

**PERBANDINGAN DETEKSI TEPI (*EDGE DETECTION*) CITRA
DIGITAL BERDASARKAN PENGARUH KOMBINASI WARNA
MENGUNAKAN METODE SOBEL DAN PREWITT**

JURNAL



Oleh :

AGUNG HANDIKA DICKY ADMAJAYA

11305144006

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2018

PERBANDINGAN DETEKSI TEPI (EDGE DETECTION) CITRA DIGITAL BERDASARKAN PENGARUH KOMBINASI WARNA MENGGUNAKAN METODE SOBEL DAN PREWITT

COMPARISON DETECTION (EDGE DETECTION) IN DIGITAL IMAGE BASED THE INFLUENCE OF COLOR COMBINATIONS THE SOBEL METHODS AND PREWITT

Oleh: Agung Handika Dicky Admajaya, Program Studi Matematika Universitas Negeri Yogyakarta, dhika.ahda@gmail.com

ABSTRAK

Identifikasi batas tepi obyek pada suatu citra digital berkembang pesat sejalan dengan kemajuan teknologi komputer untuk pengolahan citra. Deteksi tepi menjadi penting karena manusia dalam mengenali obyek suatu citra akan memperhatikan tepi yang terdapat dalam citra. Dengan adanya tepi dari suatu obyek, mata manusia akan dengan mudah mengenali obyek apa yang ditampilkan dalam citra tersebut. Namun dalam kehidupan sehari-hari sering ditemukan citra yang kurang baik, sehingga dibutuhkan proses pengolahan citra digital.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi warna pada suatu format file JPEG dan PNG terhadap hasil deteksi tepi dengan menggunakan metode Sobel dan Prewitt. Metode yang dipakai yakni metode Sobel dengan matriks ukuran 3x3 piksel untuk perhitungan gradien yang berada tepat ditengah. Metode Prewitt menggunakan persamaan yang sama dengan metode Sobel dengan konstanta c yang digunakan bernilai 1. Format JPEG adalah format gambar yang telah mengalami kompresi semaksimal mungkin untuk kepentingan *sharing* dan *preview*. Format PNG adalah suatu format file yang dikembangkan untuk alternatif dari format GIF (*Graphic Interchange Format*) yang menggunakan algoritma kompresinya.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh komposisi warna pada format file JPEG dan PNG terhadap deteksi tepi sehingga mendapatkan hasil yang berbeda dari setiap warna dan menunjukkan bahwa hasil deteksi tepi metode Sobel lebih baik jika dibandingkan dengan metode Prewitt..

Kata kunci: Deteksi tepi, JPEG, PNG, Sobel, Prewitt

ABSTRACT

Identification of object boundaries in a digital image is growing rapidly in line with the advancement of computer technology for image processing. Edge detection is important because human beings in recognizing the object of an image will pay attention to the edges in the image. With the edge of an object, the human eye will easily recognize what object is displayed in the image. However,

in everyday life, a poor image is often found, so digital image processing is needed.

Therefore, this study aims to determine the effect of color composition in a JPEG and PNG file format on the results of edge detection using the Sobel and Prewitt methods. The method used is the Sobel method with a 3x3 pixel size matrix for gradient calculations that are right in the middle. The Prewitt method uses the same equation as the Sobel method with the constant c used in value 1. The JPEG format is an image format that has been compressed to the maximum extent possible for sharing and preview purposes. The PNG format is a file format developed for alternatives to the GIF (Graphic Interchange Format) format that uses the compression algorithm.

The results of this study indicate the effect of color composition on JPEG and PNG file formats on edge detection so that it gets different results from each color and shows that the edge detection of the Sobel method is better than the Prewitt method.

Keywords: *Edge detection, JPEG, PNG, Sobel, Prewitt*

PENDAHULUAN

Penggunaan deteksi tepi berkembang pesat sejalan dengan kemajuan teknologi komputer untuk pengolahan citra. Pemanfaatan pendeteksian tepi diantaranya adalah: pengenalan hasil pola produksi yang membedakan dengan background pada bidang teknologi industry, pengenalan sidik jari, iris mata pada bidang keamanan, dan pada bidang kehidupan lainnya. Deteksi tepi menjadi penting karena manusia dalam mengenali objek suatu citra akan memperhatikan tepi yang terdapat dalam citra. Dengan adanya tepi dari suatu objek, mata manusia akan dengan mudah mengenali objek apa yang ditampilkan dalam citra tersebut. Hal ini diperkuat dengan adanya teori yang dikemukakan oleh McCane (2001) yang menyatakan bahwa system penglihatan manusia (*Human Visual System*) menunjukkan beberapa urutan dari deteksi tepi terlebih dahulu sebelum pengenalan warna atau intensitas citra.

Dalam pengolahan citra digital oleh komputer terdapat beberapa jenis format citra yang digunakan untuk penyimpanannya. Format citra digital diantaranya: JPEG (*Joint Photographic Experts Group*), PNG (*Portable Network Graphics*), GIF (*Graphics Interchange Format*), dan lain sebagainya. JPEG merupakan format file yang dikembangkan oleh *Photographic Expert Group* yang merupakan suatu algoritma kompresi yang bersifat lossy atau kualitas citranya kurang baik. PNG merupakan format file yang dikembangkan untuk alternatif dari GIF yang menggunakan paten LZW-algoritma kompresinya.

Warna dalam suatu citra ada beberapa jenis, yaitu: warna primer, warna sekunder, dan warna tersier. Pada jenis warna tersebut, dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok, yaitu warna netral, warna komplementer/kontras, warna panas, dan warna dingin. Warna juga memiliki beberapa model dalam suatu citra digital. Model warna suatu citra akan menentukan nilai dari suatu warna seperti model warna RGB (*Red, Green, Blue*), CMY (*Cyan, Magenta, Yellow*), HIS (*Hue, Saturation, Intensity*), dan lain sebagainya.

Pendeteksian tepi pada suatu citra terdapat beberapa metode yang biasa di kelompokkan menjadi dua, yaitu: pendeteksian tepi turunan pertama dan pendeteksian tepi turunan kedua. Metode pada pendeteksian tepi turunan pertama adalah Metode *Robert*, Metode *Sobel*, dan Metode *Prewitt*. Sedangkan, metode pendeteksian tepi turunan kedua adalah Metode *Laplacian* dan Metode *Laplacian Gaussian*.

Berdasarkan paparan di atas, memunculkan sebuah permasalahan bagaimana perbandingan hasil dari metode deteksi tepi terhadap citra yang objek dan latarnya berupa perpaduan warna yang berdekatan atau saling komplementer/kontras untuk beberapa format file. Penelitian ini akan menggunakan menggunakan metode Sobel dan metode Prewitt untuk mendeteksi tepi citra terhadap citra pada model warna RGB yang disimpan menggunakan format file JPEG dan PNG.

Untuk itu dipandang perlu dilakukan penelitian dengan judul **“Perbandingan Deteksi Tepi (*Edge Detection*) Citra Digital berdasarkan Pengaruh Kombinasi Warna Menggunakan Metode Sobel dan Prewitt”**.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Deteksi Tepi

1. Metode Sobel

```
clearall
clc

id=imread('namafilegambar.j
pg'/png');
imshow(id)

red=id(:,:,1);
green=id(:,:,2);
blue=id(:,:,3);
I=0.3*red+0.5*green+0.2*blu
e ;

sx=[-1 0 1;-2 0 2;-1 0 1];
sy=sx';
id_sx=filter2(sx,I);
id_sy=filter2(sy,I);

tepi_p=sqrt(id_sx.^2+id_sy.
^2);
figure,imshow(tepi_p/255)

tepi_t=im2bw(tepi_p/255,0.3
);
figure,imshow(tepi_t)

tepi_t=edge(I, 'sobel');
imshow(tepi_t)
```

Dengan menerapkan masing-masing Px dan Py secara individual akan memberikan hasil, seperti yang akan ditampilkan, perhatian bahwa Px menemukan tepi-tepi vertikal, sedangkan Py menemukan tepi-tepi

citra secara horizontal. Kita akan menemukan suatu citra yang memuat kedua tepi horizontal dan vertikal sekaligus. Citra yang ditampilkan berupa warna merah, hijau dan biru dengan menggunakan model tipe sobel. Kondisi Demografis

Jumlah penduduk di Desa Giritengah dari Sensus Penduduk tahun 2010 ialah 2.994 jiwa, dengan jumlah penduduk laki-laki sekitar 1.501 jiwa dan jumlah penduduk perempuan sekitar 1.493 jiwa. Kepadatan penduduk di Desa Giritengah ialah 693 jiwa / km². Rasio jenis kelamin di Desa Giritengah ialah 101 jiwa. Rasio beban tanggungan di Desa Giritengah ialah sekitar 693 jiwa.

2. Metode Prewitt

```
clearall
clc

id=imread('namafilegambar.
jpg'/png');
imshow(id)

red=id(:,:,1);
green=id(:,:,2);
blue=id(:,:,3);
I=0.3*red+0.5*green+0.2*bl
ue ;

sx=[-1 0 1;-1 0 1;-1 0 1];
sy=sx';
id_sx=filter2(sx,I);
id_sy=filter2(sy,I);

tepi_p=sqrt(id_sx.^2+id_sy
.^2);
figure,imshow(tepi_p/255)

tepi_t=im2bw(tepi_p/255,0.
3);
figure,imshow(tepi_t)
```

```
tepi_t=edge(I, 'prewitt');
imshow(tepi_t)
```

Dengan menerapkan masing-masing P_x dan P_y secara individual akan memberikan hasil, seperti yang akan ditampilkan, perhatian bahwa P_x menemukan tepi-tepi vertikal, sedangkan P_y menemukan tepi-tepi citra secara horizontal. Kita akan menemukan suatu citra yang memuat kedua tepi horizontal dan vertikal sekaligus. Citra yang ditampilkan berupa warna merah, hijau dan biru dengan menggunakan model tipe prewitt.

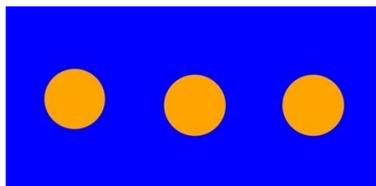
B. Objek Penelitian

1. Citra Warna Serupa

Pada citra warna serupa terdapat 3 citra yang digunakan, yaitu: citra primer, citra sekunder, dan citra tersier yang digunakan pada *background* citra dengan objek 3 lingkaran dengan nilai RGBnya berbeda sedikit atau warna serupa.

2. Citra Kontemporer

Pada citra komplementer terdapat objek dan *background*-nya saling kontras dengan *background* warna biru dan 3 objek warna orange dengan nilai masing-masing sama pada citra warna serupa sekunder.



Gambar Citra Komplementer

C. Hasil Penelitian

1. Metode Sobel

a. Citra Warna Serupa Primer

Pada citra warna serupa primer dengan memakai menggunakan warna biru dengan nilai RGB (0, 0, 255) dengan 3 objek lingkaran yang bernilai (1, 0, 255), (0, 1, 255), dan (0, 0, 254). Dan juga warna merah dengan RGB (255, 0, 0) dengan lingkaran (254, 0, 0), (255, 1, 0), dan (255, 0, 1). Foto dalam percobaan ini dan hasil deteksi tepi citra serupa primer format JPEG dan PNG seperti gambar dibawah ini.



Hasil deteksi tepi citra serupa primer biru format JPEG dan PNG

b. Citra Warna Serupa Sekunder

Pada warna sekunder dengan menggunakan warna orange dan hijau dengan nilai RGB masing-masing (255, 165, 0) dan (0, 255, 0) dengan 3 objek lingkaran yang bernilai (254, 165, 0), (255, 164, 0), dan (255, 165, 1) pada orange dan (1, 255, 0), (0, 254, 0), dan (0, 255, 1) pada hijau. Foto dalam percobaan ini dan hasil deteksi tepi citra serupa sekunder format jpg seperti gambar dibawah.



Hasil deteksi tepi citra serupa Sekunder orange format JPEG dan PNG

c. Citra Warna Serupa Tersier

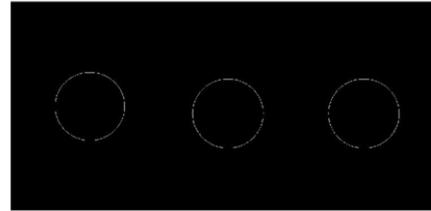
Pada citra komplementer dengan menggunakan format JPEG dan PNG terdapat objek dan *background*-nya saling kontras dengan background warna biru dan 3 objek warna orange dengan nilai masing-masing sama pada citra warna serupa sekunder. Sedangkan hasil yang didapat dari deteksi tepi citra komplementer format jpeg dan png seperti dibawah ini;



Hasil deteksi tepi citra serupa tersier coklat kebiruan format JPEG dan PNG

d. Citra Kontemporer

Pada citra komplementer dengan menggunakan format JPEG dan PNG terdapat objek dan *background*-nya saling kontras dengan background warna biru dan 3 objek warna orange dengan nilai masing-masing sama pada citra warna serupa sekunder. Sedangkan hasil yang didapat dari deteksi tepi citra komplementer format jpeg dan png seperti dibawah ini;



Hasil deteksi tepi citra komplementer format JPEG

e. Citra Foto

Sedangkan citra foto dengan menggunakan format JPEG dan PNG yang terdapat objek dan *background*-nya saling kontras. Sedangkan hasil yang didapat dari deteksi tepi citra foto format JPEG dan PNG seperti dibawah ini;



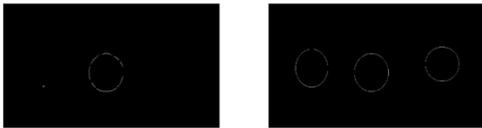
Gambar Hasil deteksi tepi citra foto format JPEG

2. Metode Prewitt

a. Citra Warna Serupa Primer

Pada warna serupa primer dengan menggunakan warna biru dengan nilai RGB (0, 0, 255) dengan 3 objek lingkaran yang bernilai (1, 0, 255), (0, 1, 255), dan (0, 0, 254). Dan juga warna merah dengan RGB (255, 0, 0) dengan lingkaran (254, 0, 0), (255,

1, 0), dan (255, 0, 1). Foto dalam percobaan ini dan hasil deteksi tepi citra serupa primer seperti gambar dibawah ini.



Hasil deteksi tepi citra serupa primer biru format JPEG dan PNG

(154, 205, 51). Sama halnya dengan primer dan sekunder pada tersier juga terdapat citra foto dan hasil deteksi tepi citra serupa tersier seperti;



Hasil deteksi tepi citra serupa tersier coklat kebiruan format JPEG dan PNG

b. Citra Warna Serupa Sekunder

Pada warna sekunder dengan menggunakan warna orange dan hijau dengan nilai RGB masing-masing (255, 165, 0) dan (0, 255, 0) dengan 3 objek lingkaran yang bernilai (254, 165, 0), (255, 164, 0), dan (255,165, 1) pada orange dan (1, 255, 0), (0, 254, 0), dan (0, 255, 1) pada hijau. Foto dalam percobaan ini dan hasil deteksi tepi citra serupa sekunder seperti gambar berikut.



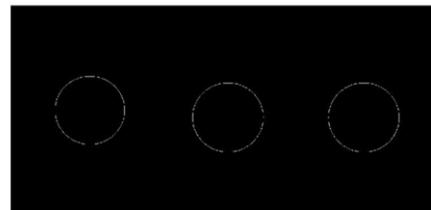
Hasil deteksi tepi citra serupa Sekunder orange format JPEG dan PNG

c. Citra Warna Serupa Tersier

Pada warna serupa tersier dengan menggunakan warna coklat kebiruan dan coklat kehijauan dengan nilai RGB (128, 128, 191) dan (154, 205, 50) dengan 3 objek lingkaran yang bernilai (127, 128, 191), (128, 127, 191), dan (128, 128, 190) dan juga (155, 205, 50), (154, 204, 50), dan

d. Citra Kontemporer

Pada citra komplementer dengan menggunakan format JPEG dan PNG terdapat objek dan background-nya saling kontras dengan background warna biru dan 3 objek warna orange dengan nilai masing-masing sama pada citra warna serupa sekunder. Sedangkan hasil yang didapat dari deteksi tepi citra komplementer format JPEG dan PNG seperti dibawah ini;



Hasil deteksi tepi citra komplementer format JPEG

e. Citra Foto

Sedangkan citra foto dengan menggunakan format JPEG dan PNG yang terdapat objek dan background-nya saling kontras. Sedangkan hasil yang didapat dari deteksi tepi citra foto format JPEG dan PNG seperti dibawah ini;



Gambar Hasil deteksi tepi citra foto format JPEG

D. Pembahasan

Berdasarkan hasil pada deteksi tepi setiap citra dengan format JPEG dan PNG maka dapat diperoleh hasil sebagai berikut

Warna Primer

Hasil percobaan pada warna primer biru dengan nilai RGB (0, 0, 255) yang merupakan *background* dengan 3 objek lingkaran yang nilai RGBnya (1, 0, 255), (0, 1, 255), dan (0, 0, 254) mendapatkan hasil pada format file JPEG terdeteksi 1 objek lingkaran (0, 1, 255) dan pada format file PNG terdeteksi 3 objek lingkaran. Sedangkan, hasil percobaan pada warna primer merah dengan nilai

RGB (255, 0, 0) yang merupakan *background* dengan 3 objek lingkaran yang nilai RGBnya (254, 0, 0), (255, 1, 0), dan (255, 0, 1) mendapatkan hasil pada format file JPEG 1 objek lingkaran (255, 1, 0) dan pada format file PNG terdeteksi 2 objek lingkaran (254, 0, 0) dan (255, 1, 0).

Warna Sekunder

Hasil percobaan pada warna sekunder menggunakan warna orange dengan nilai RGB (255, 165, 0) yang merupakan *background* dengan 3 objek lingkaran (254, 165, 0), (255, 164, 0), dan (255, 165, 1) mendapatkan hasil pada format file JPEG terdeteksi 1 objek lingkaran (255, 164, 0) dan pada format file PNG terdeteksi 3 objek lingkaran. Sedangkan, hasil percobaan pada warna sekunder hijau dengan nilai RGB (0, 255, 0) yang merupakan *background* dengan 3 objek lingkaran (1, 255, 0), (0, 254, 0), dan (0, 255, 1) mendapatkan hasil pada format file JPEG terdeteksi 1 objek lingkaran (0, 254, 0) dan pada format file PNG terdeteksi 1 objek lingkaran (0, 254, 0).

Warna Tersier

Hasil percobaan pada warna tersier coklat kebiruan dengan nilai RGB (128, 128, 191) yang merupakan *background* dengan 3 objek lingkaran (127, 128, 191), (128, 127, 191), dan (128, 128,

190) tidak mendapatkan hasil pada format file JPEG yang terdeteksi dan pada format file PNG terdeteksi 3 objek lingkaran. Sedangkan, hasil percobaan pada warna tersier coklat kehijauan dengan nilai RGB (154, 205, 50) yang merupakan *background* dengan 3 objek lingkaran (155, 205, 50), (154, 204, 50), dan (154, 205, 51) mendapatkan hasil pada format file JPEG terdeteksi 1 objek lingkaran (154, 204, 50) dan pada format file PNG terdeteksi 2 objek lingkaran (155, 205, 50) dan (154, 204, 50).

Berdasarkan pemaparan diatas, format file PNG akan menghasilkan hasil deteksi tepi yang lebih baik dari pada format file JPEG, karena pada format file PNG memiliki struktur warna 24 bit RGB + *alpha* yang dapat diatur hingga memiliki 64 bit RGB + *alpha*. Sedangkan, pada format file JPEG hanya memiliki kedalaman warna 8 bit dan juga merupakan algoritma kompresi yang bersifat *lossy* atau kualitas yang kurang baik. Oleh karena itu, hasil deteksi tepi citra terhadap format file JPEG dan PNG mendapatkan hasil yang berbeda dengan hasil yang lebih baik adalah format file PNG

Hasil yang didapat pada format JPEG dan PNG tidak lepas dari warna-warna yang terdapat pada citra tersebut.

Diketahui bahwa hasil dari deteksi tepi terhadap warna primer, sekunder, dan tersier bahwa warna primer lebih baik, karena warna primer merupakan warna dasar dari sekunder dan tersier. Pada citra foto dengan berbagai macam warna didalamnya akan lebih banyak mendapatkan tepi dari citra tersebut, karena pada citra foto akan ada bayang-bayang dari citra sehingga membentuk tepi dari objek-objek pada citra tersebut. Maka warna dalam citra foto akan dianalisis berdasarkan kemiripan-kemiripan dan membentuk warna komplementer, sehingga tepinya akan ada banyak dan berupa titik.

Dan dari hasil yang sama didapat bahwa metode sobel mendapatkan hasil yang baik dibandingkan dengan metode prewitt, karena pada metode sobel

menggunakan matriks $S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

$S_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$, sedangkan pada

metode prewitt menggunakan matriks S_x

$= \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} S_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$.

Perbedaan nilai matrik yang digunakan pada masing-masing perancangan membuat pengaruh terhadap hasil dari pendeteksian tepi,

walaupun hasil perbedaan tidak terlalu terlihat jelas karena nilai matriksnya berbeda sedikit. Dari penelitian ini menunjukkan metode sobel lebih baik dari metode prewitt.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Primer, hasil percobaan pada warna biru dengan nilai RGB (0, 0, 255) yang merupakan *background* dengan 3 objek lingkaran terdeteksi 1 lingkaran pada JPEG dan 3 lingkaran pada PNG, sedangkan hasil percobaan pada warna merah dengan nilai RGB (255, 0, 0) yang merupakan *background* dengan 3 objek lingkaran terdeteksi 1 lingkaran pada JPEG dan 2 lingkaran pada PNG.
2. Sekunder, hasil percobaan pada warna orange dengan nilai RGB (255, 165, 0) yang merupakan *background* dengan 3 objek lingkaran terdeteksi 1 lingkaran pada JPEG dan 3 lingkaran pada PNG, sedangkan hasil percobaan pada warna hijau dengan nilai RGB (0, 255, 0) yang merupakan *background* dengan 3 objek lingkaran terdeteksi 1 lingkaran

pada JPEG dan 1 lingkaran pada PNG.

3. Tersier, hasil percobaan pada warna coklat kebiruan dengan nilai RGB (128, 128, 191) yang merupakan *background* dengan 3 objek lingkaran tidak terdeteksi lingkaran pada JPEG dan 3 lingkaran pada PNG, sedangkan hasil percobaan pada warna coklat kehijauan dengan nilai RGB (154, 205, 50) yang merupakan *background* dengan 3 objek lingkaran terdeteksi 1 lingkaran pada JPEG dan 2 lingkaran pada PNG.
4. Adapun pengaruh komposisi warna pada format file JPEG dan PNG terhadap hasil deteksi tepi dengan menggunakan metode Sobel dan Prewitt menunjukkan bahwa ada pengaruh dari komposisi warna pada format file JPEG dan PNG sehingga mendapatkan hasil yang berbeda dari setiap warna dan menunjukkan Sobel lebih baik dibandingkan Prewitt.

B. Saran

Beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut terhadap

penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut

a. Format file yang digunakan lebih banyak lagi bukan hanya dengan menggunakan JPEG dan PNG saja, harus lebih dikembangkan lagi format filenya biar lebih jelas.

b. Penjelasan tentang format file lebih diperluas lagi.

c. Sistem pendeteksian tepi yang digunakan untuk perbandingan menggunakan pendeteksian tepi turunan pertama dan turunan kedua.

DAFTAR PUSTAKA

- Andono dan Sutojo. (2015). *Konsep Pengolahan Citra Digital*. Semarang: Penerbit Andi.
- Andriyani, Iin. (2017). Analisis Penguasaan *Software* Matematika Matlab Pada Materi Persamaan Linear dan Matriks Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika UIN Alauddin Makassar Tahun Ajar 2016/2017. *Tugas Akhir Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*.
- Febriani., dan Lussiana ETP. (2008). *Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2008): "Analisis penelusuran tepi citra menggunakan detektor tepi sobel dan canny"*. Depok: Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma.
- Haralick, R. M., Shapiro, L. G. (1992). *Computer and Robot Vision Vol 1*. New Jersey: Addison Wesley.
- Munir, Rinaldi. (2004). *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika.
- Munir, Rinaldi. (2004). *Pengolahan Citra Digital*. Bandung: Informatika.
- Nugraha, Ali. (2008). *Pengembangan Pembelajaran Sains Pada Anak Usia Dini*. Bandung.
- Nurrullah, M. (2014) Studi Perbandingan Deteksi Tepi (*Edge Detection*) Citra JPEG Dengan Operator Sobel dan Operator Canny Menggunakan *Software* Matlab. *Tugas Akhir Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah*.
- Putra, Darma. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Sugiharto, A. (2006). *Pemrograman GUI dengan MATLAB*. Yogyakarta : CV Andi Offset.
- Sianipar, R. H. (2013). *Pemrograman Matlab Dalam Contoh Dan Penerapan*. Bandung: Informatika.
- Sigit, R, Basuki, A., Ramadijanti, N., & Pramadihanto, D. (2005). *Step by Step Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : CV Andi Offset.
- Sitepu, V. (2005). *Membuat Animasi D/ Corelbryce*. Jakarta: Elex Media Komputindo