

PERBANDINGAN HASIL DETEKSI TEPI ANTARA CITRA BERWARNA DAN GRAYSCALE DENGAN OPERATOR SOBEL

Diana, Windri Dwi Novanni, Liana Sukma, Rahmatin Nufus, Muhammad Satria Ramadhan

Teknik Informatika, Universitas Bina Darma

Jalan Jenderal Ahmad Yani Nomor 12, Kecamatan Plaju, Kota Palembang, Indonesia

windri.23142024p@gmail.com

ABSTRAK

Deteksi tepi merupakan teknik dasar dalam pengolahan citra digital yang berperan penting dalam identifikasi batas objek dan peningkatan detail visual. Deteksi tepi pada citra berwarna (RGB) dan citra grayscale, seringkali menghadapi masalah ketidakkonsistenan hasil terutama pada citra kompleks dengan variasi warna tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan mengevaluasi efektivitas Operator Sobel dalam mendeteksi tepi pada citra berwarna (RGB) dan grayscale. Metode yang digunakan meliputi (1) konversi citra RGB ke grayscale, (2) mengaplikasikan konvolusi untuk menghitung gradien intensitas citra dalam arah horizontal (G_x) dan vertikal (G_y), serta (3) menerapkan ambang batas (*thresholding*) untuk menyaring nilai gradien yang signifikan. Hasil menunjukkan perbedaan karakteristik antara kedua format citra. Citra grayscale menghasilkan deteksi tepi yang lebih merata namun rentan terhadap noise, sementara citra berwarna (RGB) mampu menangkap deteksi tepi yang lebih detail pada area dengan kontras warna tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa pemilihan format citra berpengaruh terhadap kualitas deteksi tepi, dimana citra berwarna (RGB) lebih unggul untuk objek dengan variasi warna mencolok, sementara citra grayscale lebih cocok untuk citra dengan struktur intensitas sederhana.

Kata kunci : Deteksi Tepi, Operator Sobel, Citra Berwarna, Citra Grayscale

1. PENDAHULUAN

Pengolahan citra digital merupakan salah satu cabang ilmu komputer yang berfokus pada analisis dan manipulasi gambar untuk berbagai tujuan, seperti peningkatan kualitas visual, ekstraksi informasi, serta segmentasi objek. Dalam berbagai bidang aplikasi seperti medis, pengawasan, pemetaan geografis, dan pengenalan pola, citra digital digunakan sebagai sumber data utama yang harus diolah secara efisien agar menghasilkan informasi yang akurat.

Salah satu teknik penting dalam pengolahan citra adalah deteksi tepi, yang bertujuan untuk mengidentifikasi batas antara objek dengan latar belakang dalam suatu gambar. Deteksi tepi ini sangat penting karena berfungsi sebagai dasar bagi banyak proses lanjutan, seperti pelacakan objek, pengenalan bentuk, dan segmentasi citra.

Terdapat berbagai pendekatan dalam mendeteksi tepi citra, mulai dari metode berbasis operator turunan hingga algoritma yang lebih kompleks seperti deteksi tepi berbasis statistik atau kecerdasan buatan. Di antara metode yang tersedia, operator diferensial seperti Sobel, Prewitt, dan Roberts menjadi pilihan populer karena kemudahannya dalam implementasi serta efisiensi dalam perhitungan. Operator-operator ini bekerja dengan cara mengestimasi perubahan intensitas piksel di sekitar area tertentu dalam citra. Hasil estimasi tersebut kemudian digunakan untuk menyoroti bagian yang mengalami perubahan intensitas signifikan, yang diasumsikan sebagai tepi dari suatu objek.

Salah satu metode deteksi tepi yang paling sederhana namun efektif adalah Operator Sobel [1]. Operator Sobel cukup populer karena kemampuannya

dalam mendeteksi tepi secara efisien dengan proses komputasi yang tidak terlalu rumit. Selain mampu menghasilkan deteksi tepi yang baik, operator ini juga mudah diimplementasikan, sehingga sering dijadikan tahap awal dalam berbagai tahapan pengolahan citra digital yang lebih kompleks [2]. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan mengevaluasi kinerja Operator Sobel dalam proses deteksi tepi pada citra digital dengan dua format berbeda, yaitu citra berwarna (RGB) dan citra grayscale. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan hasil deteksi tepi yang dihasilkan dari masing-masing format citra, serta untuk mengetahui sejauh mana perbedaan representasi warna mempengaruhi hasil akhir dari proses deteksi tepi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pemilihan format citra yang lebih optimal untuk proses pengolahan citra, khususnya dalam konteks deteksi fitur tepi menggunakan metode Sobel.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengolahan Citra

Citra adalah suatu representasi, gambaran, kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitudo f di titik koordinat x,y dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut. Secara umum, pengolahan citra digital menunjukkan pada pemrosesan gambar dua dimensi menggunakan komputer. Citra digital merupakan sebuah larik (*array*) yang berisi nilai-nilai

real maupun kompleks yang mempresentasikan dengan deretan bit tertentu[3].

2.2. Deteksi Tepi

Deteksi tepi adalah teknik fundamental dalam pengolahan citra digital yang bertujuan untuk mengidentifikasi batas-batas objek dalam sebuah citra [4]. Selain itu, proses ini juga berperan dalam meningkatkan ketajaman detail pada citra yang mengalami kekaburan akibat kesalahan atau efek dari proses akuisisi gambar [5]. Deteksi tepi memanfaatkan perbedaan tajam nilai intensitas pada perbatasan dua area[6]. Deteksi tepi akan memberikan nilai tinggi ketika ditemukan adanya batas objek, dan nilai rendah jika tidak terdapat tepi. Kemampuan untuk mengenali keberadaan tepi pada objek dalam citra merupakan elemen penting dalam proses ekstraksi fitur. Deteksi tepi menjadi tahap awal dalam upaya memperoleh informasi dari sebuah citra. Tepi menunjukkan perbatasan antar objek, sehingga berperan penting dalam proses segmentasi dan pengenalan objek. Tujuan utama dari deteksi tepi adalah untuk memperjelas batas-batas wilayah atau objek dalam gambar [7].

2.3. Operator Sobel

Operator Sobel merupakan metode deteksi tepi yang paling sederhana dan umum digunakan. Metode ini berbasis diferensiasi pertama yang digunakan dalam pengolahan citra digital untuk menghitung estimasi gradien intensitas lokal. Teknik ini menggunakan dua kernel konvolusi berukuran 3×3 yang diterapkan secara terpisah untuk mendeteksi perubahan intensitas dalam arah horizontal (G_x) dan vertikal (G_y) [4]. Cara pemanfaatan matriks Operator Sobel sama dengan pemakaian sebuah grid, yaitu dengan cara memasukan piksel-piksel di sekitar citra yang sedang diperiksa (piksel tengah) ke dalam matriks [8].

2.4. Citra Berwarna

Citra berwarna, yang dikenal sebagai citra true color atau RGB, merupakan representasi visual yang dibentuk dari tiga komponen warna dasar: merah (*Red*), hijau (*Green*), dan biru (*Blue*). Masing-masing kanal warna memiliki kedalaman 8 bit, dengan rentang nilai antara 0 hingga 255, sehingga memungkinkan kombinasi warna sebanyak 256^3 atau 16.777.216 warna unik. Dalam representasi matematis, setiap warna dalam citra RGB dapat dipandang sebagai sebuah vektor dalam ruang tiga dimensi, dengan komponen (x, y, z) yang setara dengan nilai intensitas R, G, dan B. Sebagai contoh, warna pada piksel dapat dinyatakan sebagai vektor warna RGB (30, 75, 255), sementara warna putih direpresentasikan sebagai RGB (255, 255, 255) dan hitam sebagai RGB (0, 0, 0). Pendekatan vektorial ini umum digunakan dalam pemrosesan citra dan analisis berbasis ruang warna.

2.5. Citra Grayscale

Citra grayscale merupakan jenis citra digital yang hanya mengandung intensitas monokromatik, dengan rentang nilai dari hitam (intensitas minimum) hingga putih (intensitas maksimum). Nilai intensitas setiap piksel ditentukan oleh level keabuan (gray level), yang merepresentasikan tingkat kecerahan piksel tersebut. Jumlah level keabuan yang tersedia dalam sebuah citra ditentukan oleh kedalaman bit (*bit depth*) yang digunakan; sebagai contoh, pada citra 8-bit terdapat $2^8 = 256$ level keabuan, dengan nilai intensitas berkisar dari 0 hingga 255. Semakin tinggi kedalaman bit, semakin banyak variasi keabuan yang dapat direpresentasikan, yang berkontribusi pada kualitas detail visual citra. Rumus *greyscale* :

$$f_0(x) = \left(\frac{f^R(x, y) + f^G(x, y) + f^B(x, y)}{3} \right)$$

2.6. Algoritma Sobel

Merupakan penyempurnaan dari metode deteksi tepi sebelumnya, yaitu metode Roberts, dengan pendekatan yang menggunakan high pass filter (HPF) yang disertai dengan penempatan nilai nol sebagai buffer. Algoritma ini dirancang sebagai algoritma pemrosesan citra yang berfungsi sebagai filter untuk mendeteksi seluruh tepi yang terdapat dalam gambar. Proses deteksi dilakukan dengan memanfaatkan operator yang dikenal sebagai operator Sobel [9].

Deteksi tepi pada citra digital dilakukan dengan menerapkan operasi konvolusi untuk menghitung gradien intensitas piksel pada arah horizontal dan vertikal, menggunakan sepasang kernel berukuran 3×3 . Algoritma ini memfokuskan deteksi pada area dengan perubahan intensitas yang tajam, yang umumnya menandakan adanya tepi pada citra. Kelebihan utama metode Sobel adalah kemampuannya mereduksi noise sebelum menghitung gradien, sehingga menghasilkan deteksi tepi yang lebih presisi dan halus.[10]

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada implementasi dan evaluasi Operator Sobel untuk mendeteksi tepi pada sampel citra digital dalam dua format berbeda: berwarna (RGB) dan grayscale, guna mengetahui perbedaan hasil deteksi antara keduanya. Operator Sobel menggunakan dua kernel konvolusi untuk menghitung gradien intensitas citra dalam arah horizontal (G_x) dan vertikal (G_y), yang masing-masing dirancang untuk mendeteksi perubahan intensitas di sepanjang sumbu x dan y.

Proses dimulai dengan pra-pemrosesan citra, yaitu membaca citra digital yang telah dipilih, lalu menyiapkannya dalam dua format: berwarna dan grayscale. Konversi dari citra berwarna ke grayscale dilakukan untuk menyederhanakan proses komputasi. Pada citra berwarna, deteksi tepi dilakukan pada masing-masing kanal warna (*Red*, *Green*, *Blue*) secara

terpisah, kemudian hasilnya digabungkan untuk memperoleh peta tepi gabungan.

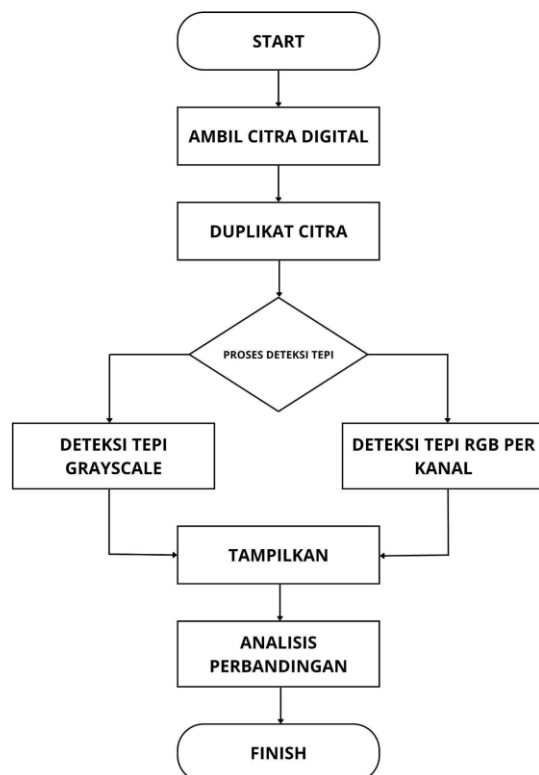
Langkah selanjutnya adalah melakukan operasi konvolusi antara kernel Gx dan Gy dengan masing-masing format citra untuk menghitung gradien horizontal dan vertikal. Nilai magnitudo gradien pada setiap piksel dihitung menggunakan rumus:

$$G = \sqrt{Gx^2 + Gy^2}$$

Selanjutnya adalah menerapkan ambang batas (*thresholding*) untuk menyaring nilai gradien rendah, sehingga hanya tepi-tepi signifikan yang ditampilkan. Hasil akhir berupa citra yang menunjukkan lokasi tepi dengan lebih jelas dan kontras.

Untuk mengevaluasi efektivitas deteksi tepi, dilakukan perbandingan secara visual antara hasil dari citra grayscale dan citra berwarna. Penilaian visual ini mencakup kejelasan tepi, tingkat kontras, dan ketajaman hasil deteksi yang dihasilkan oleh masing-masing format citra. Hasil eksperimen menunjukkan adanya perbedaan karakteristik tepi yang terdeteksi, tergantung pada struktur dan intensitas warna dalam citra.

3.1. Flowchart Penelitian:



Gambar 1. Diagram metode eksperimen

Evaluasi Diagram alur (*flowchart*) yang ditunjukkan pada gambar tersebut menggambarkan tahapan implementasi dan evaluasi Operator Sobel dalam mendeteksi tepi pada citra grayscale dan citra

berwarna. Berikut adalah penjelasan detail dari setiap langkah dalam diagram tersebut:

- a. Start: Proses dimulai di sini, dengan persiapan awal untuk deteksi tepi.
- b. Ambil Citra Digital (RGB): Pada langkah ini, citra digital berformat RGB (*Red, Green, Blue*) diambil dari dataset yang akan diproses lebih lanjut. Citra ini memiliki tiga saluran warna yang masing-masing berfungsi untuk menggambarkan intensitas warna merah, hijau, dan biru.
- c. Duplikat Citra: Citra yang telah diambil kemudian diduplikasi menjadi dua versi: versi pertama adalah citra dalam format RGB yang tetap berwarna. Versi kedua adalah citra yang dikonversi menjadi grayscale, yang hanya memiliki satu saluran untuk intensitas abu-abu.
- d. Proses Deteksi Tepi:
 - Deteksi Tepi pada Citra Grayscale: Terapkan Filter Sobel: Sobel digunakan untuk mendeteksi perubahan intensitas piksel, baik secara horizontal (Gx) maupun vertikal (Gy), untuk menghasilkan gradien. Hitung Magnitudo Gradien: Magnitudo gradien dihitung dengan menggabungkan hasil Gx dan Gy. Ini menghasilkan peta tepi yang menunjukkan kekuatan dan arah tepi. Thresholding: Ambang batas diterapkan untuk menyeleksi tepi yang lebih signifikan dan mengabaikan noise atau tepi yang tidak terlalu jelas.
 - Deteksi Tepi pada Citra RGB per Kanal: Pisahkan Kanal Warna: Citra RGB dipisah menjadi tiga kanal terpisah: merah (R), hijau (G), dan biru (B). Terapkan Filter Sobel pada Tiap Kanal: Setiap kanal diproses dengan filter Sobel untuk mendeteksi tepi secara horizontal dan vertikal. Hitung Magnitudo Gradien Tiap Kanal: Magnitudo gradien dihitung untuk masing-masing kanal warna (R, G, B). Gabungkan Hasil: Magnitudo gradien dari ketiga kanal digabungkan untuk menghasilkan peta tepi komprehensif. Thresholding: Ambang batas diterapkan untuk menampilkan tepi yang signifikan.
- e. Tampilkan Hasil: Hasil dari deteksi tepi pada citra grayscale dan citra RGB kemudian ditampilkan berdampingan untuk perbandingan visual.
- f. Analisis Perbandingan: Dalam langkah ini, perbandingan antara hasil deteksi tepi dari citra grayscale dan citra berwarna dilakukan. Perbedaan dalam kejelasan, ketajaman, dan kontras tepi dianalisis untuk menentukan format citra mana yang lebih efektif untuk deteksi tepi.
- g. Finish: Proses deteksi tepi selesai, dengan evaluasi akhir dari hasil eksperimen yang akan digunakan untuk menentukan format citra yang paling sesuai untuk aplikasi pengolahan citra digital menggunakan Operator Sobel.

Evaluasi dalam penelitian ini berfokus pada perbandingan visual antara hasil deteksi tepi pada citra grayscale dan citra berwarna. Penilaian ini mencakup beberapa aspek, antara lain kejelasan tepi, tingkat kontras, dan ketajaman hasil deteksi yang diperoleh dari masing-masing format citra.

Evaluasi dilakukan dengan menampilkan hasil deteksi tepi dari citra grayscale dan citra berwarna pada gambar yang sama untuk memudahkan perbandingan langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan karakteristik tepi yang terdeteksi antara kedua format citra tersebut, dengan memperhatikan aspek visual yang lebih dominan dalam penilaian. Hasil dari evaluasi ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai pengaruh format citra terhadap kualitas deteksi tepi menggunakan Operator Sobel.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

```
I = imread('flower.jpg');
I_grayscale = rgb2gray(I);
Gx_gray = imfilter(double(I_grayscale), fspecial('sobel'));
Gy_gray = imfilter(double(I_grayscale), fspecial('sobel'));
grad_mag_gray = sqrt(Gx_gray.^2 + Gy_gray.^2);
hist_gray = hist(grad_mag_gray(:), 100);
cum_hist_gray = cumsum(hist_gray) /
    numel(grad_mag_gray);
threshold_gray = find(cum_hist_gray >= 0.9, 1, 'first');
edge_gray = grad_mag_gray > threshold_gray;
R = I(:, :, 1);
G = I(:, :, 2);
B = I(:, :, 3);
Gx_R = imfilter(double(R), fspecial('sobel'));
Gy_R = imfilter(double(R), fspecial('sobel'));
Gx_G = imfilter(double(G), fspecial('sobel'));
Gy_G = imfilter(double(G), fspecial('sobel'));
Gx_B = imfilter(double(B), fspecial('sobel'));
Gy_B = imfilter(double(B), fspecial('sobel'));
grad_mag_R = sqrt(Gx_R.^2 + Gy_R.^2);
grad_mag_G = sqrt(Gx_G.^2 + Gy_G.^2);
grad_mag_B = sqrt(Gx_B.^2 + Gy_B.^2);
grad_mag_color = sqrt(grad_mag_R.^2 +
    grad_mag_G.^2 + grad_mag_B.^2);
hist_color = hist(grad_mag_color(:), 100);
cum_hist_color = cumsum(hist_color) /
    numel(grad_mag_color);
threshold_color = find(cum_hist_color >= 0.9, 1, 'first');
edge_color = grad_mag_color > threshold_color;
figure;
subplot(2, 2, 1);
imshow(I);
title('Citra Asli (RGB)');
subplot(2, 2, 2);
imshow(I_grayscale);
title('Citra Grayscale');
subplot(2, 2, 3);
imshow(edge_gray);
title('Deteksi Tepi Citra Grayscale');
```

```
subplot(2, 2, 4);
imshow(edge_color);
title('Deteksi Tepi Citra Berwarna');
```

Penerapan operator Sobel pada citra sampel bertujuan untuk mendeteksi tepi berdasarkan perubahan intensitas piksel pada arah horizontal dan vertikal. Pada hasil yang ditampilkan, proses deteksi tepi dilakukan baik pada citra grayscale maupun citra berwarna (RGB). Pada citra grayscale, tepi-tepi yang terdeteksi tampak lebih menyeluruh dan merata, namun juga cenderung menangkap detail kecil yang kadang tidak terlalu penting, seperti noise atau latar belakang yang kurang signifikan. Sementara itu, deteksi tepi pada citra berwarna menghasilkan pola tepi yang lebih fokus, terutama pada bagian-bagian yang memiliki perbedaan warna mencolok, seperti tepi kelopak bunga. Hal ini menunjukkan bahwa operator Sobel juga dapat bekerja efektif pada citra RGB dengan pendekatan kanal per kanal. Penggunaan threshold otomatis yang ditentukan berdasarkan distribusi histogram gradien juga terbukti membantu dalam menyaring tepi yang tidak terlalu signifikan, sehingga hanya menyisakan kontur yang jelas.

Secara keseluruhan, Operator Sobel cukup efektif dalam menyoroti perbedaan intensitas yang besar. Namun, seperti metode berbasis gradien lainnya, Operator Sobel memiliki keterbatasan saat berhadapan dengan gradasi halus atau citra dengan noise tinggi. Oleh karena itu, untuk aplikasi yang membutuhkan ketelitian tinggi pada citra kompleks, metode tambahan atau praproses lain seperti denoising mungkin dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas deteksi tepi.

Citra Asli (RGB)



Citra Grayscale



Deteksi Tepi Citra Grayscale Deteksi Tepi Citra Berwarna



Penjelasan Kode:

- Membaca dan mengonversi citra: Citra asli "flower.jpg" dibaca dan dikonversi ke dalam bentuk grayscale menggunakan fungsi bawaan MATLAB `rgb2gray`. Hal ini memungkinkan perbandingan antara deteksi tepi pada citra berwarna dan grayscale.
- Menggunakan filter Sobel: Kernel filter Sobel diterapkan secara horizontal dan vertikal

menggunakan `fspecial('sobel')`. Kernel ini digunakan untuk mendeteksi perubahan intensitas piksel dalam dua arah, yang nantinya akan digunakan untuk menghitung gradien.

- c. Konvolusi: Konvolusi dilakukan antara citra (baik grayscale maupun tiap kanal RGB) dengan kernel Sobel untuk menghitung gradien horizontal dan vertikal. Fungsi `imfilter` digunakan untuk proses ini.
- d. Menghitung magnitudo gradien: Nilai gradien horizontal dan vertikal kemudian digabungkan menggunakan rumus Euclidean (akar kuadrat jumlah kuadrat) untuk mendapatkan magnitudo gradien, yang menunjukkan kekuatan tepi pada setiap piksel.
- e. Menentukan threshold otomatis: Histogram dari magnitudo gradien dibuat dan threshold ditentukan berdasarkan persentase kumulatif dari distribusi gradien. Dalam kasus ini, ambang batas diambil pada nilai gradien di mana 90% piksel memiliki nilai di bawahnya.
- f. Menggabungkan hasil RGB: Untuk deteksi tepi pada citra berwarna, hasil dari ketiga kanal RGB (R, G, dan B) dikombinasikan untuk membentuk satu peta gradien gabungan, yang kemudian *thresholding* untuk menampilkan tepi-tepi utama.
- g. Menampilkan hasil: Semua hasil (citra asli, grayscale, serta hasil deteksi tepi dari grayscale dan RGB) ditampilkan dalam satu figure menggunakan subplot untuk memudahkan analisis visual dan perbandingan langsung antar hasil.

Output dari eksperimen yang menggunakan Operator Sobel untuk mendeteksi tepi pada citra grayscale dan citra berwarna memberikan beberapa visualisasi yang penting dalam memahami efektivitas deteksi tepi. Pertama, citra asli ditampilkan sebagai referensi visual sebelum penerapan filter Sobel.

Pada citra grayscale, hasil konvolusi dengan kernel Sobel horizontal G_x dan vertikal G_y menghasilkan dua citra gradien. Gradien horizontal G_x menunjukkan perubahan intensitas di sepanjang sumbu horizontal, sementara gradien vertikal G_y memperlihatkan perubahan intensitas di sepanjang sumbu vertikal. Pada citra grayscale, tepi-tepi vertikal akan lebih jelas terlihat pada gradien horizontal, sedangkan tepi horizontal lebih menonjol pada gradien vertikal.

Sementara itu, pada citra berwarna, proses deteksi tepi dilakukan pada masing-masing kanal warna (R, G, B) menggunakan filter Sobel yang sama. Setelah diterapkan pada ketiga kanal warna, hasil gradien dari masing-masing kanal digabungkan untuk menghasilkan citra magnitudo gradien berwarna. Citra ini memberikan gambaran visual yang lebih kaya dan kompleks dibandingkan dengan citra grayscale, karena melibatkan informasi warna dari ketiga kanal.

Kombinasi dari gradien horizontal dan vertikal pada citra grayscale menghasilkan citra magnitudo gradien yang menyoroti tepi-tepi dalam citra secara jelas, dengan area yang mengalami perubahan intensitas tajam ditandai sebagai tepi yang lebih terang. Begitu pula dengan citra berwarna, namun karena adanya informasi tambahan dari warna, deteksi tepi dapat memperlihatkan perbedaan yang lebih mendalam dalam kualitas dan ketajaman tepi yang terdeteksi.

Perbandingan visual antara hasil deteksi tepi pada citra grayscale dan citra berwarna memperlihatkan perbedaan dalam hal kejelasan, kontras, dan ketajaman tepi yang terdeteksi. Citra berwarna cenderung menunjukkan deteksi tepi yang lebih tajam pada area dengan kontras tinggi, sementara citra grayscale lebih terbatas dalam hal kejelasan tepi yang terdeteksi pada area dengan kontras rendah.

Kelebihan:

- a. Citra grayscale memberikan hasil deteksi tepi yang sederhana dan cepat.
- b. Citra berwarna dapat menampilkan tepi dengan informasi warna yang lebih kaya dan kontras yang lebih tajam.

Keterbatasan:

- a. Citra grayscale mungkin kurang sensitif terhadap perbedaan halus dalam warna, yang dapat menyebabkan kehilangan informasi penting.
- b. Citra berwarna lebih kompleks dan memerlukan lebih banyak pemrosesan dibandingkan dengan citra grayscale.
- c. Kedua metode dapat terpengaruh oleh noise, yang bisa mempengaruhi ketajaman deteksi tepi, meskipun citra berwarna lebih rentan terhadap gangguan warna.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Implementasi Operator Sobel pada citra berwarna (RGB) dan citra grayscale, dapat membuktikan efektivitasnya dalam mendeteksi tepi pada citra digital dengan hasil yang berbeda bergantung pada karakteristik citra. Citra grayscale menghasilkan deteksi tepi yang lebih merata namun rentan terhadap noise, sementara citra berwarna (RGB) mampu menangkap deteksi tepi yang lebih detail pada area dengan kontras warna tinggi. Analisis visual menunjukkan bahwa pemilihan format citra harus disesuaikan dengan tujuan aplikasi. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan Operator Sobel dengan denoising atau smoothing untuk meningkatkan kualitas deteksi tepi, serta mengujinya dengan kombinasi operator lain untuk hasil yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Marine, *Penerapan Algoritma Canny untuk Deteksi Tepi menggunakan Python dan OpenCV Saluky*, 2023.

- [2] N. W. Dari, *Identifikasi Deteksi Tepi Pada Pola Wajah Menerapkan Metode Sobel, Roberts dan Prewitt*, 2022.
- [3] R. Z. Zakaria, H. Yuana, dan U. Mawaddah, "Penerapan Algoritma Canny dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dalam Mengidentifikasi Ikan Koi," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 5, pp. 3752–3762, Okt. 2023.
- [4] Supiyandi, T. Panggabean, N. Ramadhan, S. R. Dewi, dan S. Yusra, "Deteksi Tepi Sederhana Pada Citra Menggunakan Operator Sobel," *Repeater: Publikasi Teknik Informatika dan Jaringan*, vol. 2, no. 3, pp. 43–56, 2024.
- [5] M. R. Qisthiano dan A. O. Pratiwi, "Deteksi Tepi Pada Citra Objek Benda Menggunakan Algoritma Sobel Dan Prewitt Dengan Python," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 2, 2025.
- [6] H. Pangaribuan dan S. Sitohang, "Peningkatan Kualitas Deteksi Tepi dengan Metode Segmentasi Citra," *Jurnal Remik: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, vol. 7, no. 1, Jan. 2023.
- [7] A. S. R. Sinaga, "Analisis Dan Perbandingan Metode Sobel Edge Detection Dan Prewitt Pada Deteksi Tepi Citra Daun Srilangka," *CSRID (Computer Science Research and Its Development Journal)*, vol. 13, no. 1, pp. 12–22, 2021.
- [8] Yulyanto dan H. Gunawan, "Implementasi Metode Sobel pada Pengenalan Teknik Dasar Kendang Berbasis Augmented Reality," *Bulletin of Information Technology (BIT)*, vol. 7, no. 1, pp. 130–139, Mar. 2023.
- [9] H. P. B. Manik, K. Ibnutama, S. Yakub, S. Informasi, dan S. Triguna Dharma, "Penerapan Metode Sobel Dalam Mendeteksi Tepi Citra Daun Mangga Untuk Mendeteksi Serangan Hama Tungau," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 293–303, 2024. [Online].
- [10] W. Supriyatin, "Perbandingan Metode Sobel, Prewitt, Robert dan Canny pada Deteksi Tepi Objek Bergerak," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 12, no. 2, pp. 112–120, Agu. 2020, doi: 10.33096/ilkom.v12i2.541.112-120.