

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI PENGINDEKSAN FUZZY UNTUK
MENGEVALUASI HASIL DETEKSI TEPI**



Kelvin Tandika

NPM: 2014730014

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2018**

UNDERGRADUATE THESIS

**FUZZY INDEXING IMPLEMENTATION TO EVALUATE
EDGE DETECTION RESULTS**



Kelvin Tandika

NPM: 2014730014

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2018**

LEMBAR PENGESAHAN



**IMPLEMENTASI PENGINDEKSAN FUZZY UNTUK
MENGEVALUASI HASIL DETEKSI TEPI**

Kelvin Tandika

NPM: 2014730014

Bandung, 18 Desember 2018

Menyetujui,

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mariskha Tri Adithia', is written over a horizontal line.

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dott. Thomas Anung Basuki', is written over a horizontal line.

Dott. Thomas Anung Basuki

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Natalia, M.Si.', is written over a horizontal line.

Natalia, M.Si.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mariskha Tri Adithia', is written over a horizontal line.

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng



PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

IMPLEMENTASI PENGINDEKSAN FUZZY UNTUK MENGEVALUASI HASIL DETEKSI TEPI

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 18 Desember 2018



Kelvin Tandika
NPM: 2014730014

ABSTRAK

Edge detection adalah operasi matematika yang dijalankan untuk mendeteksi garis tepi, yaitu titik-titik pada citra yang memiliki tingkat kecerahan yang berbeda drastis atau dengan kata lain memiliki diskontinuitas. *Edge detection* ini sangat berguna khususnya pada bagian *pre-processing* citra karena penggunaannya memungkinkan pemrosesan gambar yang lebih cepat dibandingkan dengan langsung memproses citra awal. Ada beberapa jenis metode *edge detection* yang dapat digunakan untuk mendeteksi garis tepi sebuah gambar, seperti operator Sobel dan operator Canny. Masing-masing metode ini memiliki kelebihan dan kelemahan.

Untuk mengevaluasi metode *edge detection* operator sobel dan operator canny digunakan indeks fuzzy. Indeks fuzzy adalah metode yang menggabungkan beberapa teknik evaluasi deteksi tepi. Evaluasi hasil deteksi tepi pada umumnya melibatkan proses binarisasi. Citra hasil deteksi tepi akan diubah dahulu ke dalam citra biner yang dapat mengakibatkan hilangnya informasi pada citra. Untuk itu, dibangun perangkat lunak indeks fuzzy untuk mengevaluasi hasil deteksi tepi. Metode ini tidak melakukan proses binarisasi terlebih dahulu.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, perangkat lunak yang dibangun dapat menampilkan hasil deteksi tepi Operator Sobel, Operator Canny, dan menampilkan nilai indeks fuzzy Operator Sobel dan Operator Canny. Kesimpulan yang didapat dari pengujian tersebut ialah Operator Canny lebih baik dibandingkan Operator Sobel

Kata-kata kunci: Indeks Fuzzy, Evaluasi Deteksi Tepi, Pemrosesan Gambar

ABSTRACT

Edge detection is a mathematical operation that is carried out to detect edge lines. Edge lines can be defined as lines consisting of dots that have dramatically different brightness levels, or more formally, have discontinuities. Edge detection is very useful especially in image pre-processing because it allows image processing to be faster compared to processing the initial image directly. There are several types of edge detection methods that can be used to detect image edge lines, two of which are Sobel and Canny operator. Each of these methods has its strengths and weaknesses.

Fuzzy index is used to evaluate the edge detection resulted by sobel operator and canny operator. Fuzzy index is a method that combines several edge detection evaluation techniques. Typically, edge detection result evaluation involves the process of binarization. Edge detection result image will be converted to binary image which can result in loss of information on the image. To preserve result image information, fuzzy index evaluation software is built to evaluate edge detection results. Method applied in this software does not carry out the binarization process in foremost.

Based on the testing that has been done, the software built has met the need to display edge detection result of the Sobel Operator and Canny Operator, also calculate fuzzy index value of Sobel Operator and Canny Operator. Considering the fuzzy index evaluation result obtained from the software, it can be concluded that Canny operator produces better edge detection result than Sobel operator.

Keywords: Fuzzy Index, Edge Detection Evaluation, Image Processing

*Kepada Tuhan Yesus Kristus, keluarga tercinta, teman-teman yang
sudah mendukung, semua orang yang terlibat dalam pembuatan
skripsi ini dan diri sendiri*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat, karunia, dan kesabaran yang telah diberikan kepada penulis sehingga perangkat lunak dan laporan tugas akhir yang berjudul **"Implementasi Pengindeksan Fuzzy untuk Mengevaluasi Hasil Deteksi Tepi"** ini dapat terselesaikan. Penulis sadar laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Segala kekurangan, kesalahan maupun ketidaklayakan yang terdapat di dalam laporan ini, kiranya terjadi karena kelemahan, keterbatasan ilmu pengetahuan dan pengalaman penulis. Dengan demikian, Penulis meminta kebijaksanaan dan pengertian dari para pembaca untuk memakluminya.

1. Kepada Bapak Husnul Hakim, M.T dan Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu dan memberikan saran kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kepada keluarga penulis yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan dalam doa dan lainnya selama menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Kepada Marchella Metta yang telah senantiasa memberikan semangat dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya.
4. Kepada teman-teman penulis yang telah banyak memberikan dukungan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya.

Terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu baik secara langsung maupun tidak secara langsung yang membantu penulis dalam menyusun tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga hasil tugas akhir ini, dapat memberikan sesuatu yang dapat berarti bagi semua pihak. Oleh karena itu, penulis akan menerima setiap kritik dan saran yang dapat membangun penulis agar dapat bekerja lebih baik lagi.

Bandung, Desember 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Pembahasan	2
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Definisi Citra	5
2.2 Teori Konvolusi	5
2.3 Edge Detection	6
2.3.1 Operator Sobel	6
2.3.2 Operator Canny	7
2.4 Evaluasi Deteksi Tepi	10
2.5 Logika Fuzzy	12
2.6 Himpunan Fuzzy	15
2.7 Indeks Fuzzy	15
3 ANALISIS	21
3.1 Analisis Masalah	21
3.2 Analisis Perangkat Lunak	50
3.2.1 Kebutuhan Masukan dan Keluaran	50
3.2.2 Pemodelan Use Case	50
3.2.3 Analisis Diagram Kelas	51
3.2.4 Activity Diagram	52
4 PERANCANGAN	55
4.1 Perancangan Antarmuka	55
4.2 Diagram Kelas Rinci	56
5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN PERANGKAT LUNAK	63
5.1 Implementasi Perangkat Lunak	63
5.2 Pengujian Perangkat Lunak	64
5.2.1 Pengujian Fungsional	64
5.2.2 Pengujian Eksperimental	65

6 KESIMPULAN DAN SARAN	77
6.1 Kesimpulan	77
6.2 Saran	77
DAFTAR REFERENSI	79
A KODE PROGRAM	81

DAFTAR GAMBAR

2.1	Citra Digital	5
2.2	Ilustrasi Konvolusi	6
2.3	Tahap-tahap Operator Canny	8
2.4	Gambar non maximum supression	9
2.5	(a).Citra berwarna, (b).Citra hasil konversi <i>grayscale</i> , (c).Citra hasil gaussian filter, (d).Citra hasil Gx, (e).Citra hasil Gy, (f).Citra hasil G, (g).Citra hasil <i>non maximum supression</i> , dan (h).Citra hasil <i>hysteresis</i>	10
2.6	Representasi Linear Menaik	12
2.7	Representasi Linear Menurun	13
2.8	Representasi Kurva Segitiga	13
2.9	Contoh Representasi Kurva Segitiga	14
2.10	Representasi Kurva Trapesium	14
2.11	Diagram ini menjelaskan tentang pengelompokan perhitungan Fuzzy Indeks	16
3.1	Matriks dari gambar original	21
3.2	Diagram flowchart Operator Sobel	22
3.3	Mengubah matriks citra awal menjadi matriks citra grayscale	22
3.4	Membuat matriks 3x3 menjadi matriks 5x5	23
3.5	Perhitungan mencari nilai Gx	23
3.6	Perhitungan mencari nilai Gy	24
3.7	Perhitungan mencari nilai G	25
3.8	Diagram flowchart Operator Canny	26
3.9	Mengubah matriks citra awal menjadi matriks citra grayscale	27
3.10	Membuat matriks 3x3 menjadi matriks 7x7	27
3.11	Perhitungan mencari nilai gaussian	28
3.12	Membuat matriks 3x3 menjadi matriks 5x5	29
3.13	Perhitungan mencari nilai Gx	29
3.14	Perhitungan mencari nilai Gy	30
3.15	Perhitungan mencari nilai G	30
3.16	Perhitungan mencari nilai theta setiap piksel	31
3.17	Mengubah matriks 3x3 menjadi matriks 5x5	32
3.18	Contoh perhitungan <i>non maximum supression</i>	32
3.19	Matriks hasil perhitungan <i>non maximum supression</i>	33
3.20	Perhitungan hysteresis	34
3.21	Diagram flowchart indeks fuzzy	35
3.22	Matriks awal ground truth	36
3.23	Matriks derajat keanggotaan hasil deteksi tepi	36
3.24	Matriks derajat keanggotaan <i>ground truth</i>	36
3.25	Menghitung perbedaan antara piksel $N_i(x_1, y_1)$ dan setiap piksel N_d	37
3.26	Menghitung jarak euclidean antara $N_i(x_1, y_1)$ dan $N_d(x_2, y_2)$	38
3.27	Hasil akhir D	38
3.28	Menghitung matriks jarak euclidean fuzzy FD	39

3.29	Menghitung matriks FTP	40
3.30	Menghitung matriks FFP	41
3.31	Menghitung matriks FFN	42
3.32	Menghitung perbedaan antara piksel $N_i(x_1, y_1)$ dan setiap piksel N_d	44
3.33	Menghitung jarak euclidean antara $N_i(x_1, y_1)$ dan $N_d(x_2, y_2)$	45
3.34	Hasil akhir D	45
3.35	Menghitung matriks jarak euclidean fuzzy FD	46
3.36	Menghitung matriks FTP	47
3.37	Menghitung matriks FFP	48
3.38	Menghitung matriks FFN	49
3.39	Diagram Use Case	51
3.40	Diagram Kelas Perangkat Lunak	52
3.41	Diagram Aktivitas Perangkat Lunak	53
4.1	Rancangan Antarmuka Perangkat Lunak	55
4.2	Diagram Kelas Perangkat Lunak	56
5.1	Antarmuka Utama Perangkat Lunak	63
5.2	Antarmuka Perangkat Lunak Pada Saat Pemilihan Gambar	64
5.3	Antarmuka Hasil Perhitungan Indeks Fuzzy	65
5.4	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Lingkungan 1	65
5.5	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Lingkungan 2	66
5.6	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Lingkungan 3	66
5.7	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Lingkungan 4	67
5.8	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Lingkungan 5	67
5.9	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Lingkungan 6	68
5.10	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Lingkungan 7	68
5.11	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Lingkungan 8	69
5.12	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Lingkungan 9	69
5.13	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Lingkungan 10	70
5.14	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Objek 1	71
5.15	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Objek 2	71
5.16	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Objek 3	72
5.17	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Objek 4	72
5.18	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Objek 5	73
5.19	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Objek 6	73
5.20	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Objek 7	74
5.21	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Objek 8	74
5.22	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Objek 9	75
5.23	Hasil Pengujian Terhadap Gambar Objek 10	75

DAFTAR TABEL

2.1	Perbandingan teknik-teknik evaluasi deteksi tepi pada citra	19
4.1	Rincian Objek pada Rancangan Antarmuka Utama	55
5.1	Tabel Hasil Perhitungan Indeks Fuzzy Terhadap Gambar Objek	70
5.2	Tabel Hasil Perhitungan Indeks Fuzzy Terhadap Gambar Objek	75

BAB 1

PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika pembahasan dari penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Pengolahan citra merupakan salah satu cabang dari ilmu informatika yang memiliki peran penting dalam perkembangan teknologi masa kini[1]. Pengolahan citra berfokus pada usaha untuk melakukan transformasi suatu citra/gambar menjadi citra lain dengan menggunakan algoritma komputer yang mengkonversi gambar menjadi array berisi bilangan bulat kecil[1]. Tiap indeks dalam array tersebut disebut piksel. Nilai sebuah piksel merepresentasikan kuantitas fisik cahaya. Array yang merupakan hasil konversi akan diproses oleh komputer.

Salah satu teknik pengolahan citra yang telah banyak digunakan adalah *edge detection*. *Edge detection* adalah operasi matematika yang dijalankan untuk mendeteksi garis tepi, yaitu titik-titik pada citra yang memiliki tingkat kecerahan yang berbeda drastis atau dengan kata lain memiliki diskontinuitas. *Edge detection* ini sangat berguna khususnya pada bagian *pre-processing* citra karena penggunaannya memungkinkan pemrosesan gambar yang lebih cepat dibandingkan dengan langsung memproses citra awal. Ada beberapa jenis metode *edge detection* yang dapat digunakan untuk mendeteksi garis tepi sebuah gambar, seperti Operator Sobel dan operator Canny. Masing-masing metode ini memiliki kelebihan dan kelemahan.

Untuk dapat mengevaluasi hasil sebuah metode *edge detection*, dapat digunakan teknik perhitungan seperti *euclidean distance*, *Pratt's figure of merit* (FOM), *Jaccard's index* (JI), dan *Dice's coefficient* (DC). Terdapat satu metode baru untuk mengevaluasi deteksi tepi yaitu metode indeks fuzzy. Indeks fuzzy adalah metode yang menggabungkan beberapa teknik evaluasi deteksi tepi. Evaluasi hasil deteksi tepi pada umumnya melibatkan proses binarisasi. Citra hasil deteksi tepi akan diubah dahulu ke dalam citra biner yang dapat mengakibatkan hilangnya informasi pada citra. Untuk itu, dikembangkan metode indeks fuzzy untuk mengevaluasi hasil deteksi tepi. Metode ini tidak melakukan proses binarisasi terlebih dahulu.

Pada skripsi ini akan digunakan indeks fuzzy untuk mengevaluasi hasil deteksi tepi metode Operator Sobel dan Operator Canny. Pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu membandingkan hasil deteksi tepi dengan citra ground truth menggunakan indeks fuzzy. Citra *Ground Truth* adalah sebuah citra yang digunakan untuk membandingkan hasil pengolahan citra. Tujuan dari skripsi ini untuk mengetahui deteksi tepi mana yang lebih baik di antara Operator Canny dan Operator Sobel.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah pada penelitian ini antara lain adalah:

1. Bagaimana cara membangun perangkat lunak untuk mendeteksi tepi dengan Operator Canny dan Sobel?

2. Bagaimana cara membangun perangkat lunak yang dapat mengevaluasi hasil deteksi tepi dengan indeks fuzzy?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengimplementasikan Operator Canny dan Operator Sobel pada perangkat lunak
2. Mengimplementasikan indeks fuzzy pada perangkat lunak

1.4 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah pada perangkat lunak yang dibangun, yaitu:

1. Input maksimal ukuran gambar yaitu 100x100 piksel karena waktu eksekusi perangkat lunak yang lama
2. Gambar yang dapat diinput hanya gambar yang memiliki citra *ground truth*

1.5 Metodologi

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Mempelajari tentang deteksi tepi Operator Sobel dan Operator Canny
2. Mempelajari tentang himpunan fuzzy
3. Mempelajari tentang indeks fuzzy pada citra fuzzy untuk melakukan evaluasi hasil deteksi tepi
4. Mempelajari metrik-metrik untuk menilai kualitas hasil deteksi tepi pada citra
5. Membuat perangkat lunak untuk melakukan deteksi tepi pada citra dengan menggunakan indeks fuzzy
6. Melakukan pengujian
7. Menulis dokumen skripsi

1.6 Sistematika Pembahasan

1. Bab 1 Pendahuluan

Bab 1 berisi tentang pembahasan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika pembahasan.

2. Bab 2 Dasar Teori

Bab 2 berisi tentang dasar-dasar teori Deteksi Tepi, Sobel Operator, Canny Operator, dan Indeks Fuzzy.

3. Bab 3 Analisis

Bab 3 berisi tentang analisis masalah dan contoh penyelesaian Operator Canny, Operator Sobel, dan Indeks Fuzzy. Selain itu, dibahas juga mengenai analisis kebutuhan perangkat lunak. Analisis dimodelkan dalam bentuk *use case*, diagram kelas, dan *flowchart*.

4. Bab 4 Perancangan

Bab 4 berisi tentang perancangan perangkat lunak: antarmuka perangkat lunak, dan diagram kelas rinci.

5. Bab 5 Implementasi dan Pengujian

Bab 5 berisi tentang implementasi dari perangkat lunak. Terdapat juga pengujian yang dilakukan beserta hasil pengujiannya.

6. Bab 6 Kesimpulan dan Saran

Bab 6 berisi tentang kesimpulan dan saran dari penelitian ini.