

Deteksi Penyakit Glaukoma pada Citra Fundus Retina Mata Menggunakan *Adaptive Thresholding* dan *Support vector machine*

Ahmad Mustofa, Handayani Tjandrasa, dan Bilqis Amaliah

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: handatj@its.ac.id

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 pengerjaan tugas akhir ini, dibangun sebuah perangkat lunak untuk mendeteksi penyakit glaukoma pada citra fundus retina mata. Tahap pertama dalam pengerjaan 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.

I. PENDAHULUAN

GLAUKOMA adalah penyebab kebutaan kedua terbanyak setelah katarak di seluruh dunia. Berbeda dengan katarak, kebutaan yang disebabkan oleh glaukoma bersifat permanen. Berdasarkan data WHO 2010, diperkirakan sebanyak 3.2 juta orang mengalami kebutaan akibat glaukoma [1]. Disamping itu, perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat harusnya bisa dimanfaatkan untuk mempermudah tenaga kesehatan untuk melaksanakan tugasnya. Manfaat itulah yang diharapkan dari tugas akhir ini, yaitu mempermudah tenaga kesehatan untuk mendeteksi penyakit glaukoma dari citra retina mata pasien.

Dalam tugas akhir ini, fitur yang akan digunakan untuk deteksi glaukoma adalah *CDR (Cup to Disk Ratio)*, luas *NRR (Neuro Retinal Rim)*, dan luas pembuluh darah di daerah *optic*

disk dalam ISNT [2]. Metode yang akan digunakan untuk segmentasi *optic disk* dan *optic cup* adalah *adaptive thresholding*, sedangkan untuk klasifikasi digunakan metode *support vector machine*.

Hasil yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah sebuah aplikasi yang mampu mengklasifikasi apakah masukan yang berupa citra retina mata menderita glaukoma atau tidak. Aplikasi ini juga diharapkan dapat mempermudah tenaga medis dalam mendiagnosis penyakit glaukoma pada pasien.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini akan dijelaskan bagian-bagian dalam pengerjaan tugas akhir ini yang terdiri dari dataset yang digunakan serta metode yang dipakai. Metode yang digunakan mencakup 4 proses utama yaitu *preprocessing*, segmentasi, ekstraksi fitur, dan klasifikasi menggunakan *Support vector machine*.

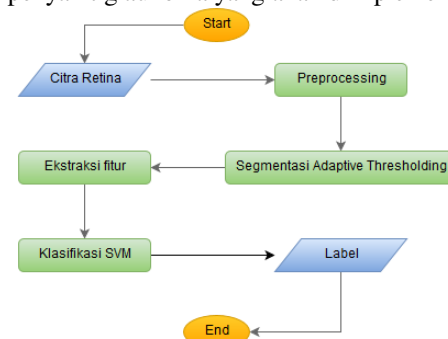
A. Dataset

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah 120 citra retina mata yang didapat dari database RIM-ONE. Citra yang digunakan sudah berupa citra yang dipotong di daerah sekitar *optic disk*.

Citra yang digunakan terdiri dari 64 citra retina mata penderita glaukoma dan 56 citra normal.

B. Desain Sistem

Bagian ini merupakan desain sistem secara umum dari sistem pendeteksi penyakit glaukoma yang akan diimplementasikan.



Gambar 1. Diagram alir sistem secara umum

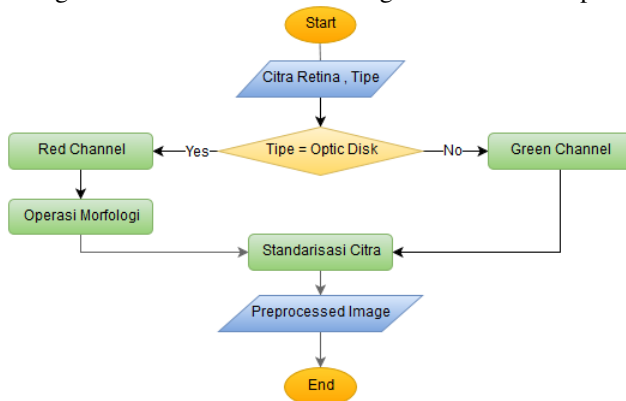
C. Preprocessing

Pada tahap ini, dilakukan proses awal sebelum masuk tahap

segmentasi. Tahap ini dipecah menjadi dua proses yaitu *preprocessing optic cup* dan *optic disk* serta *preprocessing* pembuluh darah.

Preprocessing Optic Cup dan Optic Disk

Pada tahap ini terbagi menjadi dua proses yaitu, proses morfologi dan standarisasi. Berikut diagram alur dari tahap ini.



Gambar 2 Diagram alir *preprocessing optic cup* dan *optic disk*

• Operasi Morfologi

Pada proses ini dilakukan operasi morfologi erosi dan dilasi dengan menggunakan elemen struktur berbentuk *disk* dengan ukuran 25 untuk menutup gap pembuluh darah pada *red channel*.

• Standarisasi Citra

Pada tahap ini, dilakukan proses standarisasi citra dengan pseudocode sebagai berikut.

```

Standarize(I, tipe)
  MEAN = mean(I)
  Std = StandardDeviation(I)
  if tipe == 'disk'
    I = I - MEAN
    Iter = 5
  else
    I = I - (MEAN+Std)
    Iter = 7
  end if
  for x = 1 to iter
    temp = nonzero(I)
    I = I - minimum(temp)
  end for
  return I
  
```

Preprocessing Pembuluh Darah

Pada tahap ini, proses yang paling penting adalah proses *bottom hat transformation*. Hal ini dikarenakan pembuluh darah pada umumnya merupakan daerah tergelap pada citra retina mata, sehingga proses *bottom hat transformation* akan dapat mendeteksi daerah yang merupakan pembuluh darah. *Channel* yang digunakan pada proses ini adalah *channel* hijau.

D. Segmentasi

Pada tahap ini terbagi menjadi tiga bagian, yaitu segmentasi pembuluh darah, segmentasi *optic disk*, dan segmentasi *optic cup*.

Segmentasi Optic Cup

Pada tahap ini, dilakukan proses segmentasi *optic cup* dari citra yang telah melalui tahap *preprocessing*. Langkah pertama dari tahap ini adalah melakukan *smoothing histogram* dari citra yang telah melalui tahap *preprocessing*. Filter yang digunakan

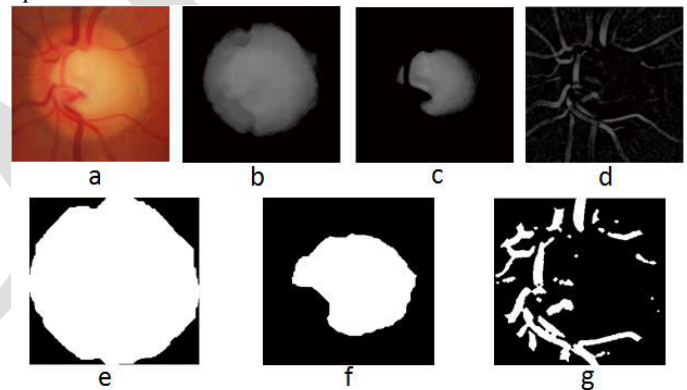
adalah filter gaussian dengan rerata 50, standar deviasi 6, dan ukuran *window* 1x100. Setelah itu dilakukan *thresholding* dengan level yang diambil dari *smoothed histogram* dengan menggunakan metode otsu. Setelah itu dilakukan morfologi dilasi dan erosi menggunakan elemen struktur berbentuk *disk* dengan radius 50. *Optic cup* adalah objek yang memiliki area terluas dari objek-objek yang berhasil tersegmentasi.

Segmentasi Optic Disk

Pada tahap ini, level untuk *thresholding* didapat dari jumlah nilai minimum dan rerata dari citra yang telah melalui tahap *preprocessing* dibagi 2. Setelah dilakukan operasi *thresholding*, dilakukan operasi morfologi erosi menggunakan elemen struktur berbentuk *disk* dengan radius 50. Setelah itu, objek yang memiliki area terbesar dipilih, dan kemudian dilakukan operasi morfologi dilasi dengan menggunakan elemen struktur berbentuk *disk* dengan radius 50.

Segmentasi Pembuluh Darah

Pada tahap ini, dilakukan operasi *thresholding* dengan nilai level 2.7 kali standar deviasi dari citra yang sudah melalui tahap *preprocessing*. Setelah itu dilakukan operasi morfologi erosi dan dilasi dengan menggunakan elemen struktur berbentuk *diamond* dengan ukuran 5, kemudian dilakukan operasi morfologi dilasi dan erosi dengan elemen struktur yang sama. Setelah itu, dilakukan *masking* dengan *mask optic disk* untuk mendapatkan pembuluh darah yang hanya berada di daerah *optic disk*.



Gambar 3 Citra (a) masukan, (b) hasil *preprocessing optic disk*, (c) hasil *preprocessing optic cup*, (d) hasil *preprocessing* pembuluh darah, (e) hasil segmentasi *optic disk*, (f) hasil segmentasi *optic cup*, dan (g) hasil segmentasi pembuluh darah

E. Ekstraksi Fitur

Fitur-fitur yang akan dipakai adalah *cup to disk ratio*, ISNT *neuro retinal rim*, ISNT pembuluh darah.

Cup to Disk Ratio

Cup to Disk Ratio (CDR) adalah perbandingan dari *optic cup* dan *optic disk* baik dari segi diameter vertikal, diameter horizontal, ataupun luas. CDR adalah salah satu fitur yang populer digunakan dalam pengevaluasian glaukoma [5]. Dalam tugas akhir ini, CDR yang digunakan adalah rasio jejari dari *optic cup* dan *optic disk* yang didapatkan dengan rumus sebagai berikut.

$$CDR = \sqrt{\text{Area of optic cup} / \text{Area of optic disk}} \quad (1)$$

Aturan ISNT

ISNT (Inferior, Superior, Nasal, dan Temporal) adalah sebuah aturan yang menitikberatkan pada 4 daerah pada *optic disk*, yaitu Inferior, Superior, Nasal, dan Temporal. Keempat daerah inilah yang memiliki peran dalam membedakan mata yang normal dan yang tidak [2], baik itu jika dinilai dari keberadaan pembuluh darah maupun *optic cup* di masing-masing daerah [5]. Berikut adalah persamaan untuk menghitung nilai ISNT. [6]

$$ISNT = \frac{Luas\ quadran\ inferior + Luas\ quadran\ superior}{Luas\ quadran\ nasal + Luas\ quadran\ temporal} \quad (2)$$

ISNT Neuro retinal rim

Neuro retinal rim (NRR) adalah daerah yang tersisa jika daerah *optic cup* dihapus dari *optic disk*. Nilai ISNT dari NRR dapat digunakan untuk mengukur kerusakan pada *optic disk* [5]. Nilai ISNT *neuro retinal rim* didapat dengan menggunakan persamaan 2.

ISNT Pembuluh Darah

Nilai ISNT pembuluh darah dapat digunakan untuk mengukur kerusakan pada *optic disk* [5]. Nilai ISNT pembuluh darah didapat dengan menggunakan persamaan 2.

F. Klasifikasi

Metode klasifikasi yang digunakan adalah metode *support vector machine*. Sebelum dilakukan klasifikasi, dataset dibagi ke dalam 2 kategori yaitu data untuk *training* dan data untuk *testing*. Data dipisahkan menggunakan metode *K-fold cross validation* dengan $k = 10$ menjadi data *training* dan data *testing*. Pemisahan data ini dilakukan untuk mengetahui performa dari sistem.

III. HASIL DAN DISKUSI

Pengujian sistem ini dilakukan pada sebuah komputer dengan spesifikasi prosesor Intel® Core™ i3 CPU-3240 @ 3.40GHz, RAM 4GB, dan berjalan pada sistem operasi Windows 8.

Pengujian dilakukan dengan menghitung nilai akurasi, *recall*, dan *precision*. Nilai tersebut dihitung berdasarkan ketentuan berikut :

1. *True positive*: retina mata glaukoma yang terdeteksi sebagai glaukoma
2. *True negative*: retina mata normal yang terdeteksi sebagai normal
3. *False negative*: retina mata glaukoma yang terdeteksi sebagai normal
4. *False positive*: retina mata normal yang terdeteksi sebagai glaukoma

Terdapat beberapa skenario pengujian, yaitu deteksi dengan dan tanpa menyertakan proses *smoothing* histogram pada proses segmentasi *optic cup*. Skenario berikutnya yaitu deteksi dengan menggunakan *Sequential Minimal Optimization* (SMO), *Quadratic Programming* (QP), dan *Least Squares* (LS) sebagai metode pencarian *hyperplane* pada pengklasifikasi *support vector machine*. Skenario yang terakhir adalah deteksi dengan menggunakan kernel *linear*, *quadratic*, *polynomial orde 3*, dan *RBF* (*Gaussian Radial Basis*

Function) pada pengklasifikasi *support vector machine*. Hasil dari skenario uji coba 1 terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan performa pada uji coba 1

Metode	Accuracy (%)	Recall (%)	Precision (%)
Dengan Histogram Smoothing	80	79	83
Tanpa Histogram Smoothing	75	72	79

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan pada uji coba skenario 1, performa yang lebih bagus didapat ketika histogram *smoothing* digunakan pada proses segmentasi *optic cup* dengan akurasi sebesar 80%, *presisi* 83% dan *recall* 79%.

Pada skenario kedua, digunakan variasi metode pencarian *hyperplane* pada pengklasifikasi SVM untuk mengetahui metode yang dapat menghasilkan performa terbaik. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan performa pada uji coba 2

Metode	Accuracy (%)	Recall (%)	Precision (%)
SVM Method : SMO	80	79	83
SVM Method : QP	80	77	84
SVM Method : LS	79	76	84

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan pada uji coba skenario 2, didapat bahwa nilai akurasi tertinggi adalah 80 % dengan metode SMO dan QP. Metode yang akan digunakan oleh sistem adalah metode SMO karena memiliki nilai *recall* yang lebih baik dari QP.

Pada skenario ketiga, digunakan variasi fungsi kernel pada pengklasifikasi SVM untuk mengetahui fungsi kernel yang dapat menghasilkan performa terbaik. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan performa pada uji coba 3

Metode	Accuracy (%)	Recall (%)	Precision (%)
SVM Kernel Function : Linear	80	79	83
SVM Kernel Function : RBF	78	87	76
SVM Kernel Function : Quadratic	77	78	79
SVM Kernel Function : Polynomial	74	74	76

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan pada uji coba skenario 3, performa yang terbaik didapat ketika menggunakan kernel *linear* dengan akurasi sebesar 80%, *presisi* 83% dan *recall* 79%.. Fungsi kernel *linear* kemudian akan digunakan oleh sistem untuk proses klasifikasi karena memiliki tingkat akurasi yang paling tinggi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan selama proses perancangan, implementasi dan seluruh pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

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%.

Marmor, R. Ritch and J. Liebmann, "The ISNT rule and differentiation of normal from glaucomatous eyes," *Arch Ophthalmol*, vol. 124, pp. 1579-1583, 2006.

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] TheFreeDictionary, "Medical Online Dictionary," The American Heritage® Medical Dictionary, 2007. [Online]. Available: <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/optic+cup>. [Accessed 10 12 2015].
- [3] World Heritage Encyclopedia, "Project Gutenberg Self-Publishing Press," [Online]. Available: http://www.gutenberg.us/articles/otsu's_method. [Accessed 8 6 2016].
- [4] Gillan and Stewart, "*Optic Disk Basic*," Ninewells Hospital & Medical School, 12 2009. [Online]. Available: http://www.optic-disk.org/tutorials/optic_disk_basics/page12.html. [Accessed 10 12 2015].
- [5] 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].
- [6] J. Suykens and J. Vandewalle, "Least Squares *Support vector machine* Classifiers," *Neural Processing Letters*, no. 9, pp. 293-300, 1999.
- [7] 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].
- [8] J. C. Platt, "Sequential Minimal Optimization : A Fast Algorithm for Training *Support vector machines*," *Microsoft Research Technical Report*, p. 14, 1998.
- [9] A. S. Nugroho, A. B. Witarto and D. Handoko, "*Support vector machine*-Teori dan Aplikasinya dalam Bioinformatika," *IlmuKomputer.Com*, 2003.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] N. Harizman, C. Oliveira, A. Chiang, C. Tello, M.