



TUGAS AKHIR - KI141502

Deteksi Penyakit Glaukoma pada Citra Fundus Retina Mata Menggunakan Adaptive Thresholding dan Support Vector Machine

AHMAD MUSTOFA
NRP 51112100100

Dosen Pembimbing I
Prof. Ir. Handayani Tjandrasa, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing II
Bilqis Amaliah, S.Kom., M.Kom.

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA



TUGAS AKHIR - KI141502

**Deteksi Penyakit Glaukoma pada Citra Fundus
Retina Mata Menggunakan Adaptive
Thresholding dan Support Vector Machine**

AHMAD MUSTOFA

NRP 51112100100

Dosen Pembimbing I

Prof. Ir. Handayani Tjandrasa, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing II

Bilqis Amaliah, S.Kom., M.Kom.

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA 2016

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT - KI141502

GLAUCOMA DETECTION ON RETINAL FUNDUS IMAGES USING ADAPTIVE THRESHOLDING AND SUPPORT VECTOR MACHINE

AHMAD MUSTOFA
NRP 51112100100

Supervisor I
Prof. Ir. Handayani Tjandrasa, M.Sc., Ph.D.

Supervisor II
Bilqis Amaliah, S.Kom., M.Kom.

DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2016

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

**Deteksi Penyakit Glaukoma pada Citra Fundus Retina Mata
Menggunakan Adaptive Thresholding dan Support Vector
Machine**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada**

**Rumpun Mata Kuliah Komputasi Cerdas dan Visi
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Informatasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**AHMAD MUSTOFA
NRP: 5112 100 100**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Prof. Ir. Handayani Tjanbrajan, M.Sc.
Ph.D.
NIP: 19490823 197603 2 002
Bilqis Amaliah, S.Kom., M.Kom.
NIP: 19750914 200112 2 002



**SURABAYA
JUNI, 2016**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DETEKSI PENYAKIT GLAUKOMA PADA CITRA FUNDUS RETINA MATA MENGGUNAKAN ADAPTIVE THRESHOLDING DAN SUPPORT VECTOR MACHINE

Nama : Ahmad Mustofa
NRP : 5112100100
Jurusan : Teknik Informatika, FTIf-ITS
Dosen Pembimbing I : Prof. Ir. Handayani Tjandrasa, M.Sc., Ph.D.
Dosen Pembimbing II : Bilqis Amaliah, S.Kom., M.Kom.

Abstrak

Glaukoma adalah penyebab kebutaan kedua terbanyak setelah katarak. Berbeda dengan katarak, kebutaan yang disebabkan oleh glaukoma bersifat permanen. Hal ini karena glaukoma disebabkan oleh tekanan besar pada bola mata yang menyebabkan tersumbatnya pembuluh darah yang menuju ke syaraf mata sehingga syaraf mata tidak mendapatkan suplai darah yang cukup dan akhirnya akan mengalami kerusakan. Gejala glaukoma yang timbul biasanya tidak dapat dirasakan secara langsung. Sehingga perlu dilakukan pemeriksaan mata terlebih dahulu untuk mengetahui adanya glaukoma.

Pada pelaksanaan tugas akhir ini, dibangun sebuah perangkat lunak untuk mendeteksi penyakit glaukoma pada citra fundus retina mata. Tahap pertama dalam pelaksanaan tugas akhir ini adalah proses preprocessing citra. Tahap preprocessing terbagi menjadi preprocessing optic cup, preprocessing optic disk, dan preprocessing pembuluh darah. Kemudian akan dilakukan proses segmentasi optic cup, optic disk, dan pembuluh darah dengan menggunakan metode adaptive thresholding. Setelah proses segmentasi selesai, maka fitur Cup to Disk Ratio (CDR), ISNT Neuro Retinal Rim (NRR), dan ISNT pembuluh darah akan diekstraksi dari masing-masing citra yang telah tersegmentasi. Ketiga fitur tersebut kemudian dijadikan masukan pada pengklasifikasi support vector machine dengan menggunakan metode pencarian hyperplane sequential minimal optimization dan

fungsi kernel linear. Dengan menggunakan data yang diambil dari database RIM-ONE, didapatkan nilai akurasi rata-rata sebesar 80%.

Kata kunci: *glaukoma , optic cup, optic disk, segmentasi, klasifikasi*

GLAUCOMA DETECTION ON RETINAL FUNDUS IMAGES USING ADAPTIVE THRESHOLDING AND SUPPORT VECTOR MACHINE

Name	:	Ahmad Mustofa
NRP	:	5112100100
Department	:	Informatics, FTIf-ITS
SupervisorI	:	Prof. Ir. Handayani Tjandrasa,M.Sc., Ph.D.
SupervisorII	:	Bilqis Amaliah, S.Kom., M.Kom.

Abstract

Glaucoma is the second most common cause of blindness after cataract. Unlike the cataract, blindness caused by glaucoma is permanent. Since glaucoma is caused by great pressure on the eyeball that results in blockage of the blood vessels leading to the nerves of the eye such that the eye nerves do not get enough blood supply and eventually will be damaged. Symptoms of glaucoma that arise usually can not be felt directly. So we need an eye examination to detect glaucoma.

In this final project, a software to detect glaucoma on retinal fundus images are built. The first stage in this final project is image preprocessing. Preprocessing stage is divided into optic cup preprocessing, optic diskpreprocessing, and blood vessels preprocessing. Then optic cup, optic disc and blood vesselssegmentation are performed using adaptive thresholding. After the segmentation process is complete, the Cup to Disk Ratio (CDR), ISNT Neuro Retinal Rim (NRR), and ISNT blood vessels features will be extracted from each image that has been segmented. These three features are then used as inputs in support vector machine classifier using sequential minimal optimization method to search hyperplane and linear kernel function. By using

the data drawn from the database RIM-ONE, the average of system's accuracy is 80%.

Keywords: *glaukoma , optic cup, optic disk, segmentation, classification*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "*Deteksi Penyakit Glaukoma Pada Citra Fundus Retina Mata Menggunakan Adaptive Thresholding Dan Support Vector Machine*" dengan tepat waktu.

Dalam pelaksanaan dan pembuatan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, ucapan terima kasih penulis berikan kepada:

1. Allah SWT, karena atas limpahan rahmat-Nya, penulis diberikan kemudahan dan kelancaran dalam mengerjakan tugas akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan pengerjaan tugas akhir ini.
3. Ibu Prof. Ir. Handayani Tjandrasa, M.Sc., Ph.D. dan Ibu Bilqis Amaliah, S.Kom., M.Kom. sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan banyak arahan dan bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Imam Kuswardayan,S.Kom., M.T. selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan dan nasihat selama masa perkuliahan.
5. Teman-teman *user* TA dan Administrator Laboratorium Komputasi Cerdas dan Visi, yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang telah membantu terselesaiannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari adanya banyak kekurangan dalam pengrejaan tugas akhir baik dari segi program maupun laporan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, penulis meminta maaf bila terdapat kesalahan dalam penulisan

laporan tugas akhir ini. Semoga hasil dari tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, Juni 2016

Ahmad Mustofa

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
Abstrak.....	vii
<i>Abstract.....</i>	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Glaukoma	5
2.2 <i>Optic Disc</i> dan <i>Optic Cup</i>	6
2.3 Aturan ISNT	6
2.4 <i>Cup to Disc Ratio</i>	7
2.5 Neuro Retinal Rim.....	7
2.6 <i>Histogram Smoothing</i>	7
2.7 Bottom Hat Transformation.....	8
2.8 Otsu Thresholding	8
2.9 Median Filtering	9
2.10 Morfologi Erosi dan Dilasi	9
2.11 <i>Support Vector Machine</i>	10
2.11.1 Sequential Minimum Optimization.....	13
2.11.2 Least Squares.....	13
2.11.3 Soft Margin.....	13

2.11.4	Kernel Trick.....	14
2.12	Confusion Matrix.....	17
2.13	<i>k-Fold Cross Validation</i>	18
BAB III DESAIN DAN PERANCANGAN.....		19
3.1	Perancangan Data	19
3.1.1	Data Masukan.....	19
3.1.2	Data Luaran	20
3.2	Desain Metode Secara Umum	21
3.3	Perancangan Proses	22
3.3.1	Tahap Preprocessing.....	22
3.3.2	Tahap Segmentasi.....	25
3.3.3	Tahap Ekstraksi Fitur.....	27
3.3.4	Tahap Klasifikasi.....	29
3.4	Perancangan Antarmuka Perangkat Lunak	30
BAB IV IMPLEMENTASI.....		35
4.1	Lingkungan Implementasi	35
4.2	Implementasi	35
4.2.1	Implementasi Preprocessing	35
4.2.2	Implementasi Segmentasi	37
4.2.3	Implementasi Ekstraksi Fitur	41
4.2.4	Implementasi Klasifikasi	43
4.2.5	Implementasi User Interface	45
BAB V UJI COBA DAN EVALUASI.....		49
5.1	Lingkungan Uji Coba	49
5.2	Data Uji Coba.....	50
5.3	Uji Coba Sistem.....	50
5.4	Skenario Uji Coba	53
5.4.1	Skenario Uji Coba 1	54
5.4.2	Skenario Uji Coba 2	55
5.4.3	Skenario Uji Coba 3	56

5.5	Evaluasi	58
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	63
6.1	Kesimpulan.....	63
6.2	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA		65
BIODATA PENULIS		67

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Masks</i> yang digunakan untuk mendapatkan luasan di daerah a Superior; b Temporal; c Inferior; dan d Nasal dari optic disc	7
Gambar 2.2 Contoh alternatif hyperplane.....	11
Gambar 2.3 Fungsi Φ Memetakan Data ke Ruang Vektor Lebih Tinggi sehingga Kedua Kelas Dapat Dipisahkan Secara Linier oleh Sebuah <i>Hyperplane</i> [8].....	14
Gambar 3.1 Citra Retina Mata Glaukoma	20
Gambar 3.2 Contoh hasil segmentasi (a) optic cup, (b) optic disk, (c) pembuluh darah di daerah optic disc	20
Gambar 3.3 Diagram Alir Model Sistem.....	21
Gambar 3.4 Diagram Alir Preprocessing Optic Cup dan Optic Disk	22
Gambar 3.5 Diagram Blood Preprocessing	24
Gambar 3.6 Diagram Alur Segmentasi Optic Cup	25
Gambar 3.7 Diagram Alur Segmentasi Optic Disk.....	26
Gambar 3.8 Diagram Alur Segmentasi Pembuluh Darah	27
Gambar 3.9 Diagram Alur Neuro Retinal Rim	28
Gambar 3.10 Diagram Alur Klasifikasi.....	29
Gambar 3.11 Antarmuka Masukan dan Keluaran Hasil Prediksi	30
Gambar 3.12 Antarmuka <i>Image Holder</i> Citra Masukan.....	31
Gambar 3.13 Antarmuka <i>Image Holder</i> Hasil Preprocessing <i>Optic cup</i> dan <i>Optic Disk</i>	32
Gambar 3.14 Antarmuka <i>Image Holder</i> Hasil Segmentasi <i>Optic cup</i> dan <i>Optic Disk</i>	32
Gambar 3.15 Antarmuka <i>Image Holder</i> Hasil Segmentasi Pembuluh Darah dan <i>Neuro Retinal Rim</i>	33
Gambar 5.1 Citra masukan sistem.....	50
Gambar 5.2 Hasil <i>preprocessing optic disk</i>	51

Gambar 5.3 Hasil <i>preprocessing optic cup</i>	51
Gambar 5.4 Hasil <i>preprocessing</i> pembuluh darah.....	51
Gambar 5.5 Hasil segmentasi <i>optic disk</i>	52
Gambar 5.6 Hasil segmentasi <i>optic cup</i>	52
Gambar 5.7 Hasil segmentasi pembuluh darah.....	52
Gambar 5.8 Degradasi pada segmentasi <i>optic cup</i> (a) daerah <i>optic cup</i> yang seharusnya, (b) daerah <i>Neuro Retinal Rim</i> yang tersegmentasi.....	59
Gambar 5.9 Kesalahan pada segmentasi optic cup, (a) daerah optic cup yang seharusnya, (b) daerah <i>Neuro Retinal Rim</i> yang tersegmentasi.....	60
Gambar 5.10 Gambaran dari (a) histogram dari preprocessed image dan (b) smoothed histogram dari (a).....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis <i>Kernel</i> yang Umum Digunakan dalam SVM	16
Tabel 2.2 <i>Confusion Matrix</i> Dua Kelas	17
Tabel 5.1 Hasil akurasi uji coba skenario 1	54
Tabel 5.2 Hasil presisi uji coba skenario 1	54
Tabel 5.3 Hasil recall uji coba skenario 1.....	55
Tabel 5.4 Hasil akurasi uji coba skenario 2	55
Tabel 5.5 Hasil presisi uji coba skenario 2	56
Tabel 5.6 Hasil recall uji coba skenario 2.....	56
Tabel 5.7 Hasil akurasi uji coba skenario 3	57
Tabel 5.8 Hasil presisi uji coba skenario 3	57
Tabel 5.9 Hasil recall uji coba skenario 3.....	57

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diberikan kesimpulan yang diambil selama penggerjaan tugas akhir serta saran-saran tentang pengembangan yang dapat dilakukan terhadap tugas akhir ini di masa yang akan datang.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan uji coba dan evaluasi yang telah dilakukan antara lain :

1. Keberadaan pembuluh darah dan pantulan cahaya dapat mengganggu proses segmentasi *optic disk* dan *optic cup*.
2. Proses *smoothing histogram* dapat meningkatkan performa sistem sebesar 5%.
3. Metode pencarian *hyperplane* yang menghasilkan performa terbaik pada *support vector machine* adalah *sequential minimal optimization* dengan akurasi 80%.
4. Fungsi kernel yang menghasilkan performa terbaik pada *support vector machine* adalah fungsi kernel *linear* dengan akurasi 80%.

6.2 Saran

Beberapa saran yang disampaikan terkait penggerjaan tugas akhir ini adalah :

- i. Perlu dikembangkan metode untuk menangani *noise* pantulan cahaya pada citra retina mata.
- ii. Perlu dikembangkan metode penghilangan pembuluh darah yang lebih baik pada segmentasi *optic cup*.
- iii. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan fitur lain yang lebih baik daripada fitur yang digunakan dalam tugas akhir ini.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI, "InfoDATIN, Situasi dan Analisis Glaukoma," Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI, Jakarta Selatan, 2015.
- [2] N. Harizman, C. Oliveira, A. Chiang, C. Tello, M. Marmor, R. Ritch and J. Liebmann, "The ISNT rule and differentiation of normal from glaucomatous eyes," *Arch Ophthalmol*, vol. 124, pp. 1579-1583, 2006.
- [3] TheFreeDictionary, "Medical Online Dictionary," The American Heritage® Medical Dictionary, 2007. [Online]. Available: <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/optic+cup>. [Accessed 10 12 2015].
- [4] Gillan and Stewart, "Optic Disc Basic," Ninewells Hospital & Medical School, 12 2009. [Online]. Available: http://www.optic-disc.org/tutorials/optic_disc_basics/page12.html. [Accessed 10 12 2015].
- [5] A. Issac, P. M. Sarathi and M. K. Dutta, "An adaptive threshold based image processing technique for improved glaucoma detection and classification," *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. I, no. 22, pp. 229-244, 2015.
- [6] J. Nayak, R. A. U., P. S. Bhat, N. Shetty and T.-C. Lim, "Automated Diagnosis of Glaucoma Using Digital Fundus Image," *J Med Syst*, no. 33, pp. 337-346, 2009.

- [7] G. V. Tcheslavski, "Lamar University," 22 4 2010. [Online]. Available:
<http://www.ee.lamar.edu/gleb/dip/10-3%20-%20Morphological%20Image%20Processing.pdf>. [Accessed 8 6 2016].
- [8] World Heritage Encyclopedia, "Project Guttenberg Self-Publishing Press," [Online]. Available:
http://www.gutenberg.us/articles/otsu's_method. [Accessed 8 6 2016].
- [9] A. S. Nugroho, A. B. Witarto and D. Handoko, "Support Vector Machine-Teori dan Aplikasinya dalam Bioinformatika," *IlmuKomputer.Com*, 2003.
- [10] J. C. Platt, "Sequential Minimal Optimization : A Fast Algorithm for Training Support Vector Machines," *Microsoft Research Technical Report*, p. 14, 1998.
- [11] J. Suykens and J. Vandewalle, "Least Squares Support Vector Machine Classifiers," *Neural Processing Letters*, no. 9, pp. 293-300, 1999.
- [12] J. Schneider, "Carnegie Mellon University School of Computer Science," Carnegie Mellon University, 7 February 1997. [Online]. Available:
<http://www.cs.cmu.edu/~schneide/tut5/node42.html>. [Accessed 21 6 2016].

BIODATA PENULIS



Ahmad Mustofa, penulis dari buku tugas akhir ini lahir di kabupaten Sumenep tanggal 3 Juli 1994. Penulis telah menempuh pendidikan di SD Negeri Pangarangan IV (2000-2006), SMP Negeri 1 Sumenep (2006-2009), SMA Negeri 1 Sumenep (2009-2012) dan Teknik Informatika ITS Surabaya (2012-2016). Selama masa perkuliahan, penulis pernah menjadi asisten pada mata kuliah Interaksi Manusia dan Komputer, Basis Data Terapan PIKTI ITS, Pengembangan Game Multiplatform PIKTI ITS, dan Pemrograman Android PIKTI ITS. Penulis juga aktif sebagai anggota organisasi Keluarga Muslim Informatika (KMI), Himpunan Mahasiswa Teknik Computer-Informatika (HMTC) ITS dan Jamaah Masjid Manurul Ilmi (JMMI) ITS. Penulis memilih bidang minat Komputasi Cerdas dan Visi (KCV) dan tertarik pada topik *image processing*, *signal processing*, dan kecerdasan buatan. Penulis dapat dihubungi melalui email mustofa.ahmad12@mhs.if.its.ac.id.