



## Analisis Perbandingan Perbaikan Kualitas Citra Pada Motif Batik Dengan Konsep Deteksi Tepi Robert, Sobel, Canny Menggunakan Metode Morfologi

M. Abrar Masril<sup>1</sup>, Yuhandri<sup>2</sup>, Jufriadif Na'am<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Informatika, Universitas Putra Indonesia "YPTK" Padang  
<sup>1</sup>abrar.skom@gmail.com, <sup>2</sup>yuhandri.yunus@gmail.com, <sup>3</sup>jufriadif@yahoo.com

### Abstract

*Image results from quality edge detection are not optimal. From these problems a method is needed to improve the image quality of edge detection. The method used is Dilation Morphology on the results of edge detection of batik patterns. The results of testing the improved image quality of edge detection 10 batik patterns using Dilation Morphology show that Canny operators are able to produce very high accuracy from operators Robert and Sobel, with the percentage of Canny operators is 80%. While Robert operators with a percentage of 40% and Sobel operators 60%. The application of Dilation Morphology to operators Robert, Sobel and Canny can improve image quality of edge detection and improve accuracy in batik patterns.*

Keywords: *Robert Operator, Sobel Operator, Canny Operator, Edge Detection, Dilation Morphology*

### Abstrak

Citra hasil dari deteksi tepi kualitas belum optimal. Dari permasalahan tersebut diperlukan sebuah metode untuk meningkatkan kualitas citra deteksi tepi. Metode yang digunakan adalah *Morfologi Dilasi* pada hasil deteksi tepi pola batik. Hasil dari pengujian perbaikan kualitas citra deteksi tepi 10 pola batik menggunakan *Morfologi Dilasi* menunjukkan bahwa operator *Canny* mampu menghasilkan akurasi sangat tinggi dari operator *Robert* dan *Sobel*, dengan persentase operator *Canny* adalah 80%. Sedangkan operator *Robert* dengan persentase 40% dan operator *Sobel* 60%. Penerapan *Morfologi Dilasi* pada operator *Robert*, *Sobel*, dan *Canny* dapat meningkatkan kualitas citra deteksi tepi dan meningkatkan akurasi pada pola batik.

Kata kunci: Operator Robert, Operator Sobel, Operator Canny, Deteksi Tepi, Morfologi Dilasi

© 2019 Jurnal RESTI

### 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dibidang informatika begitu cepat. Salah satu cabang ilmunya adalah pengolahan citra. Pengolahan citra adalah cabang ilmu informatika untuk memperbaiki kualitas citra agar kualitasnya lebih baik atau lebih mudah diinterpretasi oleh manusia maupun komputer. Salah satu manfaat dari pengolahan citra ini adalah pengenalan pola suatu objek. Pengenalan pola banyak digunakan oleh para peneliti. Ada beberapa penerapan pengenalan pola diantaranya untuk pengenalan wajah, *fingerpint*, nomor kendaraan dan lain lain.

Proses untuk mendeteksi batas tepi pada citra menggunakan beberapa metode antara lain operator *Robert*, operator *Sobel*, operator *Prewitt*, dan operator

*Canny*. Citra hasil dari proses deteksi tepi tersebut kualitas masih kurang optimal. Dari permasalahan tersebut diperlukan sebuah metode yang mampu memperbaiki kualitas citra deteksi tepi agar mendapatkan hasil yang lebih baik. Beberapa penelitian yang berhubungan dengan perbaikan kualitas citra menggunakan *Morfologi Dilasi* antara lain:

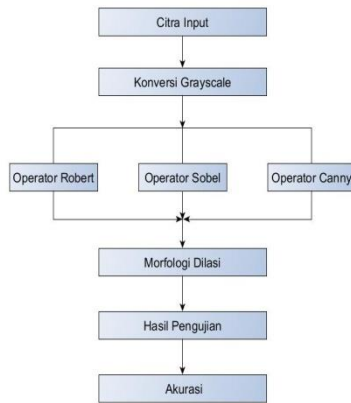
Heryawan (2017) operasi *Morfologi* mampu meningkatkan akurasi citra fundus mata dari DIARETDB1 dan e-optha [1]. Ding, dkk (2016) kolaborasi operasi *Dilasi* dan template matching pada light field images menghasilkan kualitas gambar yang tinggi [2]. Pal, dkk (2017) teknik kombinasi beberapa operasi Morfologi dan deteksi tepi operator *Canny* pada gambar fundus retina mata. Setelah metode di uji

mendapatkan rata-rata akurasi 94,90% dan rasio 83,13% [3]. Said, dkk (2016) operasi *Morfologi* merupakan salah satu metode yang mampu meningkatkan citra sebuah gambar. Hasil uji coba menggunakan matlab terbukti bahwa operasi *Morfologi* dapat meningkatkan citra gambar ROI [4]. Rahman, dkk (2017) *Morfologi Dilasi* yang diterapkan pada radar indikator rencana (PPI) dapat meningkatkan kualitas citra radar sehingga dapat meningkatkan kualitas ekstraksi objek [5].

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Kerangka kerja penelitian

Kerangka kerja ini merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam rangka penyelesaian masalah yang akan dibahas. Adapun kerangka kerja penelitian ini dapat digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

### 2.2. Citra input

Pada tahap ini citra motif batik akan diinputkan ke dalam program MATLAB versi R2015B.

### 2.3. Konversi Grayscale

Ada berbagai jenis gambar yang terdapat citra digital, seperti citra berwarna, citra abu-abu, dan citra biner. Salah satu cara untuk menunjukkan citra berwarna adalah menggunakan model RGB. Dalam model RGB setiap piksel ditampilkan berupa nilai Merah, Hijau, dan Biru. Ketika mengkonversi nilai RGB ke citra abu-abu nilai intensitas dari RGB adalah 0-255[6]. Proses mengkonversi citra motif batik menjadi *grayscale* menggunakan rumus 1:

$$x = 0.289R + 0.587G + 0.114B \quad (1)$$

Berikut langkah-langkah proses *grayscale* dapat dilihat pada algoritma seperti dibawah ini:

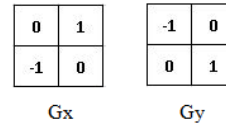
### Program Grayscale

```

Input: Img
Output: Img
Initialization Gray
Gray = rgb2gray(Img);
Imshow (Gray);
  
```

### 2.4. Operator Robert

Operator *Robert* ini merupakan operator yang menggunakan dua buah kernel 2x2 yaitu (Gx dan Gy) serta menghitung *magnitudo gradien* [7]. Implementasi operator *Robert* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Operator Robert Gx dan Gy

Untuk menghitung nilai *magnitudo gradien* dapat diimplementasikan menggunakan rumus 2.

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

Langkah-langkah proses deteksi tepi *Robert* dapat dilihat pada algoritma seperti dibawah ini:

### Program Operator Robert

```

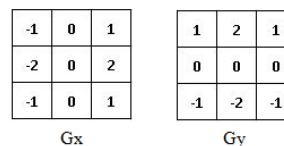
Input: Img
Output: Img
Initialization Gx = [1 0 ; 0 -1];
                Gy = [0 1 ; -1 0];
Ix = conv2 (double(Ig), double (Gx), 'same');
Iy = conv2 (double(Ig), double (Gy), 'same');
Iedge = sqrt (Ix.^2 + Iy.^2);
  
```

```

Figure,
subplot(1,2,1), imshow(Ig), title ('Citra Asli');
subplot(1,2,2), imshow(uint8(Iedge)),
title('Citra Hasil Robert');
  
```

### 2.5. Operator Sobel

Operator *Sobel* merupakan operator yang biasa digunakan untuk image *processing*. Operator ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk deteksi tepi suatu objek gambar. Operator *Sobel* terdiri dari sepasang kernel 3 x 3 yaitu kernel Gx dan Gy [8]. Operator *Sobel* Implementasi operator *Robert* seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Operator Sobel Gx dan Gy

Proses kernel operator *Sobel* dapat didefinisikan dengan mencari nilai tengah kernel seperti Gambar 4.

$$\begin{bmatrix} a0 & a1 & a2 \\ a7 & (x,y) & a3 \\ a6 & a5 & a4 \end{bmatrix}$$

Gambar 4. Penerapan Kernel Operator Sobel

Untuk menghitung nilai *magnitudo gradien* dapat diimplementasikan menggunakan rumus 3.

$$G = \sqrt{Gx^2 + Gy^2} \quad (3)$$

Langkah-langkah proses deteksi tepi *Sobel* dapat dilihat pada algoritma seperti dibawah ini:

```

Program Operator Sobel
Input: Img
Output: Img
Initialization Gx = [-1 0 1; -2 0 2; -1 0 1];
                Gy = [-1 -2 -1; 0 0 0; 1 2 1];
Ix = conv2 (double(Img), double (Gx), 'same');
Iy = conv2 (double(Img), double (Gy), 'same');
Iedge = sqrt (Ix.^2 + Iy.^2);

Figure,
subplot(1,2,1), imshow(Ig), title ('Citra Asli');
subplot(1,2,2), imshow(uint8(Iedge)),
title('Citra Hasil Sobel');
    
```

## 2.6. Operator Canny

Pada tahun 1986 Jhon F. Canny memperkenalkan operator *Canny* untuk mendeteksi tepi suatu objek. Operator *Canny* berfungsi untuk menghapus *noise* pada suatu gambar dan menerapkannya pada fungsi *Gaussian Filter* dengan *double thresholding* [9]. Berikut adalah langkah-langkah operator *Canny* sebagai berikut:

### a. Gaussian Filtering

Detektor tepi harus kuat terhadap *noise*. Untuk meminimalkan kemungkinan deteksi tepi salah, *noise* harus dikurangi. *Gaussian filtering* dilakukan untuk menghilangkan informasi dan *noise* yang tidak diinginkan dari gambar. Fungsi *Gaussian* adalah  $G(x,y)$  dapat diformulasikan dengan rumus 4.

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp \left[ \frac{x^2+y^2}{2\sigma^2} \right] \quad (4)$$

### b. Gradien Calculation

Setelah proses *Gaussian filtering* selesai, kekuatan tepi ditentukan dengan mencari gradien gambar. Untuk mencari gradien menggunakan operator *Sobel*. Kemudian menentukan arah tepi menggunakan rumus 5.

$$\theta = \tan^{-1} \frac{Gy}{Gx} \quad (5)$$

### c. Non Maximal Suppression

*Non maximal suppression* berfungsi untuk menipiskan tepi pada suatu objek. Setiap piksel besarnya gradien dibandingkan dengan besaran dua tetangga terdekat

yang searah dengan gradiennya. Dua piksel dengan nilai gradien terkecil akan dihapus sesuai dengan arah ( $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$ ).

### d. Hyteresis Thresholding

Piksel dianggap sebagai tepi yang kuat saat piksel memiliki gradient lebih tinggi dari ambang batas. Sedangkan piksel dianggap sebagai tepi lemah jika gradien lemah. Piksel tepi yang kuat langsung menjadi hasil dari deteksi tepi [10].

Berikut langkah-langkah proses *canny* dapat dilihat pada algoritma seperti dibawah ini:

```

Program Canny
Input: Img
Output: Img
Initialization
Ig = imread(Img);
Iedge = edge(Ig, 'canny');

figure,
subplot(1,2,1), imshow(Ig), title('Citra Asli');
subplot(1,2,2), imshow(Iedge), title('Citra Hasil Edge Detection');
    
```

## 2.6. Morfologi

Morfologi matematis adalah pendekatan berdasarkan bentuk topologi dan geometrik untuk melakukan analisis pada gambar dan telah menjadi alat yang sangat berguna untuk mengekstrak struktur dan bentuk geometri dalam banyak aplikasi. Operasi morfologi adalah operasi umum yang diterapkan gambar biner (hitam dan putih) untuk mengubah struktur bentuk objek yang terkandung dalam gambar. Selain diterapkan pada citra biner, sebenarnya, operasi morfologis juga dapat digunakan pada citra *grayscale*. Dua operasi dasar dalam proses morfologi matematis adalah *dilasi* dan *erosi* [11]. *Structuring element* sering disebut juga sebagai topeng pada *image processing*. Strel memiliki sebuah titik poros (juga dikenal sebagai titik asal). Titik asal ditandai dengan titik hitam. Strel memiliki dua buah komponen kunci yaitu bentuk dan ukuran, keduanya sangat mempengaruhi proses operasi *Morfologi* [12]. Bentuk dari *structuring element* seperti pada Gambar 5.



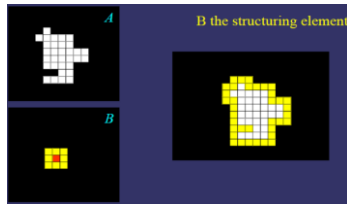
Gambar 5. Element Disk Structure 2 × 2

## 2.7. Morfologi Dilasi

Dilasi adalah proses pelebaran atau pertumbuhan area suatu objek. Area atau objek yang dimaksud adalah area yang memiliki intensitas tinggi pada citra abu-abu [13]. Untuk mengimplementasikan algoritma dilasi dapat menggunakan rumus 6.

$$A \oplus B = \{z | (B)_z \cap A \neq \emptyset\} \quad (6)$$

Proses pelebaran gambar A oleh *structuring element* B dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Penerapan Operasi Dilasi

Langkah-langkah proses *Dilasi* dapat dilihat pada algoritma seperti dibawah ini:

**Program Dilasi**

```

Input: Img
Output: dilasi
Initialization  $SE = stre1('disk', 2)$ 
 $dilasi = X + (X \oplus SE)$ 
    
```

2.8. Akurasi

Pada tahap ini hasil dari perbaikan kualitas citra deteksi tepi motif batik akan dilakukan perbandingan tingkat akurasi masing-masing dari setiap operator yang telah diperbaiki kualitas citra deteksi tepi. Selanjutnya proses menghitung tingkat akurasi. Implementasi menghitung tingkat akurasi dapat dilihat pada rumus 7.

$$akurasi = \frac{jumlah\ hasil\ data\ yang\ terdeteksi}{jumlah\ data} \times 100\% \quad (7)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 10 citra batik. Berikut adalah contoh data citra yang akan diuji seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Sampel Citra Batik

| No | Gambar Batik | Resolusi    | Ukuran  |
|----|--------------|-------------|---------|
| 1  |              | 1754 × 1169 | 1.32 MB |
| 2  |              | 1754 × 1169 | 1.23 MB |

Proses perbaikan kualitas citra deteksi tepi motif batik yang dihasilkan oleh operator *Robert*, *Sobel*, dan *Canny* menggunakan program MATLAB versi R2015B dengan tahapan sebagai berikut:

a. Konversi Grayscale

Proses konversi ini bertujuan mengubah citra RGB motif batik menjadi citra *grayscale*. Hasil dari konversi *grayscale* seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Grayscale

| No | Citra Awal | Citra Hasil Grayscale | Histogram |
|----|------------|-----------------------|-----------|
| 1  |            |                       |           |
| 2  |            |                       |           |

b. Deteksi Tepi Operator Robert

Pengujian menggunakan operator *Robert* bertujuan untuk mendeteksi tepi motif dari batik. Berikut adalah hasil dari deteksi tepi operator *Robert* seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Proses Deteksi Tepi Robert

| No | Citra Grayscale | Citra Hasil Deteksi Tepi Robert | Histogram |
|----|-----------------|---------------------------------|-----------|
| 1  |                 |                                 |           |
| 2  |                 |                                 |           |

c. Deteksi Tepi Operator Sobel

Tahap Pengujian ke 2 menggunakan operator *Sobel* bertujuan untuk mendeteksi tepi motif dari batik. Berikut adalah hasil dari deteksi tepi operator *Sobel* seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Proses Deteksi Tepi Sobel

| No | Citra Grayscale | Citra Hasil Deteksi Tepi Sobel | Histogram |
|----|-----------------|--------------------------------|-----------|
| 1  |                 |                                |           |
| 2  |                 |                                |           |

d. Deteksi Tepi Operator Canny


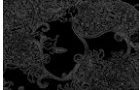
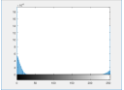


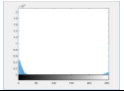
Tahap Pengujian ke 3 menggunakan operator *Canny* bertujuan untuk mendeteksi tepi motif dari batik. Berikut adalah hasil dari deteksi tepi operator *Canny* seperti pada Tabel 5.

e. Morofologi Dilasi


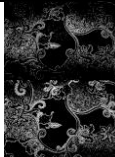
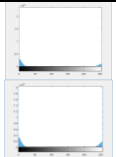
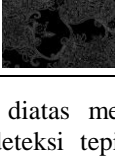
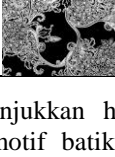
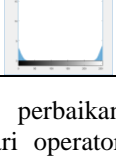
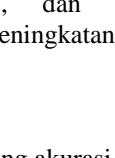
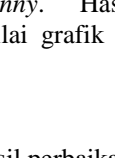
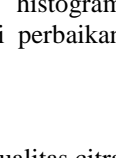
Tahap Pengujian ke 4 menggunakan *Morfologi Dilasi* bertujuan perbaikan kualitas citra deteksi tepi batik hasil dari operator *Robert*, *Sobel*, dan *Canny*. Hasil dari

perbaikan kualitas citra deteksi tepi batik seperti pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Proses Deteksi Tepi Canny

| No | Citra Grayscale   | Citra Hasil Deteksi Tepi Canny  | Histogram   |
|----|---|---|---|
| 1  |  |  |  |
| 2  |  |  |  |

Tabel 6. Hasil Morfologi Dilasi

| No | Operator Tepi | Citra Awal  | Citra Hasil Morfologi Dilasi  | Histogram   |
|----|---------------|---|---|---|
| 1. | Robert        |    |    |    |
| 2. | Sobel         |   |   |   |
| 3. | Canny         |  |  |  |

Pada Tabel 6 diatas menunjukkan hasil perbaikan kualitas citra deteksi tepi motif batik dari operator *Robert*, *Sobel*, dan *Canny*. Hasil histogram menunjukkan peningkatan nilai grafik dari perbaikan kualitas citra.

f. Akurasi

Untuk menghitung akurasi hasil perbaikan kualitas citra deteksi tepi dengan 3 tahap pengujian seperti berikut :

1. Perbaikan Kualitas Citra Operator Robert

Untuk menghitung hasil perbaikan kualitas citra deteksi tepi operator *Robert* dapat dilihat dari hasil nilai histogram seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Histogram Operator Robert

| No | Data     | Histogram Awal | Histogram Sesudah Perbaikan Kualitas Citra Deteksi Tepi Robert |
|----|----------|----------------|--|
| 1  | batik_1  | 4.553 + 04     | 2.456 + 05   |
| 2  | batik_2  | 3.287 + 04     | 1.924 + 05   |
| 3  | batik_3  | 3.545 + 04     | 2.016 + 05   |
| 4  | batik_4  | 3.825 + 04     | 2.492 + 05   |
| 5  | batik_5  | 3.326 + 04     | 1.84 + 05  |
| 6  | batik_6  | 5.107 + 04     | 2.561 + 05   |
| 7  | batik_7  | 2.052 + 04     | 1.287 + 05   |
| 8  | batik_8  | 3.516 + 04     | 2.039 + 05   |
| 9  | batik_9  | 4.193 + 04     | 2.352 + 05   |
| 10 | batik_10 | 4.487 + 04     | 2.144 + 05   |

Dari hasil Tabel 7 dapat disimpulkan bahwa nilai < 2.352 + 05 hasil perbaikan kualitas citra deteksi tepi kurang optimal. Hasil akurasi pengujian *Morfologi Dilasi* pada operator *Robert* adalah:

$$akurasi = \frac{jumlah\ hasil\ data\ yang\ terdeteksi}{jumlah\ data} \times 100\%$$

$$akurasi = \frac{4}{10} \times 100\% = 40\%$$

2. Perbaikan Kualitas Citra Operator Sobel

Untuk menghitung hasil perbaikan kualitas citra deteksi tepi operator *Sobel* dapat dilihat dari hasil nilai histogram seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Histogram Operator Sobel

| No | Data     | Histogram Awal | Histogram Sesudah Perbaikan Kualitas Citra Deteksi Tepi Sobel |
|----|----------|----------------|---|
| 1  | batik_1  | 9.261 + 04     | 4.145 + 05  |
| 2  | batik_2  | 6.915 + 04     | 3.345 + 05  |
| 3  | batik_3  | 6.139 + 04     | 3.124 + 05  |
| 4  | batik_4  | 7.595 + 04     | 3.903 + 05  |
| 5  | batik_5  | 7.957 + 04     | 3.551 + 05  |
| 6  | batik_6  | 1 + 05         | 4.015 + 05  |
| 7  | batik_7  | 6.229 + 04     | 3.364 + 05  |
| 8  | batik_8  | 6.786 + 04     | 3.407 + 05  |
| 9  | batik_9  | 7.418 + 04     | 3.531 + 05  |
| 10 | batik_10 | 6.792 + 04     | 2.815 + 05  |

Dari hasil Tabel 8 dapat disimpulkan bahwa nilai < 3.407 + 05 hasil perbaikan kualitas citra deteksi tepi kurang optimal. Hasil akurasi pengujian *Morfologi Dilasi* pada operator *Sobel* adalah:

$$akurasi = \frac{jumlah\ hasil\ data\ yang\ terdeteksi}{jumlah\ data} \times 100\%$$

$$akurasi = \frac{6}{10} \times 100\% = 60\%$$

3. Perbaikan Kualitas Citra Operator Canny

Untuk menghitung hasil perbaikan kualitas citra deteksi tepi operator *Canny* dapat dilihat dari hasil nilai histogram seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Histogram Operator Canny

| No | Data     | Histogram Awal | Histogram Sesudah Perbaikan Kualitas Citra Deteksi Tepi Canny |
|----|----------|----------------|---|
| 1  | batik_1  | 2.597 + 05     | 8.301 + 05  |
| 2  | batik_2  | 1.835 + 05     | 5.954 + 05  |
| 3  | batik_3  | 2.947 + 05     | 9.456 + 05  |
| 4  | batik_4  | 1.573 + 05     | 5.074 + 05  |
| 5  | batik_5  | 1.805 + 05     | 5.905 + 05  |
| 6  | batik_6  | 1.562 + 05     | 5.009 + 05  |
| 7  | batik_7  | 3.077 + 05     | 9.789 + 05  |
| 8  | batik_8  | 2.148 + 05     | 6.93 + 05   |
| 9  | batik_9  | 1.84 + 05      | 5.972 + 05  |
| 10 | batik_10 | 2.785 + 05     | 8.511 + 05  |

Dari hasil Tabel 9 dapat disimpulkan bahwa nilai < 5.905 + 05 hasil perbaikan kualitas citra deteksi tepi kurang optimal. Hasil akurasi pengujian *Morfologi Dilasi* pada operator *Canny* adalah:

$$akurasi = \frac{jumlah\ hasil\ data\ yang\ terdeteksi}{jumlah\ data} \times 100\%$$

$$akurasi = \frac{8}{10} \times 100\% = 80\%$$

Dari hasil uji perbaikan kualitas citra deteksi tepi motif batik pada operator *Robert*, *Sobel*, dan *Canny* maka dapat dilihat hasil perbandingan tingkat akurasi. Berikut data hasil perbandingan tingkat akurasi seperti pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Perbandingan Akurasi

| Operator | Jumlah Data Uji | Jumlah Hasil Yang Terdeteksi | Akurasi (%) |
|----------|-----------------|------------------------------|-------------|
| Robert   | 10              | 4                            | 40%         |
| Sobel    | 10              | 6                            | 60%         |
| Canny    | 10              | 8                            | 80%         |

Berdasarkan Tabel 7 terlihat hasil pengujian 10 citra batik dengan perbandingan setiap operator dimana operator *Canny* menghasilkan tingkat akurasi yang sangat tinggi dari operator *Robert* dan operator *Sobel*.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal.

1. Morfologi Dilasi pada operator Robert, Sobel, dan Canny dapat meningkatkan kualitas citra deteksi tepi dan meningkatkan akurasi pada pola batik.
2. Hasil dari pengujian perbaikan kualitas citra deteksi tepi 10 motif batik menggunakan *Morfologi Dilasi* menunjukkan bahwa operator *Canny* mampu menghasilkan akurasi sangat tinggi dari operator *Robert* dan *Sobel*, dengan persentase operator *Canny* adalah 80%. Sedangkan operator *Robert* dengan persentase 40% dan operator *Sobel* 60%.

#### Daftar Rujukan

- [1] Lukman Heryawan. (2016). Deteksi Dini Retinopati dengan Pengolahan Citra Berbasis Morfologi Matematika. *IJCCS*, Vol. 11, No.2, July 2017, pp. 209-218. doi.org/10.22146/ijccs.24761.
- [2] Ding, J.-J., Wang, N.-C., Chuang, S.-C., & Chang, R. Y. (2016). Morphology-based disparity estimation and rendering algorithm for light field images. *2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-TW)*. doi:10.1109/icce-tw.2016.7521050.
- [3] Pal, S., & Chatterjee, S. (2017). Mathematical morphology aided optic disk segmentation from retinal images. *2017 3rd International Conference on Condition Assessment Techniques in Electrical Systems (CATCON)*. doi:10.1109/catcon.2017.8280249
- [4] Said, K. A. M., & Jambek, A. B. (2016). *A study on image processing using mathematical morphological*. *2016 3rd International Conference on Electronic Design (ICED)*.doi:10.1109/iced.2016.7804697.
- [5] Rahman, A. N., Heriana, O., Putranto, P., Darwis, F., Pristianto, E. J., & Wijayanto, Y. N. (2017). Morphological dilation for radar image enhancement. *2017 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)*. doi:10.1109/icramet.2017.8253147.
- [6] John, J. V., Raji, P. G., Radhakrishnan, B., & Suresh, L. P. (2017). Automatic number plate localization using dynamic thresholding and morphological operations. *2017 International Conference on Circuit ,Power and Computing Technologies (ICCPCT)*.doi:10.1109/iccpct.2017.8074328.
- [7] Reddy, G. B., & Anusudha, K. (2016). Implementation of image edge detection on FPGA using XSG. *2016 International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT)*.doi:10.1109/iccpct.2016.7530374.
- [8] Mohamad, A. S., Hamzah, R., Mokhtar, A. S., & Sathar, J. (2017). Sickle cell disease verification via sobel edge algorithms for image processing. *2017 International Conference on Engineering Technology and Technopreneurship (ICE2T)*.doi:10.1109/ice2t.2017.8215994.
- [9] Goel, K., Sehrawat, M., & Agarwal, A. (2017). Finding the optimal threshold values for edge detection of digital images & comparing among Bacterial Foraging Algorithm, canny and Sobel Edge Detector. *2017 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA)*.doi:10.1109/ccaa.2017.8229955.
- [10] Pawar, K. B., & Nalbalwar, S. L. (2016). Distributed canny edge detection algorithm using morphological filter. *2016 IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT)*.doi:10.1109/rteict.2016.7808087.
- [11] Yuhandri, Madenda, Wibowo, Karmilasari. (2017). Object Feature Extraction of Songket Image Using Chain Code Algorithm. *2017 Internasional Journal on Advanced Science Engineering Information Technology* . doi: 10.18517/ijaseit.7.1.1479.
- [12] Na'am J., Harlan J., Nercahyo G.W, Arlis S., Sahari, Mardison, Rani L.N . (2017). Detection of Infiltrate on Infact Chest X-Ra . *TELKOMNIKA*, Vol.15, No.4, December 2017, pp. 1943~1951. doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v15i4.3163.
- [13] Na'am J., (2017). Accuracy of Panoramic Dental X-Ray Imaging in Detection of Proximal Caries with Multiple Morpological Gradient (mMG) Method. *Joiv Internasional Journal On Informatics Visualization*. doi= 10.30630/joiv.1.1.13