

IMPLEMENTASI METODE FUZZY-ADAPTED LINEAR INTERPOLATION UNTUK ZOOMING CITRA

Agus Wahyudi¹ – Edy Santoso, S.Si., M.Kom² – Nurul Hidayat, S.Pd., M.Sc³

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jurusan Matematika Program Studi Ilmu Komputer

Universitas Brawijaya

Email : nonentity02@gmail.com

ABSTRAK

Pengolahan citra merupakan ilmu yang mempelajari proses manipulasi pada gambar digital, salah satunya adalah *zooming* yaitu manipulasi pembesaran citra berdasarkan skala yang diinginkan dengan tujuan untuk mendapatkan citra sebaik-baiknya. Transformasi citra (rotasi, translasi, skala, transformasi geometrik). Penskalaan (*scalling*) adalah operasi yang dimaksudkan untuk memperbesar (*zoom-in*) atau memperkecil (*zoom-out*) citra sesuai dengan faktor skala yang diinginkan.

Salah satu metode penskalaan adalah *Fuzzy-Adapted Linear Interpolation* dimana metode ini merupakan modifikasi dengan mengkombinasikan Logika Fuzzy dengan Interpolasi Linier. Dimana jarak Euclidean dalam skema interpolasi linear digantikan dengan jarak baru yang diperoleh dari proses *Fuzzy Inference Sistem* (FIS). Dengan proses awal menghitung gradien lokal masing-masing piksel citra. Gradien lokal akan diproses dengan *Fuzzy Inference Sistem* (FIS) sebagai variable premis.

Penskalaan menggunakan metode *Fuzzy-Adapted Linear Interpolation* (FALI) pada citra BMP telah menghasilkan gambar yang lebih besar dari aslinya dengan kualitas gambar yang bagus jika dilihat secara visual dan jika dilihat pada numerik yaitu nilai PSNR dengan skala 4 kali *zooming* sebesar 8.72 dB.

Kata kunci : *Fuzzy-Adapted Linear Interpolation*, interpolasi linear, pembesaran (*zoom-in*)

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan ilmu pengetahuan semakin meningkat, demikian pula dengan alat-alat yang diperlukan untuk kebutuhan analisisnya. Contohnya adalah kebutuhan dalam bidang kedokteran, pengindraan bumi jarak jauh, meteorology dan geofisika, robotika, dan lain-lain. Bidang-bidang tersebut membutuhkan alat yang bisa digunakan untuk merekam keadaan yang diperlukan untuk kebutuhan analisis sehingga memungkinkan peneliti mendapatkan informasi yang diperlukan. *Output* alat-alat ini biasanya berupa citra. Citra inilah yang nantinya akan dianalisis atau diolah untuk mendapatkan informasi yang berguna.

Oleh karena itu berkembanglah metode pengolahan citra digital untuk mendapatkan informasi sedetail mungkin dari citra yang telah diperoleh. Metode tersebut antara lain perbaikan kualitas gambar (peningkatan kontras, transformasi warna, restorasi citra), transformasi gambar (rotasi, translasi, skala, transformasi geometrik), melakukan pemilihan citra ciri (*feature images*) dan lain-lain. Operasi penskalaan (*scalling*) adalah operasi yang dimaksudkan untuk memperbesar (*zoom-*

in) atau memperkecil (*zoom-out*) citra sesuai dengan faktor skala yang diinginkan.

Interpolasi Linear digunakan Kristiko Dwi Hartomo sebagai penelitian pada tahun 2006 dengan judul “*Implementasi Metode Interpolasi Linear Untuk Pembesaran Resolusi*”. Namun hasil citra *output* yang diperoleh masih kurang halus dan masih memunculkan error interpolasi yang besar.

Pada tahun 2009 digunakan metode *Fuzzy-Adapted Linear Interpolation* oleh C.H.Siang-Chehn dengan judul “*Fuzzy-Adapted Linear Interpolation Algorithm for Image Zooming*” untuk mengatasi permasalahan resolusi yang ada pada metode Interpolasi Linear.

Maka pada penelitian ini diterapkan metode *Fuzzy-Adapted Linear Interpolation*, dimana jarak *Euclidean* pada skema Interpolasi Linear digantikan dengan jarak baru yang diperoleh dari proses *Fuzzy Inference Sistem*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Penskalaan (*Scaling*)

Operasi penskalaan (*scaling*) dimaksudkan untuk memperbesar (*zoom-in*)

atau memperkecil (*zoom-out*) citra. Nilai skala > 1 , memperbesar citra asli < 1 , memperkecil citra asli. Dengan persamaan sebagai berikut :

$$x' = Sh x$$

$$y' = Sv y$$

Keterangan :

Sh = faktor skala horisontal

Sv = faktor skala vertikal

Ukuran citra juga berubah menjadi :

$$w' = Sh w$$

$$h' = Sv h$$

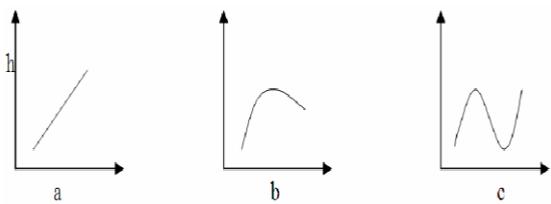
Operasi *zoom in* dengan faktor 2 ($Sh=Sv=2$) menyalin setiap piksel sebanyak 4 kali, sehingga citra 2 x 2 piksel menjadi citra 4 x 4 piksel.

2.2 Interpolasi Linier

Interpolasi linier merupakan polinomial tingkat pertama dan melalui suatu garis lurus pada setiap dua titik masukan yang berurutan. Dua titik masukan tersebut digunakan untuk menaksir harga-harga tengahan diantara titik-titik data yang telah tepat. Metode yang paling sering digunakan untuk tujuan ini adalah interpolasi polinomial. Persamaan Interpolasi Linier dipaparkan pada persamaan 2.1.

$$f(x) = a_0x_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \quad (2.1)$$

Sedangkan grafik dari Polinomial digambarkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Grafik Polinomial

Keterangan :

- Orde pertama (linier) menghubungkan 2 titik.
- Orde kedua (kwadratik atau parabola) yang menghubungkan 3 titik
- Orde ketiga (kubik) yang menghubungkan 4 titik.

2.3 Logika Fuzzy

Menurut Dr. Lotfi A. Zadeh (1988) yang dikutip dari buku *Fuzzysset, Uncertainty and information*, Logika Fuzzy adalah suatu sistem yang digunakan untuk menangani konsep kebenaran parsial yaitu kebenaran yang berada diantara sepenuhnya benar dan sepenuhnya salah.

Logika fuzzy merupakan salah satu sistem cerdas, dimana ciri-ciri dari sistem cerdas adalah sebagai berikut :

- Kemampuan belajar dan penalaran nampak nyata.
- Kemampuan mengolah data atau fakta yang tidak jelas/ kabur (*fuzzy*) dengan mudah.
- Kemudahan pengembangannya.

2.3.1 Himpunan Fuzzy

Segala hal yang ada pada dunia nyata seringkali tidak dapat direpresentasikan dengan baik oleh himpunan konvensional, karena hal-hal tersebut tidaklah selalu bernilai mutlak seperti pada representasi himpunan biasa. Hal ini mendorong Lotfi Zadeh mengajukan ide berupa himpunan fuzzy pada tahun 1965 (Lotfi Zadeh, 1965). Berbeda dengan himpunan konvensional, pada konsep himpunan fuzzy nilai keanggotaan sebuah objek terhadap suatu himpunan tidak harus bernilai mutlak 0 atau 1, namun memiliki nilai beragam pada rentang 0 sampai 1.

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki kemungkinan, yaitu:

- Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
- nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

2.3.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data kedalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan yaitu Representasi Linier, Representasi Kurva Segitiga, Representasi kurva bentuk bahu.

2.3.3 Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem Inferensi Fuzzy pertama kali dikenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 ketika ia membuat sebuah sistem fuzzy untuk mengontrol *steamengine* dan *boilercombination*. Sistem ini

mengaplikasikan aturan yang ada pada himpunan *fuzzy* berdasarkan operator pengalaman manusia. Aturan yang ada pada sistem inferensi ini berupa aturan sebab akibat (*if...then... rule*). Sistem inferensi yang kemudian dikenal dengan sistem inferensi *fuzzy* Mamdani ini menggunakan keputusan yang biasa dilakukan oleh para ahli sebagai aturan dari sistem *fuzzy* dalam mengambil keputusan atas masukan yang diterima. Sistem inferensi ini memiliki empat langkah, yaitu: Fuzzifikasi variabel masukan, Evaluasi aturan, Agregasi aturan keluaran, Defuzzifikasi.

2.3.4 Defuzzifikasi

Proses *fuzzification* adalah proses pengubahan *crisp input* menjadi *fuzzy input*. Untuk mentransformasikan *crisp input* menjadi *fuzzy input*, diperlukan *membership function* untuk tiap *input*. Proses *fuzzy input* mengambil nilai *crisp input* dan membandingkannya dengan *membership function* yang telah ada untuk menghasilkan harga *fuzzy input*. Dalam proses *fuzzification* dapat diolah lebih dari satu macam *crisp input*.

Pada metode defuzzifikasi dalam inferensi Mamdani, digunakan metode *centroid*, yaitu setiap *membership function output* yang memiliki nilai diatas nilai *fuzzy output* akan dipotong. Pemotongan ini disebut lamda cut. Hasilnya (*membership function* yang telah terpotong) digabung dulu baru dihitung *center of gravity* keseluruhannya.

Defuzzifikasi pada komposisi aturan Mamdani dengan menggunakan metode *centroid*. Dimana pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan pada persamaan 2.16 dan 2.17.

$$\hat{q} = \frac{\int_a^b x\mu(x)dx}{\int_a^b \mu(x)dx} \quad (2.16)$$

Atau

$$\hat{q} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i\mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)} \quad (2.17)$$

2.4 Fuzzy-Adapted Linier Interpolation (FALI)

Proses dasar yang ada pada metode *Fuzzy-Adapted Linier Interpolation (FALI)* ini adalah mendapatkan jarak baru untuk menggantikan jarak sebenarnya dengan melibatkan gradien lokal. Metode *Fuzzy-Adapted Linier Interpolation (FALI)* diimplementasikan dengan menggunakan persamaan interpolasi linier yang diberikan pada persamaan 2.18 dan jarak antara titik diberikan $x_{i+1} - x_i = 1$

$$f(x) = (1 - s)f(x_i) + sf(x_{i+1}) \quad (2.18)$$

Dimana jarak $s = x - x_i$, ($0 \leq s \leq 1$) adalah jarak Euclidean dalam persamaan yang digantikan dengan jarak baru \hat{s} dan jarak \hat{s} diperoleh dari proses *Fuzzy Inference Sistem*. Penentuan jarak *Fuzzy Adapted* untuk menggantikan jarak *Euclidean* pada Interpolasi Linear dengan menggunakan persamaan 2.19:

$$s = \begin{cases} s^a & \text{jika } g1 \leq g2 \\ 1 - (1 - s)^a & \text{jika } g1 > g2 \end{cases} \quad (2.19)$$

2.5 Mean Squared Error (MSE)

Perbaikan citra digital pada dasarnya merupakan proses yang bersifat subyektif sehingga parameter keberhasilannya bersifat subyektif pula. Untuk itu perlu alat ukur kuantitatif yang bisa digunakan untuk mengukur kinerja prosedur perbaikan citra. Alat ukur ini disebut MSE (*Mean Squared Error*) yang secara matematis dinyatakan dalam persamaan 2.26 (Sutoyo T., Mulyanto E., Suhartono V., Nurhayati O., Wijanarko. 2009).

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f_a(i, j) - f_b(i, j))^2 \quad (2.26)$$

Keterangan :

- M : ukuran lebar citra
- N : ukuran panjang citra
- MSE : mean square error
- f_b : nilai pixel citra asal
- f_a : nilai pixel citra hasil

2.6 Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

Istilah *peak signal to noise ratio (PSNR)* adalah sebuah istilah dalam bidang teknik yang menyatakan perbandingan antara kekuatan sinyal maksimum yang mungkin dari suatu sinyal digital dengan kekuatan derau yang mempengaruhi kebenaran sinyal tersebut.

Oleh karena banyak sinyal memiliki *dynamic range* yang luas, maka PSNR biasanya diekspresikan dalam skala logaritmik *decibel* (dB).

PSNR didefinisikan melalui *signal to noise ratio* (SNR). SNR digunakan untuk mengukur tingkat kualitas sinyal. Nilai ini dihitung berdasarkan perbandingan antara sinyal dengan nilai derau. Kualitas sinyal berbanding lurus dengan dengan nilai SNR. Semakin besar nilai SNR semakin baik kualitas sinyal yang dihasilkan. Nilai PSNR biasanya berkisar antara 20 dan 40. PSNR ini dituliskan dengan ketepatan atau presisi sebanyak dua desimal poin.

Berdasarkan persamaan 2.24 dan 2.25, maka nilai PSNR dapat dihitung melalui persamaan 2.26 dan 2.27. Nilai PSNR direpresentasikan dalam skala *desibel* (dB)

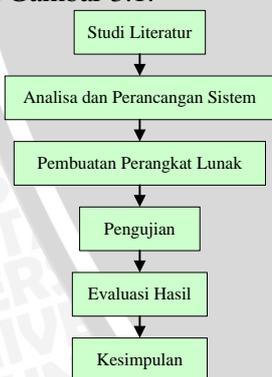
$$PSNR = \frac{10 \cdot \log_{10}(Max_I^2)}{MSE} \quad (2.28)$$

$$PSNR = \frac{20 \cdot \log_{10}(Max_I)}{(MSE)^{1/2}} \quad (2.29)$$

Dimana Max_I adalah nilai maksimal *grey level* yang mungkin ada pada citra. (Anitha, 2010).

3. Metodologi dan Perancangan Sistem

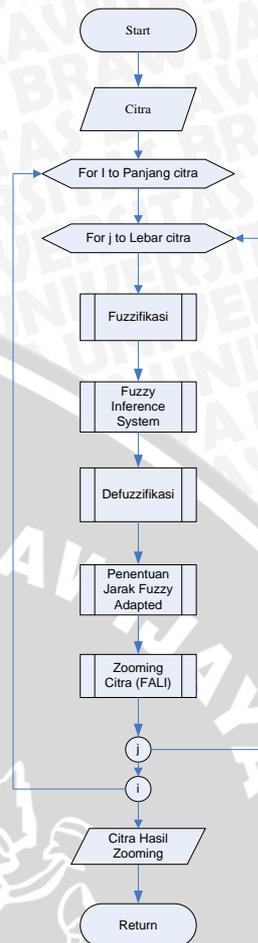
Langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Langkah-langkah penelitian

3.1 Desain Sistem

Untuk alur proses pelaksanaan sistem dalam program utama ditunjukkan oleh diagram alir Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem Secara Keseluruhan

3.2 Desain Proses Fuzzifikasi

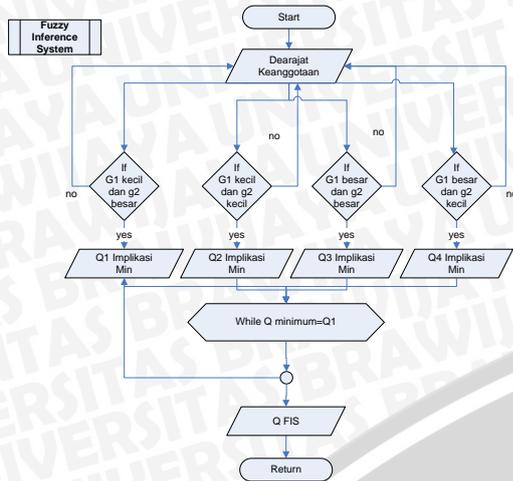
Proses Fuzzifikasi bertujuan untuk mencari nilai $g1$ dan $g2$ (gradien 1 dan 2).

1. *Fuzzy input* adalah variabel yang digunakan. Yaitu empat koordinat terdekat dari titik/koordinat yang akan dicari.
2. Hitung Derajat Keanggotaan digunakan untuk mendapatkan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy*.
3. Derajat Keanggotaan dari gradien 1 ($g1$) dan gradien 2 ($g2$).

3.3 Desain Proses Fuzzy Inference Sistem

Pada aturan *fuzzy* terdapat aturan untuk menentukan kesimpulan dari semua nilai inputan terhadap output berupa nilai kelayakan dari masing-masing koordinat. Tahapan proses *inference* yaitu membuat aturan dengan fungsi implikasi *minimum* dan mencari komposisi aturan dengan metode *max* (*maximum*).

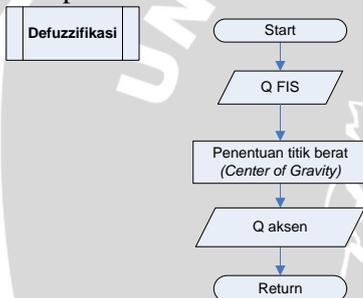
Diagram alir dari proses *Inference Mamdan* digambarkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.3 Diagram Alir Fuzzy Inference Sistem Mamdani

3.5. Desain Proses Defuzzifikasi

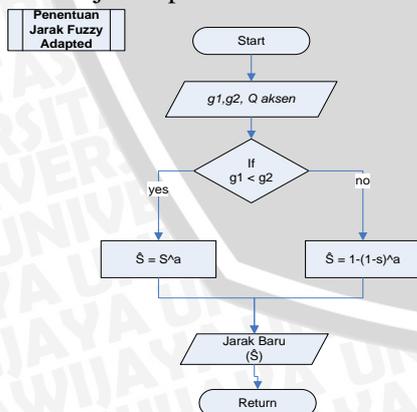
Diagram alir dari proses Defuzzifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.4 Diagram Alir Defuzzifikasi

3.6. Desain Proses Penentuan Jarak Fuzzy Adapted

Diagram alir dari penentuan jarak Fuzzy Adapted ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.5 Diagram Alir Penentuan Jarak Fuzzy Adapted

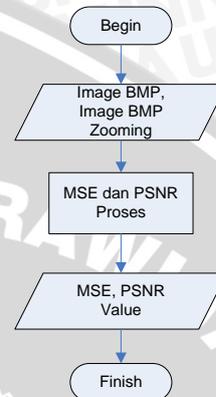
3.7 Desain Proses Zooming Citra (FALI)

Tahap berikutnya adalah pengimplementasian algoritma FALI menggunakan persamaan 2.20.

$$f(x) = (1 - \hat{s})f(x_i) + \hat{s}f(x_{i+1})$$

3.8 Proses Uji Kualitas (MSE dan PSNR)

Pada proses ini dilakukan perhitungan nilai MSE dan PSNR ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.6 Diagram Alir Uji Kualitas

1. Dipilih data citra masukan dari citra hasil *zooming* dan citra masukan yang asli. Kedua *input* dalam proses ini harus bersesuaian untuk pengujian citra hasil.
2. Selanjutnya untuk memulai pengujian MSE.

4. Implementasi dan Pembahasan

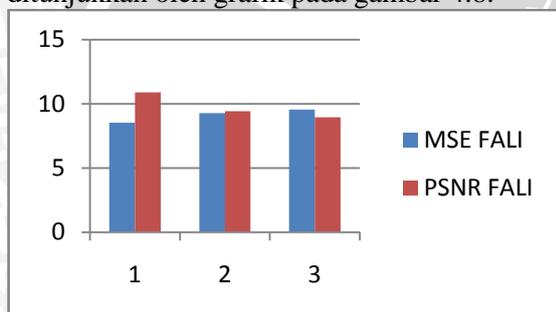
Pengujian dilakukan terhadap 3 file gambar BMP yang mempunyai ukuran gambar dan ukuran file yang berbeda-beda. Masing-masing gambar akan diperbesar sesuai proses *zooming* yang telah dijelaskan diatas. Pengujian *Zooming* akan dilakukan dengan skala 2, 3, dan 4. Dari pengujian akan didapat 3 gambar hasil *zooming* yang berbeda-beda yang bersumber dari tiap satu gambar Data nilai *zooming* yang digunakan dalam uji coba ditunjukkan pada tabel 4.1.



Tabel 4.1Data NilaiPSNR *Zooming* Citra

N O	Nama File	Ska la	FALI		BILINEAR	
			MSE	PSNR	MSE	PSNR
1		2	8.53	10.90	8.57	10.82
		3	9.28	9.42	9.33	9.33
		4	9.54	8.96	9.59	8.86
2		2	9.01	9.94	9.04	9.89
		3	9.82	8.45	9.84	8.40
		4	10.08	7.99	10.11	7.94
3		2	9.67	8.72	9.69	8.68
		3	10.53	7.24	10.55	7.20
		4	10.81	6.77	10.84	6.73

Perbandingan antara MSE dan PSNR ditunjukkan oleh grafik pada gambar 4.8.



Gambar 4.8Grafik Hasil Evaluasi

Kualitas gambar hasil *zooming* dilihat dari segi skala pembesaran dapat disimpulkan bahwa semakin besar MSE pembesaran (*zooming*) maka kualitas (resolusi) gambar semakin berkurang. Hal ini dapat diketahui dari semakin berkurangnya nilai PSNR.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pembahasan yang telah disampaikan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Metode *Fuzzy-Adapted Linear Interpolation (FALI)* dapat diterapkan pada pembesaran citra. Dengan langkah-langkah proses Fuzzifikasi, *Fuzzy Inference System (FIS)*, difuzzifikasi, penentuan jarak (*Fuzzy adapted*), implementasi jarak baru kedalam metode FALI.

2. Gambar hasil *zooming* dengan menggunakan metode proses *Fuzzy-Adapted Linear Interpolation (FALI)* pada citra BMP memiliki tingkat kualitas nilai rata-rata MSE sebesar 9,11 dan rata-rata PSNR sebesar 9,70 pada citra hasil pengujian.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai *zooming* image BMP menggunakan metode lain dan dapat diterapkan pada gambar terkompresi seperti jpeg, PNG, GIF dan format gambar-gambar lainnya.

6. Daftar Pustaka

- [1]. Ahmad, Usman. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2]. Anitha, S. 2010. *Comparison of Image Preprocessing Techniques for Textile Texture Images*. Department of Computer Science Avinashilingam Deemed University for Women, Coimbatore.
- [3]. Arhami, Muhammad dan Desiani, Anita. 2005. *Pemrograman Matlab*. Yogyakarta: Andi.
- [4]. C.H.Siang-Cheh, W. Weng-June. 2009. *Fuzzy-adapted linear for image zooming*. National Central University. Jhongli Taiwan.
- [5]. H. Kritoko, Dwi. 2006. *Implementasi Metode Interpolasi Linear untuk Pembesaran Resolusi Citra*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Informatika Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.
- [6]. Kusumadewi, Sri, Purnomo, Hari. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Penerbit Graha Ilmu.
- [7]. Lestari, Desi. 2003. *Implementasi Teknik Watermarking Digital Pada Domain Dct Untuk Citra Berwarna*. Yogyakarta.
- [8]. Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika
- [9]. Robi'in, Bambang. 2004. *Pemrograman Grafis Multimedia Menggunakan Delphi*. Yogyakarta: Andi.
- [10]. Sutoyo T., Mulyanto E., Suhartono V., Nurhayati O., Wijanarko. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Penerbit Andi, Yogyakarta.

