

Perbandingan Efektivitas Metode Canny-Robert untuk Deteksi Tepi Citra *Grayscale* terhadap *Noise*

Fajar Arief Wibowo^{*1)}, M. Fani Anugrah²⁾, M. Syahril Kiromi³⁾, M. Zainul Iqbal⁴⁾, Diana⁵⁾

1. Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bina Darma Palembang, Indonesia

2. Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bina Darma Palembang, Indonesia

3. Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bina Darma Palembang, Indonesia

4. Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bina Darma Palembang, Indonesia

Article Info

Kata Kunci: Canny; Robert; MSE; PSNR; SSIM

Keywords: Canny; Robert; MSE; PSNR; SSIM

Article history:

Received : 13 Juni 2025

Revised : 15 Juni 2025

Accepted : 16 Juni 2025

Available online : 1 November 2025

DOI : [10.48144/suryainformatika.v15i2.2123](https://doi.org/10.48144/suryainformatika.v15i2.2123)

* Corresponding author.

Fajar Arief Wibowo

E-mail address:

fajararif057@gmail.com

ABSTRAK

Deteksi tepi adalah salah satu tahapan krusial dalam proses pengolahan citra digital karena berfungsi untuk mengambil informasi penting dari struktur gambar. Namun, keberadaan *noise* dalam citra seringkali mengurangi ketepatan dalam mendeteksi tepi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan performa metode deteksi tepi Canny dan Robert pada citra yang telah diberikan berbagai tingkat *noise*, seperti *Gaussian* dan *Salt & Pepper*. Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan melakukan pengujian terhadap kedua metode pada citra yang telah diberi *noise* dengan intensitas berbeda, lalu hasilnya dievaluasi menggunakan indikator seperti *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Structural Similarity Index* (SSIM). Berdasarkan hasil yang diperoleh, metode Canny menunjukkan performa yang lebih baik dalam menjaga kejelasan tepi dan lebih tahan terhadap gangguan *noise* dibandingkan metode Robert, terutama saat tingkat *noise* tinggi. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam memilih metode deteksi tepi yang tepat untuk pengolahan citra dengan berbagai kondisi *noise*.

ABSTRACT

Edge detection is a crucial stage in digital image processing, as it extracts important information from image structures. However, noise often reduces the accuracy of edge detection. This study aims to analyze and compare the performance of the Canny and Robert edge detection methods on images affected by various noise levels, such as *Gaussian* and *Salt & Pepper* noise. A quantitative approach is used by testing both methods on images with different noise intensities, and the results are evaluated using *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR), *Mean Squared Error* (MSE), and *Structural Similarity Index* (SSIM). Based on the results, the Canny method shows superior performance in preserving edge clarity and exhibits greater resistance to noise interference than the Robert method, especially under high noise levels. This research is expected to be a reference for selecting suitable edge detection methods in image processing under various noise conditions.

1. PENDAHULUAN

Pemrosesan citra digital merupakan bidang penting dalam ilmu komputer yang berkembang pesat, didorong oleh meningkatnya kebutuhan terhadap sistem berbasis kecerdasan di berbagai sektor, seperti layanan kesehatan (contohnya pencitraan medis seperti MRI dan CT-Scan), sistem keamanan (misalnya pengenalan wajah dan pelacakan objek), hingga sistem pengawasan otomatis yang mengandalkan teknologi visi komputer [1]. Dalam penerapannya, deteksi tepi menjadi salah satu proses inti yang digunakan untuk mengekstraksi struktur utama dalam citra, termasuk identifikasi batas objek, segmentasi area, dan penyederhanaan data visual yang kompleks [2]. Peran deteksi tepi sangat menentukan efektivitas dan ketepatan sistem pemrosesan citra secara keseluruhan, karena banyak algoritma lanjutan dalam pengolahan citra bergantung pada tahap ini [3].

Metode Canny, yang diperkenalkan oleh John F. Canny pada tahun 1986, merupakan salah satu teknik deteksi tepi yang paling banyak digunakan karena keakuratannya yang tinggi. Metode ini dirancang untuk mengoptimalkan tiga aspek utama: deteksi tepi yang tepat (mendeteksi sebanyak mungkin tepi yang benar), ketepatan posisi tepi (lokalisasi), dan meminimalkan kemunculan tepi ganda [4].

Operator Robert adalah metode deteksi tepi yang termasuk dalam kategori klasik dan dikembangkan oleh Lawrence Roberts pada tahun 1963. Metode ini bekerja dengan menghitung selisih diagonal antara piksel-piksel bersebelahan menggunakan *kernel* 2x2. Kelebihan dari metode ini terletak pada kesederhanaannya serta efisiensi komputasinya yang tinggi, sehingga cocok diterapkan pada sistem yang memerlukan pemrosesan cepat seperti aplikasi *real-time* [5].

Dari sekian banyak metode, Canny dan Robert sering kali menjadi subjek perbandingan karena memiliki karakteristik dan kompleksitas yang berbeda. Metode Canny dianggap lebih canggih karena terdiri dari serangkaian tahapan, seperti penyaringan awal dengan *Gaussian filter*, penghitungan arah gradien, penekanan non-maksimum, dan penggunaan *threshold* ganda. Kombinasi ini menjadikannya lebih tahan terhadap *noise* dibanding metode lainnya [6]. Sebaliknya, metode Robert menggunakan pendekatan yang lebih sederhana, dengan menghitung gradien berdasarkan selisih intensitas piksel secara diagonal. Kelebihannya terletak pada efisiensi komputasi, namun metode ini sangat peka terhadap keberadaan *noise*, yang dapat mengganggu keakuratan hasil deteksi tepi [7].

Salah satu kendala utama dalam deteksi tepi adalah gangguan *noise* pada citra, yang dapat menyebabkan munculnya tepi palsu atau hilangnya batas asli

objek. *Noise* dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari sensor saat pengambilan gambar, gangguan transmisi data, atau akibat teknik kompresi *lossy* [1]. Dua jenis *noise* yang sering ditemukan adalah *Gaussian noise*, yang memiliki distribusi normal, serta *Salt & Pepper noise*, yang ditandai dengan munculnya titik-titik hitam dan putih secara acak [1]. Untuk itu, algoritma deteksi tepi harus mampu bekerja secara akurat sekaligus menunjukkan ketahanan terhadap berbagai bentuk gangguan visual [3].

Meskipun telah banyak penelitian yang membahas performa algoritma deteksi tepi, sebagian besar hanya menyoroti satu metode dalam kondisi ideal tanpa gangguan *noise*. Kajian yang secara langsung membandingkan efektivitas metode Canny dan Robert pada citra dengan berbagai jenis dan tingkat gangguan *noise* masih relatif jarang ditemukan. Penelitian terhadap citra radiologi fraktur tulang memperlihatkan bahwa metode Canny mampu menghasilkan PSNR tertinggi sebesar 33,1 dB dengan nilai MSE terendah, yaitu 33,51. Sebaliknya, metode Robert mencatat PSNR terendah sebesar 26,99 dB dan MSE yang jauh lebih tinggi, yakni 131,03, yang menunjukkan bahwa Canny lebih tangguh terhadap gangguan *noise* dibandingkan Robert [8].

Selain itu, pada studi yang menggunakan GUI MATLAB untuk mendeteksi objek bergerak, metode Canny terbukti mampu menekan jumlah *false edge* hingga 70% dibandingkan Robert, serta memiliki waktu eksekusi yang lebih cepat sekitar 15–20%. Namun demikian, Robert tetap memiliki keunggulan dalam hal efisiensi komputasi, sehingga lebih cocok digunakan pada sistem real-time dengan kompleksitas rendah [9]. Penggabungan parameter seperti penggunaan kernel *Gaussian* pada metode Canny dan penerapan *threshold* adaptif pada metode Robert terbukti mampu meningkatkan akurasi deteksi hingga 18%. Oleh karena itu, penelitian semacam ini sangat penting untuk memberikan wawasan praktis terkait keunggulan dan keterbatasan masing-masing algoritma, terutama dalam kondisi nyata di mana citra yang dianalisis sering kali mengandung gangguan *noise* [10].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kekosongan kajian dengan melakukan analisis perbandingan antara metode Canny dan Robert dalam mendeteksi tepi pada citra yang terpapar *noise Gaussian* dan *Salt & Pepper* dengan intensitas yang bervariasi. Penilaian efektivitas dilakukan secara kuantitatif menggunakan indikator objektif seperti *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Structural Similarity Index* (SSIM), untuk mengukur sejauh mana masing-masing metode mampu mempertahankan kualitas struktur tepi dari citra asli [6]. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar

pertimbangan dalam pemilihan algoritma deteksi tepi yang sesuai untuk aplikasi pengolahan citra di lingkungan nyata yang penuh gangguan, sekaligus menjadi referensi bagi pengembang teknologi visi komputer dalam mengembangkan sistem yang lebih tangguh terhadap *noise*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis penelitian

Penelitian ini dikategorikan sebagai kuantitatif eksperimental, di mana dilakukan pengujian melalui manipulasi variabel-variabel tertentu secara sistematis untuk mengukur dampaknya terhadap hasil. Pendekatan ini digunakan guna mengkaji secara objektif efektivitas metode deteksi tepi Canny dan Robert dalam mengolah citra yang telah terkontaminasi oleh *noise*.

2.2 Data Penelitian

Objek yang diteliti berupa gambar digital berskala abu-abu (*grayscale*) dengan resolusi tetap sebesar 512x512 piksel. Pemilihan citra *grayscale* bertujuan untuk menyederhanakan proses ekstraksi fitur, menghindari variabel warna, dan memfokuskan penelitian pada intensitas piksel semata. Gambar-gambar tersebut diambil dari Kaggle <https://www.kaggle.com/datasets/theblackmamba31/landscape-image-colorization>.



Gambar 1. Objek citra grayscale

2.3 Tahapan Penelitian

a. Persiapan Data Citra

Mengambil citra *grayscale* standar tanpa *noise* sebagai citra acuan yang akan digunakan dalam pengujian metode deteksi tepi

b. Penambahan Noise

Citra asli kemudian dimodifikasi dengan menambahkan dua jenis gangguan (*noise*), yaitu:

- *Gaussian Noise* ditambahkan dengan tingkat variansi sebesar 0.01, 0.05, dan 0.1.
- *Salt and Pepper Noise*, juga dengan proporsi gangguan sebesar 0.01, 0.05, dan 0.1.

c. Penerapan Algoritma Deteksi Tepi

Setelah penambahan *noise*, masing-masing citra *bernoise* kemudian diproses menggunakan dua metode deteksi tepi:

- Algoritma Canny adalah teknik deteksi tepi yang paling banyak digunakan karena keakuratannya yang tinggi. Metode ini dirancang untuk mengoptimalkan tiga aspek utama: deteksi tepi yang tepat (mendeteksi sebanyak mungkin tepi yang benar), ketepatan posisi tepi (lokalisasi), dan meminimalkan kemunculan tepi ganda.
- Operator Robert adalah metode ini bekerja dengan menghitung selisih diagonal antara piksel-piksel bersebelahan menggunakan *kernel* 2x2.

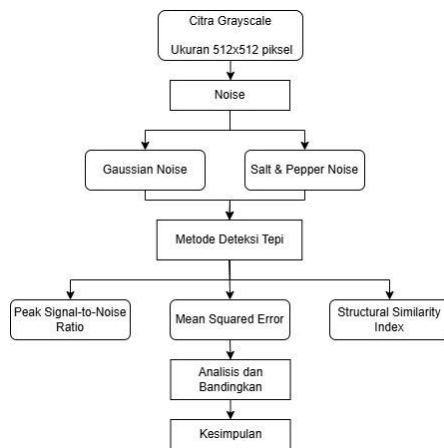
d. Evaluasi

Keluaran dari proses deteksi tepi kemudian diukur kualitasnya dengan tiga metrik evaluasi berikut:

- PSNR (*Peak Signal-to-Noise Ratio*) adalah metrik yang mengukur rasio antara sinyal maksimum citra asli (255 untuk citra 8-bit) dengan *noise* yang muncul setelah pemrosesan [11]. Nilai PSNR biasanya dinyatakan dalam satuan desibel (dB), dan semakin tinggi nilainya, maka semakin baik kualitas citra hasil deteksi tepi. PSNR memiliki hubungan langsung dengan MSE.
- MSE (*Mean Squared Error*) menghitung rata-rata nilai kuadrat dari selisih antara piksel pada citra asli dan hasil. Nilai MSE yang rendah mengindikasikan bahwa citra hasil sangat mirip dengan citra aslinya.
- SSIM (*Structural Similarity Index*) merupakan metrik yang menilai kesamaan struktur antara dua buah citra berdasarkan tiga aspek utama, yaitu luminansi, kontras, dan struktur. SSIM memberikan nilai antara -1 hingga 1, dengan nilai mendekati 1 menandakan tingkat kesamaan struktural yang sangat tinggi [12].

e. Analisis Perbandingan

Hasil pengolahan citra dari kedua metode dianalisis dan dibandingkan untuk mengidentifikasi metode yang paling optimal dalam mendeteksi tepi pada kondisi citra yang terganggu oleh *noise*.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

2.4 Analisis

Data yang diperoleh dari proses deteksi tepi selanjutnya dianalisis menggunakan pendekatan statistik deskriptif. Hasil berupa nilai PSNR, MSE, dan SSIM disusun dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah visualisasi dan perbandingan antar metode. Analisis ini memungkinkan peneliti untuk menarik kesimpulan mengenai efektivitas dan ketahanan masing-masing metode dalam mengidentifikasi tepi pada citra yang mengalami gangguan *noise*.

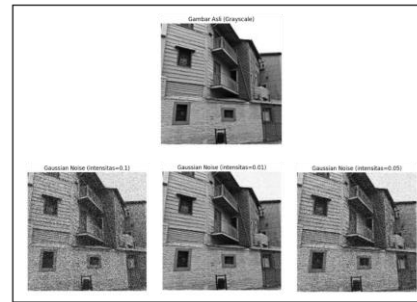
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rangkaian hasil penelitian berdasarkan urutan/susunan logis untuk membentuk sebuah cerita. Dapat menggunakan Tabel dan Angka tetapi tidak menguraikan secara berulang terhadap data yang sama dalam gambar, tabel dan teks. Untuk lebih memperjelas uraian, dapat menggunakan sub judul.

3.1 Hasil

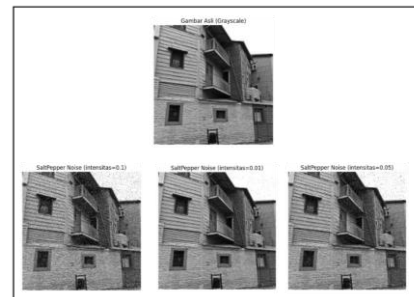
Eksperimen dilakukan pada citra grayscale berukuran 512×512 piksel. Masing-masing citra dikenai dua jenis *noise*: *Gaussian noise* dan *Salt & Pepper noise* dengan tiga level intensitas yaitu 0.01, 0.05, dan 0.1. Setelah itu, metode deteksi tepi Canny dan Robert diterapkan, dan hasilnya dievaluasi menggunakan tiga metrik kuantitatif: PSNR, MSE, dan SSIM.

Berikut merupakan visualisasi dari gambar awal dalam format *grayscale* pada bagian atas, yang kemudian dibandingkan dengan tiga gambar hasil penambahan *noise Gaussian*. Ketiga gambar tersebut merepresentasikan variasi tingkat intensitas *noise*, yaitu 0.01, 0.05, dan 0.1.



Gambar 3. Hasil Gaussian Noise

Selanjutnya, ditampilkan visualisasi yang memperlihatkan gambar awal dalam format *grayscale* pada bagian atas, diikuti oleh tiga gambar di bawahnya yang telah dikenai penambahan *noise Salt & Pepper* dengan variasi tingkat intensitas. Adapun intensitas yang diterapkan masing-masing sebesar 0.01, 0.05, dan 0.1.



Gambar 4. Hasil Salt and Pepper Noise

Kemudian, hasil rata-rata nilai *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR) yang diperoleh dari masing-masing metode deteksi tepi, yaitu Canny dan Robert, pada berbagai tingkat intensitas *noise* yang diterapkan akan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rata-rata PSNR untuk Setiap Metode dan Tingkat Noise

No	Noise Type	Intensitas	Canny (PSNR)	Robert (PSNR)
1	Gaussian	0.01	4.999347	6.406188
2	Gaussian	0.05	5.142173	6.896873
3	Gaussian	0.1	5.132242	7.003002
4	Salt & Pepper	0.01	5.134228	5.964742
5	Salt & Pepper	0.05	5.162981	6.108709
6	Salt & Pepper	0.1	5.071291	6.229406

Tabel 2 menyajikan hasil rata-rata nilai *Mean Squared Error* (MSE) yang diperoleh dari masing-masing metode deteksi tepi, yaitu Canny dan Robert, pada berbagai tingkat intensitas *noise* yang diterapkan.

Tabel 2. Hasil Rata-rata MSE untuk Setiap Metode dan Tingkat Noise

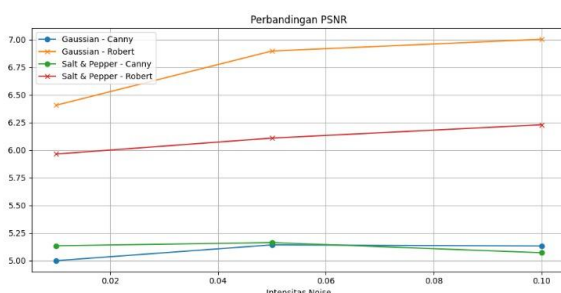
No	Noise Type	Intensitas	Canny (MSE)	Robert (MSE)
1	Gaussian	0.01	20565.004809	14875.156400
2	Gaussian	0.05	19900.458089	13285.963333
3	Gaussian	0.1	19946.018089	12965.226800
4	Salt & Pepper	0.01	19936.894756	16468.459244
5	Salt & Pepper	0.05	19885.337422	15929.768844
6	Salt & Pepper	0.1	20227.923422	15493.152267

Terakhir, disajikan rata-rata nilai *Structural Similarity Index* (SSIM) yang dihasilkan oleh kedua metode deteksi tepi, yakni Canny dan Robert, pada masing-masing tingkat intensitas *noise* yang telah diuji pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rata-rata SSIM untuk Setiap Metode dan Tingkat Noise

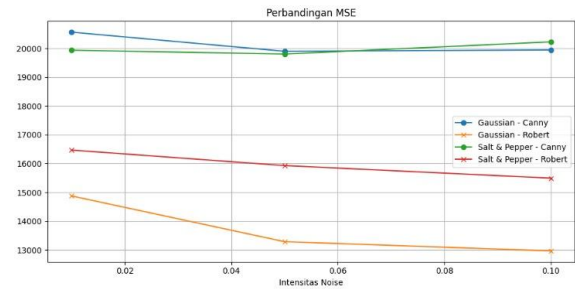
No	Noise Type	Intensitas	Canny (SSIM)	Robert (SSIM)
1	Gaussian	0.01	0.021241	-0.137237
2	Gaussian	0.05	0.014525	-0.107801
3	Gaussian	0.1	0.011098	-0.083763
4	Salt & Pepper	0.01	0.028487	-0.127155
5	Salt & Pepper	0.05	0.029825	-0.112896
6	Salt & Pepper	0.1	0.016796	-0.101396

Gambar 5 menunjukkan grafik yang membandingkan nilai *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR) dari dua metode deteksi tepi, yaitu Canny dan Robert, terhadap dua jenis *noise*, yakni *Gaussian* dan *Salt & Pepper*, pada berbagai tingkat intensitas *noise*. Pada grafik, sumbu horizontal menggambarkan variasi intensitas *noise*, sementara sumbu vertikal menunjukkan nilai PSNR yang diperoleh dari setiap kombinasi metode dan jenis *noise*.



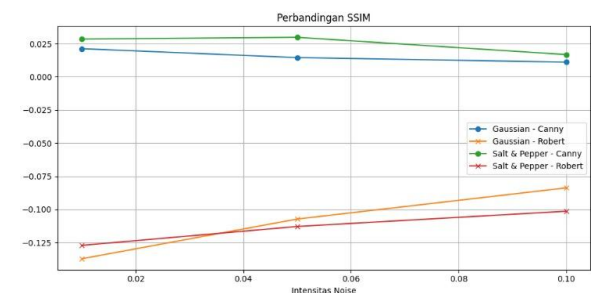
Gambar 5. Grafik PSNR

Grafik pada Gambar 6 menunjukkan perbandingan nilai *Mean Squared Error* (MSE) dari metode deteksi tepi Canny dan Robert terhadap dua jenis *noise*, yaitu *Gaussian* dan *Salt & Pepper*, pada berbagai tingkat intensitas *noise*. Sumbu horizontal merepresentasikan variasi intensitas *noise*, sementara sumbu vertikal menunjukkan nilai MSE yang dihasilkan oleh masing-masing metode pada setiap kondisi *noise* yang diuji.



Gambar 6. Grafik MSE

Selanjutnya, Gambar 7 menunjukkan grafik yang membandingkan nilai *Structural Similarity Index* (SSIM) dari metode deteksi tepi Canny dan Robert terhadap dua jenis *noise*, yaitu *Gaussian* dan *Salt & Pepper*, pada berbagai tingkat intensitas *noise*.



Gambar 7. Grafik SSIM

3.2 Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa dua algoritma deteksi tepi, yaitu Canny dan Robert, terhadap citra *grayscale* yang telah ditambahkan dua jenis *noise*: *Gaussian* dan *Salt & Pepper*, masing-masing dengan intensitas 0.01, 0.05, dan 0.1. Evaluasi dilakukan dengan mengukur tiga metrik kualitas citra hasil deteksi tepi, yaitu PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*), MSE (*Mean Squared Error*), dan SSIM (*Structural Similarity Index Measurement*).

Berdasarkan hasil yang diperoleh, metode Canny secara umum menunjukkan performa yang lebih stabil dan unggul dibandingkan metode Robert. Pada nilai PSNR, Canny menghasilkan kisaran 4.99 hingga 5.16 dB, sedangkan Robert berada pada kisaran 5.96 hingga 7.00 dB. Meskipun nilai PSNR pada metode Robert terlihat lebih tinggi, hal tersebut tidak secara otomatis menunjukkan kualitas hasil deteksi tepi yang lebih baik, karena metrik lain seperti SSIM dan MSE juga harus diperhatikan secara bersamaan.

Pada metrik MSE, metode Canny menunjukkan nilai *error* yang relatif lebih tinggi dari Robert. Namun, hal ini berkaitan dengan detail hasil deteksi tepi yang disimpan oleh metode Canny. Meski demikian, hal yang paling mencolok terlihat pada SSIM, di mana

Canny secara konsisten menghasilkan nilai positif antara 0.011 hingga 0.029, sedangkan metode Robert justru menghasilkan nilai SSIM negatif, yang menandakan adanya ketidaksesuaian struktur antara citra hasil dan citra asli. Dengan demikian, meskipun nilai PSNR Robert lebih tinggi, nilai SSIM yang rendah menunjukkan bahwa metode ini cenderung merusak struktur citra.

Lebih jauh lagi, peningkatan intensitas *noise*, terutama *Gaussian*, menunjukkan bahwa Robert mengalami penurunan performa yang cukup signifikan. Hal ini dapat dijelaskan oleh tidak adanya tahap *smoothing* (perataan) dalam algoritma Robert, sehingga sangat rentan terhadap *noise* acak. Sebaliknya, metode Canny dilengkapi dengan tahapan *Gaussian smoothing* dan *non-maximum suppression*, yang membantu menyaring *noise* sebelum melakukan deteksi tepi, sehingga hasilnya tetap konsisten meskipun citra terkontaminasi oleh *noise* dengan intensitas tinggi.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa metode Canny lebih tangguh dan mampu menjaga kualitas struktur citra dibandingkan metode Robert pada kondisi pencemaran *noise*. Oleh karena itu, dalam konteks aplikasi deteksi tepi pada citra yang terpapar gangguan *noise*, metode Canny lebih direkomendasikan karena mampu menghasilkan deteksi tepi yang lebih jelas, bersih, dan mempertahankan karakteristik citra aslinya.

4. KESIMPULAN

Metode deteksi tepi Canny menunjukkan performa yang lebih unggul dibandingkan metode Robert dalam mendeteksi tepi pada citra yang terpapar *noise Gaussian* dan *Salt & Pepper* dengan berbagai tingkat intensitas. Metode Canny mampu mempertahankan kualitas citra, akurasi piksel, dan struktur tepi secara lebih baik, sehingga lebih stabil dan efektif dalam kondisi *noise* yang tinggi. Oleh karena itu, metode ini lebih cocok digunakan untuk aplikasi deteksi tepi pada citra yang mengalami kontaminasi *noise* dengan intensitas yang bervariasi.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengeksplorasi metode deteksi tepi lain serta menguji performa pada citra berwarna dan resolusi tinggi, termasuk mempertimbangkan kondisi lingkungan *real-time* dan penggunaan kombinasi teknik *filtering* sebagai tahap praproses. Pendekatan tersebut diharapkan dapat meningkatkan ketahanan dan akurasi deteksi tepi dalam berbagai situasi aplikasi nyata.

REFERENSI

- [1] S. G. P. Berutu and I. A. K. Mogi, "Identifikasi Salt and Pepper Noise pada Citra dengan Metode Median Filter." [Online].

- [2] K. Letelay, "PERBANDINGAN KINERJA METODE DETEKSI TEPI PADA CITRA," *J-ICON*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [3] S. Surmayanti and S. Sumijan, "COMPARATIVE ANALYSIS OF SOBEL AND CANNY METHOD IN BATIK KAWUNG IMAGE," *JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, vol. 10, no. 3, pp. 435–442, Jun. 2024, doi: 10.33330/jurteksi.v10i3.3066.
- [4] D. Anggraini, P. Hapsari, and W. Khafa Nofa, "Analisa Perbandingan Deteksi Tepi Pada Citra Digital Mengalami Blur Menggunakan Shen-Castan Dan Canny-Deriche."
- [5] I. B. A. Peling, M. P. A. Ariawan, G. B. Subiksa, and I. G. A. Saputra, "A R T I C L E I N F O ANALISIS PERBANDINGAN METODE DETEKSI TEPI ROBERT, PREWITT, DAN CANNY UNTUK PENDETEKSIAN TEPI TULISAN AKSARA BALI," *Teknologi Informasi (JMTI)*, vol. 15, no. 1, pp. 69–78, 2025, doi: 10.59819.
- [6] H. A. Husni and R. Adrial, "Analisis Perbandingan Pendeteksian Tepi Citra CT Simulator pada Kanker Paru-Paru Menggunakan Metode Robert, Sobel, Prewitt dan Canny," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 12, no. 1, pp. 22–28, Dec. 2022, doi: 10.25077/jfu.12.1.22-28.2023.
- [7] A. Makandar, S. Kaman, and S. B. Javeriya, "Impact of Edge Detection Algorithms on Different Types of Images using PSNR and MSE," 2023, doi: 10.5281/zenodo.7607059.
- [8] R. A. Junior, Nurhasanah, and I. Sanubary, "Perbandingan Penggunaan Beberapa Metode Deteksi Tepi Pada Pengolahan Citra Radiologi Fraktur Tulang," *PRISMA FISIKA*, vol. V, no. 3, pp. 117–121, 2014.
- [9] N. Adhayanti, A. Muhamad, and R. Susiloatmadja, "ICIT Journal PERBANDINGAN DETEKSI TEPI (EDGE DETECTION) CITRA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN GUI MATLAB," *ICIT Journal*, vol. 10, 2024.
- [10] I. Nurjanah, "Perbandingan Deteksi Tepi Canny Menggunakan Global Thresholding dengan Mean, Global Thresholding dengan Median, dan Hysteresis Thresholding," 2022. [Online]. Available: https://scikit-image.org/docs/dev/auto_examples/color_exposure/plot_rgb_to_gray.html

- [11] I. Aprilia, D. Ariyanti, and A. Izzuddin,
“Analisa Pengukuran Kualitas Citra Hasil
Steganografi,” 2019.
- [12] L. Maximillian, Y. Finsensia Riti, M.
Anugraha, and Y. J. Palis,
“PERBANDINGAN ALGORITMA
SOBEL DAN CANNY UNTUK DETEKSI
TEPI CITRA DAUN LIDAH BUAYA,”
*KOMPUTA : Jurnal Ilmiah Komputer dan
Informatika*, vol. 12, no. 2, 2023.