

SEGMENTASI PEMBULUH DARAH PADA CITRA FUNDUS MENGGUNAKAN METODE MORFOLOGI

by Endra Rahmawati

Submission date: 20-Jan-2020 10:04AM (UTC+0700)

Submission ID: 1243850794

File name: Yosefine-LINK-Segmentasi_Morfologi-25_agr_sore.docx (576.8K)

Word count: 2116

Character count: 13616

Segmentasi Pembuluh Darah pada Citra Fundus Menggunakan Metode Morfologi

Yosefine Triwidayastuti¹, Endra Rahmawati²

18

Program Studi Sistem Komputer¹, Program Studi Sistem Informasi²

Fakultas Teknologi dan Informatika

Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya

yosefine@stikom.edu¹, rahmawati@stikom.edu²

ABSTRAK

3

Retinopati diabetik atau penyakit mata diabetes adalah salah satu komplikasi penyakit diabetes yang berupa kerusakan retina mata. Bila kerusakan retina sangat berat, seorang penderita diabetes dapat mengalami kebutaan. Oleh sebab itu, prinsip utama dalam penanganan retinopati diabetik adalah pencegahan dengan deteksi dini melalui pemeriksaan mata. Penelitian ini menerapkan metode morfologi untuk melakukan sistem diagnosis retinopati diabetik secara otomatis. Citra fundus retina mata diubah menjadi citra grayscale, kemudian kontras citra ditingkatkan dengan *contrast stretching*. Kemudian citra diubah menjadi citra biner menggunakan *local thresholding*. Setelah itu, diterapkan beragam metode operasi matematika morfologi untuk mendapatkan hasil akhir segmentasi pembuluh darah. Dari hasil penelitian diketahui bahwa operasi *opening* menghasilkan nilai akurasi tertinggi sebesar 93,43% dibanding operasi morfologi yang lain.

Kata Kunci : citra fundus, segmentasi pembuluh darah, metode morfologi, *structure element*

1. Pendahuluan

3

Retinopati diabetik (RD) atau penyakit mata diabetes adalah salah satu komplikasi penyakit diabetes yang berupa kerusakan retina mata. Pada penderita RD, terjadi kebocoran lapisan saraf mata sehingga terjadi penumpukan cairan yang mengandung lemak serta pendarahan pada retina mata. Kondisi tersebut dapat menyebabkan penglihatan buram, hingga kebutaan (Mikail 2011).

Prinsip utama dalam penanganan retinopati diabetik adalah berupa pencegahan dengan deteksi dini melalui pemeriksaan mata (skrining) secara berkala (Franklin dan Rajan 2014). Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan memberikan kontribusi bagi pengembangan sistem diagnosis retinopati diabetik secara otomatis, sehingga dapat memberikan kemudahan bagi dokter spesialis untuk mendiagnosis dan menganalisis penyakit tersebut.

Segmentasi objek pembuluh darah dalam sebuah citra medis seperti citra fundus retina mata memainkan peran yang cukup penting dalam diagnosis penyakit mata (Youssef dan Solouma 2012). Namun, segmentasi otomatis objek dalam sebuah citra merupakan suatu tugas yang tidak mudah (Banik 2009). Pada umumnya, batas sebuah region of interest (ROI) pada citra medis seperti fundus retina mata tidak memiliki tingkat fitur yang jelas untuk bisa didapatkan hasil segmentasi yang akurat (Besenczi et al. 2015). Selain itu, banyaknya variasi kualitas citra dan adanya derau dapat memperburuk keadaan ini (Fraz et al. 2012).

Operasi matematika morfologi merupakan salah satu teknik segmentasi objek yang banyak digunakan pada citra fundus (Welfer et al. 2010).

Metode morfologi juga dapat diterapkan untuk segmentasi pembuluh darah (Imani et al. 2015). Operasi morfologi mampu meningkatkan tepian pembuluh darah yang tipis dan menghilangkan derau (Santhi et al. 2012). Namun, beragamnya operasi morfologi dapat menyebabkan perbedaan hasil unjuk kerja segmentasi pembuluh darah. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan perbedaan bermacam-macam operasi morfologi terhadap hasil unjuk kerja segmentasi pembuluh darah retina sehingga dapat memperbaiki sistem diagnosis otomatis penyakit retinopati diabetik.

2. Matematika Morfologi

Matematika morfologi adalah teknik untuk mengolah struktur geometris citra berdasarkan teori himpunan. Himpunan dalam matematika morfologi merepresentasikan objek dalam sebuah citra.

Dalam metode matematika morfologi, sebuah *Structuring Element* (SE) adalah bentuk yang digunakan untuk memeriksa kecocokan (*fits*) atau ketidakcocokan (*miss*) dengan bentuk dalam citra (Gonzales. 2008). Secara khusus, pilihan tertentu SE untuk suatu operasi morfologi mempengaruhi informasi yang bisa diperoleh.

Ada dua karakteristik utama yang secara langsung berkaitan dengan SE, yaitu bentuk dan ukurannya. Sebagai contoh, suatu SE dapat berbentuk *ball*, *line*, *diamond*, *disk*, *octagon*, *square*, *rectangle*, dan sebagainya. Pemilihan suatu SE tertentu merupakan cara untuk membedakan beberapa objek dari objek lain, sesuai dengan bentuk atau orientasi spasial objek tersebut.

Suatu SE dapat berukuran 3x3 atau 21x21. Penentuan ukuran SE hampir sama dengan pengaturan skala observasi dan penetapan kriteria untuk membedakan suatu objek citra atau fitur sesuai dengan ukurannya.

15

2.1. Operasi Dilasi

Dilasi adalah operasi morfologi yang membuat sebuah objek berkembang dan menebal sesuai dengan bentuk SE yang digunakan. Jika A adalah sebuah citra dalam ruang Z, dan B adalah SE, dilasi A oleh B didefinisikan dalam persamaan 1 (Gonzales. 2008).

$$A \oplus B = \{z | (\hat{B})_z \cap A \neq \emptyset\} \dots (1)$$

Dilasi A oleh B merupakan suatu himpunan dari semua pemindahan oleh z sehingga B dan A beriris oleh minimal satu elemen. \hat{B} mendefinisikan pencerminkan himpunan B, sedangkan $(B)_z$ menyatakan translasi atau pemindahan himpunan B oleh titik z.

15

2.2. Operasi Erosi

Erosi adalah operasi morfologi yang membuat sebuah objek menyusut atau menipis sesuai dengan bentuk dan ukuran dari SE yang digunakan. Operasi erosi didefinisikan dalam persamaan 2 (Gonzales. 2008).

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \cap A^c \neq \emptyset\} \dots (2)$$

2.3. Operasi Opening

Operasi *opening* umumnya digunakan untuk memutuskan garis tipis yang menghubungkan dua region besar, dan menghilangkan tonjolan tipis. Operasi *opening* dari himpunan A oleh *structuring element* B didefinisikan dalam persamaan 3 (Gonzales. 2008).

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \dots (3)$$

Operasi *opening* A oleh B dapat dikatakan sebagai operasi erosi A oleh B yang diikuti dengan operasi dilasi hasil erosi oleh B.

2.4. Operasi Closing

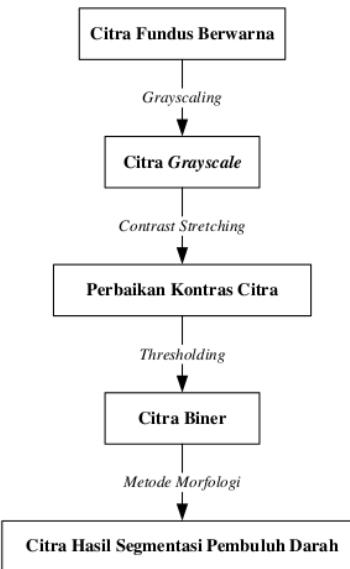
Operasi *closing* biasanya menyatukan bagian kecil yang terputus dan menyatukan cekungan yang panjang dan tipis. Operasi *closing* juga digunakan untuk menghilangkan lubang kecil dan mengisi celah yang terdapat dalam kontur.

Operasi *closing* dari himpunan A oleh *structuring element* B didefinisikan dalam persamaan 4 (Gonzales. 2008). Operasi *closing* A oleh B adalah operasi dilasi A oleh B yang kemudian diikuti dengan operasi erosi hasil dilasi oleh B.

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \dots (4)$$

3. Metode Penelitian

Diagram blok metode penelitian yang dipakai dapat dilihat pada Gambar 1. Pada tahap awal, citra fundus berwarna diubah menjadi citra *grayscale*. Setelah itu, tingkat kontras citra *grayscale* diperbaiki dengan *contrast stretching*. Kemudian citra *grayscale* diubah menjadi citra biner menggunakan *local thresholding*. Setelah itu, diterapkan beragam metode operasi matematika morfologi untuk mendapatkan hasil akhir segmentasi pembuluh darah.



Gambar 1. Metode Penelitian

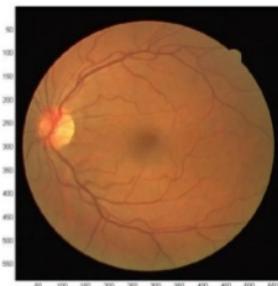
3.1. Grayscale

Grayscale adalah proses mengubah citra fundus berwarna yang memiliki tiga lapis warna menjadi citra *grayscale*. Citra hasil *grayscale* hanya memiliki satu lapis warna yang menunjukkan tingkat keabuan piksel.

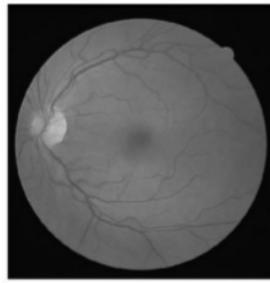
Proses *grayscale* didefinisikan dalam persamaan 5. Nilai citra *grayscale* $A(x,y)$ didapat dari hasil perhitungan rata-rata nilai piksel layer merah $R(x,y)$, hijau $G(x,y)$, dan biru $B(x,y)$.

$$A(x,y) = \frac{R(x,y) + G(x,y) + B(x,y)}{3} \dots (5)$$

Hasil proses pengubahan citra fundus berwarna menjadi citra *grayscale* ditunjukkan oleh Gambar 2 dan 3. Citra fundus retina mata yang berwarna pada Gambar 2 diubah menjadi hanya memiliki satu nilai keabuan seperti pada Gambar 3.



Gambar 2. Citra Fundus Berwarna



Gambar 3. Citra Grayscale

3.2. Contrast Stretching

Proses *contrast stretching* dilakukan untuk meningkatkan perbedaan kontras pada citra *grayscale*. Proses ini mentranslasi level keabuan menjadi nilai maksimum yaitu warna putih sehingga fitur pembuluh darah lebih dapat dibedakan dengan piksel *background*. Hasil proses *contrast stretching* terhadap citra *grayscale* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Citra Hasil Perbaikan Kontras

20

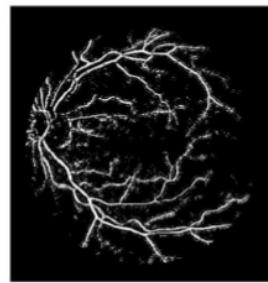
3.3. Thresholding

Thresholding adalah proses mengubah citra *grayscale* menjadi citra biner yang mengekstraksi objek dari *background*. Proses binerisasi citra didefinisikan dalam persamaan 6 (Gonzales 2008).

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x,y) \geq T(x,y) \\ 0 & \text{if } f(x,y) < T(x,y) \end{cases} \dots (6)$$

Jika nilai suatu piksel citra *grayscale* $f(x,y)$ lebih dari *threshold* $T(x,y)$, maka piksel citra biner

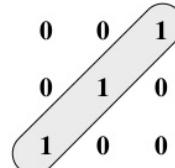
$g(x,y)$ diberi nilai 1 dan $f(x,y)$ sebagai piksel objek pembuluh darah. Jika nilai suatu piksel kurang dari nilai *threshold*, maka piksel tersebut diberi nilai 0 dan dianggap sebagai *background*. Citra biner hasil proses *thresholding* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Citra Biner

3.4. Operasi Morfologi

Selanjutnya, pada citra biner diterapkan operasi morfologi. Metode operasi matematika morfologi yang diuji untuk dihitung perbedaan hasil unjuk kerja segmentasi adalah operasi dilasi, erosi, *opening*, dan *closing*. Semua operasi tersebut menggunakan *structure element* berbentuk garis karena bentuk objek pembuluh darah retina mata mendekati bentuk garis. SE yang dipakai dalam segmentasi ini dapat dilihat pada Gambar 6. SE berbentuk garis dengan panjang 3 piksel dan memiliki sudut dengan kelipatan 15° .



Gambar 6. Structure Element

4. Pengujian

4.1. Data Pengujian

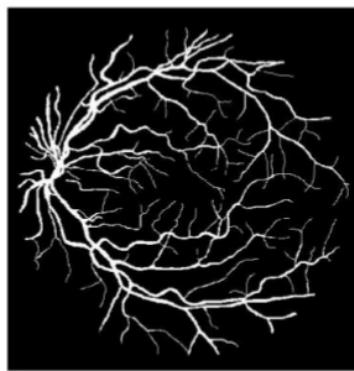
Penelitian ini menggunakan citra retina dari *database Digital Retinal Images for Vessel Extraction (DRIVE)*. *Database* ini merupakan data yang dipakai secara internasional untuk penelitian citra retina. Foto-foto pada *database* DRIVE diperoleh dari program skrining retinopati diabetik di Belanda. Populasi skrining terdiri dari 400 subjek diabetes antara umur 25-90 tahun (Ginneken 2001). Empat puluh foto telah dipilih secara acak, 33 tidak menunjukkan tanda-tanda retinopati diabetik dan tujuh menunjukkan tanda-tanda dari retinopati diabetik ringan.

Adapun foto-foto tersebut diperoleh menggunakan kamera Canon CR5 non-mydriatic 3CCD dengan bidang pandang (FOV) 45 derajat. Setiap citra ditangkap menggunakan 8 bit per bidang warna pada 768×584 piksel di mana FOV setiap

citra melingkar dengan diameter sekitar 540 piksel. Untuk database ini, citra telah dipotong sekitar FOV sehingga ukuran masing-masing citra menjadi 584 x 565 piksel yang tersimpan dalam format TIFF.

4.2. Pengukuran Pengujian

Pada tahap evaluasi, hasil segmentasi otomatis pembuluh darah retina menggunakan operasi matematika morfologi dibandingkan dengan hasil segmentasi manual oleh dokter spesialis mata. Hasil segmentasi manual ini disimpan dalam suatu citra biner dan dijadikan citra *ground truth* seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. *Ground Truth* Hasil Segmentasi Pembuluh Darah

Piksel-pi17 hasil segmentasi dibagi ke dalam 4 kelompok, yaitu: TP (*true positive*), TN (*true negative*), FP (*false positive*) dan FN (*false negative*). TP adalah piksel pembuluh darah yang terdeteksi dengan benar. TN adalah piksel non pembuluh darah yang terdeteksi dengan benar. FP adalah piksel non pembuluh darah yang terdeteksi sebagai pembuluh darah. Sedangkan FN adalah piksel pembuluh darah yang tidak terdeteksi.

Untuk menguji unjuk kerja dari metode morfologi, dihitung parameter akurasi, presisi, sensitivitas, dan *specificity*. Nilai-nilai tersebut dihitung menggunakan persamaan 7-10 (Fawcett 2006).

$$\text{Akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \dots (7)$$

$$\text{Presisi} = \frac{TP}{TP + FP} \dots (8)$$

$$\text{Sensitivitas} = \frac{TP}{TP + FN} \dots (9)$$

$$\text{Specificity} = \frac{TN}{FP + TN} \dots (10)$$

Akurasi menunjukkan ukuran ketelitian dari keseluruhan hasil segmentasi otomatis pembuluh darah retina, sedangkan nilai presisi hanya menunjukkan ketepatan hasil deteksi piksel yang dianggap sebagai pembuluh darah. Dalam hasil pengujian, tingkat sensitivitas merupakan ukuran kemampuan mendeteksi piksel pembuluh, sedangkan tingkat *specificity* merupakan ukuran kemampuan untuk mendeteksi piksel non pembuluh darah.

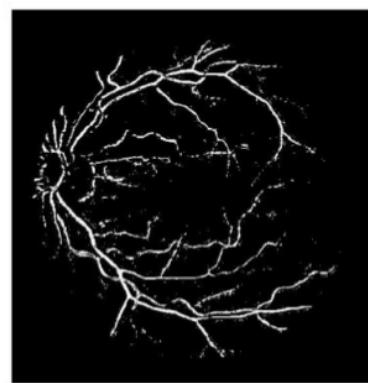
4.3. Hasil Pengujian

Hasil segmentasi pembuluh darah menggunakan operasi dilasi dapat dilihat pada Gambar 8. Hasil segmentasi pembuluh darah terlihat menebal. Hal ini menyebabkan hasil segmentasi memiliki banyak piksel *false positives*.



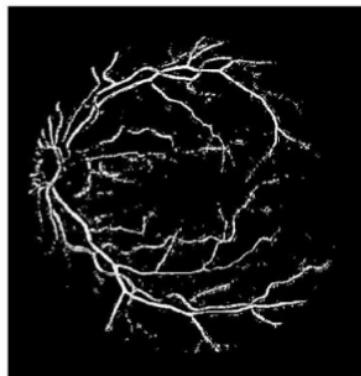
Gambar 8. Hasil Operasi Dilasi

Hasil segmentasi pembuluh darah menggunakan operasi erosi dapat dilihat pada Gambar 9. Hasil segmentasi terlihat menipis sehingga operasi erosi menghasilkan banyak piksel *false negatives*.



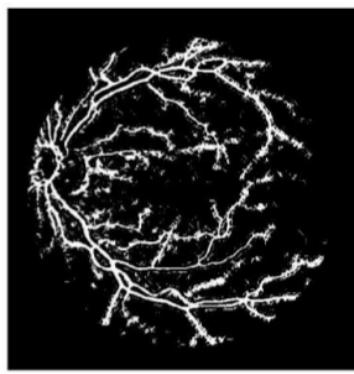
Gambar 9. Hasil Operasi Erosi

Hasil segmentasi pembuluh darah menggunakan operasi *opening* dapat dilihat pada Gambar 10. Hasil segmentasi terlihat lebih mendekati citra *ground truth*, karena operasi *opening* menggabungkan operasi erosi dan dilasi secara berturut-turut.



Gambar 10. Hasil Operasi *Opening*

Hasil segmentasi pembuluh darah menggunakan operasi *closing* dapat dilihat pada Gambar 11. Hasil segmentasi terlihat lebih mendekati hasil operasi dilasi, karena operasi *closing* menerapkan operasi dilasi terlebih dahulu yang kemudian diikuti operasi erosi.



Gambar 11. Hasil Operasi *Closing*

Hasil segmentasi pembuluh darah secara keseluruhan terhadap semua operasi morfologi untuk rata-rata 20 citra fundus dapat dilihat pada Tabel 1. Operasi dilasi memiliki sensitivitas tertinggi dikarenakan operasi dilasi menghasilkan lebih banyak piksel yang dianggap objek pembuluh darah. Sedangkan operasi erosi mampu menghasilkan presisi dan *specificity* yang paling besar, karena operasi erosi meminimalkan deteksi piksel sebagai objek pembuluh darah. Operasi *opening* dapat menghasilkan akurasi yang paling

tepat, karena operasi *opening* merupakan gabungan dari operasi erosi yang diikuti oleh dilasi.

Tabel 1. Unjuk Kerja Hasil Segmentasi

Operasi	Akurasi	Presisi	Sensitivitas	<i>Specificity</i>
Dilasi	89,01%	45,19%	59,65%	91,82%
Erosi	93,37%	85,95%	30,23%	99,47%
<i>Opening</i>	93,43%	79,34%	36,07%	98,96%
<i>Closing</i>	92,31%	62,13%	44,74%	96,89%

5. Kesimpulan

Metode morfologi dapat diterapkan pada sistem segmentasi otomatis pembuluh darah. Hasil segmentasi menunjukkan bahwa rata-rata nilai akurasi dapat mencapai hampir 90%. Nilai akurasi tertinggi dihasilkan oleh penerapan operasi *opening* pada citra fundus yang mampu memiliki akurasi sebesar 93,43%. Hal ini disebabkan operasi *opening* merupakan gabungan dari operasi erosi yang diikuti oleh dilasi.

6. Referensi

- [13] Banik, S., Rangayyan, R.M. dan Boag, G.S. 2009, *Landmarking and Segmentation of 3D CT Images*, Synthesis Lectures On Biomedical Engineering, Morgan & Claypool.
- [6] Besenczi, R. Toth, J. Hajdu, A. 2015, *A Review on Automatic Analysis Technique for Color Fundus Photographs*, Computational and Structural Biotechnology Journal, Vol 14, Hal 371-384.
- [14] Fawcett, T. 2006, *An Introduction to ROC Analysis*, Pattern Recognition Letters, Vol 27, Hal 861–874.
- [7] Franklin, S.W. Rajan, S.E. 2014, *Computerized Screening of Diabetic Retinopathy Employing Blood Vessel Segmentation in Retinal Images*, Biocybernetics and Biomedical Engineering, Vol 34, Hal 117-124.
- [21] Fraz, M.M. Remagnino, P. Hoppe, A. Uyyanonvara, B. Rudnic [11] A.R. Owen, C.G. Barman, S.A. 2012, *Blood Vessel Segmentation Methodologies in Retinal Images – A Survey*, Computer Methods and Programs in Biomedicine [16], Vol 108, Hal 407-433.
- [20] Ginnicken, B. 2001, *DRIVE: Digital Retinal Images for Vessel Extraction*, <http://www.isi.uu.nl/Research/Databases/DRIVE/> diakses pada tanggal 29 April 2014.
- [4] Gonzales, R.C., dkk. 2008, *Digital Image Processing 3rd edition*, USA: Prentice Hall.
- [5] Imani, E. Javidi, M. Pourreza, HM. 2015, *Improvement of Retinal Blood Vessel Detection using Morphological Component Analysis*, Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol 118, Hal 263-279.
- Mikail, B. 2011, *Kompilasi Diabetes Picu Kebutaan*, Kompas,

19

<http://health.kompas.com/read/2011/10/19/17221185/Komplikasi.Diabetes.Picu.Kebutaan>
dia 10-s pada tanggal 29 April 2014.

10

- Shanti, N. Shajula, G.D. Ramar, K. 2012, *A Novel Algorithm to Analyze Retinal Image using Morphological Operators*, Procedia Engineering, Vol 38, Hal 3880-3891.
- 24 Welfer, D., Scharcanski, J., Kitamura, C.M., Dal Pizzol, M.M., Ludwig, L.W.B., dan Marinho, D.R. 2010, *Segmentation of the Optic Disk in*

Color Eye Fundus Images using an Adaptive Morphological Approach, Computers in Biology and Medicine, Vol 40, No 2, Hal 124-137.

5

Youssef, D. Solouma, N.H. 2012, *Accurate Detection of Blood Vessels Improves the Detection of Exudates in Color Fundus Images*, Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol 108, Hal 1052-1061.

SEGMENTASI PEMBULUH DARAH PADA CITRA FUNDUS MENGGUNAKAN METODE MORFOLOGI

ORIGINALITY REPORT



PRIMARY SOURCES

- | | | |
|---|--|-----|
| 1 | www.ijert.org
Internet Source | 1 % |
| 2 | idealisrealis.blogspot.com
Internet Source | 1 % |
| 3 | www.mitranetra.or.id
Internet Source | 1 % |
| 4 | Submitted to Griffth University
Student Paper | 1 % |
| 5 | Benalcázar, Marco, Marcel Brun, and Virginia Ballarin. "Automatic Segmentation of Exudates in Ocular Images using Ensembles of Aperture Filters and Logistic Regression", Journal of Physics Conference Series, 2013.
Publication | 1 % |
| 6 | Submitted to Deakin University
Student Paper | 1 % |
| 7 | www.ijlera.com
Internet Source | 1 % |

8

ar.scribd.com

Internet Source

1 %

9

Submitted to Universitas Dian Nuswantoro

Student Paper

1 %

10

N. Santhi, G.D. Shajula, K. Ramar. "A Novel Algorithm to Analyze Retinal Image Using Morphological Operators", Procedia Engineering, 2012

Publication

1 %

11

www.fujipress.jp

Internet Source

1 %

12

Bambang Krismono Triwijoyo. "Segmentasi Citra Pembuluh Darah Retina Menggunakan Metode Deteksi Garis Multi Skala", Jurnal Matrik, 2017

Publication

1 %

13

G. Bueno, O. Déniz, J. Salido, C. Carrascosa, J. M. Delgado. "A geodesic deformable model for automatic segmentation of image sequences applied to radiation therapy", International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 2010

Publication

1 %

14

vdocuments.site

Internet Source

1 %

publication.gunadarma.ac.id

15	Internet Source	1 %
16	Lecture Notes in Bioengineering, 2015. Publication	1 %
17	eprints.akakom.ac.id Internet Source	1 %
18	Submitted to STIKOM Surabaya Student Paper	1 %
19	naturallyplusinfo.com Internet Source	1 %
20	journal.untar.ac.id Internet Source	1 %
21	www.igi-global.com Internet Source	<1 %
22	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
23	library.binus.ac.id Internet Source	<1 %
24	www.modeling-ophthalmology.com Internet Source	<1 %
25	hal.archives-ouvertes.fr Internet Source	<1 %

Exclude quotes	Off	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	Off		