

ANALISIS PERBEDAAN METODE CANNY EDGE DAN REGION SEGMENTATION ACTIVE CONTOUR PADA APLIKASI DETEKSI WATERMARK PADA UANG KERTAS

Nasrullah Rinaldi¹, Muhammad Syahroni^{2*}, Nasri³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: nasrullrinaldi16@gmail.com¹, nasri.te@pnl.ac.id³

Email Korespondensi: msyahroni@pnl.ac.id²

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan antara Metode Canny Edge dan Metode Region Segmentation Active Contour dalam aplikasi deteksi *watermark* pada uang kertas menggunakan Matlab. Dalam penelitian ini, citra uang kertas yang digunakan ada dari nominal Rp 5.000 hingga Rp 100.000, dan ada 4 kondisi uang kertas yang digunakan sebagai citra, yaitu Normal, Terlipat, Sobek, dan Print. Metode pertama, Metode Canny Edge, digunakan untuk deteksi tepi objek pada citra, sementara metode kedua, Metode Region Segmentation Active Contour, dilakukan segmentasi wilayah objek dengan memanfaatkan kontur aktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Metode Canny Edge memiliki tingkat akurasi 88%, sedangkan Metode Region Segmentation Active Contour memiliki tingkat akurasi 87%. Metode Canny Edge lebih efektif dalam mendeteksi tepi objek dengan kontras tinggi, sedangkan Metode Region Segmentation Active Contour lebih unggul dalam mendeteksi wilayah objek yang kompleks atau tidak teratur. Penelitian ini dapat menjadi panduan dalam memilih metode deteksi *watermark* yang sesuai untuk meningkatkan keamanan uang kertas dan mencegah potensi pemalsuan.

Kata-kata kunci: *Deteksi, Watermark, Canny, Contour, citra*

Abstract – This study aims to analyze the differences between the Canny Edge Method and the Region Segmentation Active Contour Method in the application of watermark detection on paper currency using Matlab. In this study, the paper currency images used range from denominations of IDR 5,000 to IDR 100,000, with four conditions: Normal, Folded, Torn, and Printed. The first method, the Canny Edge Method, is utilized for detecting object edges in the images, while the second method, the Region Segmentation Active Contour Method, involves segmenting the object areas by utilizing active contour techniques. The research findings indicate that the Canny Edge Method achieves an accuracy rate of 88%, while the Region Segmentation Active Contour Method achieves an accuracy rate of 87%. The Canny Edge Method proves more effective in detecting object edges with high contrast, whereas the Region Segmentation Active Contour Method excels in detecting complex or irregular object regions. This research could serve as a guide for selecting an appropriate watermark detection method to enhance paper currency security and prevent potential counterfeiting.

Keywords: *Detect, Watermark, Canny, Contour, imagery*

I. PENDAHULUAN

Dalam era teknologi informasi dan digital seperti saat ini, pentingnya perlindungan terhadap hak kekayaan intelektual menjadi semakin meningkat. Salah satu bentuk perlindungan ini adalah Watermark. Watermark berfungsi sebagai tanda pengenal yang tersembunyi pada suatu citra atau media lainnya, yang bertujuan untuk mengidentifikasi pencipta atau pemilik sah serta mencegah pemalsuan atau penggunaan tanpa izin.

Uang kertas juga merupakan objek yang kerap menjadi target tindakan pemalsuan. Deteksi *watermark* pada uang kertas menjadi cara yang penting untuk mengamankan nilai autentik dan nilai intrinsik dari mata uang tersebut. Metode deteksi *watermark* memiliki berbagai pendekatan, dan dua diantaranya yang menjadi perhatian dalam penelitian ini adalah metode Canny Edge dan Region Segmentation Active Contour.

Metode Canny Edge dikenal karena kemampuannya dalam mendeteksi tepi objek dalam citra. Di sisi lain, metode Region Segmentation Active Contour berfokus pada segmentasi wilayah objek dalam citra berdasarkan kontur aktif yang disesuaikan. Rumusan masalah yang dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana implementasi dan akurasi dari kedua metode. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat aplikasi deteksi *watermark* uang kertas dengan menggunakan metode canny dan teknik region segmentation yang berbasis active contour, dan untuk mengetahui perbandingan kinerja kedua metode dalam mendeteksi *watermark* pada uang kertas rupiah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam jurnal yang berjudul “Deteksi Keaslian Uang Kertas Berdasarkan *Watermark* Dengan Pengolahan

Citra Digital” pada penelitian tersebut metode kompresi yang digunakan hanya metode Canny Edge, Pada metode ini menggunakan nilai Metrik sebagai batas ambang untuk menentukan asli atau palsu citra uang yang di deteksi [1]. Dalam jurnal yang berjudul “Aplikasi Pendeteksi Tanda Air Pada Uang Kertas Dengan Metode Segmentasi Region Based Active Contour Menggunakan Matlab” pada penelitian tersebut hanya untuk menguji bisa atau tidaknya mendeteksi watermark pada citra uang [2]. Dalam jurnal yang berjudul “Analisis Perbandingan Kinerja Metode Canny Dan Fuzzy Logic Dalam Deteksi Keaslian Mata Uang Rupiah Kertas Berdasarkan Watermark” pada penelitian tersebut sudah membandingkan dua metode, Menggunakan 70 citra yang terdiri dari gambar uang asli dan gambar uang palsu yang dimulai dari nominal 1.000 sampai 100.000 [3].

A. Uang

Uang Kertas adalah uang dalam bentuk kertas menggunakan bahan baku kapas diperoleh dari sisa bahan baku pembuatan garment yang diolah kembali menggunakan mesin khusus. yang dikeluarkan oleh pemerintah Indonesia dalam hal ini Bank Indonesia, dimana penggunaan uang kertas diatur oleh Undang-undang No. 23 tahun 1999 dan berlaku untuk digunakan sebagai alat tukar untuk pembayaran di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia [4].

B. Citra

Citra adalah kombinasi antara titik, garis, bidang, dan warna untuk menciptakan gambaran dari suatu objek yang hidup dan benda mati. Citra bisa berwujud gambar (picture) dua dimensi, seperti lukisan, foto, dan berwujud tiga dimensi, seperti patung. Citra diartikan sebagai gambaran mengenai objek yang diamati. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan [5].

C. Deteksi Tepi

Deteksi tepi merupakan salah satu operasi dasar dari pemrosesan citra. Tepi merupakan batas dari suatu objek. Pada proses klasifikasi citra, deteksi tepi sangat diperlukan sebelum pemrosesan segmentasi citra. Batas objek suatu citra dapat dideteksi dari perbedaan tingkat keabuannya [6]. Untuk mendeteksi tepi-tepi pada citra dapat menggunakan metode Sobel, Prewitt, Robert, Gaussian, Canny, dan lain-lain.

D. Canny Edge

Metode Canny edge akan menghasilkan sebuah tampilan gambar yang berbeda dengan menampilkan efek relief di dalamnya. Efek relief adalah yaitu garis-

garis kasar yang membentuk sebuah penggambaran objek di dalamnya.

Ada beberapa kriteria pendeteksi tepian paling optimum yang dapat dipenuhi oleh algoritma Canny [7], antara lain sebagai berikut:

1. Mendeteksi dengan baik (*low error rate*).
2. Melokalisasi dengan baik.
3. Respon yang jelas.

E. Active Contour Segmentation

Active Contour adalah salah satu model aktif dalam teknik segmentasi citra, yang memanfaatkan energi minimizing dan gaya pada citra untuk pemisahan wilayah yang diinginkan. Representasi dan implementasi active contour berupa parametrik atau geometris. Model yang dapat dideformasi secara parametrik secara eksplisit direpresentasikan sebagai kurva parameter dalam ruang Lagrange. Sementara model yang dapat dideformasi secara geometris secara implisit direpresentasikan sebagai kumpulan bidang fungsi dua dimensi yang berkembang di ruang Euler [8].

F. Region Filling

Tujuan Region Filling adalah mengisi keseluruhan region dengan nilai 1 (putih). Operasi ini menggunakan acuan berdasarkan nilai piksel tetangganya. Citra masukan adalah citra biner yang memiliki lubang atau bernilai 0, kemudian dilakukan pengisian sehingga diperoleh segmen obyek yang pejal/solid.

G. Metrik

Metrik merupakan nilai perbandingan antara luas dan keliling objek. Metrik memiliki rentang nilai antara 0 hingga 1. Objek yang berbentuk memanjang/mendekati bentuk garis lurus, nilai metriknya mendekati angka 0, sedangkan objek yang berbentuk bulat/lingkaran, nilai metriknya mendekati angka 1 [9]. Nilai metrik dihitung dengan menggunakan Persamaan 1.

$$M = \frac{4\pi + A}{C^2} \quad (1)$$

Metrik Total dalam penelitian ini adalah nilai rata-rata dari nilai metrik yang dihitung untuk masing-masing objek yang terdeteksi pada citra. Metrik ini digunakan sebagai acuan untuk membedakan apakah citra tersebut merupakan uang asli atau uang palsu. Dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan dua metrik untuk setiap objek yang terdeteksi pada citra, yaitu metrik1 dan metrik2. Metrik tersebut dihitung berdasarkan panjang kontur dan luas area dari objek-objek tersebut. Nilai Metrik Total dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$\text{metrik_total} = \frac{\text{metrik1} + \text{metrik2}}{2} \quad (2)$$

H. Mean

Mean adalah nilai khas yang mewakili sifat tengah atau posisi pusat dari kumpulan nilai data [10]. Mean dalam penelitian ini digunakan untuk menentukan nilai batas ambang dari metrik total antara citra uang asli dan citra uang palsu

Perhitungan mean dilakukan dengan menjumlahkan seluruh nilai data suatu kelompok sampel, kemudian dibagi dengan jumlah sampel tersebut. Jadi jika suatu kelompok sampel acak dengan jumlah sampel n, maka bisa dihitung mean dari sampel tersebut menggunakan Persamaan 3.

$$x = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) \tag{3}$$

I. Perhitungan Akurasi

Perhitungan akurasi dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dari hasil klasifikasi, dengan cara menghitung jumlah record uji yang kelasnya diprediksi secara tepat.

Jumlah prediksi benar adalah jumlah record data uji yang diprediksi kelasnya menggunakan metode klasifikasi dan hasilnya sama dengan kelas sebenarnya. Sedangkan jumlah total prediksi adalah jumlah keseluruhan record yang diprediksi kelasnya (seluruh data uji). Metode klasifikasi berusaha untuk mencari model yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi ketika model tersebut diterapkan pada data uji [7]. Nilai akurasi dapat dihitung menggunakan Persamaan 4.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah prediksi benar}}{\text{jumlah total prediksi}} \times 100\% \tag{4}$$

III. METODOLOGI

A. Alat Dan Bahan

Sebelum dilakukan penelitian di perlukan persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk menunjang proses penelitian berupa hardware dan software. Hardware yang digunakan adalah laptop Asus X441UV, Kamera Smartphone Android Xiaomi Redmi 9C dan Senter. Bahan dan Software yang digunakan adalah Citra 500 x 500 berformat JPG dan Aplikasi Matlab 2018a

B. Teknik Pengumpulan Data

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini meliputi berbagai citra uang kertas dengan pecahan mulai dari Rp5.000 hingga Rp100.000. Setiap nominal memiliki empat kondisi yang berbeda yaitu Normal, Terlipat, Sobek dan Print. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan perwakilan dari populasi. Sampel ini terdiri dari sekumpulan citra yang akan diuji serta dianalisis. Setiap nominal dari setiap kondisi, dilakukan lima kali percobaan yang berbeda, di mana setiap percobaan

menggunakan citra yang berbeda pula. Total jumlah keseluruhan citra yang digunakan adalah 100 citra.

Observasi

Observasi yaitu pengumpulan data dengan pengamatan atau penelitian secara Langsung. mengumpulkan data citra uang kertas yang memiliki watermark. difokuskan pada nilai dari tiga metrik utama, yaitu metrik1, metrik2, dan metrik total. Data didapatkan dari proses menggunakan metode Canny Edge dan Region Segmentation Active Contour.

C. Teknik Pengolahan Data

Tabulasi dan Grafik

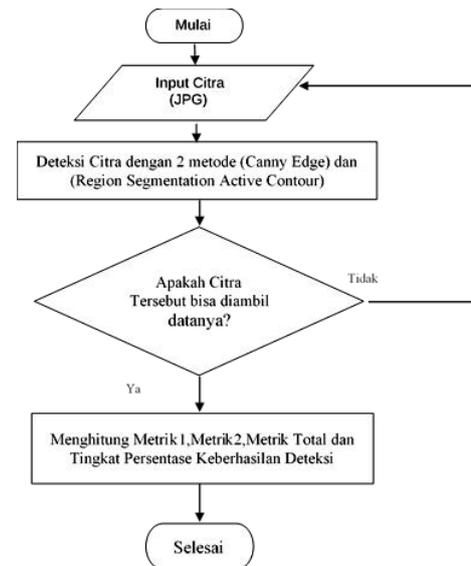
Data-data hasil deteksi dari kedua metode ditampilkan dalam bentuk tabel-tabel, dimana tabel tersebut menampilkan hasil metrik1,metrik2,dan metrik total yang akan menentukan uang terdeteksi asli atau palsu dari setiap nominal dan kondisi. Perhitungan persentase akurasi keberhasilan kedua metode juga akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

Perbandingan

Hasil dari deteksi dua metode akan dibandingkan dengan melihat ukuran Metrik Total dan Persentase Akurasi Keberhasilan apakah terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak, yang berarti bahwa citra yang digunakan itu sama namun mengalami proses yang berbeda berdasarkan pendeteksian dengan dua metode.

Diagram Alir

Adapun Observasi dan pengukuran untuk mendapatkan data-data seperti pada parameter yang disebutkan, berdasarkan flowchart pada Gambar 1.



Gbr. 1 Flowchart Deteksi Watermark pada Citra

D. Metode Simulasi

Metode simulasi file program menggunakan software MATLAB R2018a yang digunakan untuk menjalankan

dua file MATLAB. Kedua file ini adalah GUI. Di kedua file juga ditambahkan sintaks untuk menghitung Metrik Total dan nilai batas ambang untuk memberitahukan hasilnya terdeteksi asli atau palsu. Gambar 2 dan 3 adalah tampilan awal matlab kedua GUI.



Gbr. 2 Tampilan Gui Metode Canny Edge



Gbr. 3 Tampilan Gui Metode Active Contour

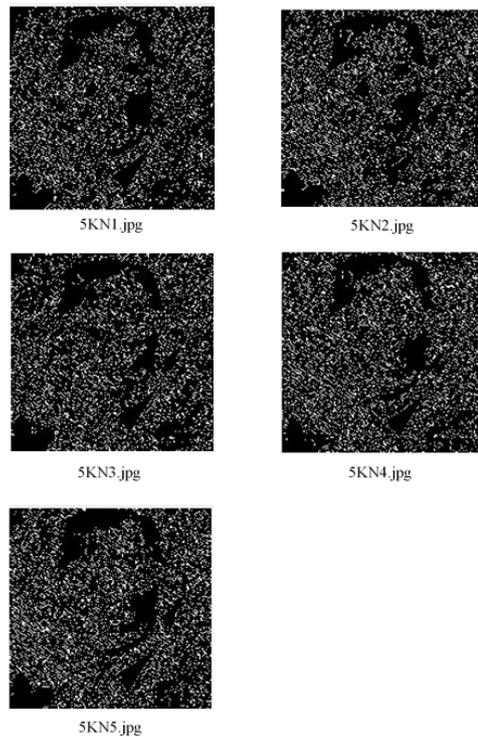
E. Metode Analisis

Adapun metode analisis data yang digunakan adalah metode kuantitatif dan Metode klasifikasi. Metode kuantitatif adalah metode analisis yang mengelompokkan data berdasarkan variabelnya. Metode klasifikasi berusaha untuk mencari model yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi ketika model tersebut diterapkan pada data uji. Tabulasi data digunakan untuk mengumpulkan nilai dari Metrik1, Metrik2, Metrik Total dari setiap nominal dan kondisi citra yang dideteksi. dan untuk Persentase Akurasi Keberhasilan. Akan didapatkan dari total persentase akurasi setiap nominal citra. yang kemudian hasilnya akan diperlihatkan metode mana yang lebih unggul.

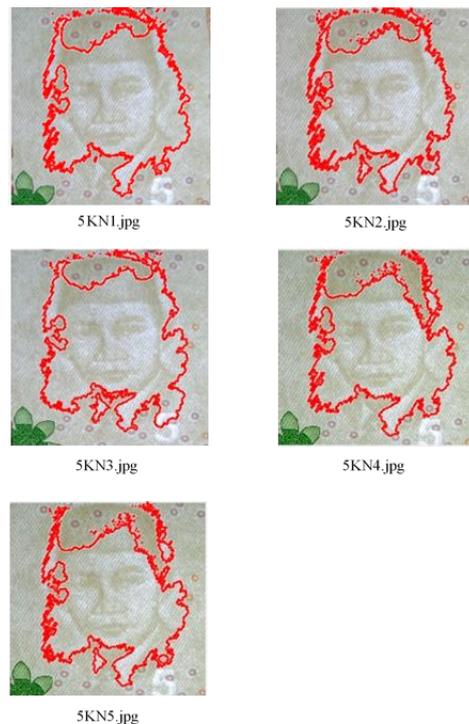
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Deteksi

Hasil deteksi setiap nominal citra menggunakan Metode Canny Edge, dan Metode Region Segmentation Active Contour seperti diperlihatkan pada Gambar 4 dan 5.



Gbr. 4 Hasil Deteksi Metode Canny Edge



Gbr. 5 Hasil Deteksi Metode Region Segmentation Active Contour

B. Hasil Metrik

Hasil metrik setiap nominal citra menggunakan Metode Canny Edge, dan Metode Region Segmentation Active Contour seperti diperlihatkan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel I
Hasil Metrik Citra Menggunakan Metode Canny Edge

Jenis Citra	Nama File	Metrik 1	Metrik 2	Metrik Total	Hasil	Keterangan
Normal	5KN1.jpg	3,49	3,11	3,30	Asli	Benar
	5KN2.jpg	3,17	3,17	3,17	Asli	Benar
	5KN3.jpg	3,15	2,63	2,89	Asli	Benar
	5KN4.jpg	2,91	3,07	2,99	Asli	Benar
	5KN5.jpg	3,14	2,99	3,06	Asli	Benar

Nilai Batas Ambang untuk Metode Canny Edge adalah 3.58.

Tabel II
Hasil Metrik Citra Menggunakan Metode Region Segmentation Active Contour

Jenis Citra	Nama File	Metrik 1	Metrik 2	Metrik Total	Hasil	Keterangan
Normal	5KN1.jpg	104,45	12,56	51,18	Asli	Benar
	5KN2.jpg	90,71	47,45	65,96	Asli	Benar
	5KN3.jpg	118,82	68,90	69,73	Asli	Benar
	5KN4.jpg	95,43	57,12	48,91	Asli	Benar
	5KN5.jpg	101,94	83,93	53,48	Asli	Benar

Nilai Batas Ambang untuk Metode Region Segmentation Active Contour adalah 87.50.

C. Akurasi Deteksi

Hasil akurasi deteksi setiap nominal citra menggunakan Metode Canny Edge, dan Metode Region Segmentation Active Contour seperti diperlihatkan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel III
Hasil Akurasi Deteksi Citra Menggunakan Metode Canny Edge

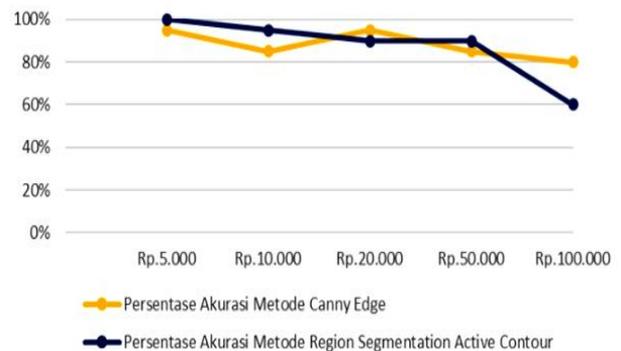
Nominal Citra	Kondisi Citra	Akurasi Keberhasilan	Total Akurasi
Rp.5.000	Normal	100%	95%
	Terlipat	80%	
	Sobek	100%	
	Print	100%	
Rp.10.000	Normal	80%	85%
	Terlipat	100%	
	Sobek	80%	
	Print	80%	
Rp.20.000	Normal	100%	95%
	Terlipat	100%	
	Sobek	100%	
	Print	80%	
Rp.50.000	Normal	100%	85%
	Terlipat	80%	
	Sobek	100%	
	Print	60%	
Rp.100.000	Normal	80%	80%
	Terlipat	60%	
	Sobek	100%	
	Print	80%	

Tabel IV
Hasil Akurasi Deteksi Citra Menggunakan Metode Region Segmentation Active Contour

Nominal Citra	Kondisi Citra	Akurasi Keberhasilan	Total Akurasi
Rp.5.000	Normal	100%	100%
	Terlipat	100%	
	Sobek	100%	
	Print	100%	
Rp.10.000	Normal	100%	95%
	Terlipat	100%	
	Sobek	80%	
	Print	100%	
Rp.20.000	Normal	100%	90%
	Terlipat	100%	
	Sobek	100%	
	Print	60%	
Rp.50.000	Normal	100%	90%
	Terlipat	100%	
	Sobek	80%	
	Print	80%	
Rp.100.000	Normal	80%	60%
	Terlipat	80%	
	Sobek	0%	
	Print	80%	

D. Grafik Perbandingan Akurasi Deteksi

Grafik perbandingan hasil akurasi deteksi setiap nominal citra menggunakan Metode Canny Edge, dan Metode Region Segmentation Active Contour seperti diperlihatkan pada Gambar 6.



Gbr. 6 Grafik Perbandingan Akurasi setiap Citra menggunakan Metode Canny Edge dan Region Segmentation Active Contour

E. Tabel Persentase Akurasi Keberhasilan

Tabel perbandingan persentase akurasi keberhasilan menggunakan Metode Canny Edge, dan Metode Region Segmentation Active Contour seperti diperlihatkan pada Tabel 5 dan 6.

Tabel V
Hasil Persentase Akurasi Keberhasilan Menggunakan Metode Canny Edge

Nama Folder	Jenis Citra (Rp)	Jumlah Citra	Hasil Deteksi	
			Benar	Salah
Citra Uang	5.000	20	19	1
	10.000	20	17	3
	20.000	20	19	1
	50.000	20	17	3
	100.000	20	16	4
Akurasi			88%	

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase akurasi} &= \frac{\text{jumlah citra yang terdeteksi benar}}{\text{jumlah total citra}} \times 100\% \\
 &= \frac{88}{100} \times 100\% \\
 &= 88\%
 \end{aligned}$$

Tabel VI
Hasil Persentase Akurasi Keberhasilan Menggunakan Metode Region Segmentation Active Contour

Nama Folder	Jenis Citra (Rp)	Jumlah Citra	Hasil Deteksi	
			Benar	Salah
Citra Uang	5.000	20	20	0
	10.000	20	19	1
	20.000	20	18	2
	50.000	20	18	2
	100.000	20	12	8
Akurasi			87%	

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase akurasi} &= \frac{\text{jumlah citra yang terdeteksi benar}}{\text{jumlah total citra}} \times 100\% \\
 &= \frac{87}{100} \times 100\% \\
 &= 87\%
 \end{aligned}$$

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Metode Canny Edge memiliki tingkat akurasi keberhasilan sebesar 88%, sedangkan Metode Region Segmentation Active Contour memiliki tingkat akurasi keberhasilan sebesar 87%. Dengan demikian, Metode Canny Edge unggul dalam deteksi *watermark* pada citra uang kertas dibandingkan dengan Metode Region Segmentation Active Contour.
2. Metode Canny Edge memiliki nilai ambang lebih kecil dari Metode Segmentation Active Contour,

sehingga lebih sensitif terhadap perubahan intensitas pada tepi objek, dan mampu memastikan tepi objek terdeteksi dengan baik.

3. Metode Canny Edge memiliki tahap-tahap yang lebih banyak, tapi hasil deteksi lebih cepat keluar dari pada Metode Region Segmentation Active Contour.

REFERENSI

- [1] Pambudi, A. R. ., Garno, & Purwantoro. (2020). Deteksi Keaslian Uang Kertas berdasarkan Watermark dengan Pengolahan Citra Digital. *Jurnal Informatika Polinema*, 6(4), 69–74. <https://doi.org/10.33795/jip.v6i4.407>.
- [2] Fadli, M. Z., & Karyati, C. M. (2016). Aplikasi Pendeteksi Tanda Air pada Uang Kertas dengan Metode Segmentasi Region Based Active Contour Menggunakan Matlab. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 21(3).
- [3] Adawiyah, S. R. (2021). *Analisis Perbandingan Kinerja Metode Canny dan Fuzzy Logic dalam Deteksi Keaslian Mata Uang Rupiah Kertas berdasarkan Watermark* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- [4] Wicaksono, D., & Dawud, G. (2008). Perangkat Lunak Identifikasi Nilai Nominal dan Keaslian Uang Kertas Rupiah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation". *Jurnal Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia*, 1(1), 1-11.
- [5] Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Penerbit Andi.
- [6] Tjolleng, A. (2017). *Pengantar Pemrograman Matlab*. Elex Media Komputindo.
- [7] Purnomo, M. H., & Muntasa, A. (2010). Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur. *Yogyakarta: Graha Ilmu*, 297, 298.
- [8] Sinaga, A. S. R. (2017). Implementasi Teknik Threshoding pada Segmentasi Citra Digital. *Jurnal Mantik Penusa*, 1(2).
- [9] Sekarani, F. H., & Chamidah, N. (2020, November). Mengenali Keaslian Mata Uang Kertas Rupiah dengan Penerapan Metode Support Vector Machine. In *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Bidang Ilmu Komputer dan Aplikasinya* (Vol. 1, No. 2, pp. 574-584).
- [10] Pamungkas, A.. (2022). Ekstraksi Ciri Citra. Diakses 5 Agustus 2023, dari pemrogramanmatlab: <https://pemrogramanmatlab.com/pengolahan-citra%20digital/ekstraksi-ciri-citra-digital/>.