

IMPLEMENTASI SEGMENTASI PEMBULUH DARAH RETINA PADA CITRA FUNDUS MATA BERBASIS *HISTOGRAM EQUALIZATION* DAN *2D-GABOR FILTER*

Fahmi Arya Wicaksono¹

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Trunojoyo Madura

Masuk: 19 Oktober 2014, revisi masuk : 8 Januari 2015, diterima: 30 Januari 2015

ABSTRACT

Medical Technology is growing by the growth of the era. The detection of illness which is suffered by human can be detected earlier by doing observation of the symptom that emerge from the sufferer. The observation of the symptom can be done to the human organs which are probably changing because of illness, for example: the retina of eye. The changing of the structure can be seen is the blood vessel which becomes bigger or the disorder of the blood vessel of the retina of eye. In order to detect the illness, initial stage is to perform segmentation of the blood vessel. This study is using 2D-Gabor filters for segmenting the image. It is divided into 2 stages, namely preprocessing and segmentation. In the early stage of preprocessing consists of taking the green channel image, and improve the image contrast by Histogram Equalization. And the second stage is segmentation by 2D-Gabor filter method, thresholding the image, clean up the image of the noise, and the field of view. Then the results of the process compared with the groundtruth image to calculate the level of accuracy. The test performed on a database of Digital Retinal Images for Vessel Extraction (DRIVE) as many as 20 images. The accuracy of the results obtained from this test was 81.11%. The image of the result of segmentation is quite good, so the 2D-Gabor filter can be properly segmenting.

Keywords: *Segmentation of Retinal Blood Vessel, Eye Fundus Image, Histogram Equalization, 2D-Gabor Filters*

INTISARI

Dengan berkembangnya jaman semakin berkembang juga teknologi kedokteran. Pendeteksian penyakit yang diderita manusia dapat dideteksi secara dini dengan melakukan peninjauan gejala yang muncul dari penderitanya. Peninjauan gejala dapat dilakukan pada organ-organ tubuh yang mungkin mengalami perubahan struktur karena suatu penyakit contohnya yaitu pada retina mata. Perubahan struktur yang dapat dilihat yaitu perubahan dari pembuluh darah yang semakin membesar atau kelainan dari pembuluh darah dari retina mata. Untuk mendeteksi penyakit tersebut, tahap awal yang melakukan segmentasi pada pembuluh darah. Pada penelitian ini menggunakan metode *2D-Gabor Filter* untuk mensegmentasi citra. Penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap, yaitu *preprocessing* dan segmentasi. Pada tahap awal *preprocessing* terdiri dari mengambil citra *green channel*, dan memperbaiki kontras citra dengan *Histogram Equalization*. Dan tahap kedua yaitu segmentasi dengan metode *2D-Gabor Filter*, *thresholding* citra, membersihkan citra dari *noise*, dan *field of view*. Kemudian hasil dari proses tersebut dibandingkan dengan citra *groundtruth* untuk menghitung tingkat akurasi. Pengujian dilakukan pada *database Digital Retinal Images for Vessel Extraction (DRIVE)* sebanyak 20 citra. Hasil Akurasi yang didapat dari pengujian tersebut sebesar 81,11%. Citra hasil dari segmentasi cukup baik, sehingga *2D-Gabor Filter* bisa mensegmentasi dengan baik.

Kata kunci: *Segmentasi Pembuluh Darah Retina, Citra Fundus Mata, Histogram Equalization, 2D-Gabor Filter.*

¹valentino.arya@gmail.com

PENDAHULUAN

Pada saat ini, teknologi kedokteran didunia semakin berkembang pesat. Pendeteksian penyakit yang diderita manusia dapat dideteksi secara dini dengan melakukan peninjauan gejala yang muncul dari penderitanya. Peninjauan gejala dapat dilakukan pada organ-organ tubuh yang mungkin mengalami perubahan struktur karena suatu penyakit. Salah satu organ tubuh yang dapat dilakukan pendeteksian yaitu mata.

Salah satu dari beberapa bagian pada mata yang dapat dijadikan acuan untuk mendiagnosa suatu penyakit yang diderita oleh manusia adalah retina, yaitu pada pembuluh darahnya. Dari pembuluh darah pada retina mata bisa didapatkan informasi mengenai ketidaknormalan dengan ditandai dari kelainan atau dengan membesarnya pembuluh darah retina tersebut yang disebabkan oleh penyakit tertentu. Agar pembuluh darah dapat dipetakan dan mudah untuk menilai karakteristik dari pembuluh darah, maka dilakukanlah segmentasi terhadap pembuluh darah tersebut (Mandasari, 2012).

Sebelum melakukan proses segmentasi, selalu dilakukan proses *preprocessing* terlebih dahulu. Proses *preprocessing* bertujuan untuk memperbaiki citra sebelum dilakukan segmentasi agar hasil segmentasi maksimal. Citra diambil komponen warnanya (*channel*). Bukan sampai disitu saja, perbaikan citra dapat juga dilakukan setelahnya dengan menambahkan intensitasnya

Dalam penelitian ini diimplementasikan segmentasi dengan *Histogram Equalization* dan metode *2D-Gabor filter*. Alur implementasi ini terdiri dari *preprocessing* (perbaikan citra) dan segmentasi. Pada *preprocessing* digunakan *Histogram Equalization* dan pada segmentasi digunakan metode *2D-Gabor Filter*.

Pada umumnya peneliti banyak menggunakan CLAHE untuk proses perbaikan citra pada segmentasi untuk citra medis. Tetapi pada penelitian ini digunakan *Histogram Equalization* sebagai perbaikan citra. Untuk proses

kedua, yaitu segmentasi digunakan metode *2D-Gabor Filter*. *2D-Gabor Filter* dirasa cukup baik untuk mempertegas beda dari pembuluh darah dan backgroundnya.

Dan tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode *2D-Gabor Filter* untuk mensegmentasi pembuluh darah retina pada citra fundus mata. Mendapatkan tingkat akurasi hasil segmentasi dan membandingkannya dengan *groundtruth*. Hasil penelitian ini dapat digunakan lebih lanjut untuk memperoleh lokasi *Nerve Optic Head* dan untuk membedakan antara *Blood Vessel* dengan *Exudates (Hard and cotton wool spot)*.

METODE

Tahap *preprocessing* berguna untuk mempermudah proses segmentasi. Untuk *preprocessing* digunakan *green channel* dan *Histogram Equalization*.

Green Channel merupakan komponen dalam citra. Untuk tahap *preprocessing*, yang pertama akan dilakukan yaitu merubah citra ke citra *green channel*s. Citra *green channel* dipilih karena mempunyai tingkat kontras yang baik, sedangkan jika menggunakan *red channel* citra menjadi terlalu cerah. Dan jika menggunakan *blue channel* citra akan menjadi terlalu gelap dan mempunyai banyak *noise* (Rahmah, 2010)

Pada proses selanjutnya yaitu untuk memperbaiki kualitas pada citra dengan menggunakan *Histogram Equalization*. Tujuan menggunakan *Histogram Equalization* adalah agar citra mempunyai histogram dengan sebaran tingkat keabuan citra yang merata. Untuk penyebaran tingkat keabuan citra terhadap histogram awal dilakukan dengan memetakan setiap nilai piksel pada histogram awal menjadi nilai piksel baru. Distribusi ulang dapat ditulis dengan persamaan seperti pada Persamaan 1 (Putra,2012) :

$$n(g) = \max\left(0, \text{round}\left(\left(L-1\right) * \frac{c(g)}{N}\right) - 1\right) \dots (1)$$

Dengan $n(g)$ menyatakan nilai piksel, N merupakan jumlah piksel, g merupakan

histogram awal yang nilainya dari 1... , L-1 : L merupakan nilai level grey maksimal, untuk $c(g)$ merupakan jumlah piksel yang berjumlah sama dengan g atau kurang, yang dapat ditunjukkan pada Persamaan 2 adalah sebagai berikut :

$$c(g) = \sum_{\substack{I \\ I \leq g}} h(I), g = 1, 2, 3, \dots, L-1 \dots\dots\dots (2)$$

dengan $h(.)$ adalah histogram awal.

2D-Gabor filter salah satu fungsi linier untuk pendeteksian tepi. Pada 2D-Gabor filter, perhitungannya merupakan gabungan dari fungsi gaussian yang terdiri dari frekuensi, orientasi, dan gelombang sinoisoidal (Mandasari, 2012)

Metode 2D-Gabor filter berfungsi untuk mengurangi ciri yang tidak dibutuhkan dalam citra. 2D-Gabor filter sangat baik untuk menggambarkan bentuk dan mendeteksi ciri. Dengan memodulasi berbagai pemodelan frekuensi dari fungsi gaussian, 2D-Gabor filter dapat ditunjukkan pada Persamaan 3 (Mandasari, 2012) :

$$G(x, y) = \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x_1^2}{\sigma_x^2} + \frac{y_1^2}{\sigma_y^2}\right)\right\} \cos(2\pi x_1 f) \dots\dots\dots (3)$$

Dengan nilai $x_1 = x \cdot \cos\theta - y \cdot \sin\theta$ dan nilai $y_1 = x \cdot \sin\theta + y \cdot \cos\theta$.

Untuk menerapkan 2D-Gabor filter, citra dirotasi dengan arah yang berbeda-beda sebanyak 12 rotasi dan untuk perulangan rotasinya dengan sudut 15°, sehingga akan didapatkan *template* dengan hasil citra yang berbeda-beda sebanyak 12 filter. Kemudian dicari maksimal respon untuk mendapatkan hasil citra segmentasi yang baik. Dari 12 *template* tersebut dibandingkan dan dicari nilai maksimalnya. Setelah itu terpilihah *template* dengan warna yang paling hitam (Mandasari, 2012)

Binerisasi adalah dirubahnya warna masing-masing region pixel gambar menjadi bernilai 0 atau 255, Sehingga citra berwarna hitam atau putih. Pada proses binerisasi, digunakan *thresholding* yang menjadi nilai ambang. *Threshold* menentukan nilai gray level

tertentu yang akan diubah menjadi piksel bernilai 0 atau 255.

Operasi morfologi digunakan untuk memperbaiki citra segmentasi dengan *structuring element* sebagai *mask*. *Structuring element* digunakan pada saat citra diproses untuk mendapatkan citra baru dengan ukuran citra yang sama. *Structuring element* terdiri dari suatu nilai yang berpusat di tengah. *Structuring element* dapat disebut juga dengan *mask* karena *structuring element* dikonvolusi dengan citra.

Dilasi merupakan operasi yang merubah suatu obyek menjadi tebal atau berkembang sesuai dengan ukuran dan bentuk dari *structuring element* yang digunakan. Operasi dilasi dapat didefinisikan seperti pada Persamaan berikut [4].

$$D(x, y) = f(x, y) \oplus h(xy) \dots\dots\dots (4)$$

Noise merupakan gangguan pada citra berupa bintang-bintang. Noise harus diatasi sebelum citra dianalisa. Karena adanya *noise* dapat mengurangi tingkat akurasi dari segmentasi. Penanganan *noise* dapat berupa proses *filtering* atau dengan menghapus piksel dengan ukuran tertentu. Salah satunya adalah dengan menghapus area pada citra yang memiliki ukuran tertentu. Untuk menghapus *noise*, digunakan operasi morfologi opening.

Operasi morfologi opening merupakan operasi morfologi yang terdiri dari 2 proses dasar, yakni dilasi dan erosi. Operasi morfologi opening adalah proses operasi morfologi erosi yang diikuti oleh operasi morfologi dilasi. Pada penghapusan *noise*, ukuran *structuring element* berpengaruh pada penghapusan *noise*. Jika ukuran *structuring element* kecil, maka *noise* kecil saja yang terhapus.

Overlapping digunakan untuk menghilangkan tepi pada citra. *Overlapping* merupakan penjumlahan dari citra *masking* yang nilainya dinegatifkan dengan hasil binerisasi setelah *noise* dihilangkan yang nilainya dinegatifkan. Ditunjukkan dalam sebuah Persamaan 6 seperti berikut :

$$\text{Overlapping} = \sim M + (\sim E) \dots \dots (6)$$

Dengan M menyatakan *masking* dari citra fundus dan E merupakan hasil binerisasi setelah *noise* dihilangkan.

Field of View merupakan cara untuk menghilangkan tepi dengan membuat *masking* citra dari citra fundus yang diproses pada saat itu juga. Terdapat beberapa tahapan untuk membuat *masking* citra, yaitu :

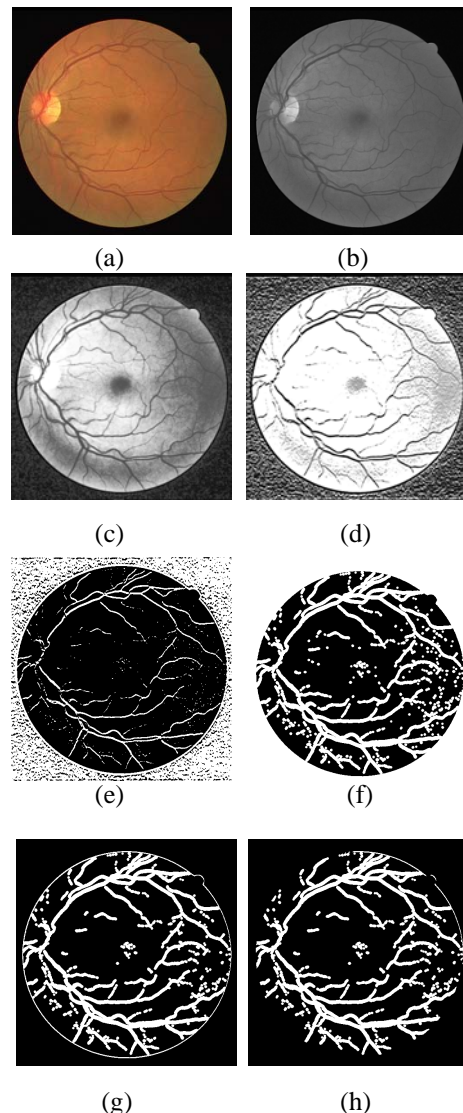
Pertama yaitu merubah citra fundus menjadi citra *red channel*. Mengubah citra fundus mata menjadi *red channel* menghasilkan citra yang terlalu terang. Untuk membuat *masking*, pembuluh darah akan diabaikan, sehingga citra yang terlalu terang lebih mudah diproses untuk mendapatkan citra *masking*.

Kedua, proses merubah *red channel* menjadi citra biner (hitam putih). Citra *red channel* memberi efek kontras pada obyek fundus. Efek tersebut dengan mudah membagi citra menjadi *background* dan *foreground*. Untuk menyamakan nilai piksel, citra *red channel* dirubah menjadi citra biner. Hasil yang didapat berupa *masking* dari citra tersebut.

Sedangkan untuk menghilangkan tepi citra, dilakukan tahap sebagai berikut: pertama, Citra tepi berbentuk seperti cincin. Citra dideteksi dari citra *masking*. Citra ini digunakan untuk menghapus tepi pada citra hasil.

Kedua, Operasi morfologi dilasi dilakukan untuk menebalkan tepi dari citra tepi. Penebalan diperlukan agar tepi pada citra hasil yang ikut menebal karena operasi morfologi dapat hilang dengan citra tepi yang tebal. Namun, citra tepi tidak boleh terlalu tebal. Jika terlalu tebal maka pembuluh darah pada citra hasil ikut terhapus.

Ketiga, mencocokkan citra hasil segmentasi dengan citra tepi yang telah tebal. piksel pada citra tepi jika berwarna putih (bernilai 0) maka pada citra hasil segmentasi diubah menjadi warna hitam (bernilai 1) (Rahmawati, 2012)



Gambar 1. (a) Citra Masukan; (b) Citra Green Channel; (c) Citra hasil Histogram Equalization; (d) Citra hasil segmentasi; (e) Citra setelah dibinerisasi; (f) Citra hasil morfologi; (g) Citra hasil *overlay* dan *noise removal*; (h) Citra hasil *field of view*.

Untuk perhitungan tingkat akurasi, akan digunakan *Balance Accuracy*. *Balance accuracy* digunakan untuk menghindari kenaikan kinerja pada data yang tidak seimbang. Akurasi ini merupakan rata-rata dari *sensitivity* dan *specificity* (Brodersen, 2010). *Sensitivity* dan *specificity* dituliskan pada Persamaan 5 dan Persamaan 6 sebagai berikut :

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP+FN} \dots\dots\dots (5)$$

$$Specificity = \frac{TN}{TN+FP} \dots\dots\dots (6)$$

Sensitivity adalah untuk perhitungan yang benar dianggap sebagai pembuluh darah maupun yang terdeteksi sebagai pembuluh darah. *Specificity* adalah untuk perhitungan yang bukan termasuk terdeteksi sebagai pembuluh darah. Rumus *Balance accuracy* dituliskan pada Persamaan 7 sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{Sensitivity+Specificity}{2} \dots\dots\dots (7)$$

PEMBAHASAN







Data yang digunakan adalah data dari dataset DRIVE (Image Science Institute, 2010) yang merupakan citra fundus mata berwarna sejumlah 20 citra dengan ukuran masing-masing citra 565 x 584 piksel. Foto-foto untuk database DRIVE yang diperoleh dari program skrining *Diabetic Retinopathy* di Belanda. Populasi skrining terdiri dari 400 subyek diabetes antara 25-90 tahun ((Image Science Institute, 2010). *Database* terdiri dari 40 citra yang terbagi menjadi 20 citra *testing* dan 20 citra *training*. Masing-masing citra *testing* maupun *training*, terdapat citra fundus mata berwarna, citra *groundtruth*, dan citra *masking*.

Hasil uji coba terhadap ukuran structuring element yang berbeda-beda. Untuk uji coba 1 membandingkan tingkat akurasi terhadap ukuran *structuring element* yang berbeda-beda. Ukuran *structuring element* diberikan secara berulang dari ukuran 1, 2, dan 3 dengan bentuk *structuring element disk* pada saat proses segmentasi.

Pada Tabel 1 berikut menampilkan hasil keluaran citra dengan dengan ukuran *structuring element* 1, 2, dan 3 dengan bentuk *structuring element* berupa *disk*.




Hasil uji coba terhadap nilai standart deviasi yang berbeda-beda. Untuk uji coba 2 membandingkan tingkat akurasi terhadap nilai nilai standart deviasi yang berbeda-beda.




Tabel 1. Hasil uji coba terhadap ukuran structuring element

Uji Coba 1	Uji Coba 2	Uji Coba 3
Citra 01_Hasil		
		
Akurasi = 83,19 % <i>Sensitivity</i> = 0,7168	Akurasi = 83,56 % <i>Sensitivity</i> = 0,7771	Akurasi = 82,79% <i>Sensitivity</i> = 0,8128
Citra 02_Hasil		
		
Akurasi = 83,63 % <i>Sensitivity</i> = 0,7167	Akurasi = 84,44 % <i>Sensitivity</i> = 0,7807	Akurasi = 83,94 % <i>Sensitivity</i> = 0,8143
Rata-rata 20 citra: Akurasi = 80,42% <i>Sensitivity</i> = 0,6550	Rata-rata 20 citra: Akurasi = 81,11 % <i>Sensitivity</i> = 0,7198	Rata-rata 20 citra: Akurasi = 80,57 % <i>Sensitivity</i> = 0,7552

Nilai standart deviasi diberikan secara berulang dari nilai *Sx* = 7, 8, dan 9 pada saat proses segmentasi. Untuk nilai standart deviasi *Sy* tetap bernilai 2.

Pada Tabel 2 berikut menampilkan hasil keluaran citra dengan nilai standart deviasi $S_x = 7, 8, \text{ dan } 9$.

Uji Coba 1	Uji Coba 2	Uji Coba 3
Citra 01_Hasil		
		
Akurasi = 74,25 %	Akurasi = 83,56 %	Akurasi = 78,64%
<i>Sensitivity</i> = 0,4833	<i>Sensitivity</i> = 0,7771	<i>Sensitivity</i> = 0,9291

Citra 02_Hasil		
		
Akurasi = 71,52 %	Akurasi = 84,44 %	Akurasi = 80,33 %
<i>Sensitivity</i> = 0,4589	<i>Sensitivity</i> = 0,7807	<i>Sensitivity</i> = 0,9413
Rata-rata 20 citra:	Rata-rata 20 citra:	Rata-rata 20 citra:
Akurasi = 68,47 %	Akurasi = 81,11 %	Akurasi = 76,51 %
<i>Sensitivity</i> = 0,3949	<i>Sensitivity</i> = 0,7198	<i>Sensitivity</i> = 0,8980

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan segmentasi pembuluh darah menggunakan metode *2D-Gabor Filter* dapat diketahui bahwa

2D-Gabor Filter cukup baik digunakan untuk proses segmentasi.

Uji coba yang dilakukan pada dua skenario uji yang masing-masing terdiri dari 3 uji coba. Skenario uji coba pertama adalah uji coba dengan ukuran *structuring element* yang berbeda. Uji coba menggunakan *structuring element* bentuk *disk*. Ukuran *structuring element* yang berbeda terdiri dari 2, 3, dan 4. Dari skenario uji pertama dihasilkan citra segmentasi dengan rata-rata akurasi sebesar 80,42 %, 81,11 % dan 80,57 %.

Skenario uji coba kedua adalah uji coba dengan nilai standar deviasi yang berbeda. Uji coba menggunakan standar deviasi tetap, yakni dengan $S_y = 2$ dan frekuensi 0.1. Nilai standar deviasi yang berbeda terdiri dari 7, 8, dan 9. Dari skenario uji kedua dihasilkan citra segmentasi dengan rata-rata akurasi sebesar 68,47 %, 81,11%, dan 76,51 %.

Dari dua skenario uji, masing-masing diambil salah satu uji coba dengan hasil citra segmentasi yang bagus. Citra segmentasi yang bagus adalah ketika terdapat sedikit *noise* atau tidak sama sekali dan banyak pembuluh darah terdeteksi pada citra segmentasi.

Dari acuan tersebut, untuk skenario uji pertama yang memenuhi syarat adalah pada uji coba 2 dengan ukuran *structuring element* sebesar 2. Rata-rata akurasinya sebesar 81,11 %. Untuk skenario kedua yang memenuhi syarat adalah pada uji coba 2 dengan nilai standar deviasi sebesar 8. Rata-rata akurasinya sebesar 81,11%. Dapat disimpulkan bahwa ukuran *structure element* berpengaruh terhadap tingkat akurasi segmentasi citra dalam proses segmentasi. Apabila tidak menggunakan *structuring element* yang tepat, maka tingkat akurasi yang didapat kecil. Dibutuhkan beberapa kali percobaan untuk menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi dengan ukuran *structuring element* yang tepat. Dan perubahan nilai standar deviasi juga mempengaruhi tingkat akurasi segmentasi citra. Semakin kecil nilai standar deviasi, maka citra hasil segmentasi yang terdeteksi tidak detail karena pembuluh darah banyak yang hilang saat proses *noise removal* karena dianggap sebagai *noise*. Sedangkan jika

nilai standar deviasi semakin besar maka citra hasil segmentasi akan terdeteksi semakin jelas mendekati *groundtruth*. Namun jika nilai standar deviasi yang diberikan melebihi batas optimal, maka akan muncul banyak noise pada citra yang mengakibatkan penurunan nilai akurasi.

Penelitian tentang segmentasi pembuluh darah, dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang berbeda untuk menghasilkan cita segmentasi yang lebih bagus. Selain itu, penelitian tentang fundus mata bukan hanya tentang segmentasi pembuluh darah. Penelitian yang lainnya dapat berupa deteksi *Nerve Optic Head*, membedakan pembuluh darah dengan *exudate*, dan deteksi penyakit *diabetic rethinopathy*.

DAFTAR PUSTAKA

- Mandasari, H. R., Tjandrasa, H., Wijaya, A.Y. Segmentasi Pembuluh Darah Retina pada Citra Fundus Mata dengan 2D-Gabor Filter. Surabaya : Fakultas Teknologi Informasi ITS. Jamilah, Hartini.S. (2012) Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Subkontrak Menggunakan Metode Entropy dan TOPSIS, *IJCCS, Vol.5 No.2.*
- Image Science Institute. DRIVE (*Digital Retinal Image Vessel Extraction*). URL:<http://www.isi.uu.nl/Research/Databases/DRIVE>, diakses pada tanggal 30 September 2013.
- Rahmah, D. N., Tjandrasa, H., Yuniarti, A. Implementasi Segmentasi Pembuluh Darah Retina pada Citra Fundus Mata Berwarna Menggunakan Pendekatan Morfologi Adaptif. Surabaya : Fakultas Teknologi Informasi ITS.
- Putra, I. K., Suarjana, I. G. Segmentasi Citra Retina Digital Retinopati Diabetes Untuk Membantu Pendeteksian Mikroaneurisma. Bali : Kampus Bukit Jimbaran.
- Rahmawati, I., Tjandrasa, H., Arieshanti, I. Implementasi Model Segmentasi Pembuluh pada Citra Retina Fundus Menggunakan Algoritma *Modular Supervised*. Surabaya : Fakultas Teknologi Informasi ITS. 2012
- Brodersen, K.H., Ong, C.S., Stephany, K.E., Buhmann, J.M. *The Balanced Accuracy and Its Posterior Distribution*. Switzerland : International Conference on Pattern Recognition 2010.