



Penggabungan Metode Inferensi Fuzzy Dengan Operator Prewitt Untuk Deteksi Tepi

Elisa Usada¹

¹Program Studi S1 Informatika, ST3 Telkom Purwokerto

¹Jl. DI Panjaitan 128, Purwokerto 53147, Indonesia

Email korespondensi : elisa@st3telkom.ac.id

Dikirim 04 Juli 2017, Direvisi 02 Agustus 2017, Diterima 11 Agustus 2017

Abstrak – Prewitt adalah salah satu operator klasik dalam deteksi tepi, sederhana dan mudah diimplementasikan namun sensitif terhadap *noise*. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memperbaiki kinerja operator-operator klasik, dan Fuzzy Logic menjadi salah satu pendekatan yang digunakan. Hal ini dikarenakan deteksi tepi melibatkan tingkat keabuan citra (*gray level*) yang menimbulkan persoalan ambiguitas nilai dan kekaburan, dua persoalan yang dapat diatasi oleh sebuah sistem Fuzzy dengan baik. Penelitian ini membahas tentang penggabungan sistem inferensi Fuzzy dengan operator Prewitt untuk deteksi tepi. Metode yang digunakan adalah mengubah nilai gradien x dan y yang dihasilkan oleh operator Prewitt menjadi himpunan Fuzzy, kemudian menggunakannya sebagai input untuk diolah ke dalam sistem inferensi Fuzzy. Perbandingan citra tepi yang dihasilkan antara menggunakan operator Prewitt murni dengan menggunakan Prewitt-Fuzzy ditampilkan dalam tulisan ini.

Kata kunci – deteksi tepi, Prewitt dan Fuzzy, operator Prewitt

Abstract - Prewitt is one of classical operator in edge detection which is simple and easy to implement but sensitives to noise. Some researches had been done to improve the classical operators performance, and Fuzzy Logic became one of approach which has been used. This is because edge detection involves the gray level of images which leads to ambiguity and vagueness, two obstacles which usually can be solved well by Fuzzy systems. This research will discuss about the implementation of Fuzzy inference system together with the Prewitt operator to detect edges. The method used in this research are transforming the gradient of x and y which are obtained by Prewitt operator into Fuzzy Set, and using them as two input to be processed by the Fuzzy inference system. The comparison between two edge-image resulted by pure Prewitt and by Prewitt-Fuzzy will be presented in this paper.

Keywords - edge detection, Prewitt and Fuzzy, Prewitt operator

I. PENDAHULUAN

Deteksi tepi merupakan kegiatan mendasar yang penting dalam pengolahan citra karena keakuratan tepi yang dihasilkan memberikan pengaruh signifikan pada pemrosesan citra di level-level yang lebih tinggi. Tepi sendiri merupakan fitur dasar dari suatu citra. Tepi didefinisikan sebagai himpunan piksel yang terhubung, tempat dimana terjadi perubahan secara mendadak pada level intensitas keabuan [1] sehingga memperjelas batas-batas dari fitur citra.

Prewitt merupakan salah satu operator klasik dalam deteksi tepi yang berbasis pada perhitungan besarnya gradien. Kelebihan utama dari deteksi tepi

klasik adalah selain mudah dan sederhana untuk digunakan, kompleksitasnya juga rendah. Namun demikian, operator klasik memiliki kelemahan salah satunya adalah sensitif terhadap *noise* [2]. Tingkat *noise* yang semakin tinggi akan menurunkan tingkat akurasi deteksi tepi [3].

Penelitian untuk meningkatkan kinerja operator deteksi tepi klasik telah dilakukan menggunakan berbagai macam pendekatan, salah satunya menggunakan logika Fuzzy. Deteksi tepi melibatkan tingkat keabuan citra yang mengarahkan pada ketidakjelasan dan ambiguitas, dua hal yang dapat ditangani dengan baik oleh pendekatan menggunakan logika Fuzzy [4].

Sejumlah penelitian untuk membandingkan kinerja deteksi tepi antara metode Fuzzy dengan metode klasik telah dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh Kaur, Mutenja, & Gill [5] membangun sistem deteksi tepi dengan inferensi Fuzzy kemudian membandingkan hasilnya dengan hasil dari operator Sobel. Hasil yang didapatkan adalah deteksi tepi dengan inferensi Fuzzy memiliki kinerja lebih baik daripada operator Sobel.

Khair & Thakur [6] menerapkan inferensi Fuzzy untuk deteksi tepi dan memperoleh hasil yang lebih baik ketika dibandingkan dengan hasil dari operator Canny. Berdasarkan penelitian Khair & Thakur deteksi Fuzzy mampu mereduksi jumlah kesalahan piksel tepi yang dihasilkan dan menghasilkan jumlah tepi yang minimum.

Perbandingan hasil deteksi tepi metode Fuzzy dengan operator Sobel dan Roberts juga telah dilakukan Bhardwaj & Mann [7]. Hasil gambar tepi yang didapatkan menggunakan metode Fuzzy lebih baik daripada hasil dari operator Sobel dan Roberts.

Beberapa penelitian untuk memperbaiki kinerja operator klasik dengan pendekatan Fuzzy juga telah dilakukan. Gonzalez, Melin, Castro, Mendoza, & Castillo dalam [8] menggabungkan operator Sobel dengan Fuzzy Tipe-2. Hasil deteksi tepi kemudian dibandingkan dengan hasil gambar tepi yang diperoleh menggunakan hanya metode Sobel, penggabungan Sobel dan Fuzzy Tipe-1, Sobel dan Fuzzy Tipe-2, dan Sobel dan generalisasi Fuzzy Tipe-2. Sedangkan Kapoor & Singla menggabungkan Fuzzy dengan operator Canny untuk melakukan deteksi tepi dalam [9].

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini mengemukakan tentang penggabungan deteksi tepi menggunakan operator Prewitt dan logika Fuzzy. Percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan deteksi tepi pada input gambar tanpa *noise* dan pada input gambar dengan *noise*.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan ditampilkan pada blok diagram di Gambar 1. Pada blok diagram tersebut terdapat dua proses utama, yaitu proses penghitungan gradien dari citra menggunakan operator Prewitt dan proses pengolahan gradien menggunakan sistem inferensi Fuzzy.

A. Penghitungan Gradien Prewitt

Tepi dihasilkan dari menghitung perbedaan antara intensitas himpunan piksel (nilai keabuan). Perubahan intensitas yang besar pada jarak yang singkat dapat diwakili oleh fungsi yang memiliki nilai kemiringan (gradien) yang besar [10]. Gradien secara matematis dihitung menggunakan turunan pertama dari suatu fungsi. Turunan pertama untuk arah-x dan arah-y dihitung sebagai berikut:

$$G_x = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = \frac{f(x + \Delta x, y) - f(x, y)}{\Delta x} \quad (1)$$

$$G_y = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = \frac{f(x, y + \Delta y) - f(x, y)}{\Delta y}$$

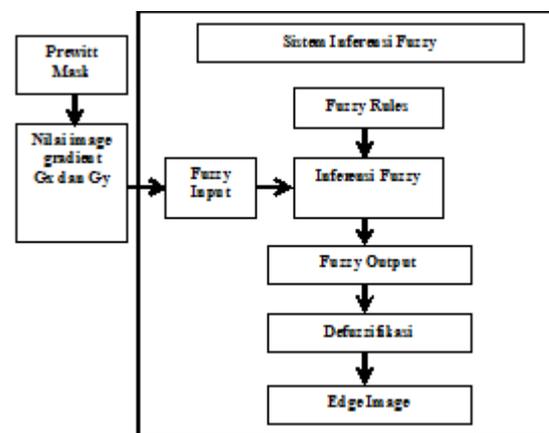
Untuk $\Delta x = \Delta y = 1$ maka,

$$G_x = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = f(x + \Delta x, y) - f(x, y)$$

$$G_y = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = f(x, y + \Delta y) - f(x, y) \quad (2)$$

Sehingga turunan pertama untuk $f(x, y)$ adalah:

$$\Delta f = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} \quad (3)$$



Gambar 1. Blok Diagram Deteksi Tepi Prewitt-Fuzzy

Citra yang diolah merupakan citra digital, oleh karena itu persamaan (1) didekati menggunakan matriks tapis (filter) yang didefinisikan pada Gambar 2. Tapis Prewitt untuk G_x menghitung nilai gradien pada arah sumbu x, sedangkan tapis untuk G_y memperhitungkan gradien pada arah sumbu y.

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Gambar 2. Cadar Prewitt untuk G_x dan G_y

Diasumsikan suatu daerah berukuran 3x3 dari suatu citra yang mendeskripsikan suatu piksel Z5 dan piksel persekitarannya, seperti digambarkan pada Gambar 3. Gradien dari piksel Z5 dihitung menggunakan operator Prewitt melalui proses konvolusi matriks. Hasil dari G_x dan G_y untuk Z5 didefinisikan pada persamaan (4) dan (5).

$$\begin{bmatrix} z_1 & z_2 & z_3 \\ z_4 & z_5 & z_6 \\ z_7 & z_8 & z_9 \end{bmatrix}$$

Gambar 3. Daerah Berukuran 3x3 Piksel

$$G_x = (z_7 + z_8 + z_9) - (z_1 + z_2 + z_3) \quad (4)$$

$$G_y = (z_3 + z_6 + z_9) - (z_1 + z_4 + z_7) \quad (5)$$

Hasil konvolusi matriks digunakan untuk menghitung kekuatan tepi, kekuatan tepi dihitung menggunakan persamaan 6. Selanjutnya persamaan 7 digunakan untuk menentukan apakah sebuah piksel merupakan piksel tepi atau bukan.

$$G[f(x, y)] \approx |G_x| + |G_y| \quad (6)$$

$$G[f(x, y)] = \begin{cases} 1, & G[f(x, y)] \geq T, T = \text{threshold} \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (7)$$

B. Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi Fuzzy merupakan metode penarikan kesimpulan dari kumpulan kaidah Fuzzy [11]. Proses yang terjadi dalam sistem inferensi Fuzzy adalah [12]:

a) *Fuzzyfikasi*, yaitu proses memetakan himpunan crisp kedalam bentuk fungsi keanggotaan Fuzzy.

b) *Inferensi*, yaitu melakukan evaluasi setiap aturan Fuzzy dengan menggunakan masukan Fuzzy.

c) *Defuzzyfikasi*, proses pemetaan output Fuzzy ke dalam bentuk nilai riil.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diimplementasikan menggunakan perangkat lunak MATLAB R2014a pada sistem Windows 64-bit. Metode deteksi tepi dengan penggabungan antara inferensi Fuzzy dan operator Prewitt diaplikasikan pada sekumpulan gambar RGB. Gambar tepi yang dihasilkan dibandingkan dengan gambar tepi hasil dari penerapan operator Prewitt dengan input yang sama. Percobaan input gambar dengan *noise* juga dilakukan pada kedua metode tersebut, dengan jenis *noise* yang dikenakan adalah *gaussian*, *salt and pepper*, *poisson*, dan *speckle*.

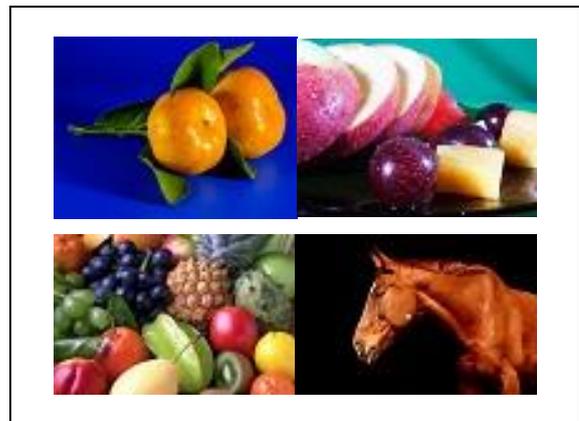
A. Deteksi Tepi Prewitt

Deteksi tepi Prewitt dilakukan menggunakan fungsi *built-in* yang tersedia dalam MATLAB dengan sintaks sebagai berikut,

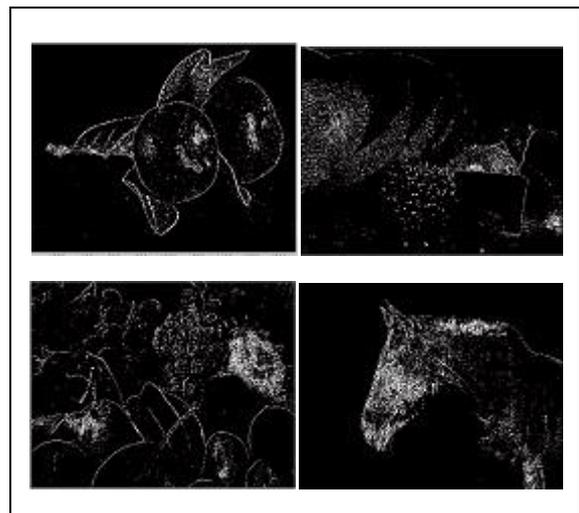
```
imageResult = edge(sourceImage, 'Prewitt', [], 'both', 'nothinning');
```

Input gambar dibaca terlebih dahulu menggunakan fungsi *imread()*, dikonversi ke dalam bentuk *grayscale image* menggunakan fungsi *rgb2gray()* kemudian diubah ke dalam data bertipe *double* dengan fungsi *im2double()*. *Noise* dapat dikenakan pada gambar input menggunakan fungsi *imnoise()* sebelum gambar input diubah menjadi bertipe *double*.

Gambar yang digunakan sebagai input diunduh dari <http://www.pixabay.com>, ditunjukkan pada Gambar 4. Hasil gambar tepi dengan operator Prewitt dengan input tanpa *noise* ditunjukkan pada Gambar 5, dengan urutan sama dengan urutan gambar asli di Gambar 4.

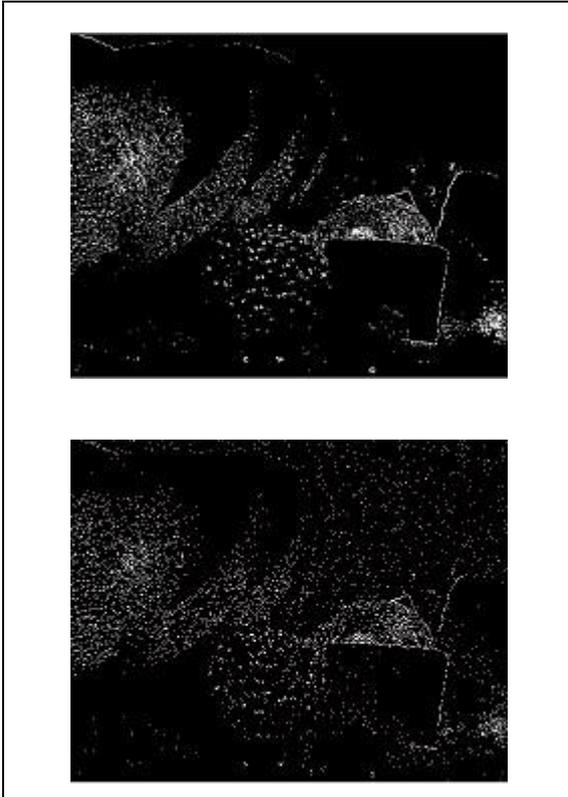


Gambar 4. Gambar Input

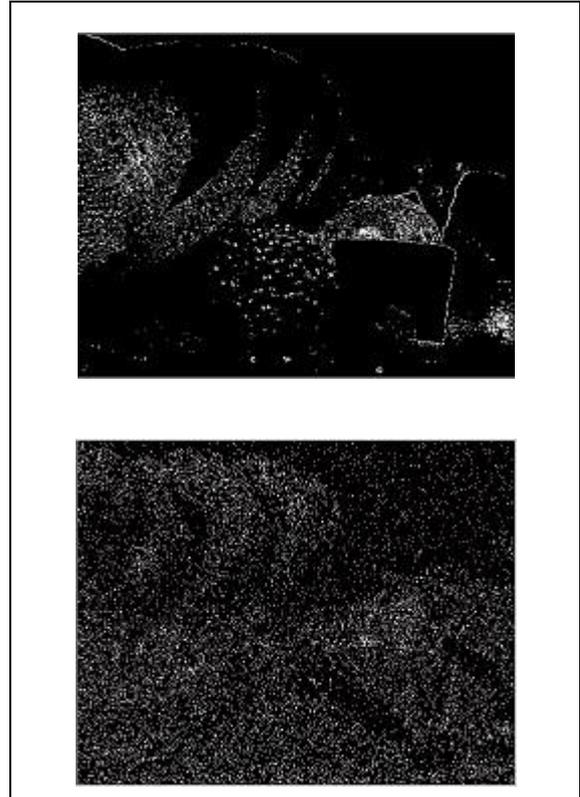


Gambar 5. Gambar Tepi Dengan Operator Prewitt

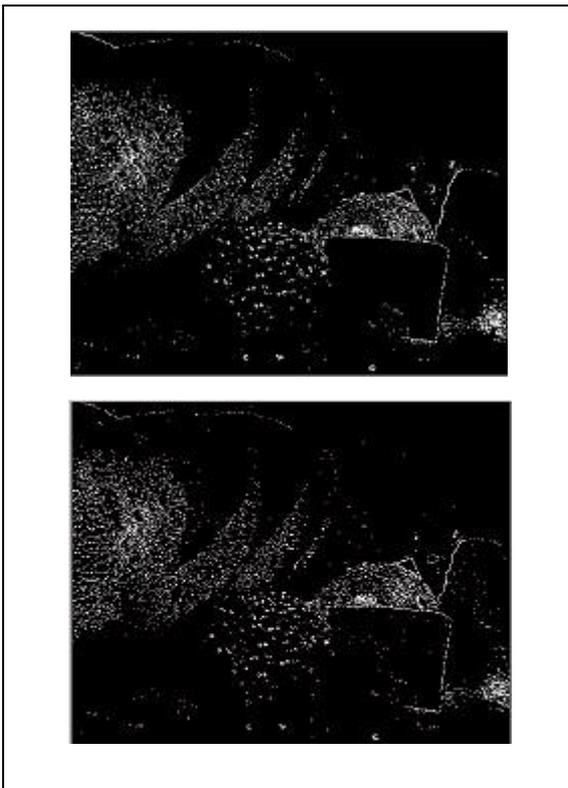
Perbandingan antara hasil gambar tepi dengan operator Prewitt dengan input tanpa *noise* dan dengan berbagai macam *noise* ditunjukkan pada Gambar 6, 7, 8, dan 9.



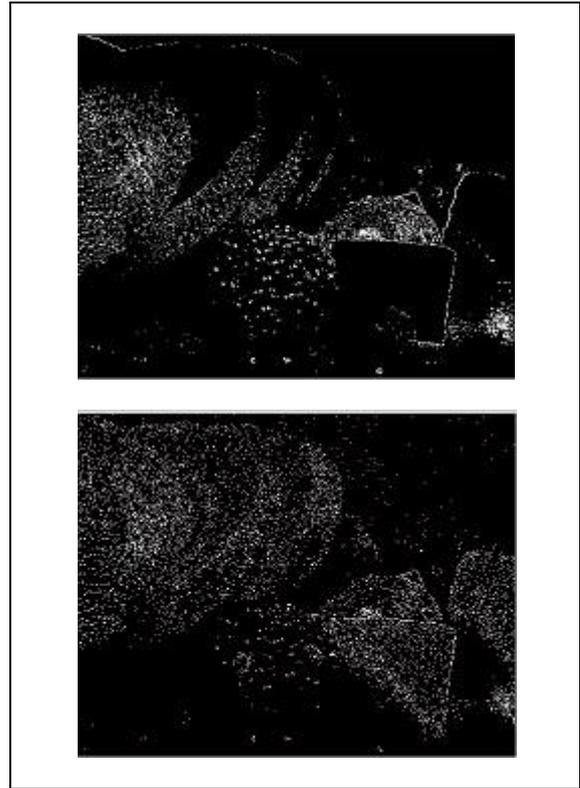
Gambar 6. Gambar Tepi Dengan Operator Prewitt, Antara Input Tanpa Noise (Atas) Dan Input Dengan *Gaussian Noise* (Bawah)



Gambar 8. Gambar Tepi Dengan Operator Prewitt, Antara Input Tanpa Noise (Atas) Dan Input Dengan *Salt & Pepper Noise* (Bawah)



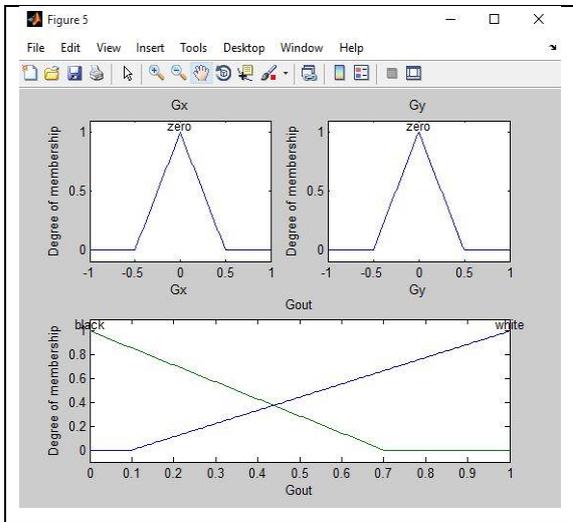
Gambar 7. Gambar Tepi Dengan Operator Prewitt, Antara Input Tanpa Noise (Atas) Dan Input Dengan *Poisson Noise* (Bawah)



Gambar 9. Gambar Tepi Dengan Operator Prewitt, Antara Input Tanpa Noise (Atas) Dan Input Dengan *Speckle Noise* (Bawah)

B. Deteksi Tepi Fuzzy-Prewitt

Pada penggabungan metode inferensi Fuzzy dengan deteksi Prewitt, input sistem Fuzzy adalah *image gradient* yang dihasilkan dari konvolusi gambar sumber dengan cadar Prewitt. Input dan output direpresentasikan dalam bentuk fungsi keanggotaan bentuk segitiga. Terdapat dua input dan dua output yaitu *white* dan *black*.



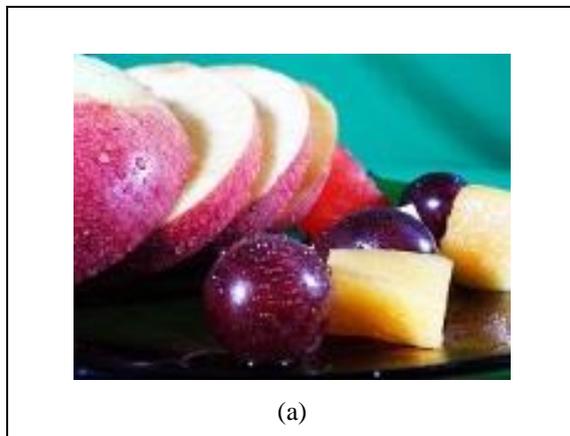
Gambar 10. Representasi Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Aturan inferensi yang digunakan adalah:

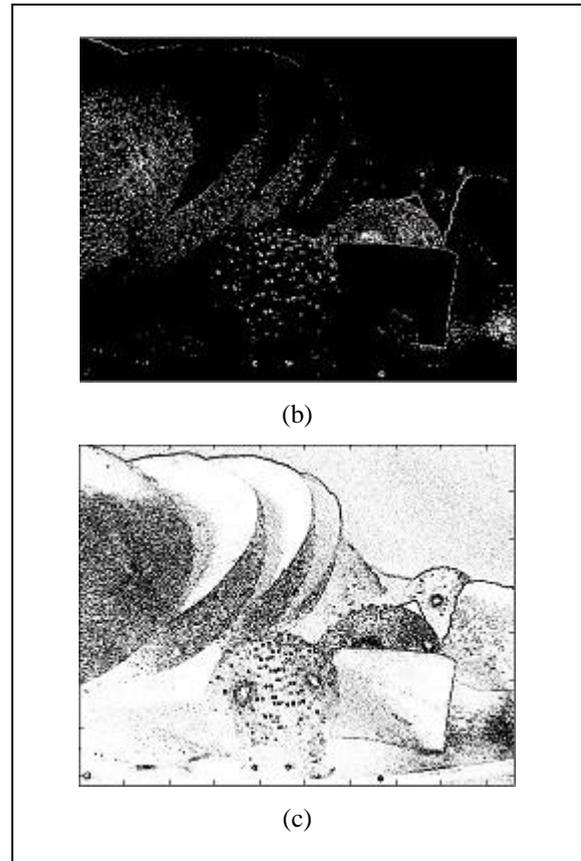
$R1 = \text{'If } Gx \text{ is zero and } Gy \text{ is zero then } Gout \text{ is black;}$

$R2 = \text{'If } Gx \text{ is not zero or } Gy \text{ is not zero then } Gout \text{ is white;}$

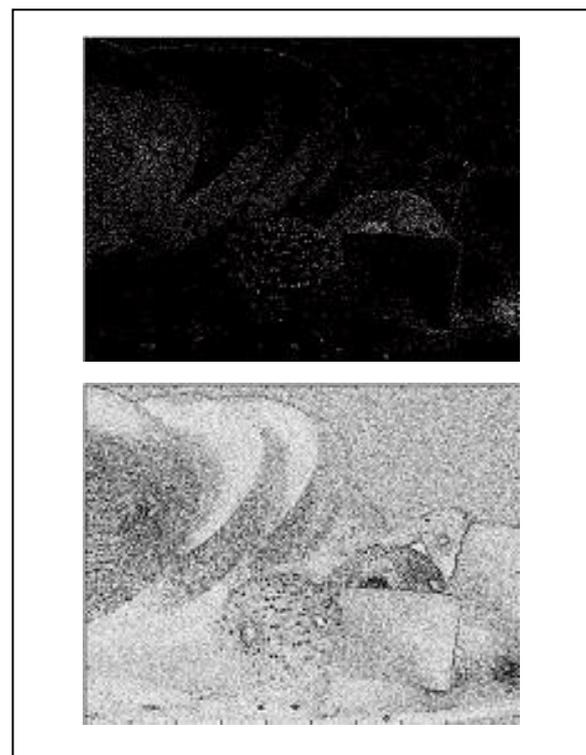
Hasil deteksi tepi dengan Fuzzy-Prewitt dengan input tanpa *noise* ditunjukkan pada Gambar 11 sedangkan hasil deteksi untuk input dengan *noise* ditunjukkan pada Gambar 12.



(a)



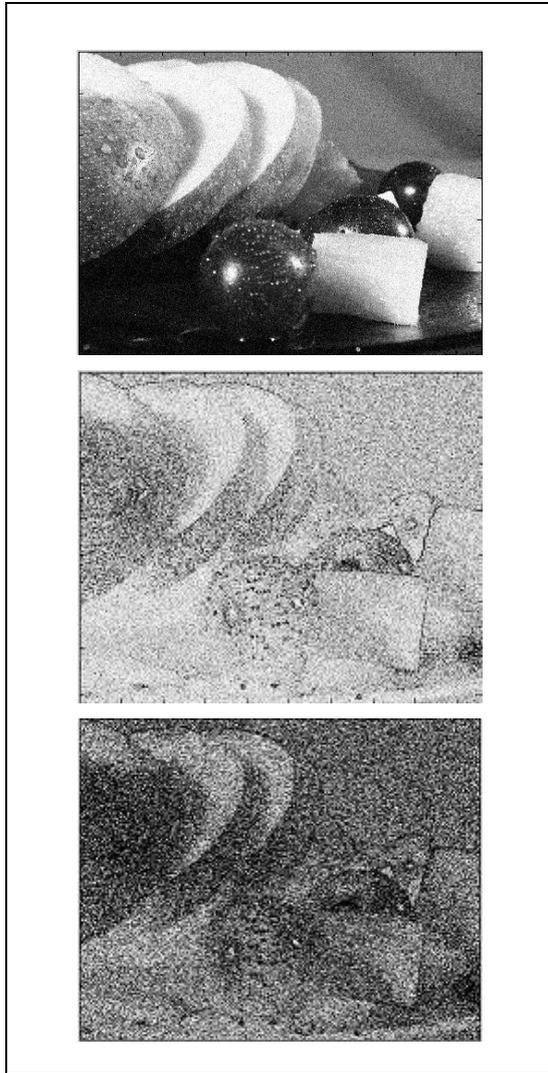
Gambar 11. Gambar Asli (a), Hasil Prewitt (b), Hasil Prewitt-Fuzzy (c)



Gambar 12. Hasil Deteksi Tepi Dengan Input Gambar Dengan *Noise*, Prewitt (Atas), Metode Prewitt-Fuzzy (Bawah)

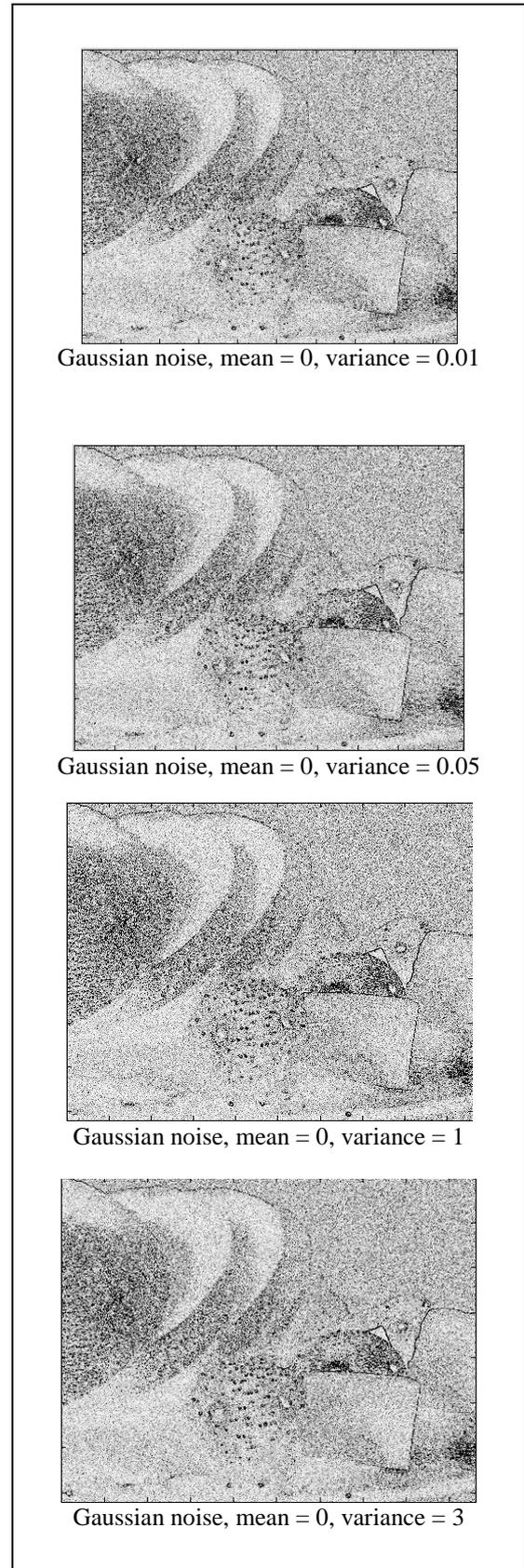
Dari hasil percobaan, didapatkan hasil bahwa fungsi keanggotaan yang digunakan mempengaruhi

gambar tepi yang dihasilkan, hal ini sangat terlihat pada deteksi tepi dengan input gambar yang dikenai *noise*. Gambar 13 memperlihatkan perbedaan hasil deteksi tepi Fuzzy-Prewitt dengan input gambar yang dikenai *gaussian noise* menggunakan input fungsi segitiga (trimf) dan input fungsi berbentuk lonceng (gausmf).



Gambar 13. Gambar Grayscale Dengan Gaussian Noise (Atas), Hasil Deteksi Dengan Input Fungsi Trimf (Tengah) Dan Gausmf (Bawah)

Selanjutnya hasil deteksi penggabungan Prewitt-Fuzzy dikenakan terhadap gambar dengan tingkat noise Gauss yang berbeda nilai variannya.



Gambar 14. Hasil Deteksi Tepi Prewitt-Fuzzy Untuk Gambar Dengan Gaussian Noise, Mean = 0, Nilai Variance Bervariasi

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu metode inferensi Fuzzy berhasil diterapkan bersama operator Prewitt untuk melakukan deteksi tepi. Penggabungan inferensi Fuzzy dengan operator Prewitt dapat menghasilkan gambar tepi yang secara visual lebih baik apabila dibandingkan dengan gambar tepi yang dihasilkan oleh metode deteksi tepi Prewitt saja, meskipun dengan input berupa gambar dengan *noise*. Pemilihan fungsi keanggotaan yang digunakan dalam inferensi Fuzzy mempengaruhi hasil gambar tepi.

B. Saran

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan inferensi Fuzzy bersama-sama dengan operator Prewitt untuk melakukan deteksi tepi dengan input gambar dengan *noise*, namun terdapat beberapa hal yang perlu dilakukan dalam pengembangan atau penelitian selanjutnya, yaitu: Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai jenis fungsi keanggotaan Fuzzy yang paling tepat untuk digunakan dalam mendeteksi tepi terutama dengan input gambar dengan *noise*. Perlu diteliti lebih lanjut mengenai pengaruh berbagai macam bentuk aturan yang dipilih dalam melakukan inferensi Fuzzy untuk kasus deteksi tepi. Himpunan Fuzzy yang digunakan dalam penelitian ini adalah himpunan Fuzzy tipe 1, untuk penelitian selanjutnya dapat diteliti mengenai penggunaan himpunan Fuzzy tipe 2 untuk memperbaiki hasil deteksi tepi. Pengujian akurasi deteksi tepi yang dihasilkan oleh metode Fuzzy perlu dilakukan dengan lebih mendalam menggunakan *ground truth images* bersama dengan metode pengujian yang berkembang saat ini, dan menggunakan metrik-metrik standar misalnya MSE (*Mean Squared Error*), dan PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, Digital Image Processing, 2nd ed. New Jersey. USA, Prentice Hall, 2002.
- [2] R. Kaur, M. Singh, B. Singh, "Comparative Analysis of Color Edge Detection Techniques Based on Fuzzy Logic", International Journal of Engineering Sciences, vol. 17, January 2016.
- [3] B. S. Nikitha, A. N. Myna, "Fuzzy Logic Based Edge Detection in Color Images", International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology, vol. 2, issue 7, July 2015, pp. 65-69.
- [4] M. Nachtgael, D. Van der Weken, D. Van de Ville, E. E., Kerre, Fuzzy Filters for Image Processing, Springer, 2003, pp. 178-194.
- [5] E. K. Kaur, V. Mutenja, I. S. Gill, "Fuzzy Logic Based Image Edge Detection Algorithm in MATLAB", International Journal of Computer Application, vol. 1, number 22, 2010. Pp. 55-58.
- [6] P. A. Khaire, Dr. N. S. V. Thakur, "A Fuzzy Set Approach for Edge Detection", International Journal of Image Processing (IJIP), vol. 6, issue 6, 2012.
- [7] K. Bhardwaj, P. S. Mann, "Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) Based Edge Detection Technique", International Journal for Science, and Emerging Technologies with Latest Trends, vol. 8, 2013. Pp. 7-13.
- [8] C. I. Gonzalez, P. Melin, J. R. Castro, O. Mendoza, O. Castillo, "An Improved Sobel Edge Detection Method Based on Generalized Type-2 Fuzzy Logic", Journal Soft Computing: A Fusion of Foundations, Methodologies, and Applications, vol. 20, issue 2, February 2016, pp. 773-784.
- [9] H. Kapoor, P. Singla, "Implementation of Magnified Edge Detection using Fuzzy-Canny Logic", International Journal of Computer Science & Communication Network, vol. 2(3), 2012, pp. 425-429.
- [10] R. Munir, Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik. Bandung: Penerbit Informatika, 2004.
- [11] S. Kusumadewi, H. Purnomo, Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.
- [12] USADA, Elisa. Implementasi Logika Fuzzy Untuk Pilot Agent Dalam Simulator Pengendali Lalu Lintas Udara (ATC Simulator). **JURNAL INFOTEL**, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 13-22, May 2014. ISSN 2460-0997. Available at: <<http://ejournal.st3telkom.ac.id/index.php/infotel/article/view/11>>. Date accessed: 17 July 2017. doi: <https://doi.org/10.20895/infotel.v6i1.11>.