

PEMBERSIHAN NOISE CITRA RESTORASI FOTO HITAM PUTIH PADA PEWARNAAN CITRA OTOMATIS MENGGUNAKAN GRAYSCALE GAUSSIAN FILTER

Regi Saputra Utama¹, Ardi Wijaya², Yovi Apridiansyah³, Anisya Sonita⁴
regisaputrautamaa@gmail.com¹, ardiwijaya@umb.ac.id², yoviapridiansyah@umb.ac.id³,
anisyasonita@umb.ac.id⁴

Universitas Muhammadiyah Bengkulu

ABSTRAK

Pengolahan citra memiliki peran penting dalam teknologi informasi, terutama dalam pengiriman, penyimpanan, dan pemrosesan data visual. Namun, citra sering mengalami degradasi kualitas akibat noise, kurangnya ketajaman, atau efek kabur yang disebabkan oleh faktor lingkungan maupun keterbatasan perangkat. Noise pada citra dapat mengurangi kualitas visual dan menghambat proses analisis lebih lanjut, terutama dalam restorasi foto hitam putih yang akan diwarnai secara otomatis. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini menggunakan metode Gaussian Filter, yang berfungsi untuk mereduksi noise dan meningkatkan kualitas citra grayscale sebelum dilakukan pewarnaan otomatis. Diharapkan metode ini mampu menghasilkan citra yang lebih bersih, sehingga proses pewarnaan dapat berjalan dengan optimal. Selain itu, pengujian metode ini dilakukan menggunakan berbagai perangkat keras dan lunak guna memastikan efektivitasnya dalam berbagai kondisi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan Gaussian Filter efektif dalam meningkatkan kualitas citra dan memberikan kontribusi dalam bidang pengolahan citra.

Kata Kunci: Citra, Noise, Citra Grayscale, Gaussian Filter.

ABSTRACT

Image processing has an important role in information technology, especially in the transmission, storage, and processing of visual data. However, images often suffer from degradation in quality due to noise, lack of sharpness, or blurring effects caused by environmental factors or device limitations. Noise in the image can reduce visual quality and hinder further analysis, especially in the restoration of black and white photos that will be automatically colored. To overcome this problem, this study uses the Gaussian Filter method, which functions to reduce noise and improve the quality of grayscale images before automatic coloring. It is hoped that this method will be able to produce a cleaner image, so that the coloring process can run optimally. In addition, testing of this method is carried out using various hardware and software to ensure its effectiveness under various conditions. The result of this study show that the use of Gaussian Filter is effective in improving image quality and contributing to the field of image processing.

Keywords: Image, Noise, Grayscale Imagery, Gaussian Filter.

PENDAHULUAN

Pengolahan citra memiliki peran yang penting dalam bidang teknologi informasi, terutama dalam pengiriman, penyimpanan, dan pemrosesan visual. Namun, citra yang sering mengalami penurunan atau degradasi kualitas sering kali dimodifikasi oleh pengguna, misalnya citra mengandung cacat, terkena noise, ketajaman yang kurang, atau kabur. Tujuan pengolahan citra adalah untuk meningkatkan kualitas citra menjadi lebih baik dengan meningkatkan pemrosesan dalam citra. Meskipun citra mengandung banyak informasi, tetapi kualitas citra seringkali menurun, yang dapat disebabkan oleh adanya noise, kontras warna yang berlebihan, ketajaman yang rendah, atau kabur. Hal ini tentu menyulitkan presentasi citra dikarenakan berkurangnya informasi yang tersampaikan. Untuk memudahkan presentasi citra yang terganggu, perlu dilakukan manipulasi agar citra tersebut menjadi lebih berkualitas, salah satunya melalui pengolahan citra (Zanuar et al.,

2022).

Noise pada citra adalah gangguan yang dapat menurunkan kualitas visual serta detail informasi yang terdapat dalam citra tersebut. Noise, atau derau, dapat disebabkan oleh banyak faktor, seperti ketidakfokusan kamera atau munculnya bintik-bintik yang mungkin terjadi karena proses pengambilan gambar yang kurang sempurna. Noise disebut sebagai setiap gangguan yang terjadi pada citra. Selain itu, noise pada citra disebabkan tidak hanya oleh kesalahan dalam proses pengambilan gambar, tetapi juga dapat disebabkan oleh kotoran yang menempel pada citra, yang juga dikenal sebagai Random Error pada citra tersebut (Yasir et al., 2023). Teknik reduksi noise merupakan salah satu bagian dari perbaikan kualitas citra yang bertujuan untuk mengurangi dan menghapus noise pada suatu citra

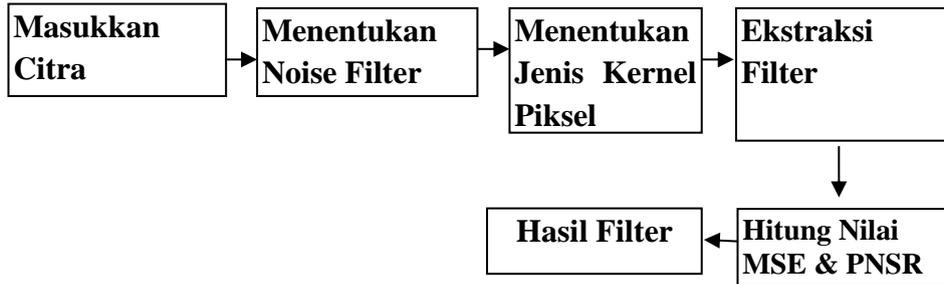
Noise dapat diminimalkan melalui metode pemfilteran citra. Pemfilteran citra adalah proses yang bertujuan untuk mengganti nilai dari suatu piksel dalam citra. Tujuan dari pemfilteran dalam pengolahan citra adalah untuk memilih nilai piksel tertentu agar lebih jelas dibandingkan dengan citra aslinya. Gaussian Filter adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk meminimalkan noise pada citra. Gaussian filter adalah jenis filter untuk mengatur warna transisi yang penting dalam sebuah gambar, kemudian menghasilkan warna-warna peralihan untuk memberikan efek lembut pada tepi gambar. Gaussian filter merupakan salah satu filter yang memanfaatkan algoritma matematika untuk menghasilkan efek fokus otomatis dalam mengurangi noise (Fauzi, 2022).

Pembersihan citra yang terpengaruh oleh derau merupakan aspek krusial dalam restorasi citra. Restorasi citra adalah mekanisme yang bertujuan untuk mengembalikan citra yang kualitasnya menurun dikarenakan adanya noise tambahan supaya dapat menyerupai kondisi aslinya (Gunadi et al., 2020). Salah satu metode dalam restorasi foto hitam putih adalah dengan menerapkan teknik pewarnaan otomatis. Teknik ini mengkonversi citra hitam putih menjadi citra berwarna dengan memanfaatkan model pembelajaran mesin atau algoritma tertentu. Pewarnaan citra merupakan proses yang menambahkan warna pada citra grayscale, yang memungkinkan perbaikan citra dilakukan dengan cepat dan tanpa memerlukan keahlian khusus (Ricky, 2022). Citra grayscale juga sering kali disebut sebagai citra bergradasi abu-abu. Citra grayscale adalah citra digital yang pada setiap pikselnya mempunyai satu nilai kanal, dengan kata lain bagian Merah, Hijau, Biru mempunyai nilai yang identik (Susanto, 2019). Citra grayscale hanya menggambarkan bentuk suatu objek, karena citra ini hanya menampilkan visualisasi dalam warna hitam dan putih (Sipan et al., 2021).

Pewarnaan citra adalah proses menambahkan warna pada citra grayscale. Pewarnaan citra merupakan proses yang cukup sederhana untuk imajinasi manusia, kita hanya perlu mengingat bahwa langit berwarna biru dan rumput berwarna hijau, sementara untuk objek lainnya pikiran bebas berimajinasi dengan warna yang masuk akal (Ricky & Al Rivian, 2022). Pewarnaan citra otomatis merupakan proses yang semakin populer, di mana citra hitam putih diubah menjadi citra berwarna dengan menggunakan algoritma tertentu. Namun, jika citra hitam putih yang akan diwarnai mengandung noise, hasil pewarnaan dapat menjadi tidak akurat dan tidak memuaskan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pembersihan noise sebelum proses pewarnaan.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, penulis ingin mengangkat judul **“Pembersihan Noise Citra Restorasi Foto Hitam Putih Pada Pewarnaan Citra Otomatis Menggunakan Grayscale Gaussian Filter”**.

METODE PENELITIAN



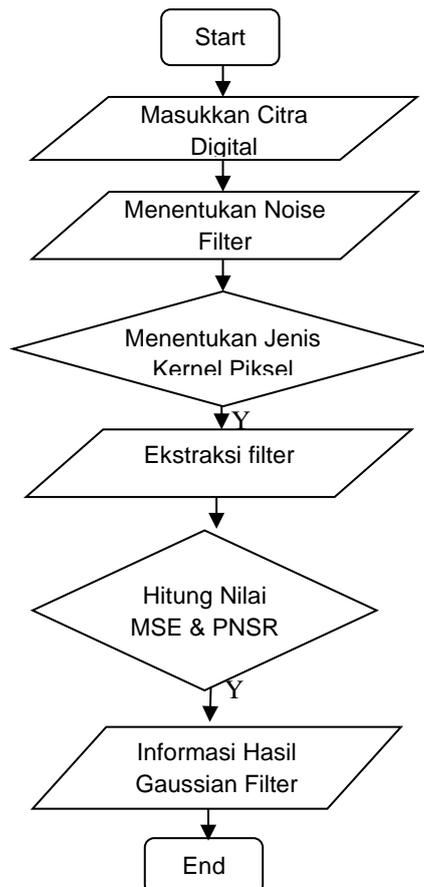
Gambar 1. Diagram Penelitian

Berdasarkan gambar 1. diatas, adapun penjelasan dari pembersihan noise citra restorasi foto hitam putih pada pewarnaan citra otomatis menggunakan grayscale gaussian filter dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memasukkan citra, merupakan pemilihan file gambar.
2. Menentukan noise filter.
3. Menentukan jenis kernel piksel, dalam penelitian ini jenis kernel yang digunakan adalah 3 x 3.
4. Ekstraksi filter untuk mendapatkan nilai MSE & PNSR serta hasil restorasi citra.
5. Hitung nilai MSE & PNSR.
6. Hasil filter yang didapatkan setelah ekstraksi filter.

a. Flowchart

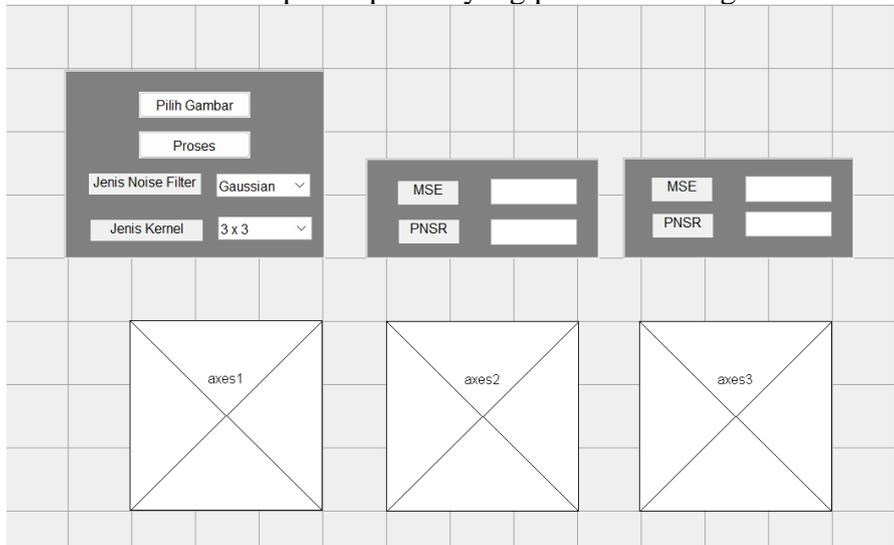
Adapun flowchart sistem dari metode ini dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Sistem

b. Rancangan Interface

Adapun dalam melakukan pembersihan noise citra restorasi foto hitam putih pada pewarnaan citra otomatis menggunakan grayscale gaussian filter menggunakan Matlab penulis. Berikut ini rencana tampilan aplikasi yang penulis rancang:



Gambar 3. Rancangan Tampilan Aplikasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Sistem

Hasil penelitian pembersihan noise citra restorasi foto hitam putih pada pewarnaan citra otomatis menggunakan grayscale gaussian filter ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam membuat aplikasi menggunakan Matlab R2021a.
2. Data penelitian mengambil foto 5 hitam putih, sehingga dalam pembersihan noise citra dapat diperbaiki kualitas citra tersebut dengan cara filtering.
3. Dalam penelitian ini mendapatkan bahwa Gaussian Filter berhasil untuk mengurangi noise yang terkandung pada citra.
4. Dalam penelitian ini menunjukkan nilai MSE pada citra hasil restorasi lebih rendah dari citra yang terkontaminasi noise yang berarti semakin rendah kesalahan yang diakibatkan oleh noise. Sedangkan nilai PNSR pada citra hasil restorasi lebih tinggi dari citra yang terkontaminasi noise menunjukkan semakin baik kualitas citra yang dihasilkan setelah terkena noise.

Pembahasan Sistem

Alur pembersihan noise citra restorasi foto hitam putih pada pewarnaan citra otomatis menggunakan grayscale gaussian filter sebagai berikut :

1. Proses Pengambilan Gambar

Langkah pertama yang dilakukan oleh peneliti adalah proses pengambilan gambar citra objek yang dilakukan dengan kamera handphone. Setelah selesai citra objek diambil baru kemudian bisa dilakukan proses pengujian.

2. Mean Square Error (MSE)

Nilai MSE adalah rata-rata dari kesalahan kuadrat antara citra asli dan citra yang telah dimanipulasi. Dalam konteks steganografi, MSE mengukur kesalahan kuadrat rata-rata antara citra asli (cover image) dan citra yang telah disisipkan informasi (stego-image).

3. Peak Signal to Noise Ratio (PNSR)

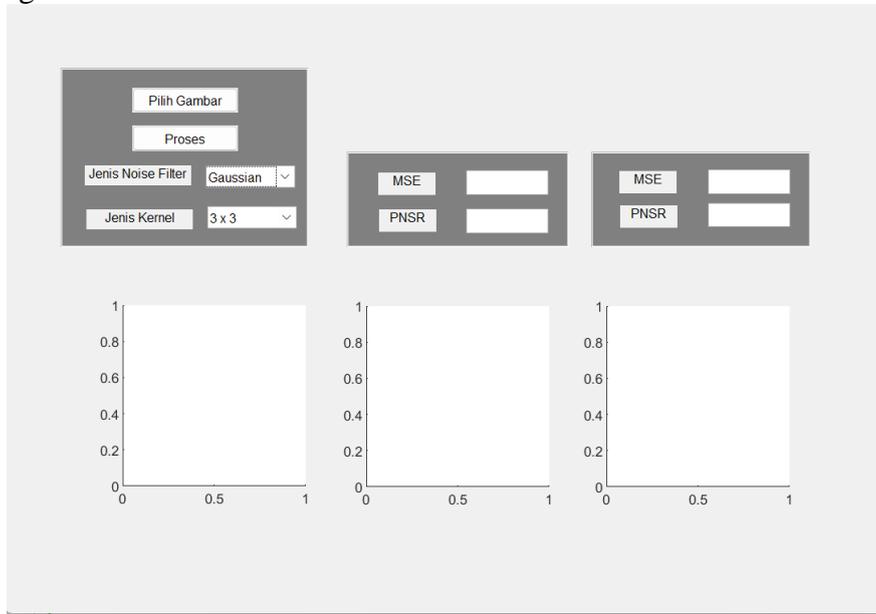
Perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang dihitung dan tingkat kebisingan yang mempengaruhi sinyal tersebut. Setelah nilai MSE diperoleh, kemudian dapat menilai

seberapa mirip gambar rekonstruksi dengan gambar aslinya.

Adapun tampilan pembersihan noise citra restorasi foto hitam putih pada pewarnaan citra otomatis menggunakan grayscale gaussian filter adalah sebagai berikut :

a. Tampilan Utama

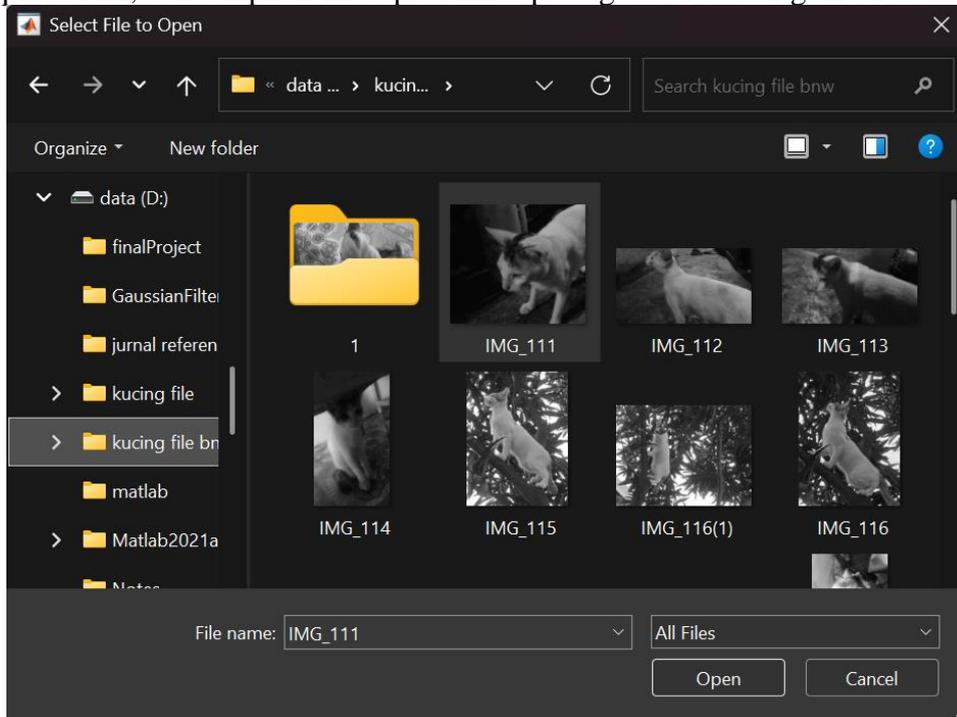
Tampilan utama adalah tampilan layar awal dari aplikasi ini, dan tampilan ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Utama

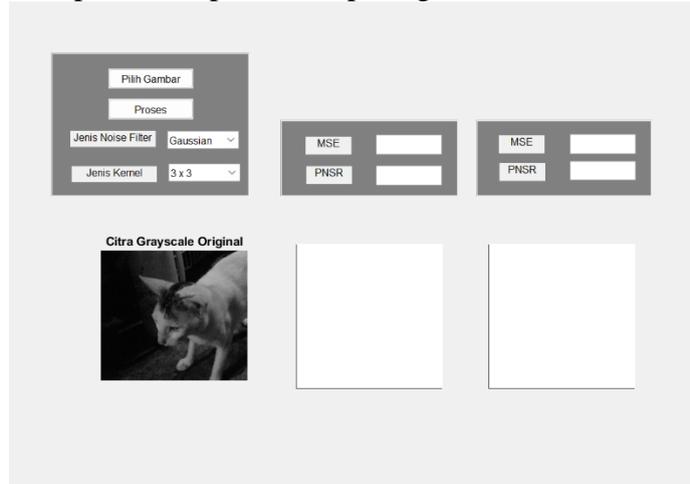
b. Tampilan Open File

Tampilan open file adalah tampilan layar yang digunakan untuk memilih gambar dalam aplikasi ini, dan tampilan ini dapat dilihat pada gambar 5. dan gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Open File

Berdasarkan tampilan open file dapat dilihat pada gambar 7. dibawah ini



Gambar 7. Tampilan Pada Aplikasi

c. Tampilan Proses

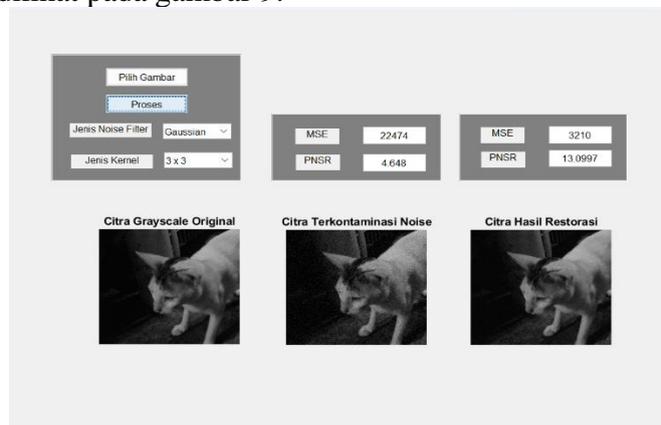
Tampilan grayscale adalah tampilan layar yang digunakan untuk mencari nilai citra dengan ukuran 3x3 menggunakan matriks $(-1,0,1; -1,0,1; -1,0,1)$. Tampilan grayscale dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Proses

d. Tampilan Hasil

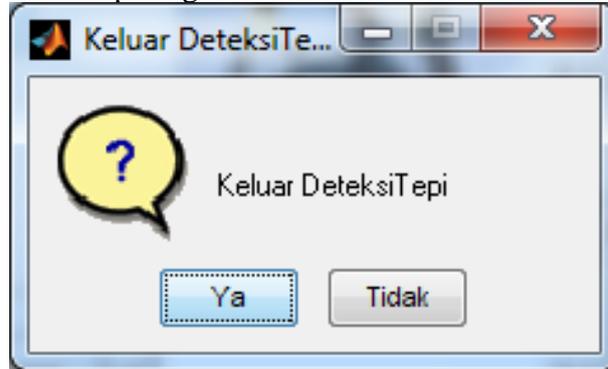
Tampilan hasil adalah tampilan layar yang menampilkan output dari aplikasi ini , dan tampilan ini dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Hasil

e. Tampilan Keluar

Tampilan keluar adalah tampilan layar yang digunakan untuk menutup aplikasi ini, dan tampilan ini dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Keluar

Pengujian Sistem

Berdasarkan hasil pengujian sistem baru ini, maka penulis menyimpulkan bahwa aplikasi pembersihan noise pada restorasi foto hitam putih dengan pewarnaan otomatis menggunakan grayscale gaussian filter dapat menganalisis dan membandingkan citra digital dengan baik. Adapun hasil pengujiannya adalah sebagai berikut:

No	Proses Pengujian Citra		Nilai MSE & PNSR								
	Sebelum	Sesudah									
1.	<p>Citra Terkontaminasi Noise</p> 	<p>Citra Hasil Restorasi</p> 	<table border="1"> <tr> <td>MSE</td> <td>22474</td> <td>MSE</td> <td>3210</td> </tr> <tr> <td>PNSR</td> <td>4.648</td> <td>PNSR</td> <td>13.0997</td> </tr> </table>	MSE	22474	MSE	3210	PNSR	4.648	PNSR	13.0997
MSE	22474	MSE	3210								
PNSR	4.648	PNSR	13.0997								
2.	<p>Citra Terkontaminasi Noise</p> 	<p>Citra Hasil Restorasi</p> 	<table border="1"> <tr> <td>MSE</td> <td>28355.3</td> <td>MSE</td> <td>4761.64</td> </tr> <tr> <td>PNSR</td> <td>3.63845</td> <td>PNSR</td> <td>11.3872</td> </tr> </table>	MSE	28355.3	MSE	4761.64	PNSR	3.63845	PNSR	11.3872
MSE	28355.3	MSE	4761.64								
PNSR	3.63845	PNSR	11.3872								
3.	<p>Citra Terkontaminasi Noise</p> 	<p>Citra Hasil Restorasi</p> 	<table border="1"> <tr> <td>MSE</td> <td>27742</td> <td>MSE</td> <td>4594.71</td> </tr> <tr> <td>PNSR</td> <td>3.73342</td> <td>PNSR</td> <td>11.5422</td> </tr> </table>	MSE	27742	MSE	4594.71	PNSR	3.73342	PNSR	11.5422
MSE	27742	MSE	4594.71								
PNSR	3.73342	PNSR	11.5422								
4.			<table border="1"> <tr> <td>MSE</td> <td>19054.4</td> <td>MSE</td> <td>10215.6</td> </tr> <tr> <td>PNSR</td> <td>5.36484</td> <td>PNSR</td> <td>8.07215</td> </tr> </table>	MSE	19054.4	MSE	10215.6	PNSR	5.36484	PNSR	8.07215
MSE	19054.4	MSE	10215.6								
PNSR	5.36484	PNSR	8.07215								

No	Proses Pengujian Citra		Nilai MSE & PNSR								
	Sebelum	Sesudah									
	Citra Terkontaminasi Noise 	Citra Hasil Restorasi 									
5.	Citra Terkontaminasi Noise 	Citra Hasil Restorasi 	<table border="1"> <tr> <td>MSE</td> <td>29221</td> <td>MSE</td> <td>6759.31</td> </tr> <tr> <td>PNSR</td> <td>3.50785</td> <td>PNSR</td> <td>9.86578</td> </tr> </table>	MSE	29221	MSE	6759.31	PNSR	3.50785	PNSR	9.86578
MSE	29221	MSE	6759.31								
PNSR	3.50785	PNSR	9.86578								

Berdasarkan 5 pengujian yang dilakukan, metode grayscale melakukan citra digital yang baik berdasarkan kompresi ukuran file melakukan kompresi dengan deteksi tepi yang cukup jelas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan pengujian dapat diambil kesimpulan bahwa pembersihan noise citra restorasi foto hitam putih pada pewarnaan citra otomatis menggunakan grayscale gaussian filter, antara lain:

1. Dalam membuat aplikasi menggunakan Matlab R2021a.
2. Data penelitian mengambil foto 5 hitam putih, sehingga dalam pembersihan noise citra dapat diperbaiki kualitas citra tersebut dengan cara filtering.
3. Dalam penelitian ini didapati bahwa Gaussian Filter berhasil untuk dapat mengurangi noise yang terkandung pada citra.
4. Dalam penelitian ini menunjukkan nilai MSE pada citra hasil restorasi lebih rendah dari citra yang terkontaminasi noise yang berarti semakin rendah nilai kesalahan yang diakibatkan oleh noise. Sedangkan nilai PNSR pada citra hasil restorasi lebih tinggi dari citra yang terkontaminasi noise menunjukkan semakin baik kualitas citra yang dihasilkan setelah terkena noise.
5. Ekstensi File berekstensi *.JPG dikarenakan bersifat gambar.

Saran

Dari kesimpulan diatas, ada beberapa saran agar penelitian perlu dikembangkan lagi antara lain :

1. Mencoba banyak metode lainnya sehingga dapat mengetahui segmentasi yang lebih baik lagi untuk memproses hasil citra digital.
2. Pengujian aplikasi sebaiknya menggunakan piranti pengujian yang lebih banyak lagi, sehingga baik perangkat keras dan perangkat lunak dapat lebih baik lagi..

DAFTAR PUSTAKA

- Devi, P. A. R., & Rosyid, H. (2022). Pemaparan Materi Dasar Pengolahan Citra Digital untuk Upgrade Wawasan Siswa di SMK Dharma Wanita Gresik. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 2(4), 1259–1264. <https://doi.org/10.54082/jamsi.405>
- Efran, F. A. P., Khairil, & Jumadi, J. (2022). Implementasi Metode K-Means Clustering Pada Segmentasi Citra Digital. *Jurnal Media Infotama*, 18(2), 291–301.

- Fadillah, N., & Gunawan, C. R. (2019). Mendeteksi Keakuratan Metode Noise Salt and Pepper Dengan Median Filter. *Jurnal Informatika*, 6(1), 91–95. <https://doi.org/10.31311/ji.v6i1.5439>
- Fauzi, A. (2022). Pengurangan Derau (Noise) pada Citra Paper Dokumen menggunakan Metode Gaussian Filter dan Median Filter. *KAKIFIKOM (Kumpulan Artikel Karya Ilmiah Fakultas Ilmu Komputer)*, 04(01), 7–15. <https://doi.org/10.54367/kakifikom.v4i1.1871>
- Goenawan, A. D., Rachman, M. B. A., & Pulungan, M. P. (2022). Identifikasi Warna Pada Objek Citra Digital Secara Real Time Menggunakan Pengolahan Model Warna HSV. *Jurnal Teknik Informatika Dan Elektro*, 4(1), 68–74. <https://doi.org/10.55542/jurtie.v4i1.430>
- Gunadi, I. G. A., Wicaksana, I. G. A., Dwija, M. R., & Putra, I. P. A. S. (2020). Pengurangan Noise Pada Citra Digital Menggunakan Filter Aritmatik Mean , Harmonik Mean , Gaussian , Max , Min , Dan Jurnal Ilmu Kompu. 2, 34–44.
- Mohammad Faisal Kholid, Jian Budiarto, Ahmad Ashril Rizal, & Gibran Satya Nugraha. (2020). Human Movement Detection Dengan Accumulative Differences Image. *TEKNIMEDIA: Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.46764/teknimedia.v1i1.7>
- Pangaribuan, H. (2019). Optimalisasi Deteksi Tepi Dengan Metode Segmentasi Citra. *Information System Development (ISD)*, 4(1), 30–38.
- Pebricola Br Manik, H., Ibnutama, K., Yakub, S., Informasi, S., & Triguna Dharma, S. (2024). Penerapan Metode Sobel Dalam Mendeteksi Tepi Citra Daun Mangga Untuk Mendeteksi Serangan Hama Tungau. 3(2), 293–303. <https://ojs.trigunadharna.ac.id/index.php/jsi>
- Ricky, M. (2022). PEWARNAAN CITRA GRAYSCALE MENGGUNAKAN METODE DEEP CONVOLUTIONAL GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK Oleh PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN REKAYASA UNIVERSITAS MULTI DATA PALEMBANG PALEMBANG.
- Ricky, M., & Al Rivian, M. E. (2022). Implementasi Deep Convolutional Generative Adversarial Network untuk Pewarnaan Citra Grayscale. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 8(3), 556–566. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v8i3.5218>
- Rusdy, A. M. A., Purnawansyah, P., & Herman, H. (2022). Penerapan Metode Regresi Linear Pada Prediksi Penawaran dan Permintaan Obat Studi Kasus Aplikasi Point Of Sales. *Buletin Sistem Informasi Dan Teknologi Islam*, 3(2), 121–126. <https://doi.org/10.33096/busiti.v3i2.1130>
- Sanger, J. B., P. Saputro, I. P. S., & Komalig, Y. (2023). Pelembutan Citra dengan Metode Filter Gaussian. *JEECOM Journal of Electrical Engineering and Computer*, 5(1), 101–105. <https://doi.org/10.33650/jeecom.v5i1.5894>
- Sinurat, S., & Siagian, E. R. (2021). Peningkatan Kualitas Citra Dengan Gaussian Filter Terhadap Citra Hasil Deteksi Robert. *Pelita Informatika : Informasi Dan Informatika*, 9(3), 225–231. <https://doi.org/10.25126/jtiik.20196870>
- Sipan, M., P, R. K., & Muliadhi, P. (2021). Desain Sistem Pewarnaan Citra Otomatis Berbasis Fitur Tekstur GLCM (Gray Level Co-Occurrence Matrix) Menggunakan Backpropagation.
- Sumaryanti, L. (2019). Ekstraksi Fitur Morfologi Menggunakan Metode Deteksi Tepi Pada Citra Digital. *Musamus Journal Of Research Information ...*, 1, 41–47. <http://www.ejournal.unmus.ac.id/index.php/mjriict/article/view/2079>
- Surya Saruman, A., & Eka Susilawati, F. (2021). Deteksi Pengurangan Noise pada Citra Digital menggunakan Metode Frequency Domain Code Matlab. *Konferensi Nasional Ilmu Komputer (KONIK)*, 550–560.
- Susanto, A. (2019). Penerapan Operasi Morfologi Matematika Citra Digital Untuk Ekstraksi Area Plat Nomor Kendaraan Bermotor. *Pseudocode*, 6(1), 49–57. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.6.1.49-57>
- Tatuin, M. G., Kelen, Y. P. ., & Manek, S. S. (2024). Pengaruh Ukuran Jendela Ketetangaan (Window) Terhadap Hasil Redukasi Noise pada Metode Median Filter dan Gaussian Filter. *Jurnal Krisnadana*, 3(3), 142–154. <https://doi.org/10.58982/krisnadana.v3i3.601>
- Wicaksono, D., Almeyda, D. P., Putra, I. M. M., & Malihatuningrum, L. (2024). Analisis Perbandingan Metode Pra Pemrosesan Citra untuk Deteksi Tepi Canny pada Citra Berbagai Kondisi Jalan menggunakan Bahasa Pemrograman Python. *Jurnal Teknologi Dan Ilmu Komputer Prima (Jutikomp)*, 7(1), 17–31. <https://doi.org/10.34012/jutikomp.v7i1.3872>
- Wijaya, P. H., Wulanningrum, R., & Halilintar, R. (2021). Perbaikan Citra Dengan Menggunakan

- Metode Gaussian Dan Median Filter. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 5(5), 100–105.
- Yasir, A., Satria, W., & Yuanda, P. (2023). Digital Image Processing Metode Median Filtering Dan Morfologi Opening Dalam Reduksi Noise Citra. *Warta Dharmawangsa*, 17(4), 1687–1701. <https://doi.org/10.46576/wdw.v17i4.3821>
- Yuhandri, Y., Ramadhanu, A., & Syahputra, H. (2022). Pengenalan Teknologi Pengolahan Citra Digital (Digital Image Processing) Untuk Santri Di Rahmatan Lil'Alamin International Islamic Boarding School. *Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 1239–1244. <https://doi.org/10.31004/cdj.v3i2.5868>
- Zalukhu, A., Singly, P., & Darma, D. (2023). Perangkat Lunak Aplikasi Pembelajaran Flowchart. *Jurnal Teknologi, Informasi Dan Industri*, 4(1), 61–70. <https://ejurnal.istp.ac.id/index.php/jtii/article/view/351>
- Zanuar, D., Prastya, E., Putra Pamungkas, D., & Niswatin, R. K. (2022). Implementasi Metode Gaussian Filter Dan Median Filter Untuk Penghalusan Gambar. *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 178–187.