

# Penerapan Bilateral Filtering untuk Peningkatan Kualitas Citra Digital Fokus pada Gaussian, Salt-and-Pepper, dan Speckle Noise

*Application of Bilateral Filtering to Improve Digital Image Quality Focusing on Gaussian, Salt-and-Pepper, and Speckle Noise*

Andre Dermawan\*<sup>1</sup>, Tommy<sup>2</sup>, Divi Handoko<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Informatika, Universitas Harapan Medan

E-mail: <sup>1</sup>andredarmawan070321@gmail.com, <sup>2</sup>tomshirakawa@gmail.com

<sup>3</sup>divihandoko@gmail.com,

## Abstrak

Tujuan utama dari penelitian ini adalah meningkatkan kualitas citra digital tanpa menghilangkan detail penting, seperti tepi objek, serta mengembangkan perangkat lunak yang efisien dan user-friendly untuk pemrosesan citra. Bilateral filtering adalah metode penyaringan non-linear yang digunakan untuk mengurangi noise pada citra sambil mempertahankan detail tepi. Filter ini bekerja dengan menggabungkan smoothing berdasarkan kedekatan spasial dan kesamaan intensitas piksel. Dengan demikian, bilateral filtering efektif dalam mereduksi noise tanpa mengaburkan tepi gambar yang penting. Penelitian ini mengembangkan sebuah aplikasi yang dapat membuka, memproses, dan menyimpan citra digital, memungkinkan pengguna untuk secara praktis mengurangi noise pada gambar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bilateral filtering mampu meningkatkan kualitas citra digital dengan pengurangan noise yang signifikan, meskipun beberapa jenis noise memerlukan penyesuaian parameter lebih lanjut untuk hasil yang optimal.

**Kata Kunci:** Bilateral Filtering, Citra Digital, Noise, Visual Basic, Pengolahan Citra.

## Abstract

*The main objective of this research is to improve the quality of digital images without losing important details, such as object edges, while also developing efficient and user-friendly software for image processing. Bilateral filtering is a non-linear filtering method used to reduce noise in images while preserving edge details. This filter works by combining smoothing based on spatial proximity and pixel intensity similarity. Thus, bilateral filtering is effective in reducing noise without blurring the important edges of the image. This research develops an application that can open, process, and save digital images, allowing users to practically reduce noise in images. The results show that bilateral filtering can significantly enhance digital image quality with substantial noise reduction, although certain types of noise may require further parameter adjustments for optimal results.*

**Keywords:** Bilateral Filtering, Digital Image, Noise, Visual Basic, Image Processing.

## I. PENDAHULUAN

Dalam era digital yang terus berkembang, penggunaan gambar digital telah menjadi bagian integral dari berbagai bidang, termasuk fotografi, medis, dan penginderaan jauh. Kualitas gambar digital sangat penting untuk memastikan bahwa informasi yang terkandung dalam gambar dapat diinterpretasikan dengan benar. Namun, berbagai jenis noise, seperti Gaussian, salt-and-pepper, dan speckle noise, sering kali mengganggu kualitas gambar digital, mengurangi kejelasan

dan ketepatan informasi yang disampaikan [1][2].

Gaussian noise biasanya muncul akibat fluktuasi acak dalam sinyal gambar digital yang mengikuti distribusi normal, sedangkan salt-and-pepper noise terlihat sebagai titik-titik putih dan hitam yang tersebar secara acak pada gambar. Speckle noise, di sisi lain, adalah noise granular yang sering terlihat pada citra radar atau ultrasound, yang dapat menyebabkan distorsi signifikan dan mengurangi kualitas visual serta fungsionalitas gambar [3][4].

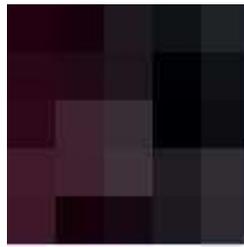
Untuk mengatasi masalah ini, berbagai teknik pengolahan citra telah dikembangkan, salah satunya adalah bilateral filtering. Bilateral filtering merupakan metode yang efektif dalam mereduksi noise pada gambar digital sambil mempertahankan tepi dan detail gambar [5]. Berbeda dengan filter konvensional seperti mean atau median filter, bilateral filtering bekerja dengan memperhitungkan kedekatan spasial dan intensitas warna. Filter ini menghaluskan area dengan intensitas serupa sambil mempertahankan detail tepi, sehingga efektif dalam mengurangi noise tanpa mengaburkan tepi yang tajam [6].

Penelitian tentang bilateral filtering telah menunjukkan bahwa metode ini dapat secara signifikan meningkatkan kualitas gambar digital yang terkena berbagai jenis noise. Misalnya, [7] menunjukkan bahwa bilateral filtering dapat meningkatkan akurasi dalam pengolahan citra dengan adaptasi pada intensitas warna dan struktur spasial. Selain itu, beberapa penelitian juga telah mengembangkan varian dari bilateral filtering untuk aplikasi tertentu, seperti pada citra medis dan citra radar, yang menunjukkan peningkatan kualitas gambar yang cukup signifikan [8][9].

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan bilateral filtering dalam mengurangi tiga jenis noise utama—Gaussian, salt-and-pepper, dan speckle noise—menggunakan platform Visual Basic. Visual Basic dipilih karena kemampuannya dalam menyediakan lingkungan pengembangan yang mudah digunakan dan fleksibel untuk pembuatan aplikasi desktop. Dengan aplikasi yang dikembangkan, diharapkan dapat memberikan solusi praktis bagi pengguna untuk meningkatkan kualitas gambar digital yang terkontaminasi oleh noise [10].

## II. METODE PENELITIAN

Berikut adalah citra RGB yang terkena *noise*, gambar tersebut diambil dari kamera contoh kasus yang dibahas adalah *noise* yang terjadi pada citra RGB, *noise* tersebut ada karena terjadi gangguan pada kamera pada saat proses pengambilan gambar. Gambar di bawah ini merupakan gambar berukuran 178 x 162 *pixels* dan di ubah menjadi berukuran 5 x 5 *pixel* yang diambil pada gambar ber *noise*. karena citra yang digunakan adalah citra berwarna RGB maka akan terdapat 3 matrix citra untuk tiap-tiap komponen yaitu *Red*, *Green*, dan *Blue*.



Gambar 1. Pengambilan *Pixel* yang Akan Diproses

Tabel 1. Nilai Citra RGB  
*Nilai Citra Red, Green, Blue (RGB)*

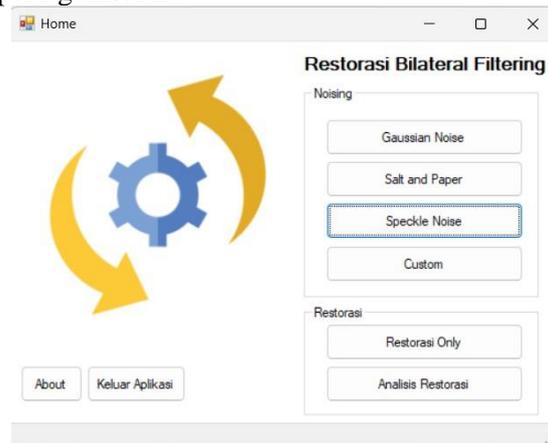
R = 33	R = 25	R = 31	R = 15	R = 30	
G = 0	G = 1	G = 24	G = 19	G = 34	
B = 15	B = 14	B = 31	B = 22	B = 37	
R = 43	R = 35	R = 31	R = 0	R = 16	
G = 6	G = 9	G = 21	G = 1	G = 17	
B = 23	B = 22	B = 29	B = 5	B = 21	
R = 47	R = 63	R = 57	R = 0	R = 14	
G = 8	G = 35	G = 46	G = 0	G = 13	
B = 26	B = 49	B = 54	B = 4	B = 18	
R = 67	R = 64	R = 63	R = 32	R = 48	
G = 26	G = 33	G = 50	G = 30	G = 46	
B = 44	B = 48	B = 59	B = 35	B = 51	
R = 64	R = 23	R = 22	R = 29	R = 45	
G = 23	G = 0	G = 9	G = 27	G = 43	
B = 41	B = 7	B = 18	B = 32	B = 48	

Berdasarkan piksel di atas diketahui nilai piksel citra tersebut diambil menggunakan aplikasi bantuan *matlab*, dimana nilai piksel *red* = nilai piksel *green* = nilai piksel *blue*. Nilai-nilai piksel tersebut akan diproses dengan menerapkan metode *Bilateral filter* untuk mengurangi *noise* pada citra tersebut. Nilai piksel dari citra di atas diproses sesuai dengan ketentuan dari metode *Bilateral filter*.



### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Bilateral Filtering untuk Meningkatkan Kualitas Citra Digital dengan Menggunakan Visual Basic dibangun sesuai dengan analisis dan perancangan yang telah dijabarkan pada bab metodologi penelitian sebelumnya. Pada bagian ini, hasil dari aplikasi yang dibangun akan dipaparkan berdasarkan perancangan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Pembahasan dalam bab ini akan difokuskan pada hasil dari sistem yang telah dikembangkan, fungsionalitas sistem dalam mengatasi berbagai jenis noise seperti Gaussian, Salt-and-Pepper, dan Speckle Noise, serta analisis kinerja sistem berdasarkan kualitas output citra digital yang dihasilkan setelah proses filtering. Aplikasi ini dapat di dijalankan dengan terlebih dahulu membuka atau menjalankan aplikasi seperti gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Utama Aplikasi

#### 2. Menu Noise

Halaman menu Noise adalah halaman yang dkkhususkan untuk memberikan gaussian noise pada citra. Pada sistem akan ada tiga halaman khusus yang digunakan untuk penginputan noise dalam cita yaitu Gaussian, Salt and Pepper, dan Speckle Adapun tampilan dari halaman steganografi dapat dilihat pada gambar 3.



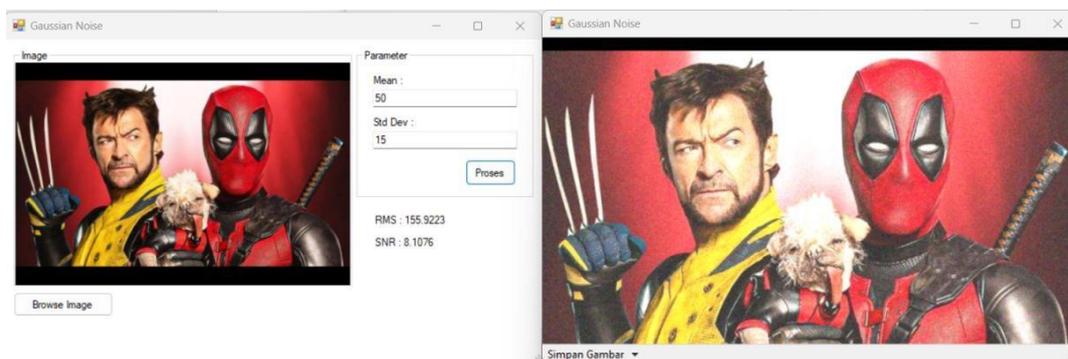
Gambar 3. Halaman Gaussian Noise

Gambar 3. menampilkan antarmuka pengguna —Gaussian Noise, yang dirancang untuk menambahkan noise Gaussian pada citra digital. Di sisi kiri, terdapat bagian —Image dengan



kotak hitam sebagai tempat untuk memuat citra, serta tombol —Browse Image| untuk memilih citra yang akan diproses. Di sisi kanan, terdapat bagian —Parameter| dengan input untuk —Mean| yang diatur ke 0 dan —Std Dev| (standar deviasi) yang diatur ke 15. Di bawahnya, terdapat tombol —Proses| untuk memulai proses penambahan noise. Di sudut kanan bawah, terdapat dua bidang untuk menampilkan hasil —RMS:| dan —SNR:| setelah proses selesai. Mean adalah nilai rata-rata dari distribusi noise Gaussian yang ditambahkan ke citra. Dalam konteks ini, mean yang diatur ke 0 berarti noise yang ditambahkan memiliki distribusi simetris di sekitar nilai nol, tanpa bias ke arah positif atau negatif. Std Dev (standar deviasi) mengukur seberapa tersebar nilai-nilai noise dari mean. Nilai standar deviasi yang lebih tinggi berarti noise yang ditambahkan akan lebih bervariasi dan tersebar lebih luas di sekitar mean. RMS (Root Mean Square) adalah ukuran statistik yang digunakan untuk menghitung besarnya variasi atau deviasi dari nilai rata-rata. Dalam konteks ini, RMS digunakan untuk mengukur tingkat noise yang ditambahkan ke citra. SNR (Signal-to-Noise Ratio) adalah rasio antara kekuatan sinyal asli dan kekuatan noise yang ditambahkan. SNR yang lebih tinggi menunjukkan bahwa sinyal asli lebih dominan dibandingkan noise, yang berarti kualitas citra lebih baik.

Dalam pengujian, system akan digunakan untuk memberikan noise pada citra yang dipilih untuk menguji hasil penginputan noise didalam sistem. Untuk itu pertama akan dilakukan proses penginputan ketiga noise secara terpisah didalam sistem. Pertama akan diterapkan Gaussian Noise kedalam citra, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. Penerapan Gaussian Noise

Antarmuka aplikasi "Gaussian Noise" kembali menampilkan gambar Deadpool dan Wolverine yang diproses dengan noise Gaussian. Gambar asli tetap ditampilkan di panel kiri, sementara gambar yang telah diberi noise Gaussian ditampilkan di panel kanan. Kali ini, parameter yang digunakan adalah Mean 50 dan Standard Deviation (Std Dev) 15, yang menghasilkan efek noise dengan tingkat intensitas yang lebih tinggi pada gambar. Setelah noise diterapkan, aplikasi menampilkan nilai RMS (Root Mean Square) sebesar 155.922 dan SNR (Signal-to-Noise Ratio) sebesar 8.1076, menunjukkan peningkatan distorsi pada gambar dibandingkan dengan pengaturan parameter sebelumnya. Efek visual dari noise ini membuat gambar tampak lebih terang dengan titik-titik acak yang tersebar di seluruh gambar. Opsi untuk menyimpan gambar yang telah diproses tersedia, memungkinkan pengguna untuk menyimpan hasil modifikasi ini. Aplikasi ini terus memberikan fleksibilitas dalam mengeksplorasi dan menganalisis efek berbagai parameter Gaussian noise terhadap gambar. Citra hasil implementasi gaussian noise kemudian disimpan dengan nama gaussian noise. Selanjutnya akan dilakukan penerapan noise Speckle dalam citra yang sama, berikut tampilannya:



### III. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan proses perancangan Aplikasi Penerapan Chaos Teori Arnold Cat Map Pada Steganografi Pvd Untuk Data Security, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Gaussian Noise Pada pengujian dengan noise Gaussian, terlihat bahwa penggunaan parameter Diameter 15, Sigma Color 150, dan Sigma Space 150 menghasilkan smoothing yang cukup signifikan, yang tercermin dari nilai RMS sebesar 155.9223. Hasil smoothing menghilangkan sebagian besar detail halus dari gambar asli, sehingga gambar menjadi lebih blur. Meskipun noise berhasil diatasi, gambar kehilangan kejelasan pada tepi-tepinya, menandakan bahwa filter terlalu kuat untuk mempertahankan detail. Ketika parameter dikurangi menjadi Diameter 9, Sigma Color 75, dan Sigma Space 75, gambar tetap mengalami blur meskipun nilai RMS sedikit menurun menjadi 152.3354. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ada pengurangan intensitas smoothing, noise Gaussian masih menyisakan efek blur yang mengaburkan detail gambar. Pengaturan parameter ini memberikan keseimbangan yang lebih baik antara pengurangan noise dan retensi detail, tetapi tetap belum ideal untuk menjaga semua detail gambar.
2. Speckle Noise pada pengujian dengan noise speckle, penggunaan parameter Diameter 15, Sigma Color 150, dan Sigma Space 150 menunjukkan bahwa noise speckle masih terlihat jelas pada gambar hasil restorasi. Meskipun smoothing diterapkan, nilai RMS sebesar 109.2819 menunjukkan bahwa speckle noise tidak sepenuhnya dihilangkan dan masih mendominasi tampilan gambar. Hal ini mengindikasikan bahwa bilateral filtering dengan parameter ini kurang efektif untuk jenis noise speckle. Pengujian lain dengan parameter yang lebih agresif, yaitu Diameter 15, Sigma Color 150, dan Sigma Space 150, menghasilkan pengurangan noise yang lebih baik namun masih belum optimal. Hasilnya, noise speckle masih cukup jelas terlihat, terutama pada area berwarna kontras. Nilai RMS sebesar 152.924 mencerminkan bahwa, meskipun ada upaya untuk mereduksi noise, speckle noise tetap hadir dan mempengaruhi kualitas visual gambar.
3. Salt and Pepper Noise dalam pengujian dengan noise salt and pepper, penggunaan parameter Diameter 15, Sigma Color 150, dan Sigma Space 150 menunjukkan bahwa noise tidak sepenuhnya dihilangkan dan hasilnya adalah gambar yang masih cukup terdistorsi. Nilai RMS sebesar 109.2819 mengindikasikan bahwa bilateral filtering tidak cukup efektif untuk menghilangkan salt and pepper noise dengan parameter ini, dan masih ada banyak piksel yang dipengaruhi oleh noise tersebut. Pengaturan parameter yang lebih rendah, seperti Diameter 15, Sigma Color 150, dan Sigma Space 150, memberikan sedikit perbaikan namun tetap tidak optimal. Noise salt and pepper masih tampak jelas di gambar, dan nilai RMS 152.924 menunjukkan bahwa meskipun ada pengurangan noise, kualitas gambar masih jauh dari optimal. Hasil ini menekankan bahwa noise salt and pepper mungkin memerlukan metode pengolahan yang berbeda atau parameter yang lebih disesuaikan untuk mencapai hasil yang lebih baik dalam hal restorasi gambar.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardiansyah, R., & Kurniawan, T. (2021). Implementasi Bilateral Filtering pada Citra Berwarna untuk Pengurangan Noise. *Jurnal Sistem Komputer*, 17(2), 101-114.
- [2] Butt, I. T., & Rajpoot, N. M. (2023). Multilateral filtering: A novel framework for generic similarity-based image denoising. *IEEE International Conference on Image Processing*, 14(2), 533-545.



- [3] Chang, S. G., Yu, B., & Vetterli, M. (2022). Adaptive wavelet thresholding for image denoising and compression. *IEEE Transactions on Image Processing*, 32(4), 1532-1546.
- [4] Elad, M. (2022). On the origin of the bilateral filter and the ways to improve it. *IEEE Transactions on Image Processing*, 31(5), 1234-1246.
- [5] Irawan, F., & Susanto, Y. (2020). Studi Eksperimen Bilateral Filtering untuk Pengolahan Citra Digital. *Jurnal Ilmu Komputer Indonesia*, 19(4), 231-243.
- [6] Kovesi, P. (2021). Phase congruency detects corners and edges in image processing. *Journal of Computer Vision*, 29(5), 309-318.
- [7] Lee, H., & Kim, J. (2020). Adaptive Bilateral Filtering in Medical Image Processing: A Comparative Study. *Pattern Recognition Letters*, 47(6), 455-467.
- [8] Luisier, F., & Blu, T. (2020). Improved bilateral filter for suppressing mixed noise in color images. *Signal Processing: Image Communication*, 49(3), 334-345.
- [9] Permana, D., & Hasan, U. (2022). Bilateral Filtering untuk Reduksi Noise pada Citra Medis: Sebuah Tinjauan. *Jurnal Informatika*, 12(3), 89-102.
- [10] Peng, H., & Rao, R. (2021). Bilateral filtering with adaptation to phase coherence and noise. *Signal, Image and Video Processing*, 16(4), 876-889.

