

PENERAPAN METODE MORFOLOGI GRADIEN UNTUK PERBAIKAN KUALITAS DETEKSI TEPI PADA CITRA MOTIF BATIK

Arif Sutikno¹⁾, Ema Utami²⁾, Andi Sunyoto³⁾

^{1,2,3)}Magister Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta

Jl. Ring Road Utara, Condong Catur, Sleman, Yogyakarta. Telp. (0274) 884201

e-mail : arif.stk@gmail.com¹⁾, ema.u@amikom.ac.id²⁾, andi@amikom.ac.id³⁾

Intisari

Perkembangan motif batik khususnya di lingkungan industri sentra batik Laweyan Surakarta semakin berkembang pesat. Kualitas motif batik yang dihasilkan tidak lepas dari kreatifitas dan inovasi desainer dalam melakukan pengolahan citra digital termasuk didalamnya proses pendeteksian tepi pada citra batik. Kenyataan yang terjadi, kualitas deteksi tepi motif batik yang dihasilkan desainer belum optimal, karena aplikasi pengolahan citra yang digunakan terbatas seperti misalnya Corel dan sejenisnya. Sebagai upaya perbaikan kualitas deteksi tepi pada citra motif batik, penelitian ini bertujuan menemukan metode deteksi tepi yang akurat dan hemat waktu. Analisis deteksi tepi dilakukan terhadap empat metode yaitu Prewitt, Sobel, Canny, dan morfologi gradien. Tingkat akurasi dan kecepatan waktu proses yang dihasilkan dari keempat metode tersebut akan dibandingkan, sehingga akan ditemukan metode deteksi tepi motif batik yang berkualitas. Hasil temuan penelitian menunjukkan bahwa metode Canny dan morfologi gradien mampu menghasilkan akurasi yang sangat tinggi dari metode Prewitt dan Sobel di mana akurasi Canny sebesar 90,91% dan morfologi gradien sebesar 86,36%. Hasil perbandingan antara metode Canny dan morfologi gradien jika diukur dari indikator kecepatan waktu proses, metode morfologi gradien mampu menghasilkan waktu proses yang lebih cepat dibandingkan metode Canny, dimana Canny menghasilkan waktu proses rata-rata sebesar 2,54 detik sedangkan metode morfologi gradien menghasilkan waktu proses rata-rata sebesar 1,86 detik. Berdasarkan hasil temuan penelitian ini diperoleh kesimpulan, metode morfologi gradien mampu menghasilkan tingkat akurasi yang sangat tinggi dan waktu proses yang cepat.

Kata kunci: Citra Motif Batik, Metode Deteksi Tepi, Morfologi Gradien

Abstract

The development motif of batik, especially in industrial environments on Laweyan Surakarta, is growing rapidly. The quality motif of batik be produced can not be separated from the creativity and innovation of designers in performing of digital image processing including edge detection on the image process of batik. The reality was, the quality of edge detection designer motifs generated batik not optimal, because the image processing applications such as Corel limited use and the likes. As efforts to improve the quality of edge detection in image motif, this study aims to find an accurate edge detection method and time saving. The Analysis of edge detection performed on four methods: Prewitt, Sobel, Canny, and morphological gradient. Result on this study show that Canny and the morphological gradient method is capable to producing the accuracy most higher than Prewitt dan Sobel method, percentage of Canny method is 90,91% and the morphological gradient is 86,36%. Result of the comparisons between Canny and the morphological gradient method if measurement of speed processing time indicator the morphological gradient method capable to producing the speed processing time to be fastly than Canny method, while the average of processing time on Canny method is 2,54 second, and the morphological gradient method is 1,86 second. Research findings show that the morphological gradient method is capable to producing the accuracy most higher and had time processing be faster.

Keywords : Image Motif of Batik, Edge Detection Methods, Morphology Gradient

1. PENDAHULUAN

Para perajin batik yang tergabung dalam UKM sentra batik di wilayah Laweyan Surakarta memiliki peran strategis dalam memenuhi kebutuhan sandang masyarakat. Perkembangan dan kelangsungan hidup perusahaan sangat ditentukan dari kualitas hasil produksi, dalam hal ini dapat berupa kualitas motif batik yang dihasilkan. Untuk menghasilkan motif batik yang inovatif para desainer motif batik harus memiliki kompetensi yang memadai dibidang pengolahan citra. Beberapa faktor yang menjadi kendala pengolahan citra dikarenakan kualitas deteksi tepi yang dihasilkan belum memenuhi harapan dan juga proses pendeteksian tepi pada citra membutuhkan waktu yang lama. Sejalan dengan permasalahan tersebut, diperlukan metode deteksi tepi yang akurat dan efisien sehingga desainer batik dapat menerapkannya dengan mudah dan tepat.

Beberapa penelitian mengenai metode deteksi tepi yang dilakukan oleh L. Anang Setiyo W (2012) ; Maulana Sutrisna (2012) ; Wahyu Pujiyono dkk (2009); belum diperoleh hasil temuan yang konsisten. Hasil temuan penelitian sebelumnya diperoleh kesimpulan bahwa metode deteksi tepi melalui operator *Prewitt*, *Sobel*, *Canny*, masing-masing memiliki keunggulan dan kelemahan, hal ini ditunjukkan dari perbedaan tingkat akurasi dan waktu proses yang dihasilkan dari operator tersebut. Hasil temuan lain disimpulkan bahwa metode morfologi gradien dapat digunakan sebagai alternatif perbaikan kualitas deteksi tepi citra. Perbedaan hasil temuan penelitian sebelumnya tentunya menimbulkan adanya riset gap, sehingga hal ini memotivasi peneliti untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

Sejalan dengan permasalahan dan riset gap tersebut, penelitian ini secara umum bertujuan untuk menganalisis apakah morfologi gradien merupakan metode paling akurat dan efisien untuk memperbaiki kualitas deteksi tepi pada citra motif batik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian L. Anang Setiyo W. (2012) berjudul “Metode Analisis Kombinasi Deteksi Tepi Studi Kasus Citra Reog Kabupaten Ponorogo” menganalisis jenis dan macam pola gambar yang dihasilkan dari hasil deteksi tepi citra reog Ponorogo melalui operator *Robert*, operator *Prewitt*, operator *Sobel*, dan metode alternatif. Hasil temuan menunjukkan, Metode *Robert* menghasilkan tepi gambar yang sangat tipis dan terputus-putus, metode *Prewitt* menghasilkan tepi citra lebih tebal dan jelas, metode *Sobel* lebih tajam. Metode alternatif (kombinasi) menghasilkan garis tepi yang lebih tebal, dan lebih jelas .

Penelitian Maulana Sutrisna (2012) berjudul “Pembuatan Perangkat Lunak Untuk Menampilkan Deskripsi Mengenai Batik dan Pola Citra Batik Berdasarkan Segmentasi Objek” menggunakan motif batik sebagai objek citra bertujuan melakukan proses segmentasi melalui

metode *morphological processing* (*dilation* dan *erotion*),. Motif batik yang dapat disegmentasikan sebanyak 125 citra batik dari 147 citra batik. Hasil temuan menunjukkan bahwa proses segmentasi dengan metode *morphological processing* lebih cepat dan gambar lebih jelas.

Penelitian Wahyu Pujiyono dkk. (2009) berjudul "Perbandingan Kinerja Metode Gradient Berdasarkan Operator Sobel dan Prewit Implementasi Pada Deteksi Sidik Jari" bertujuan membandingkan kinerja operator gradient dengan operator *Sobel* dan *Prewitt* dalam pendeteksian sidik jari. Hasil temuan menunjukkan, metode citra mampu mengenali data sidik jari yang dimasukkan dengan rata-rata pengenalan 100% untuk data yang sudah ada. Data citra baru memiliki rata-rata persentase 54% untuk *Prewit* dan rata-rata 49% untuk *Sobel*. Perentase pengenalan citra untuk *Prewit* lebih baik dibandingkan *Sobel*.

b. Deteksi Tepi

Deteksi tepi berfungsi memperoleh tepi objek, dengan memanfaatkan perubahan nilai intensitas yang drastis pada batas dua area. Definisi tepi adalah "himpunan piksel yang terhubung yang terletak pada batas dua area" (Gonzalez & Woods, 2002). Umumnya, deteksi tepi menggunakan dua macam detektor, yaitu detektor baris (Hy) dan detektor kolom (Hx). Beberapa contoh yang tergolong jenis ini adalah operator *Roberts*, *Prewitt*, *Sobel*, dan *Frei-Chen*. Deteksi tepi dibagi menjadi dua golongan. Golongan pertama disebut deteksi tepi orde pertama, yang bekerja dengan menggunakan turunan atau diferensial orde pertama, misalnya operator *Roberts*, *Prewitt*, dan *Sobel*. Golongan kedua dinamakan deteksi tepi orde kedua, menggunakan turunan orde kedua, contoh *Laplacian of Gaussian* (LoG).

c. Metode Morfologi Gradien

Menurut Darma Putra (2010) morfologi (*morphology*) dapat diartikan sebagai bentuk dan struktur suatu objek atau dalam deskripsi lainnya disebutkan bahwa morfologi adalah susunan dan hubungan antar bagian pada suatu objek. Morfologi di dunia digital dapat diartikan sebuah cara untuk mendeskripsikan ataupun menganalisa bentuk dari objek digital. Menurut Abdul Kadir dan Adhi Susanto (2013) operasi dasar dalam pemrosesan morfologi adalah dilasi dan erosi yang kemudian dikembangkan menjadi *opening* dan *closing*. Operasi morfologi merupakan operasi yang umum dikenakan pada citra biner (hitam-putih) untuk mengubah struktur bentuk objek yang terkandung dalam citra.

Morfologi gradien dapat disebut citra tepi, karena dengan mengurangi operasi hasil penebalan dan penipisan maka akan diperoleh citra yang menonjolkan tepi obyek, karena daerah *non-tepi* obyek sudah hilang karena pengurangan tersebut (Soille, 1999). Operasi dilasi bertujuan untuk memperbesar ukuran segmen obyek dengan menambah lapisan di sekeliling obyek. Operasi ini menyebabkan citra hasil dilasi cenderung menebal. Operasi dilasi biasa dipakai untuk

mendapatkan efek pelebaran terhadap piksel yang bernilai 1. Operasi ini dirumuskan seperti berikut (Gonzalez & Woods, 2002) :

$$A \oplus B = \{z | [(\hat{B})_z \cap A] \subseteq A\}$$

Dalam hal ini,

- a) $\hat{B} = \{w | w = -b, \text{ untuk } b \in B\}$
- b) $(B)_z = \{c | c = a + z, \text{ untuk } a \in A\}$
- c) $z = (z_1, z_2)$

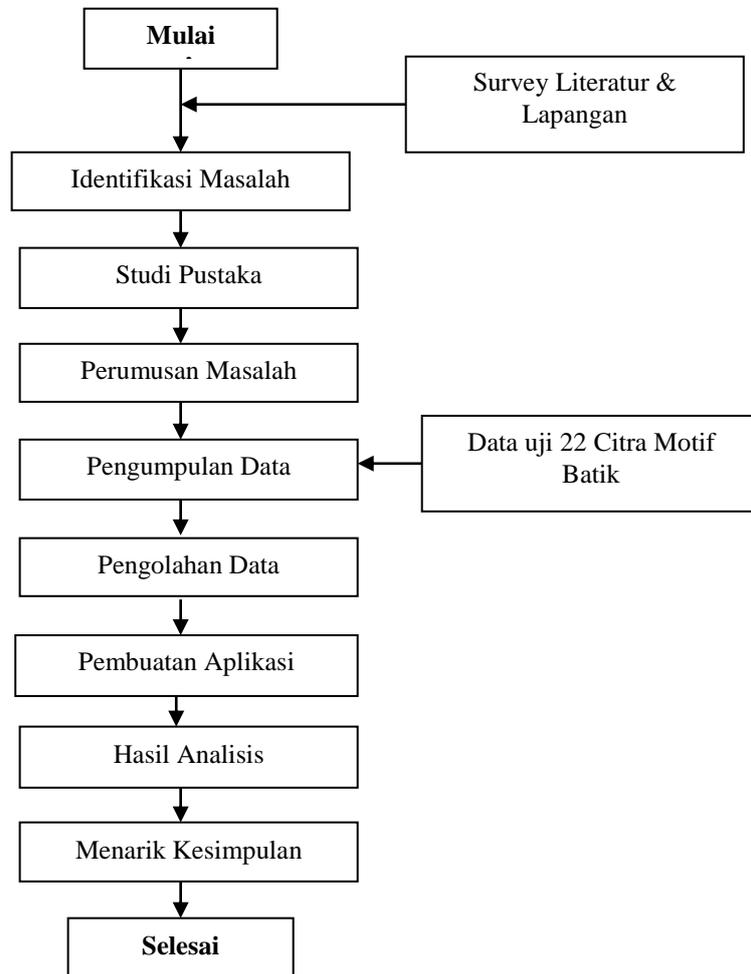
Operasi erosi adalah kebalikan dari operasi dilasi. Pada operasi ini, ukuran obyek diperkecil dengan mengikis sekeliling obyek sehingga citra hasil cenderung diperkecil menipis. Operasi erosi mempunyai efek memperkecil struktur citra. Operasi ini dirumuskan seperti berikut (Gonzalez & Woods, 2002) :

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

3. METODE PENELITIAN

Penelitian secara umum merupakan suatu proses dengan langkah-langkah sistematis guna mendapatkan pemecahan atau jawaban terhadap permasalahan yang dirumuskan. Menurut Sugiyono (2002) metode penelitian adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Terdapat empat kunci yang perlu diperhatikan dalam metode penelitian yaitu cara ilmiah, rasional, empiris, dan sistematis.

Langkah-langkah dalam penelitian ini dimulai dari survey lapangan dan literatur untuk menemukan fenomena atau permasalahan yang terjadi dilapangan. Tahap selanjutnya melakukan identifikasi masalah dan studi pustaka terkait dengan permasalahan yang terjadi. Tahap selanjutnya merumuskan pokok permasalahan sehingga tujuan yang ingin dicapai akan lebih mudah dilaksanakan. Tahap selanjutnya kegiatan pengumpulan data, yaitu mempersiapkan 22 input data yang akan diuji berupa citra motif batik. Selanjutnya dilakukan tahap *processing* yaitu mempersiapkan program pengolahan data melalui *Matlab 7.8.0 R2009a* serta menetapkan metode deteksi tepi (*Prewitt, Sobel, Canny*) dan morfologi gradien. Dari hasil pengolahan data tersebut akan didapatkan hasil skenario pengujian yang selanjutnya dilakukan analisis data. Tahap akhir adalah menyimpulkan hasil analisis data sehingga permasalahan yang dirumuskan dapat terjawab atau tidak. Langkah-langkah dalam penelitian ini disajikan seperti pada gambar Gambar 1.



Gambar 1
Langkah-langkah Penelitian

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

a. Tahap Persiapan

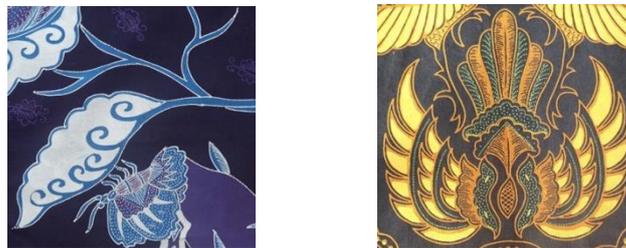
1) Kebutuhan Hardware dan Software :

Kebutuhan *hardware* menggunakan : Pentium® Dual-Core CPU 2.10 GHz, *Digital Camera* : Sony 16.1 MegaPixels sedangkan kebutuhan *Software* menggunakan Matlab : 7.8.0 R2009a. Metode deteksi tepi yang akan digunakan terdiri dari 4 metode yaitu metode *Prewitt*, *Sobel*, *Canny*, dan morfologi gradien. Morfologi gradien terbatas pada operasi Dilasi dan Erosi dengan bentuk *strel* (struktur elemen) cakram atau disk. Resolusi yang digunakan : 100 Pixels/Inchi

2) Data Sampel

Data sampel yang diuji dalam penelitian ini adalah citra motif batik. Data citra diambil dari file ber-*extention* JPG sebanyak 22 sampel, dari 22 data citra akan dibedakan menjadi 2 kelompok jenis data. Kelompok pertama adalah 11 citra yang memiliki perbedaan yang kontras antara warna *foreground* dan warna *background* atau memiliki tepi undakan, sedangkan kelompok kedua adalah 11 citra yang memiliki tepi tanjakan. Berikut adalah contoh citra dari data uji tersebut.

a) Contoh citra tepi undakan



Gambar 2
Citra Tepi Undakan

b) Contoh citra tepi Tanjakan



Gambar 3
Citra Tepi Undakan

3) Penilaian Kualitas Deteksi Tepi

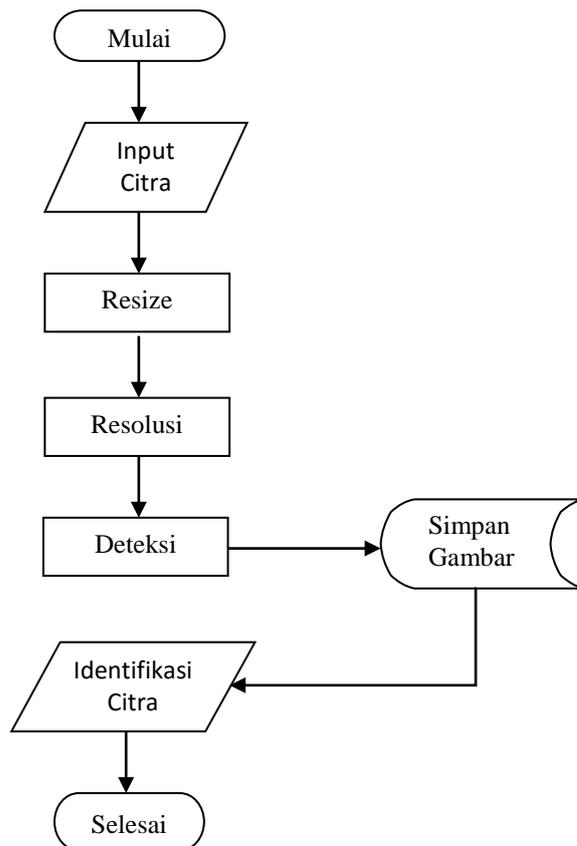
Akurasi hasil deteksi tepi merupakan ukuran ketepatan perangkat lunak dalam menghasilkan deteksi tepi yang benar terhadap jumlah data. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ hasil\ yang\ benar}{Jumlah\ data} \times 100\%$$

Penilaian kualitas deteksi tepi juga akan dinilai dari efisiensi waktu yang dihitung berdasarkan rata-rata waktu proses dari seluruh data citra yang diproses oleh masing-masing operator. Dari hasil perhitungan rata-rata waktu proses akan diketahui operator yang mampu menghasilkan waktu proses paling cepat

4) Skema Sistem

Skema sistem secara umum diperlihatkan pada gambar 4.



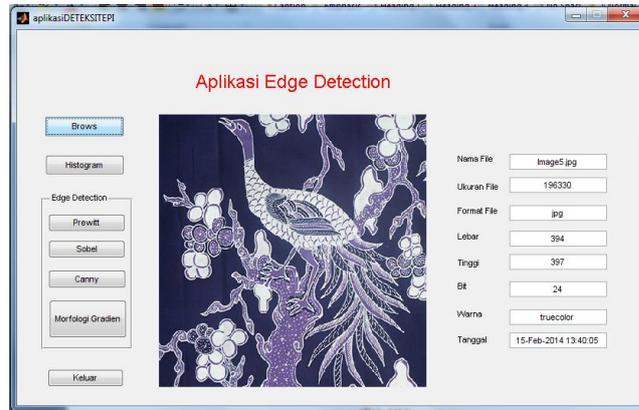
Gambar 4

Skema sistem secara umum

b. Tahap Proses Deteksi Tepi

1) Form Proses Deteksi Tepi

Pada form proses deteksi tepi akan dihasilkan 4 macam hasil citra. Pemrosesan akan dilakukan secara otomatis dengan memilih jenis operator yang diinginkan, kemudian program akan menampilkan hasil deteksi tepi pada jendela *figure*.

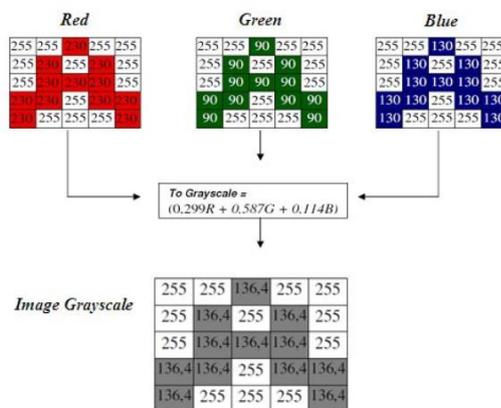


Gambar 5
Form Proses Deteksi Tepi

2) **Proses Deteksi Tepi**

Proses Deteksi Tepi bertujuan untuk menganalisis kualitas deteksi tepi citra batik yang dihasilkan dari tiga operator yaitu *Canny*, *Prewitt*, dan *Sobel*. Indikator kualitas deteksi tepi dengan melihat nilai Akurasi. Proses deteksi tepi menggunakan program Matlab 7.8.0 R2009a dengan tahapan sebagai berikut :

- a) **Tahap *Resize Image*** bertujuan mengubah ukuran citra agar setiap input citra memiliki resolusi yang sama. Pengubahan ukuran citra ini juga merupakan salah satu proses untuk mempercepat komputasi. Dalam penelitian ini semua operator menggunakan resolusi gambar yang sama yaitu 100 Pixel/Inch.
- b) **Tahap *Grayscale*** Tahap *Grayscale* bertujuan untuk mengubah citra menjadi *grayscale*, proses ini berfungsi untuk mentransformasi warna citra dari RGB menjadi *grayscale* dengan tujuan untuk mereduksi citra tiga dimensi menjadi satu dimensi saja dengan nilai intensitas yang sama, sehingga dapat mempercepat proses komputasi.



Gambar 6
Konversi Citra dari RGB ke Grayscale



Gambar 7
Konversi Data Sampel Citra Batik dari RGB ke Grayscale

- c) Menentukan Perintah Pemrograman pada Operator *Prewitt*, *Sobel*, *Canny*, dan Morfologi Gradien.

c. Tahap Analisa Hasil

Analisa hasil merupakan tahap pengambilan keputusan untuk menjawab permasalahan yang dirumuskan berdasarkan hasil pengujian. Adapun hasil pengujian dari 22 sampel data citra motif batik diuraikan sebagai berikut.

1) Hasil Uji Skenario 1

Pengujian pada skenario 1 bertujuan menguji akurasi deteksi tepi citra batik dengan operator *Prewitt*. Berdasarkan pengujian melalui Matlab 7.8.0 R2009a. Berikut ini disajikan data hasil pengujian dari skenario 1

Tabel 1
Akurasi Deteksi Tepi Citra Batik dengan Operator *Prewitt*

Resolusi	Jumlah Data Uji	Jumlah Hasil Yang Baik	Akurasi (%)	Rata-rata Waktu Uji (detik)
100 Pixels/Inchi	22	13	59,09	1,57

Tabel 1 terlihat bahwa metode deteksi tepi citra batik melalui operator *Prewitt* dengan resolusi 100 Pixels/Inchi mampu menghasilkan tingkat akurasi 59,09% dengan rata-rata waktu proses 1,57 detik.

2) Hasil Uji Skenario 2

Pengujian skenario 2 bertujuan menguji akurasi deteksi tepi citra batik dengan operator *Sobel*.

Tabel 2
Akurasi Deteksi Tepi Citra Batik dengan Operator *Sobel*

Resolusi	Jumlah Data Uji	Jumlah Hasil Yang	Akurasi (%)	Rata-rata Waktu Uji

		Baik		(detik)
100 Pixels/Inchi	22	13	59,09	1,60

Tabel 2 terlihat bahwa metode deteksi tepi citra batik melalui operator Sobel dengan resolusi 100 Pixels/Inchi mampu menghasilkan tingkat akurasi sebesar 59,09% dengan rata-rata waktu proses 1,68 detik.

3) Hasil Uji Skenario 3

Pengujian skenario 3 bertujuan menguji akurasi deteksi tepi citra batik dengan operator Canny.

Tabel 3

Akurasi Deteksi Tepi Citra Batik dengan Operator *Canny*

Resolusi	Jumlah Data Uji	Jumlah Hasil Yang Baik	Akurasi (%)	Rata-rata Waktu Uji (detik)
100 Pixels/Inchi	22	20	90,91	2,54

Tabel 3 terlihat bahwa metode deteksi tepi citra batik melalui operator Canny Sobel dengan resolusi 100 Pixels/Inchi mampu menghasilkan tingkat akurasi sebesar 90,91% dengan rata-rata waktu proses 2,54 detik.

4) Hasil Uji Skenario 4

Pengujian skenario 4 bertujuan menguji akurasi deteksi tepi citra batik dengan metode Morfologi Gradien.

Tabel 4

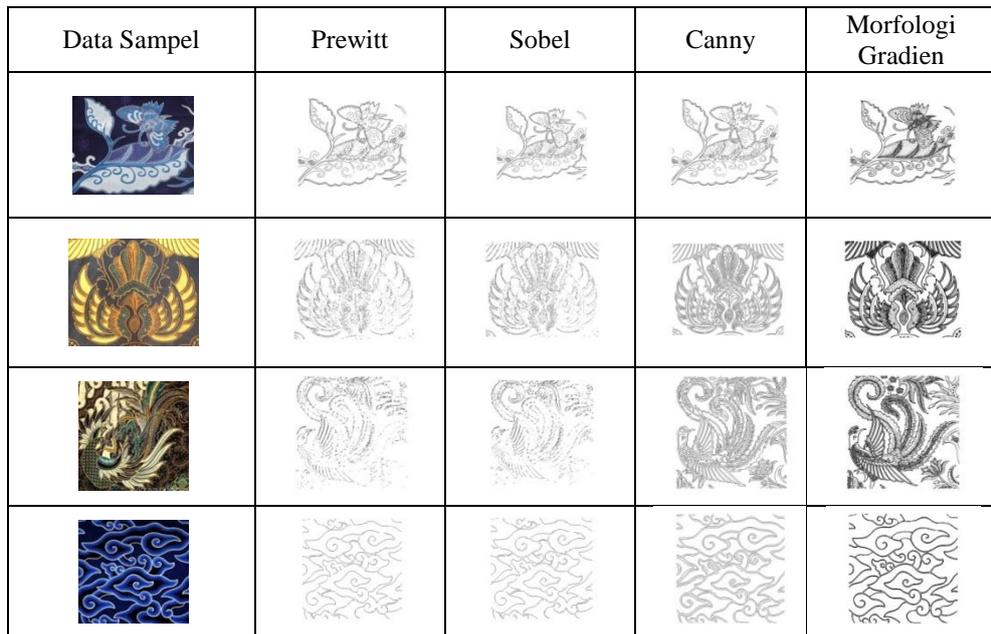
Akurasi Deteksi Tepi Citra Batik dengan Metode Morfologi Gradien

Resolusi	Jumlah Data Uji	Jumlah Hasil Yang Baik	Akurasi (%)	Rata-rata Waktu Uji (detik)
100 Pixels/Inchi	22	19	86,36	1,86

Tabel 4 terlihat bahwa metode deteksi tepi citra batik melalui metode Morfologi Gradien dengan resolusi 100 Pixels/Inchi mampu menghasilkan tingkat akurasi sebesar 86,36% dengan rata-rata waktu proses 1,86 detik.

5) Hasil Deteksi Tepi dengan Matlab 7.8.0 R2009a

Setelah dilakukan analisis metode deteksi tepi terhadap 4 operator melalui program Matlab 7.8.0 R2009a. Berikut ini kami sajikan beberapa contoh dari hasil deteksi tepi.



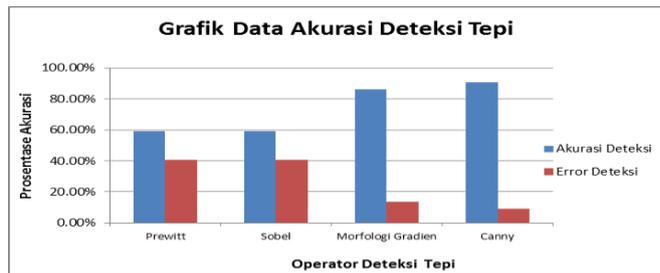
Gambar 8
 Hasil Deteksi Tepi Motif Batik Operator *Prewitt, Sobel, Canny,*
 dan Morfologi Gradien dengan Matlab 7.8.0 R2009a.

6) Hasil Perbandingan Metode Deteksi Tepi

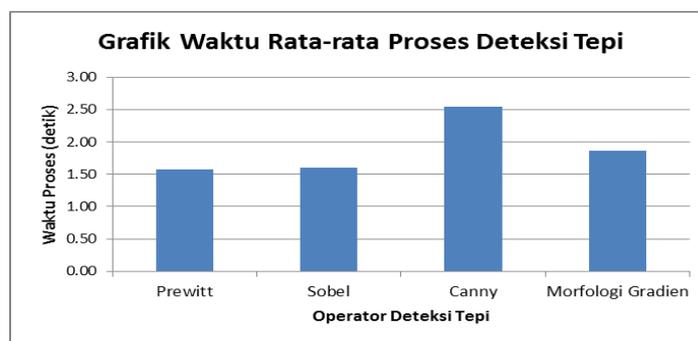
Dari 4 hasil uji skenario diatas maka kita dapat melihat hasil perbandingan tingkat akurasi dan waktu proses dalam deteksi tepi. berikut ini disajikan data hasil perbandingan dari 4 uji skenario.

Tabel 5
 Akurasi Deteksi Tepi Citra Batik dengan Nilai Parameter
 Ukuran *Resize* 210x160

Operator	Jumlah Data Uji	Jumlah Hasil Yang Baik	Akurasi (%)	Rata-rata Waktu Uji (detik)
<i>Prewitt</i>	22	13	59,09	1,57
<i>Sobel</i>	22	13	59,09	1,61
Morfologi Gradien	22	19	86,36	1,86
<i>Canny</i>	22	20	90,91	2,54



Gambar 9
Grafik Tingkat Akurasi Deteksi Tepi Motif Batik Operator *Prewitt*, *Sobel*, *Canny*, dan *Morfologi Gradien*



Gambar 10
Grafik Waktu Proses Deteksi Tepi Motif Batik Operator *Prewitt*, *Sobel*, *Canny*, dan *Morfologi Gradien*

Berdasarkan Tabel 5, Gambar 9, dan Gambar 10, terlihat bahwa metode *Canny* dan morfologi gradien jika diukur dari indikator akurasi nampak tidak jauh berbeda, di mana akurasi *Canny* sebesar 90,91% dan morfologi gradien sebesar 86,36%.

Hasil perbandingan antara metode *Canny* dan morfologi gradien jika diukur dari indikator kecepatan waktu proses, metode morfologi gradien mampu menghasilkan waktu proses yang lebih cepat dibandingkan metode *Canny*, dimana *Canny* menghasilkan waktu proses rata-rata sebesar 2,54 detik sedangkan metode morfologi gradien menghasilkan waktu proses rata-rata sebesar 1,86 detik.

Dengan demikian diperoleh kesimpulan metode morfologi gradien mampu menghasilkan akurasi yang tinggi dan waktu proses yang cepat. Hal ini juga didukung dari output hasil deteksi tepi dari keempat metode bahwa secara visual, metode morfologi gradien menghasilkan hasil deteksi tepi yang paling tajam

Hasil perbandingan antara metode *Canny* dan morfologi gradien jika diukur dari indikator akurasi nampak tidak jauh berbeda, di mana akurasi *Canny* sebesar 90,91% dan morfologi gradien sebesar 86,36%.

Hasil perbandingan antara metode *Canny* dan morfologi gradien jika diukur dari indikator kecepatan waktu proses, metode morfologi gradien mampu menghasilkan waktu

proses yang lebih cepat dibandingkan metode *Canny*, dimana *Canny* menghasilkan waktu proses rata-rata sebesar 2,54 detik sedangkan metode morfologi gradien menghasilkan waktu proses rata-rata sebesar 1,86 detik.

Dengan demikian diperoleh kesimpulan metode morfologi gradien mampu menghasilkan akurasi yang tinggi dan waktu proses yang cepat. Hal ini juga didukung dari output hasil deteksi tepi dari keempat metode bahwa secara visual, metode morfologi gradien menghasilkan hasil deteksi tepi yang paling tajam (Lihat Gambar 8).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Tingkat akurasi deteksi tepi batik yang dihasilkan melalui metode *Prewitt*, *Sobel*, *Canny*, dan morfologi gradien menunjukkan bahwa metode *Canny* dan morfologi gradien mampu menghasilkan akurasi yang sangat tinggi dari metode *Prewitt* dan *Sobel* di mana akurasi *Canny* sebesar 90,91% dan morfologi gradien sebesar 86,36%.
2. Hasil perbandingan antara metode *Canny* dan morfologi gradien jika diukur dari indikator kecepatan waktu proses, metode morfologi gradien mampu menghasilkan waktu proses yang lebih cepat dibandingkan metode *Canny*, dimana *Canny* menghasilkan waktu proses rata-rata sebesar 2,54 detik sedangkan metode morfologi gradien menghasilkan waktu proses rata-rata sebesar 1,86 detik.
3. Hasil perbandingan kinerja metode *Prewitt*, *Sobel*, *Canny*, dan morfologi gradien dalam menghasilkan deteksi tepi batik terbaik disimpulkan bahwa metode Morfologi Gradien mampu menghasilkan kualitas deteksi tepi terbaik dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi dan waktu proses yang cepat.

b. Saran

1. Temuan penelitian membuktikan bahwa Morfologi Gradien terbukti menghasilkan kualitas deteksi tepi terbaik dibandingkan dengan operator lain. Para *designer* disarankan dapat memanfaatkan keunggulan metode Morfologi Gradien melalui pengembangan motif batik yang tidak terbatas pada motif kontemporer, misalnya memanfaatkan berbagai objek (dedaunan, mobil, tokoh kartun, sport dll) yang memiliki nilai seni. Dengan demikian akan didapatkan desain motif batik yang semakin berkembang serta dapat berkontribusi pada perkembangan industri batik Indonesia.
2. Untuk menghasilkan hasil temuan yang lebih beragam dan berkembang, penelitian selanjutnya perlu mengembangkan parameter atau indikator kinerja deteksi tepi lain, misalnya dengan menetapkan resolusi, *threshold*, ukuran *resize image* yang bervariasi.
3. Penelitian selanjutnya perlu mengembangkan metode morfologi gradien dalam menghasilkan deteksi tepi objek dengan berbagai macam dan ukuran struktur elemen (*strel*)

serta berbagai macam ukuran resolusi. Hal ini dapat dicontohkan misalnya pada tepian undakan menggunakan 2 strel yaitu bentuk *strel* bujur sangkar dan persegi panjang, sedangkan untuk tepian tanjakan menggunakan *strel* disk (cakram) dan garis.

6. DAFTAR PUSTAKA

Buku :

- Abdul Kadir dan Adhi Susanto, 2013, *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Darma Putra, 2010, *Pengolahan Citra Digital*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Eko Prasetyo, 2011, *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Gonzalez, R.C. & Woods, R.E.. 2002. *Digital Image Processing Second Edition*, Prentice Hall, New Jersey.
- Soille, P. 1999. *Morphological Image Analysis: Principles and Applications*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Sugiyono. 2002. *Metode Penelitian Bisnis*. Cetakan Pertama. Alfabeta. Jakarta.

Jurnal/Artikel :

- Acharjya P.P, Santra S., dan Ghoshal D., 2013, "An Improved Scheme on Morphological Image Segmentation Using the Gradients", (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 4, No. 2, pp. 1-5.
- L. Anang Setiyo W, 2012, "Metode Analisis Kombinasi Deteksi Tepi Studi Kasus Citra Reog Kabupaten Ponorogo", Hasil Penelitian Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Widya Mandala, Madiun: Hal. 1-12.
- Maulana Sutrisna, 2012, "Pembuatan Perangkat Lunak Untuk Menampilkan Deskripsi Mengenai Batik dan Pola Citra Batik Berdasarkan Segmentasi Objek", Hasil Penelitian, Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, Jakarta: Hal. 1-12.
- Raju C.N., Mani S.N., Prasad G., dan Sunitha S., 2011, "Morphological Edge Detection Algorithm Based on Multi-Structure Elements of Different Directions", International Journal of Information and Communication Technology Research, Volume 1 No. 1, May, pp. 37-43.
- Sri Huning Anwariningsih, Agus Zainal Arifin, Anny Yuniarti, 2010, Estimasi Bentuk Structuring Element Berdasar Representasi Obyek, Jurnal Ilmiah KURSOR, Vol. 5, No. 3, Januari, Hal. 157-165.
- Wahyu Pujiyono, Murinto dan Irfan Adam, 2009, "Perbandingan Kinerja Metode Gradient Berdasarkan Operator Sobel dan Prewit Implementasi Pada Deteksi Sidik Jari", Jurnal Informatika, Vol. 3, No. 1, Januari. Hal. 291-296.