan bahwa median filter dapat mengurangi Gaussian *noise* dengan cara yang lebih baik dari pada Gaussian filter. Akan tetapi pada jurnal yang dilakukan oleh I Gede Aris Gunadi, dkk [6] menunjukkan bahwa mean filter memiliki hasil yang baik pada saat digunakan pada *noise* Gaussian, salt & peppers dan speckle serta memiliki nilai MSE yang sangat baik dibandingkan penelitian kami, karena memiliki sumber citra yang memiliki karakteristik yang berbeda, dan memiliki tingkat *noise* yang berbeda. akan tetapi nilai PSNR pada median filter penelitian kami, memiliki nilai lebih tinggi dan

lebih baik pada hasil PSNR dari pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh I Gede Aris Gunadi, dkk [6]. Dalam jurnalnya, Tri Wahyu Qur'ana [13] menyebutkan penggunaan median filter merupakan pilihan yang ideal karena memiliki persentase akurasi klasifikasi citra yang lebih tinggi, sesuai dengan hasil pada penelitian kami. Namun, dengan catatan jika penelitian kami membandingkan metode filtering untuk menghapus *noise* pada citra X-Ray paru-paru, sedangkan pada jurnal Tri Wahyu Qur'ana merupakan klasifikasi motif sasirangan sehingga memiliki jumlah *noise* pada citra yang lebih sedikit dan tidak menghitung PSNR dan MSE pada hasil citra. Selanjutnya, pada penelitian yang dilakukan oleh Lucky Indra Kesuma, dkk [14], pada hasil median filter memiliki nilai PSNR dan MSE lebih tinggi. Kemudian, penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Haruno Sajati [20] juga menyimpulkan bahwa median filter memiliki hasil yang tidak menyebabkan citra menjadi kabur saat dilakukan 15 kali pemrosesan terhadap pada citra dengan *noise salt and pepper*. Pada penelitian sebelumnya, terdapat keterbatasan pada jumlah data uji yang tersedia, dimana jumlah data uji yang digunakan masih terbilang sedikit. Pada penelitian kami menggunakan 20 citra X-Ray paru-paru, sehingga menghasilkan data yang lebih akurat.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari literasi [1] dan pengujian terhadap penghapusan *noise* pada citra X-Ray paru-paru dapat ditarik kesimpulan bahwa metode median filter merupakan pilihan paling ideal untuk menghilangkan *noise*. Pada citra yang memiliki *noise salt and pepper*, Gaussian, dan speckle dengan nilai rata-rata PSNR dari median filter 37.6444 pada citra *noise Salt and Pepper*, 29.8053 pada *noise Gaussian*, dan 29.6028 pada *noise speckle*. dan nilai MSE 11.3339 pada *noise Salt and Pepper*, 68.0214 pada *noise Gaussian*, dan 68.9323 pada *noise speckle*. perbaikan kualitas pada citra X-Ray paru-paru, tenaga medis akan lebih mudah dan akurat dalam mendiagnosis dan mengevaluasi kondisi paru-paru pasien. Citra X-Ray paru-paru yang bebas dari *noise* atau distorsi akan memberikan informasi yang lebih jelas dan detail tentang struktur dan kondisi dari paru-paru itu sendiri, sehingga dapat memudahkan tenaga medis dalam mengidentifikasi masalah kesehatan pada tubuh pasien serta memudahkan saat mengambil keputusan dalam rencana penanganannya. Namun, meskipun median filter memiliki performa yang baik dalam menghilangkan *noise*, pada hasil citra dengan *noise Gaussian*, meskipun nilai PSNR yang dihasilkan lebih tinggi daripada filter lainnya, citra dapat terlihat secara visual memiliki *noise* yang lebih kontras daripada dengan metode filtering lainnya, oleh karena itu, dalam memilih metode penghapusan *noise*, perlu adanya pertimbangan kembali dari tipe *noise* pada citra dan metode yang digunakan, serta tujuan penggunaan citra tersebut.

Referensi

1. N. Fadillah and C. R. Gunawan, "Mendeteksi Keakuratan Metode *Noise Salt and Pepper* Dengan Median Filter," J. Inform., vol. 6, no. 1, pp. 91–95, 2019, doi: 10.31311/ji.v6i1.5439.
2. J. Jumadi, Y. Yupianti, and D. Sartika, "Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Objek Menggunakan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering," JST (Jurnal Sains dan Teknol., vol. 10, no. 2, pp. 148–156, 2021, doi: 10.23887/jstundiksha.v10i2.33636.
3. G. Ekoputra, "Penghapusan *Noise* Pada Citra Kamera CCTV Menggunakan Metode Gaussian Filter," Pros. Annu. Res. Semin., vol. 5, no. 1, pp. 978–979, 2019.
4. M. R. Khilmawan and A. A. Riadi, "Implementasi Pengurangan *Noise* Pada Citra Tulang Menggunakan Metode Median Filter Dan Gaussian Filter," JIPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform., vol. 3, no. 2, pp. 116–121, 2018, doi: 10.29100/jipi.v3i2.865.
5. M. Pramita, "Implementasi Metode Bilateral Filter Untuk Mengurangi Derau Pada Citra Magnetic Resonance Imaging (MRI)," J. Inf. dan Teknol. Ilm., vol. 7, no. 3, pp. 259–263, 2020.
6. I. G. A. Gunadi, "Analisis Perbandingan Metode Filter Mean, Median, Maximum, Minimum, Dan Gaussian Terhadap Reduksi *Noise Gaussian*, Salt&Paper, Speckle, Poisson, Dan Localvar," J. Ilm. SINUS, vol. 17, no. 1, p. 15, 2019, doi: 10.30646/sinus.v17i1.392.
7. I. G. A. Gunadi, I. G. A. Wicaksana, M. R. Dwija, and I. P. A. S. Putra, "Jurnal Ilmu Komputer Indonesia (JIK) Vol : 5 , No . 2 , November ISSN (Print) : 2615-2703 , ISSN (Online) : 2615-2711 Pengurangan *Noise* Pada Citra Digital Menggunakan Filter Aritmatik Mean , Harmonik Mean , Gaussian , Max , Min , Dan Jurnal Ilmu Kompu," no. 2, pp. 34–44, 2020.
8. K. S. Rani and D. N. Rao, "A Comparative Study of Various *Noise* Removal Techniques Using Filters," J. Eng. Technol., vol. 7, no. 2, p. 6, 2018.
9. H. Rahman1 and K. Kunci-Banjir, "*Noise* Removal Pada Citra Digital Menggunakan Metode Gaussian filter," Pros. Annu. Res. Semin., vol. 5, no. 1, pp. 978–979, 2019, [Online]. Available: <http://www.seminar.ilkom.unsri.ac.id/index.php/ars/article/view/2130>
10. E. AYDOGAN DUMAN, "An Edge Preserving Image Denoising Framework Based on Statistical Edge Detection and Bilateral Filter," Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilim. Enstitüsü Derg., vol. 12, no. 1, pp. 519–531, 2021, doi: 10.29048/makufebed.1029276.
11. M. Nurachman, A. L. Prasasti, and ..., "Implementasi *Noise* Removal Dan Image Enhancement Pada Gambar Berkabut," eProceedings ..., no. 2009, 2020, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/12903>
12. R. Kumar, C. Shao, and P. Kaur, "An improved adaptive weighted mean filtering approach for metallographic image processing," J. Intell. Syst., vol. 30, no. 1, pp. 470–478, 2021, doi: 10.1515/jisys-2020-0080.
13. T. W. Qur'ana, "Perbaikan Citra Menggunakan Median Filter Untuk Meningkatkan Akurasi Pada Klasifikasi Motif Sasirangan," Technol. J. Ilm., vol. 9, no. 4, p. 270, 2018, doi: 10.31602/tji.v9i4.1543.
14. L. I. Kesuma, E. Ermatita, E. Erwin, P. Sari, and R. H. Purabaya, "Improved Chest X-Ray Image Quality Using Median and Gaussian Filter Methods," Proc. - 4th Int. Conf. Informatics, Multimedia, Cyber Inf. Syst. ICIMCIS 2022, pp. 287–292, 2022, doi: 10.1109/ICIMCIS56303.2022.10017590.
15. A. C. Yagan and M. T. Ozgen, "Spectral Graph Based Vertex-Frequency Wiener Filtering for Image and Graph Signal Denoising," IEEE Trans. Signal Inf. Process. over Networks, vol. 6, pp. 226–240, 2020, doi: 10.1109/TSIPN.2020.2976704.
16. W. He, X. L. Huang, and P. Li, "The Wiener Filter-Based Adaptive Denoising for Pseudo Analogy Video Transmission," IEEE Access, vol. 10, pp. 52760–52770, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3175511.

17. "Chest X-Ray Images (Pneumonia) | Kaggle." <https://www.kaggle.com/datasets/paultimothymooney/chest-xray-pneumonia> (accessed May 18, 2023).
18. D. Prasetyo and A. A. Riadi, "Analisa Komparasi Teknik Reduksi *Noise* Pada Citra," *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.,* vol. 3, no. 2, pp. 109–115, 2018, doi: 10.29100/jipi.v3i2.858.
19. M. Ghofur and T. Wan Sen, "Combining Super Resolution Algorithm (Gaussian Denoising and Kernel Blurring) and Compare with Camera Super Resolution," *JISA(Jurnal Inform. dan Sains),* vol. 4, no. 2, pp. 107–111, 2021, doi: 10.31326/jisa.v4i2.914.
20. H. Sajati, "Analisis kualitas perbaikan citra menggunakan metode median filter dengan penyeleksian nilai," *J. Ilm. Bid. Teknol.,* vol. x, no. 1, pp. 41–48, 2016.
21. Y. Triyani, "Perbandingan Teknik Reduksi Derau Speckle Pada Citra Ultrasonografi Payudara," *J. Elektro dan Mesin Terap.,* vol. 4, no. 2, pp. 27–36, 2018, doi: 10.35143/elementer.v4i2.2409.