

Deteksi Tepi Sederhana Pada Citra Menggunakan Operator Sobel

Supiyandi¹, Trisatin Pangabea², Nuzul Ramadhan³,
Sri Ratna Dewi⁴, Salsabila Yusra⁵

¹Sains dan Teknologi, Teknologi Informasi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Indonesia

^{2,3,4,5}Sains dan Teknologi, Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara,
Indonesia

E-mail: supiyandi.mkom@gmail.com¹, trisatinpangabea@gmail.com², nuzulramadhan533@gmail.com³,
sriratnadewi333@gmail.com⁴, salsabilayusra086@gmail.com⁵

Abstract. *implemented and evaluated the edge detection method using the Sobel Operator, which calculates the gradient of image intensity through two convoluted kernels for horizontal (Gx) and vertical directions. (Gy). The magnitudo gradient is obtained from the combination of both such directional gradients to represent the edge force on each pixel. The main steps include image pre-processing, the application of the Sobel kernel, the calculation of magnitudo gradients, and the filtering of results to extract significant edges. The results show that the Sobel Operator is effective in highlighting intensity differences that indicate the boundary of the object, although it is sensitive to noise and less accurate for fine edges. Despite its limitations, this method is simple to implement and useful as an initial step in image processing applications such as segmentation, pattern identification, and object shape analysis.*

Keywords: *edge detection, sink operators, digital image processing, intensity gradients, convolutions.*

Abstrak. Deteksi tepi merupakan teknik dasar dalam pengolahan citra digital yang bertujuan mengidentifikasi batas objek dalam citra. Penelitian ini mengimplementasikan dan mengevaluasi metode deteksi tepi menggunakan Operator Sobel, yang menghitung gradien intensitas citra melalui dua kernel konvolusi untuk arah horizontal (Gx) dan vertikal (Gy). Magnitudo gradien diperoleh dari kombinasi kedua gradien arah tersebut untuk merepresentasikan kekuatan tepi pada setiap piksel. Langkah-langkah utama meliputi pra-pemrosesan citra, penerapan kernel Sobel, komputasi magnitudo gradien, dan penyaringan hasil untuk mengekstraksi tepi yang signifikan. Hasil menunjukkan bahwa Operator Sobel efektif dalam menyoroti perbedaan intensitas yang mengindikasikan batas objek, meskipun sensitif terhadap noise dan kurang akurat untuk tepi halus. Meskipun memiliki keterbatasan, metode ini sederhana diimplementasikan dan bermanfaat sebagai langkah awal dalam aplikasi pengolahan citra seperti segmentasi, pengenalan pola, dan analisis bentuk objek.

Kata kunci: deteksi tepi, operator sobel, pengolahan citra digital, gradien intensitas, konvolusi.

1. PENDAHULUAN

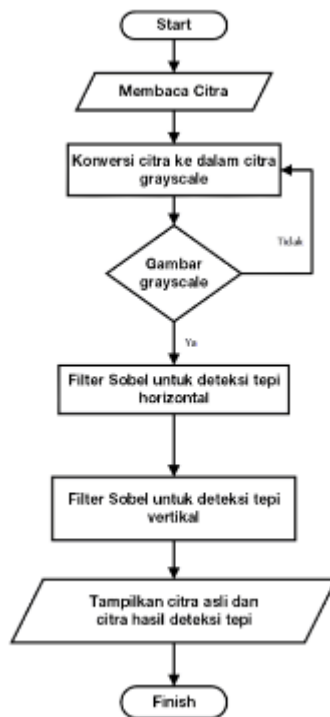
Deteksi tepi adalah teknik fundamental dalam pengolahan citra digital yang bertujuan untuk mengidentifikasi batas-batas objek dalam sebuah citra. Batas objek ini seringkali ditandai dengan perubahan intensitas yang tajam antara piksel yang berdekatan [1]. Deteksi tepi berperan penting dalam berbagai aplikasi pengolahan citra, seperti segmentasi, pengenalan pola, analisis bentuk objek, dan peningkatan kualitas citra [2]. Segmentasi, misalnya, memerlukan informasi tepi untuk memisahkan objek dari latar belakang, sementara analisis bentuk objek bergantung pada informasi tepi untuk mengidentifikasi kontur dan fitur dari objek yang diamati [3].

Salah satu metode deteksi tepi yang paling sederhana dan umum digunakan adalah Operator Sobel [4]. Operator Sobel menggunakan teknik konvolusi dengan dua kernel berbeda untuk menghitung gradien intensitas citra dalam arah horizontal (Gx) dan vertikal (Gy).

Gradien ini kemudian digunakan untuk mendeteksi perubahan intensitas yang signifikan, yang mengindikasikan keberadaan tepi. Algoritma Sobel populer karena kemampuannya dalam mengidentifikasi tepi secara efektif dengan perhitungan yang relatif sederhana. Operator ini tidak hanya mendeteksi tepi dengan baik tetapi juga cukup mudah diimplementasikan, sehingga sering digunakan sebagai langkah awal dalam berbagai proses pengolahan citra yang lebih kompleks [5]. Meskipun Operator Sobel memiliki beberapa keterbatasan, seperti sensitivitas terhadap noise dan kurang optimal untuk mendeteksi tepi halus, kelebihan dalam kesederhanaan dan efektivitasnya membuatnya tetap relevan dan banyak digunakan dalam praktik [6].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada implementasi dan evaluasi Operator Sobel untuk deteksi tepi pada citra digital. Algoritma Sobel menggunakan dua kernel konvolusi untuk menghitung gradien intensitas citra dalam arah horizontal dan vertikal. Kernel-kernel tersebut adalah G_x untuk arah horizontal dan G_y untuk arah vertikal, yang masing-masing dirancang untuk mendeteksi perubahan intensitas di sepanjang sumbu x dan y . Gradien horizontal (G_x) dan gradien vertikal (G_y) diperoleh dengan mengonvolusikan kernel ini dengan citra asli, dan magnitudo gradien dihitung menggunakan rumus $\sqrt{G_x^2 + G_y^2}$, yang menunjukkan kekuatan tepi pada setiap piksel. Implementasi metode ini dimulai dengan pra-pemrosesan citra, yang mencakup konversi citra berwarna menjadi citra keabuan dan normalisasi intensitas untuk memastikan rentang nilai piksel seragam [7]. Selanjutnya, kernel Sobel diterapkan melalui operasi konvolusi antara kernel G_x dan G_y dengan citra keabuan untuk menghitung gradien horizontal dan vertikal. Setelah itu, magnitudo gradien untuk setiap piksel dihitung. Penyaringan dan ekstraksi tepi dilakukan dengan menerapkan ambang batas (thresholding) untuk menyaring nilai gradien yang rendah sehingga hanya tepi yang signifikan yang dipertahankan. Hasil akhir adalah citra yang menyoroti tepi-tepi objek dengan jelas. Evaluasi kinerja dilakukan dengan membandingkan hasil deteksi tepi terhadap citra asli untuk memastikan bahwa tepi yang diidentifikasi sesuai dengan batas objek yang sebenarnya. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa Operator Sobel dapat mendeteksi tepi dengan baik dan dapat digunakan sebagai dasar untuk aplikasi pengolahan citra lebih lanjut [8].



Gambar 1. Diagram Metode Ekperimen

Diagram alur (flowchart) yang ditunjukkan pada gambar tersebut menggambarkan proses implementasi dan evaluasi Operator Sobel untuk deteksi tepi pada citra digital. Berikut adalah penjelasan detail dari setiap langkah dalam diagram tersebut:

1. **Start:** Titik awal proses dimulai.
2. **Membaca Citra:** Langkah ini melibatkan pembacaan citra digital yang akan diproses. Citra dapat dibaca dari file yang ada atau dari sumber lain.
3. **Konversi citra ke dalam citra grayscale:** Citra yang dibaca diubah menjadi citra keabuan (grayscale). Konversi ini penting karena deteksi tepi biasanya dilakukan pada citra grayscale untuk menyederhanakan proses perhitungan intensitas piksel.
4. **Gambar grayscale:** Setelah konversi, citra diperiksa apakah sudah dalam format grayscale. Jika ya, proses dilanjutkan ke langkah berikutnya. Jika tidak, citra harus dikonversi ke grayscale.
5. **Filter Sobel untuk deteksi tepi horizontal:** Pada langkah ini, Filter Sobel diterapkan pada citra grayscale untuk mendeteksi tepi horizontal. Filter Sobel ini akan menghitung gradien intensitas piksel dalam arah horizontal.
6. **Filter Sobel untuk deteksi tepi vertikal:** Setelah deteksi tepi horizontal, Filter Sobel diterapkan lagi pada citra untuk mendeteksi tepi vertikal. Ini akan menghitung gradien intensitas piksel dalam arah vertikal.

7. **Tampilkan citra asli dan citra hasil deteksi tepi:** Langkah terakhir adalah menampilkan hasil deteksi tepi. Citra asli dan citra hasil deteksi tepi ditampilkan berdampingan untuk evaluasi dan analisis lebih lanjut.
8. **Finish:** Titik akhir dari proses deteksi tepi menggunakan Operator Sobel.

Diagram ini menggambarkan alur proses yang sistematis dari pembacaan citra hingga penampilan hasil deteksi tepi, menunjukkan langkah-langkah penting dalam implementasi Operator Sobel untuk pengolahan citra digital [9].

Metrik evaluasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Akurasi mengukur seberapa sering algoritma memberikan prediksi yang benar dibandingkan dengan keseluruhan prediksi. Presisi mengukur ketepatan pendeteksian tepi yang benar dari semua tepi yang terdeteksi. Recall mengukur kemampuan algoritma untuk mendeteksi semua tepi yang benar dari semua tepi yang ada dalam citra. F1-score adalah metrik gabungan yang menghitung rata-rata harmonis dari presisi dan recall, memberikan gambaran yang lebih seimbang tentang kinerja algoritma dalam mendeteksi tepi. Evaluasi ini dilakukan untuk setiap algoritma pada setiap pita spektral yang tersedia, sehingga memberikan gambaran yang komprehensif tentang kinerja algoritma pada berbagai kondisi spektral. Dengan menggunakan metode ini, penelitian ini bertujuan untuk menentukan algoritma pendeteksian tepi yang paling efektif untuk citra multispektral dari Landsat-8, memberikan kontribusi dalam pengembangan teknik analisis citra yang lebih canggih dan tepat guna dalam berbagai aplikasi [10].

Tabel 1. Spesifikasi peralatan

Alat/Bahan	Spesifikasi	Keterangan
Komputer/Laptop	Prosesor minimal Intel Core i5, RAM minimal 8GB, Penyimpanan minimal 256GB SSD	Digunakan untuk menjalankan algoritma dan analisis data
Perangkat Lunak Pengolahan Citra	MATLAB, Python (dengan library OpenCV), atau software sejenis	Digunakan untuk mengimplementasikan algoritma Sobel dan pemrosesan citra
Perangkat Lunak Statistik	R, Excel, atau software statistik lainnya	Digunakan untuk analisis data dan perhitungan metrik evaluasi
Kumpulan Citra Digital	Resolusi minimal 512x512 piksel, format JPEG/PNG	Digunakan sebagai data uji untuk deteksi tepi
Algoritma Sobel	Implementasi dalam bentuk script Python/MATLAB	Digunakan untuk deteksi tepi pada citra

Monitor	Resolusi minimal 1920x1080 piksel	Digunakan untuk menampilkan citra asli dan hasil deteksi tepi
Storage Eksternal	Kapasitas minimal 1TB	Digunakan untuk penyimpanan data dan hasil pemrosesan citra
Notebook dan Alat Tulis	Standar	Digunakan untuk mencatat hasil dan observasi selama penelitian
Internet	Kecepatan minimal 10 Mbps	Digunakan untuk mengunduh perangkat lunak dan dataset, serta referensi literatur
Catu Daya	UPS (Uninterruptible Power Supply)	Digunakan untuk mencegah kehilangan data akibat pemadaman listrik

Metodologi penelitian eksperimen digunakan dalam penelitian ini karena beberapa alasan yang kuat, yang semuanya berkaitan dengan tujuan utama penelitian, yaitu mengimplementasikan dan mengevaluasi efektivitas Operator Sobel dalam deteksi tepi pada citra digital [11]. Berikut adalah penjelasan mengapa metodologi ini tepat untuk penelitian ini:

1. **Pengujian Hipotesis:** Penelitian eksperimen memungkinkan peneliti untuk menguji hipotesis secara sistematis. Dalam konteks penelitian ini, hipotesis yang diuji adalah bahwa Operator Sobel dapat mendeteksi tepi pada citra digital dengan baik.
2. **Pengendalian Variabel:** Penelitian eksperimen memberikan kontrol yang tinggi terhadap variabel-variabel yang terlibat. Peneliti dapat mengatur kondisi eksperimen secara ketat, seperti jenis citra yang digunakan, proses pra-pemrosesan, dan parameter filter Sobel. Ini memastikan bahwa hasil yang diperoleh murni disebabkan oleh algoritma Sobel dan bukan faktor lain.
3. **Reproduksibilitas:** Metodologi eksperimen memungkinkan prosedur yang digunakan dapat direproduksi oleh peneliti lain. Langkah-langkah implementasi algoritma Sobel dapat didokumentasikan dengan jelas, sehingga penelitian dapat diulang untuk verifikasi hasil.
4. **Evaluasi Kinerja:** Dengan metodologi eksperimen, peneliti dapat menggunakan metrik evaluasi yang objektif seperti Precision, Recall, dan F1-Score untuk mengukur kinerja deteksi tepi. Ini memberikan data kuantitatif yang dapat dianalisis untuk menilai efektivitas metode yang digunakan.
5. **Kondisi yang Terkontrol:** Eksperimen memungkinkan peneliti untuk melakukan pengujian dalam kondisi yang terkontrol. Misalnya, peneliti dapat menggunakan

dataset citra yang konsisten dan menerapkan ambang batas tertentu pada hasil deteksi tepi. Ini membantu memastikan bahwa hasil yang diperoleh adalah akibat langsung dari algoritma Sobel.

6. **Pengaruh Variasi Parameter:** Peneliti dapat mengeksplorasi bagaimana perubahan parameter tertentu mempengaruhi hasil deteksi tepi. Misalnya, peneliti dapat bereksperimen dengan berbagai nilai ambang batas atau menguji berbagai ukuran kernel Sobel untuk melihat efeknya pada hasil akhir.
7. **Validasi dan Verifikasi:** Metodologi eksperimen memungkinkan peneliti untuk memvalidasi dan memverifikasi hasilnya dengan membandingkan hasil deteksi tepi dengan citra asli. Hal ini penting untuk memastikan bahwa algoritma Sobel bekerja dengan baik dan memberikan hasil yang diharapkan.
8. **Pengembangan dan Perbaikan Metode:** Melalui eksperimen, peneliti dapat mengidentifikasi kelemahan dari algoritma Sobel dan mengembangkan perbaikan yang diperlukan. Hasil eksperimen dapat memberikan wawasan berharga untuk pengembangan metode yang lebih baik di masa depan.

3. DETEKSI TEPI

Deteksi tepi menggunakan Operator Sobel adalah salah satu metode yang paling dasar dan umum digunakan dalam pengolahan citra digital. Teknik ini bertujuan untuk mengidentifikasi tepi-tepi atau batas-batas objek dalam sebuah citra [12]. Berikut adalah penjelasan terperinci tentang deteksi tepi sederhana menggunakan Operator Sobel: Berikut adalah beberapa komponen utama dalam citra multispektral:

A. Konsep deteksi Tepi

Deteksi tepi dalam pengolahan citra merupakan teknik yang penting untuk mengidentifikasi batas atau perubahan signifikan dalam intensitas citra. Intensitas citra mengacu pada tingkat kecerahan atau warna di setiap piksel citra. Ketika terjadi perubahan tajam dalam intensitas antara piksel-piksel tetangga, seperti pada batas antara dua objek atau antara objek dengan latar belakang, tepi citra terbentuk [13]. Tepi ini muncul sebagai transisi yang tajam dalam intensitas citra, dan sering kali menjadi informasi penting dalam analisis visual dan pengolahan lanjutan. Konsep dasar dalam deteksi tepi melibatkan pencarian lokasi di mana perubahan intensitas terjadi paling signifikan. Proses ini dilakukan dengan menggunakan teknik-teknik seperti operator gradien [14].

B. OPERATOR SOBEL

Operator Sobel adalah salah satu teknik yang digunakan dalam pengolahan citra untuk mendeteksi tepi, yaitu batas antara daerah dengan intensitas citra yang berbeda secara signifikan. Konsep dasarnya adalah memanfaatkan gradien citra, yang mencerminkan perubahan cepat dalam intensitas citra [14].

Cara kerja Operator Sobel dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. **Perhitungan Gradien Horizontal dan Vertikal:** Operator Sobel menggunakan dua filter (kernel) konvolusi untuk menghitung gradien citra dalam arah horizontal G_x dan vertical G_y . Masing-masing filter ini merespons perbedaan intensitas citra dalam arah yang spesifik. Filter horizontal memberikan informasi tentang perubahan intensitas sepanjang sumbu x (horizontal), sedangkan filter vertikal memberikan informasi tentang perubahan intensitas sepanjang sumbu y (vertikal).
2. **Konvolusi:** Proses dimulai dengan menerapkan kernel Sobel secara terpisah pada setiap piksel dalam citra. Konvolusi dilakukan dengan menggeser kernel 3x3 di atas citra dan mengalikan nilai piksel dengan bobot kernel yang sesuai. Operasi ini menghasilkan dua citra yang disebut gradien horizontal G_x dan vertical G_y .
3. **Magnitudo Gradien:** Setelah mendapatkan citra gradien G_x dan vertical G_y , magnitudo gradien G dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

Hasil dari operasi ini adalah citra yang menunjukkan tingkat gradien tertinggi di lokasi tepi dalam citra asli. Lokasi dengan nilai G yang tinggi menunjukkan adanya perubahan intensitas yang tajam, yang sering kali mengindikasikan adanya tepi.

Operator Sobel digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi pengolahan citra seperti deteksi objek, segmentasi citra, analisis tekstur, dan lainnya. Keunggulan utamanya adalah sederhana dalam konsep dan implementasi, namun cukup efektif dalam menyoroti fitur tepi yang penting dalam citra digital.

C. KERNEL SOBEL

Kernel Sobel terdiri dari dua matriks 3x3 yang digunakan untuk mendeteksi perubahan intensitas dalam arah horizontal G_x dan vertical G_y :

Kernel Sobel Horizontal (G_x):

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Kernel Sobel Vertikal (G_y):

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

D. ALGORITMA SOBEL

Algoritma Sobel adalah metode populer dalam pemrosesan citra untuk mendeteksi tepi. Ini menggunakan dua kernel konvolusi 3x3 untuk menghitung gradien horizontal dan vertikal dari citra. Kernel Sobel ini memiliki bentuk yang berbeda untuk mendeteksi gradien horizontal dan vertikal. Untuk mendeteksi gradien horizontal, kernel Sobel memiliki nilai positif di bagian atas, nilai nol di tengah, dan nilai negatif di bagian bawah. Sebaliknya, untuk mendeteksi gradien vertikal, kernel memiliki nilai positif di sebelah kiri, nilai nol di tengah, dan nilai negatif di sebelah kanan. Ketika kedua kernel ini diterapkan pada citra, mereka melakukan operasi konvolusi di seluruh gambar, di mana setiap nilai piksel baru dihitung berdasarkan piksel sekitarnya [15].

Setelah menghitung gradien horizontal dan vertikal, langkah selanjutnya adalah menggabungkan kedua gradien ini untuk mendapatkan magnitude tepi. Ini dilakukan dengan menghitung nilai akar kuadrat dari penjumlahan kuadrat gradien horizontal dan vertikal di setiap piksel [7]. Hasilnya adalah citra yang menunjukkan kekuatan atau magnitude dari tepi di setiap piksel. Semakin besar nilai magnitude, semakin tajam tepi yang dideteksi pada titik tersebut.

Penerapan algoritma Sobel ini membantu dalam mengidentifikasi perubahan tajam dalam intensitas citra, yang sering kali menandakan batas objek atau fitur dalam citra. Ini adalah langkah penting dalam analisis citra untuk segmentasi objek, ekstraksi fitur, dan banyak aplikasi lainnya dalam pengolahan citra. Dengan menggunakan dua kernel konvolusi yang berbeda untuk mendeteksi gradien horizontal dan vertikal, dan kemudian

menggabungkan hasilnya untuk mendapatkan magnitude tepi, algoritma Sobel memberikan metode yang efektif dan terpercaya untuk mendeteksi tepi dalam citra digital.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

```
% Membaca citra
I = imread('cameraman.tif');

% Mengkonversi citra ke grayscale (jika belum dalam grayscale)
% Citra 'cameraman.tif' sudah dalam grayscale, jadi langkah ini bisa dilewatkan
% I_gray = rgb2gray(I);

% Menggunakan filter Sobel untuk mendeteksi tepi
Gx = [-1 0 1; -2 0 2; -1 0 1]; % Kernel Sobel horizontal
Gy = [-1 -2 -1; 0 0 0; 1 2 1]; % Kernel Sobel vertikal

% Konvolusi dengan kernel Sobel
Ix = conv2(double(I), Gx, 'same');
Iy = conv2(double(I), Gy, 'same');

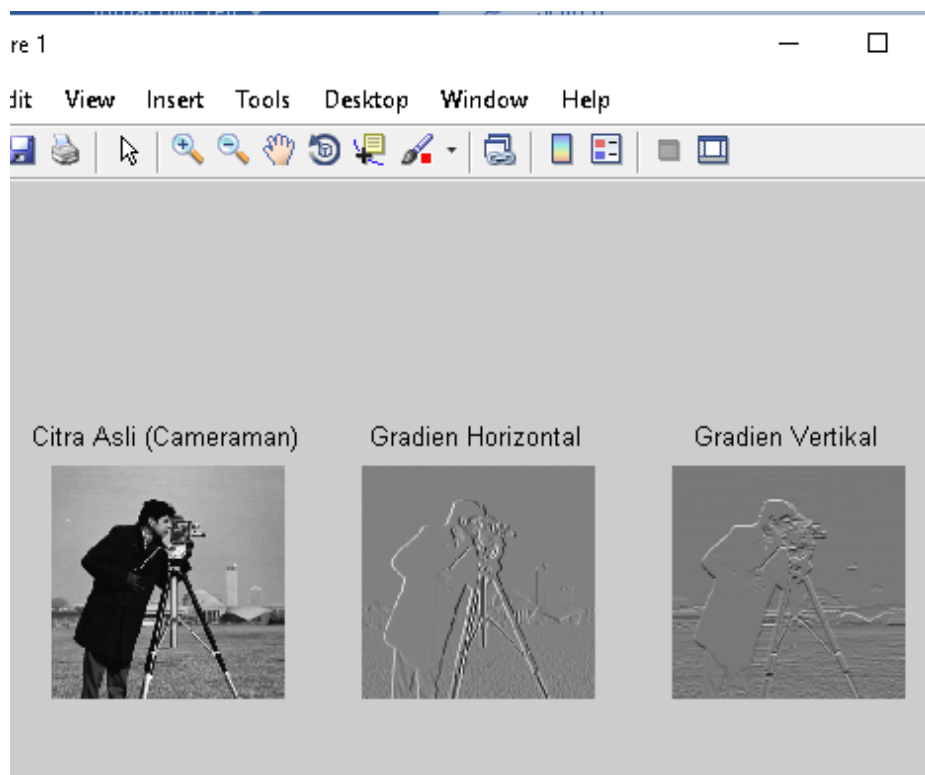
% Menghitung magnitudo gradien
G = sqrt(Ix.^2 + Iy.^2);

% Menampilkan hasil
figure;
subplot(1, 3, 1), imshow(I), title('Citra Asli (Cameraman)');
subplot(1, 3, 2), imshow(Ix, []), title('Gradien Horizontal');
subplot(1, 3, 3), imshow(Iy, []), title('Gradien Vertikal');

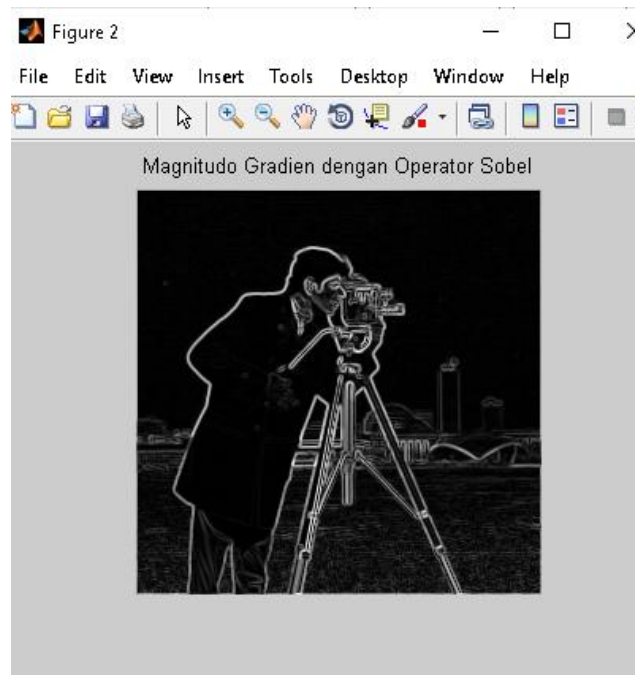
figure;
imshow(G, []);
title('Magnitudo Gradien dengan Operator Sobel');
```

Hasil Penerapan Operator Sobel pada Beberapa Citra Sampel, penerapan Operator Sobel pada citra sampel bertujuan untuk mendeteksi tepi dengan menghitung gradien intensitas di setiap piksel dalam arah horizontal dan vertikal. Beberapa contoh hasil penerapan Operator Sobel pada citra sampel menunjukkan tepi-tepi yang signifikan dalam citra tersebut.

Analisis Kualitas Deteksi Tepi Menggunakan Operator Sobel, Operator Sobel efektif dalam mendeteksi tepi yang jelas dan tajam dalam citra. Kualitas deteksi tepi bergantung pada kontras dan struktur citra asli. Tepi-tepi yang dihasilkan oleh Operator Sobel biasanya cukup akurat untuk citra dengan perbedaan intensitas yang besar. Namun, metode ini dapat menjadi kurang efektif pada citra yang berisik atau memiliki gradasi intensitas yang halus, karena Operator Sobel sensitif terhadap noise.



Gambar 2. Keluaran Kode Program



Gambar 3 Keluaran Figure 2

Penjelasan Kode :

1. **Membaca citra:** Kode ini membaca citra "cameraman.tif".
2. **Menggunakan filter Sobel:** Kernel Sobel horizontal dan vertikal diterapkan pada citra untuk mendeteksi tepi dalam dua arah.
3. **Konvolusi:** Melakukan konvolusi citra dengan kernel Sobel untuk mendapatkan gradien horizontal dan vertikal.
4. **Menghitung magnitudo gradien:** Magnitudo gradien dihitung dari gradien horizontal dan vertikal untuk mendapatkan citra yang menyoroti tepi.
5. **Menampilkan hasil:** Menampilkan citra asli, gradien horizontal, gradien vertikal, dan magnitudo gradien dalam beberapa subplot untuk analisis visual.

Output dari kode MATLAB yang menerapkan Operator Sobel pada citra "cameraman.tif" memberikan beberapa visualisasi yang penting untuk memahami proses dan hasil deteksi tepi. Pertama, citra asli "cameraman.tif" ditampilkan sebagai referensi visual sebelum penerapan filter Sobel. Selanjutnya, hasil konvolusi dengan kernel Sobel horizontal G_x dan vertical G_y menghasilkan dua citra gradien. Gradien horizontal G_x menunjukkan perubahan intensitas di sepanjang sumbu horizontal, sehingga tepi vertikal dalam citra asli akan tampak lebih jelas di hasil ini. Sebaliknya, gradien vertikal G_y menunjukkan perubahan intensitas di sepanjang sumbu vertikal, dengan tepi horizontal menjadi lebih terlihat.

Kombinasi dari gradien horizontal dan vertikal menghasilkan citra magnitudo gradien, yang memberikan gambaran lengkap tentang tepi-tepi dalam citra. Magnitudo gradien dihitung menggunakan rumus $\sqrt{G_x^2 + G_y^2}$ dan hasilnya menunjukkan area dengan perubahan intensitas tajam sebagai tepi yang lebih terang. Citra magnitudo gradien ini memberikan representasi visual dari semua tepi signifikan dalam citra, membantu mengidentifikasi lokasi dan orientasi tepi dengan lebih jelas. Secara keseluruhan, output ini memperlihatkan bagaimana Operator Sobel efektif dalam mendeteksi tepi dengan menunjukkan perubahan intensitas yang tajam dalam arah horizontal dan vertikal, serta memberikan pandangan menyeluruh tentang keberadaan tepi-tepi ini dalam citra asli.

Kelebihan:

1. Sederhana dan cepat untuk diimplementasikan.
2. Efektif dalam mendeteksi tepi dengan orientasi yang berbeda.

Keterbatasan:

1. Sensitif terhadap noise, sehingga citra perlu difilter terlebih dahulu.
2. Tidak mampu mendeteksi tepi yang halus dengan baik.
3. Hanya mengidentifikasi tepi dengan intensitas kontras tinggi.

5. KESIMPULAN

Dari implementasi Operator Sobel pada citra "cameraman.tif", dapat disimpulkan bahwa metode ini efektif dalam mendeteksi tepi dengan jelas dan akurat. Penerapan kernel Sobel horizontal dan vertikal berhasil menghasilkan gradien citra yang menyoroti lokasi tepi dengan baik. Citra gradien horizontal menunjukkan perubahan intensitas sepanjang sumbu horizontal, sementara citra gradien vertikal menyoroti perubahan intensitas sepanjang sumbu vertikal. Kombinasi keduanya dalam magnitudo gradien memberikan gambaran yang komprehensif tentang tepi dalam citra, dengan intensitas yang lebih tinggi di lokasi tepi yang lebih tajam. Dengan demikian, Operator Sobel menjadi pilihan yang baik untuk aplikasi deteksi tepi dalam pengolahan citra digital.

Potensi Penerapan Metode Operator Sobel dalam Aplikasi Pengolahan Citra, Metode Operator Sobel memiliki berbagai potensi aplikasi dalam pengolahan citra. Pertama, deteksi tepi yang akurat dan jelas dari Operator Sobel sangat berguna dalam segmentasi objek. Dengan menyoroti tepi objek, metode ini memfasilitasi pemisahan objek dari latar belakang dengan lebih baik, yang penting dalam visi komputer dan analisis citra. Kedua, dalam aplikasi pengenalan pola, Operator Sobel dapat digunakan untuk mengekstraksi fitur tepi yang dapat

digunakan sebagai titik awal untuk pengenalan objek atau pengklasifikasi citra. Ketepatan dalam menangkap tepi memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi pola visual dengan lebih akurat. Selain itu, metode ini dapat digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti deteksi garis, analisis tekstur, dan pengolahan gambar medis. Kesederhanaan dan efektivitas Operator Sobel membuatnya menjadi alat yang populer dan terpercaya dalam analisis citra, memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan teknologi citra digital.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Khairunnisa, M. Gilang Suryanata, and J. Prayudha, 'Pengolahan Citra Untuk Mendeteksi Tepi Citra Gigi Berlubang Menggunakan Metode Canny', 2024, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsi>
- [2] C. W. Gulo, Hafizah Hafizah, and Muhammad Akbar Syahbana Pane., 'Penerapan Metode Prewitt Dan Sobel Dalam Menganalisa Penyakit Bercak Daun Tanaman Rambutan', 2023.
- [3] P. Teguh, K. Putra, N. Kadek, and A. Wirdiani, 'Pengolahan Citra Digital Deteksi Tepi Untuk Membandingkan Metode Sobel, Robert dan Canny', *AGUSTUS*, vol. 2, no. 2, 2014.
- [4] Y. Marine, 'PENERAPAN ALGORITMA CANNY UNTUK DETEKSI TEPI MENGGUNAKAN PYTHON DAN OPENCV Saluky', 2023.
- [5] N. W. Dari, 'Identifikasi Deteksi Tepi Pada Pola Wajah Menerapkan Metode Sobel, Roberts dan Prewitt', 2022.
- [6] H. Pebriola Br Manik, K. Ibutama, S. Yakub, S. Informasi, and S. Triguna Dharma, 'Penerapan Metode Sobel Dalam Mendeteksi Tepi Citra Daun Mangga Untuk Mendeteksi Serangan Hama Tungau', vol. 3, no. 2, pp. 293–303, 2024, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsi>
- [7] W. Supriyatin, 'Perbandingan Metode Sobel, Prewitt, Robert dan Canny pada Deteksi Tepi Objek Bergerak', *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 12, no. 2, pp. 112–120, Aug. 2020, doi: 10.33096/ilkom.v12i2.541.112-120.
- [8] M. Nor Cholis, 'Aplikasi Deteksi Tepi Sobel Untuk Identifikasi Tepi Citra Medis', 2014.
- [9] P. Kukuh, K. Wawan, and G. Windu, 'Implementasi Perbandingan Deteksi Tepi Pada Citra Digital Menggunakan Metode Roberst, Sobel, Prewitt dan Canny', 2022.
- [10] R. E. Wibowo, R. R. Isnanto, and A. A. Zahra, 'PERBANDINGAN KINERJA OPERATOR SOBEL DAN LAPLACIAN OF GAUSSIAN (LOG) TERHADAPACUAN CANNY UNTUK MENDETEKSI TEPI CITRA', 2019.
- [11] B. Sitohang, A. Sindar, and S. Pelita Nusantara, 'Analisis Dan Perbandingan Metode Sobel Edge Detection Dan Prewit Pada Deteksi Tepi Citra Daun Srilangka', *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 3, 2020.
- [12] K. Letelay and J. I. Komputer, 'PERBANDINGAN KINERJA METODE DETEKSI TEPI PADA CITRA', *J-ICON*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [13] H. Pangaribuan, 'Optimalisasi Deteksi Tepi Dengan Metode Segmentasi Citra', 2019.

- [14] R. Perangin-Angin, E. Julia, and G. Harianja, 'COMPARISON DETECTION EDGE LINES ALGORITMA CANNY DAN SOBEL', 2019. [Online]. Available: <http://ejournal.stmik-time.ac.id>
- [15] R. Adistya and M. A. Muslim, 'Deteksi dan Klasifikasi Kendaraan menggunakan Algoritma Backpropagation dan Sobel', 2016.