

**DETEKSI EKSUDAT PADA CITRA RETINA MENGGUNAKAN MEAN
SHIFT SEGMENTATION DAN ADAPTIVE THRESHOLDING**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana**



Oleh

**Timona Absari
09011181520117**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN JUDUL

**DETEKSI EKSUDAT PADA CITRA RETINA MENGGUNAKAN MEAN
SHIFT SEGMENTATION DAN ADAPTIVE THRESHOLDING**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana**



Oleh

**Timona Absari
09011181520117**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

**DETEKSI EKSUDAT PADA CITRA RETINA MENGGUNAKAN MEAN
SHIFT SEGMENTATION DAN ADAPTIVE THRESHOLDING**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Strata**

Oleh

**TRIMONA ABSARI
09011181520117**

Indralaya, Agustus 2020

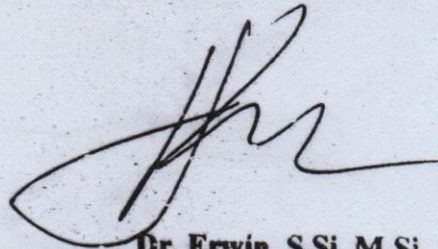
Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir



**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T
NIP. 19661203200641001**



**Dr. Erwin, S.Si, M.Si
NIP. 197101291994121001**

HALAMAN PERSETUJUAN

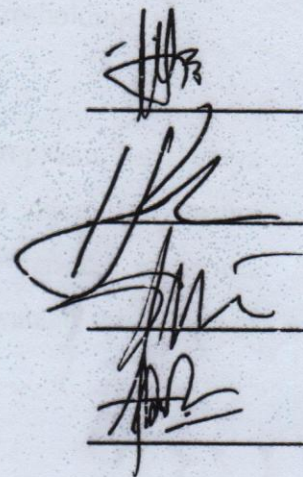
Telah diuji dan lulus pada

Hari : Rabu

Tanggal : 29 Juli 2020

Tim Penguji :

1. Ketua : Muhammad Ali Buchari, S.Kom., M.T
2. Sekretaris : Dr. Erwin, S.Si., M.Si
3. Anggota I : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T
4. Anggota II : Aditya Putra P Prasetyo, S.Kom., M.T



Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T
NIP. 19661203200641001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Trimona Absari
NIM : 09011181520117
Program Studi : Sistem Komputer
Judul : Deteksi Eksudat pada Citra Retina Menggunakan Mean
Shift Segmentation dan Adaptive Thresholding

Menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsure penjiplakan atau plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Indralaya, Agustus 2020



Trimona Absari

Exudate Detection of Retinal Images Using Mean Shift Segmentation and Adaptive Thresholding

Trimona Absari (09011181520117)

*Dept. Of Computer Engineering, Faculty Of Computer Science
Sriwijaya University*

Email : trimonaa55@gmail.com

ABSTRACT

Diabetic retinopathy is the retinal damage of people with diabetes mellitus. Diabetic retinopathy suffer can vision to decline until the suffer is blind for a long time. Diabetes disease is characterized by the appearance of several disorders. Abnormalities that occur in the retina one of which is describe by exudate. Exudate is the main sign of diabetic retinopathy caused by leakage and dilation of blood vessels around the retina. Exudate in the form of dots or spots that have a yellowish color with various shapes and fairly high contrast. In this final project research the authors conducted the exudate detection study using Mean Shift Segmentation and Adaptive Thresholding to diagnose diseases of the retina. In thir study the authors used the STARE dataset. The first convert the original image into a RGB to Luv, eliminate fine lines in the image by using mean shift segmentation. after that the image will be converted to grayscale. Then, it will be converted into a green channel. Then, the image will be detected in the exudate candidate area using illumination correction. Enhance the contrast of retinal images with contrast adjustments. Next, removal of the optical disk. After remove the optic disk the detection of exudate is done by segmentation using adaptive thresholding. then the removal of small objects that can interfere with exudate detection. Then, to remove small holes and to refine the contour morphology closing is used. Next, use ROI to remove the outline on the retina. Using this method, getting the average result for accuracy of 97.87% and spesificity of 96.71%.

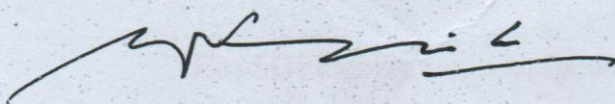
Keywords: Diabetic Retinopathy, Exudate, Optic Disk, Adaptive Thresholding, Mean Shift Segmentation.

Mengetahui

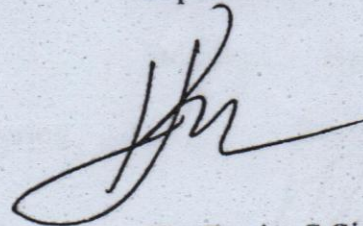
Indralaya, Agustus 2020

Head Of Department Computer Engineering

Supervisor I,



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T
NIP. 19661203200641001



Dr. Erwin. S.Si. M.Si
NIP. 197101291994121001

Deteksi Eksudat Pada Citra Retina Menggunakan Mean Shift Segmentation dan Adaptive Thresholding

Trimona Absari (09011181520117)
Jurusan Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Sriwijaya
Email: trimonaa55@gmail.com

ABSTRAK

Retinopati diabetik adalah kerusakan retina dari penderita diabetes mellitus. Penderita retinopati diabetik dapat mengalami penglihatan menurun hingga penderita menjadi buta untuk waktu yang lama. Penyakit diabetes ditandai oleh munculnya beberapa gangguan. Kelainan yang terjadi pada retina salah satunya dijelaskan oleh eksudat. Eksudat adalah tanda utama retinopati diabetik yang disebabkan oleh kebocoran dan pelebaran pembuluh darah di sekitar retina. Eksudat dalam benjolan titik-titik atau bintik-bintik yang memiliki warna kekuningan dengan berbagai bentuk dan kontras yang cukup tinggi. Dalam penelitian tugas akhir ini penulis melakukan studi pendeteksian eksudat menggunakan Mean Shift Segmentation dan Adaptive Thresholding untuk mendiagnosis penyakit retina. Dalam studi ketiga penulis menggunakan dataset STARE. Yang pertama mengkonversi gambar asli menjadi RGB ke Luv, menghilangkan garis-garis halus pada gambar dengan menggunakan segmentasi pergeseran rata-rata. Setelah itu gambar akan dikonversi menjadi grayscale. Kemudian, itu akan dikonversi menjadi saluran hijau. Kemudian, gambar akan dideteksi di area kandidat eksudat menggunakan koreksi penerangan. Tingkatkan kontras gambar retina dengan penyesuaian kontras. Selanjutnya, penghapusan disk optik. Setelah menghapus disk optik deteksi eksudat dilakukan dengan segmentasi menggunakan ambang batas adaptif. kemudian dikeluarkannya benda-benda kecil yang dapat mengganggu deteksi eksudat. Kemudian, untuk menghilangkan lubang kecil dan untuk memperbaiki penutupan morfologi kontur digunakan. Selanjutnya, gunakan ROI untuk menghapus garis pada retina. Dengan menggunakan metode ini, mendapatkan hasil rata-rata untuk akurasi 97,87% dan spesifisitas 96,71%.

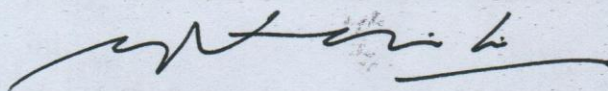
Kata kunci: Diabetic Retinopathy, Eksudat, Disk Optik, Adaptive Thresholding, Mean Shift Segmentation

Mengetahui

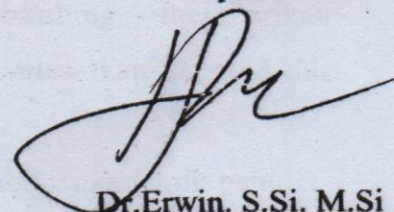
Indralaya, Agustus 2020

Head Of Department Computer Engineering

Supervisor I



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T
NIP. 19661203200641001



Dr. Erwin S. Si. M. Si
NIP. 197101291994121001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan rahmatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan atau penelitian Tugas Akhir dengan judul ***“Deteksi eksudat pada citra retina1menggunakan Mean Shift Segmentation dan Adaptive Thresholding”*** sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang strata 1pada jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu KomputerUniversitas Sriwijaya. Shalawat dan salaam tak lupa kita hantarkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak - pihak yang telah memberikan motivasi, bimbingan pengarahan, dorongan, bantuan moril maupun materil dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Orang tua penulis, Alm. Akadir dan Ibu Aminah beserta saudara – saudara penulis yakni Ningmas Mulyawati, Siti Daryati, dan Yusman Fatimura yang telah memberikan dukungan, doa, motivasi untuk kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Pak Nik dan Tante yang selalu mendukung, membantu dan mendo’akan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd. M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr.Ir.H. Sukemi, M.T selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Erwin, S.Si. M.Si. selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan pengarahan dan motivasi untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Dr.Ir.Bambang Tutuko, M.T selaku pembimbing akademik penulis.
7. Mbak Winda Kurnia Sari, selaku admin Jurusan Sistem Komputer yang telah banyak membantu mengurus seluruh administrasi yang diperlukan.

8. Teman – teman dan adik – adik seperjuangan melakukan bimbingan Tugas akhir dengan Bapak Dr. Erwin, S.Si. M.Si.
9. Ulpa, Mega, Sindi teman – teman SK15B yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
10. Maulana Malik Ibrahim yang selalu memberikan motivasi, dukungan serta doa untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Seluruh teman Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya khususnya angkatan 2015.
12. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar lebih baik lagi dikemudian hari.

Akhir kata dengan segala keterbatasan, penulis berharap semoga laporan ini menghasilkan sesuatu yang bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya secara langsung ataupun tidak langsung sebagai sumbangan pikiran dalam peningkatan mutu pembelajaran.

Indralaya, Agustus 2020

Trimona Absari

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.4 Metodologi Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait	6
2.2 Pengolahan Citra	7
2.2.1 Citra	7
2.2.2 Pengolahan Citra.....	9
2.3 Struktur Mata.....	10
2.4 Retina	11
2.4.1 Macam – macam penyakit retina	12

2.5 Diabetic Retinopathy.....	14
2.6 Eksudat.....	14
2.7 STARE	16
2.8 RGB.....	16
2.9 Morfologi Closing.....	16
2.10 Mean Shift Segmentation.....	18
2.11 Adaptive Trhesholding.....	18

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Pendahuluan.....	20
3.2 Kerangka Kerja Penulisan.....	20
3.3 Dataset.....	21
3.4 Perancangan Sistem	21
3.4.1 Groundtruth	22
3.4.2 Input Image	25
3.4.3 Pra Pemrosesan	25
3.4.3.1 RGB to luv	25
3.4.3.2 Mean Shift Segmentation.....	26
3.4.3.3 Grayscale.....	26
3.4.3.4 Greaan Channel.....	27
3.4.4 Deteksi Kandidat Daerah Eksudat.....	28
3.4.5 Peningkatan Kontas	28
3.4.6 Eliminasi Optik Disk	29
3.4.7 Adaptive Trhesholding	30
3.4.8 Remove Small Object.....	30
3.4.9 Morfologi Closing	31
3.4.10 ROI.....	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1Pendahuluan.....	33
4.2 Akuisisi Dataset	33
4.3 Akuisisi Citra	38
4.3.1 Input Citra.....	38
4.4 Pra Pemrosesan.....	39
4.4.1 RGB to luv	39
4.4.2 Mean Shift Segmentation.....	40
4.4.3 Grayscale	41
4.4.3 Greean Channel.....	42
4.5 Deteksi Daerah Kandidat Eksudat.....	42
4.6 Peningkatan Kontras.....	43
4.7 Eliminasi Optik Disk	44
4.8 Adaptive trhesholding	45
4.9 Remove Small Object.....	45
4.10 Morfologi closing	46
4.11 ROI	46
4.12 Hasil.....	47
4.13 Perhitungan Performa dan Hasil Deteksi	51
4.14 Pembahasan dan Analisa	55

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran	57

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur bagian mata	10
Gambar 2.2 Retina	14
Gambar 2.3 Citra Retina dengan Eksudat.....	15
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penulisan.....	20
Gambar 3.2 Kerangka Kerja Perancangan Sistem	14
Gambar 3.3 Kerangka Kerja Pra Pemrosesan	15
Gambar 4.1 Input Citra	18
Gambar 4.2 Hasil Gambar RGB to luv	19
Gambar 4.3 Mean Shift Segmentation	20
Gambar 4.4 Grayscale.....	21
Gambar 4.5 Green Channel.....	21
Gambar 4.6 Deteksi Daerah Kandidat Eksudat.....	22
Gambar 4.7 Peningkatan Kontras	22
Gambar 4.8 Adaptive Thresholding.....	23
Gambar 4.9 Remove Small Object.....	23
Gambar 4.10 Morphologi Closing	24
Gambar 4.11 ROI.....	25
Gambar 4.12 Hasil	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut International Diabetes Federation (IDF), sekitar 415 juta populasi di dunia menderita penyakit diabetes pada sepanjang tahun 2015 dan diperkirakan akan terus meningkat hingga 642 juta populasi di dunia pada tahun 2040, dan disetiap enam detik seseorang meninggal yang diakibatkan oleh penyakit diabetes[1]. Diabetes sendiri adalah penyakit yang terjadi dalam kurun waktu yang lama atau kronis yang terjadi akibat tingginya kadar gula dalam darah atau yang bisa disebut dengan Hyperglycemia. Kadar gula darah yang tinggi diakibatkan oleh pancreas yang tidak bisa menghasilkan insulin, sehingga kadar gula dalam darah menumpuk dan terjadi kerusakan pada organ vital manusia yang dimana salah satunya adalah mata, salah satunya yaitu diabetic retinopathy[2]. Diabetic retinopathy merupakan salah satu kerusakan pembuluh darah yang bisa mengalami pendarahan dan bocor pada mata yang disebabkan oleh diabetes mellitus[3][4]. Penyakit ini dapat menyebabkan berkurangnya penglihatan hingga yang paling parah mengalami kebutaan[5][6][7]. Diabetic retinopathy dibagi dalam dua macam yaitu diabetic retinopathy non-proliferatif (NPDR) dan diabetic retinopathy proliferative (PDR)[8]. Diabetic retinopathy biasanya pada tahapan awal tidak menunjukkan atau tidak munculnya gejala – gejala atau tanda – tanda yang signifikan pada penderita penyakit ini, namun jumlah dan keparahan kelainan akan terus meningkat dan terjadinya perubahan kecil pada kapiler retina[9]. Saat diabetic retinopathy semakin parah maka akan muncul tanda – tanda yang lebih berat yaitu dengan timbulnya mikroaneurisma, pendarahan dan eksudat pada retina[10]. Eksudat sendiri merupakan timbunan lipid dan lipoprotein dekat kapiler pada retina yang bisa terjadi kebocoran dengan warna putih kekuningan serta memiliki lokasi, ukuran dan bentuk serta kontras atau intensitas cahaya yang berbeda. Lokasi dan ukuran merupakan suatu hal yang sangat penting bagi ophthalmologist atau dokter ahli mata dalam menentukan tingkat keparahan penyakit[4][6]. Intensitas cahaya dan kontras pada gambar citra retina merupakan suatu hal yang membuat ophthalmologist sedikit kesulitan dalam deteksi eksudat karena intensitas cahaya dan kontras saat pengambilan gambar tidak cukup baik.

Deteksi dini eksudat secara otomatis sangat diperlukan, melihat dari lambannya muncul tanda – tanda dari diabetic retinopathy yang akan sangat berbahaya bagi penglihatan[11].

Algoritma Mean Shift adalah salah satu metode yang bisa digunakan untuk mendeteksi eksudat pada citra retina pada penderita penyakit diabetic retinopathy. Metode ini merupakan proses pencarian mode perulangan untuk menemukan maxima local dari fungsi kepadatan. Proses ini diterapkan untuk menentukan mode warna atau intensitas citra[10].

Adaptive Thresholding adalah salah satu metode yang paling sederhana yang digunakan untuk memisahkan citra dengan background. Selain sederhana, thresholding juga bisa melakukan komputasi dengan cepat dan kuat teknik segmentasinya[10]

Uraian di atas menjadikan alasan penulis untuk melakukan penelitian terkait deteksi eksudat melalui citra retina kepada penderita penyakit diabetic retinopathy dengan menggunakan metode Mean Shift Segmentation dan Adaptive Thresholding.

1.2 Rumusan dan Batasan Masalah

Rumusan dan batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1.2.1 Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses deteksi eksudat pada citra retina menggunakan Mean Shift Segmentation dan Adaptive Thresholding.
2. Bagaimana hasil kualitas akurasi dan spesifisitas yang didapat dari penelitian
3. Bagaimana proses menghilangkan optic disk pada citra retina dengan eksudat

1.2.2 Batasan Masalah

1. Penelitian kali ini menggunakan metode Mean Shift Segmentation dan Adaptive Thresholding
2. Eksudat merupakan objek yang digunakan oleh peneliti.
3. Mencari dan mengetahui nilai pengukuran akurasi dan spesifikasi

1.3 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dan manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1.3.1 Tujuan

- a. Untuk membuat sebuah rancangan sistem yang dapat mendeteksi eksudat melalui citra retina .
- b. Meningkatkan kualitas nilai persentasi akurasi dan spesifisitas pada metode Mean Shift Segmentation dan Adaptive Thresholding dalam mendeteksi eksudat pada penderita diabetic retinopathy melalui citra retina.

1.3.2 Manfaat

- a. Diharapkan dapat digunakan sebagai bahan rujukan dalam penelitian selanjutnya tentang deteksi eksudat dengan metode Mean Shift Segmentation.
- b. Diharapkan dapat berguna dalam mengidentifikasi dini penyakit eksudat melalui citra retina.

1.4 Metodologi Penelitian

Adapun metodologi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode Perumusan masalah

Perumusan masalah adalah tahap dimana peneliti menentukan permasalahan yang ada, yaitu bagaimana cara ***“Deteksi Eksudat Pada Penderita Diabetic Retinopathy Menggunakan Metode Mean Shift Segmentation dan Adaptive Thresholding”***. selanjutnya akan dilakukan penentuan perumusan masalah yang akan muncul dan mencari solusinya.

2. Metode Study pustaka/literature

Langkah selanjutnya adalah study/literature yang dimana peneliti mencari dan mengumpulkan referensi bacaan tentang deteksi eksudat pada penderita diabetic retinopathy menggunakan metode Mean Shift Segmentation dan Adaptive Thresholding guna untuk menunjang penulisan penelitian.

3. Metode Konsultasi

Peneliti berkonsultasi kepada orang – orang yang memahami dan mengerti tentang permasalahan yang ada pada penelitian yang akan dilakukan.

4. Metode Perancangan Sistem

Pada tahap ini akan membahas rancangan sistem tentang bagaimana proses pendeteksian citra retina menggunakan metode Mean Shift Segmentation dan adaptive thresholding.

5. Metode Pengujian

Sistem yang telah dirancang akan diuji dengan cara mendeteksi eksudat pada citra retina menggunakan metode Mean Shift Segmentation dan Adaptive Thresholding guna menghasilkan nilai akurasi dan spesifisitas yang telah dideteksi.

6. Metode analisa dan kesimpulan

Data yang dihasilkan dari tahap sebelumnya akan dianalisa untuk melihat apakah hasil penelitian terdapat kekurangan serta penyebabnya, sehingga dikemudian hari bisa dikembangkan oleh para peneliti yang tertarik pada penelitian ini selanjutnya.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis akan menjabarkan tentang latar belakang penulisan, rumusan masalah dan batasan masalah penulisan, tujuan dan manfaat penulisan, metodologi dan sistematika penulisan untuk tugas akhir ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini penulis akan menjelaskan secara menyeluruh tentang teori – teori yang berkaitan dengan judul yang telah ditentukan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan bagaimana tahap – tahap mendeksi eksudat pada tahap processing citra retina menggunakan Mean Shift Segmentation dan Adaptive Thresholding.

BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini menjelaskan bagaimana hasil pengujian dan proses deteksi dengan pengolahan citra dari sistem yang telah dilakukan.

BAB 5 KESIMPULAN

Pada bab ini berisi kesimpulan yang telah didapat dari penelitan yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. A. Nugroho, W. K. Z. Oktoeberza, R. L. Budiani, and T. B. Adj, “Analysis of texture-based features for image classification of retinal exudates,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, vol. Part F1313, pp. 54–58, 2017.
- [2] M. M. Fraz, W. Jahangir, S. Zahid, M. M. Hamayun, and S. A. Barman, “Multiscale segmentation of exudates in retinal images using contextual cues and ensemble classification,” *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 35, pp. 50–62, 2017.
- [3] K. Adem, “Exudate detection for diabetic retinopathy with circular Hough transformation and convolutional neural networks,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 114, pp. 289–295, 2018.
- [4] P. Prentašić and S. Lončarić, “Detection of Exudates in Fundus Photographs using Deep Neural Networks and Anatomical Landmark Detection Fusion,” *Comput. Methods Programs Biomed.*, 2016.
- [5] S. Banerjee and D. Kayal, “Detection of hard exudates using mean shift and normalized cut method,” *Biocybern. Biomed. Eng.*, vol. 36, no. 4, pp. 679–685, 2016.
- [6] M. Partovi, S. H. Rasta, and A. Javadzadeh, “Automatic detection of retinal exudates in fundus images of diabetic retinopathy patients,” vol. 4, no. 2, 2016.
- [7] E. Imani and H. R. Pourreza, “A novel method for retinal exudate segmentation using signal separation algorithm,” *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 133, pp. 195–205, 2016.
- [8] M. Omar, F. Khelifi, and M. A. Tahir, “Detection and Classification of Retinal Fundus Images Exudates using Region based Multiscale LBP Texture Approach,” pp. 227–232, 2016.
- [9] G. H. Kom, B. C. W. Tindo, J. R. M. Pone, and A. B. Tiedeu, “Automated Exudates Detection in Retinal Fundus Image Using Morphological Operator and Entropy Maximization Thresholding,” vol. 12, no. 3, pp. 212–224, 2019.
- [10] A. Elbalaoui and M. Fakir, “Exudates detection in fundus images using mean-shift segmentation and adaptive thresholding,” *Comput. Methods Biomech. Biomed. Eng. Imaging Vis.*, vol. 7, no. 2, pp. 145–153, 2019.
- [11] S. Yu, D. Xiao, and Y. Kanagasingam, “Exudate Detection for Diabetic Retinopathy With Convolutional Neural Networks,” pp. 1744–1747, 2017.
- [12] M. Maity, D. K. Das, D. M. Dhane, C. Chakraborty, and A. Maiti, “Fusion of Entropy-Based Thresholding and Active Contour Model for Detection of Exudate and Optic Disc in Color Fundus Images,” *J. Med. Biol. Eng.*, vol. 36, no. 6, pp. 795–809, 2016.