SEGMENTASI CITRA *DIARETDB1* PADA AREA *HEMORRHAGES DIABETIC RETINOPATHY* MENGGUNAKAN METODE *REGION GROWING*

Fenty Oktavia[1], Desi Andreswari[2], Boko Susilo[3]
[1,2,3]Program Studi Informatika, Fakultas Teknik Universitas Bengkulu
[1,2,3] Jl. WR. Supratman Kandang Limun, Bengkulu 38371 A, Indonesia

[1]oktaviafenty@gmail.com

Abstrak: Diabetic Retinophaty merupakan gangguan pembuluh darah di retina pada pasien yang mengidap Diabetes Melitus (Kencing Manis). *Diabetic Retinopathy* diklasifikasikan menjadi *Nonproliferative Diabetic Retinopathy* (NPDR) dan *Proliverative Diabetic Retinopathy* (PDR). *Nonproliferative Diabetic Retinopathy* ini dapat ditandai dengan keadaan mata yang mengandung unsur *Microanerysms, Hemorrhages* dan *Eksudat,* sedangkan *Proliverative Diabetic Retinopathy* adalah tahapan yang berada pada stadium lanjut yang menyebabkan gangguan penglihatan. Tujuan dari penelitian ini adalah mensegmentasi area *Hemorrhages* pada penyakit *Diabetic Retinopathy* dengan metode *Region Growing*, dan menentukan tingkat keberhasilan aplikasi dalam mensegmentasi *Hemorrhages* dalam menggunakan metode uji sensitivitas, spesifisitas dan akurasi. Pengujian pada penelitian ini menggunakan evaluasi performa berbasis objek yaitu mencari area *Hemorrhages* dengan cara mencari nilai piksel yang sama antara citra *Groundtruth* dan citra hasil aplikasi Matlab. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada sistem untuk segmentasi area *Hemorrhages* pada citra *DIARETDB1* didapat rata-rata nilai sensitivitas = 8,82%, spesifisitas = 6,50% dan akurasi = 7,16%.

Kata kunci: Diabetic Retinopathy,Hemorrhages, Kamera Fundus, Region Growing.

Abstract: Diabetic Retinopathy is a disorder of the blood vessels in the retina in patients with Diabetes Mellitus (Diabetes). Diabetic Retinopathy is classified into Nonproliferative Diabetic Retinopathy (NPDR) and Proliverative Diabetic Retinopathy (PDR). Nonproliferative Diabetic Retinopathy can be characterized by eye conditions that contain elements of Microanerysms, Hemorrhages and Exudates, while Proliverative Diabetic Retinopathy is an advanced stage that causes visual disturbances. The purpose of this study was to segment the area of Hemorrhages in Diabetic Retinopathy with the Region Growing method, and to determine the success rate of the application in segmenting Hemorrhages using the sensitivity, specificity and accuracy test method. The test in this study uses an object-based performance evaluation, namely finding the area of Hemorrhages by finding the same pixel value between the Groundtruth image and the image

resulting from the Matlab application. Based on the tests that have been carried out on the system for segmenting the Hemorrhages area on the DIARETDB1 image, the average sensitivity value = 8.82%, specificity = 6.50% and accuracy = 7.16%.

Keywords*: Diabetic retinopathy, Hemorrhages, Fundus Camera, Region Growing.*

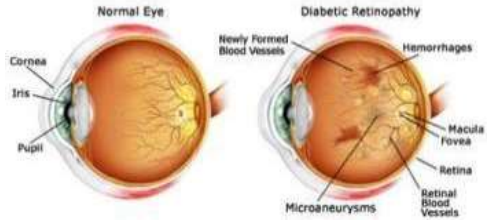
I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Data dari WHO (*World Health Organization*) mengatakan bahwa jumlah orang yang menderita penyakit diabetes meningkat dari 108 juta pada tahun 1980 menjadi 422 juta pada tahun 2014. Prevalensi global diabetes di antara orang dewasa di atas 18 tahun telah meningkat dari 4,7% pada tahun 1980 menjadi 8,5% pada tahun 2014. Diabetes dapat menyebabkan kebutaan, gagal ginjal, serangan jantung, stroke, dan amputasi tungkai bawah. Pada 2016, diperkirakan 1,6 juta kematian secara langsung disebabkan oleh diabetes. Pada tahun 2012 sebanyak 2,2 juta kematian lainnya disebabkan oleh glukosa darah tinggi [1].

Diabetic Retinophaty merupakan gangguan pembuluh darah di retina dan penyebab utama kebutaan pada pasien yang mengidap penyakit Kencing Manis. *Diabetic Retinophaty* ditandai dengan adanya gangguan pembuluh darah di retina yang berupa kebocoran dan sumbatan sehingga pada tahap selanjutnya bisa menimbulkan pembuluh darah tidak normal yang sangat rapuh dan juga bisa menyebabkan pendarahan pada mata [2].

Diabetic Retinopathy diklasifikasikan menjadi *Nonproliferative Diabetic Retinopathy* dan *Proliverative Diabetic Retinopathy. Nonproliferative Diabetic Retinopathy* ditandai adanya *Microanerysms, Hemorrhages* dan *Exudates.* Sedangkan *Proliverative Diabetic Retinopathy* yaitu tahapan yang berada pada stadium lanjut yang ditandai dengan vasoproliferatif yang dihasilkan oleh retina hingga menyebabkan pertumbuhan pembuluh darah baru yang abnormal dan rapuh [3].



Gambar 1 1. Mata Normal dan *Diabetic Retinopathy* [4]

Pemeriksaan medis terhadap penderita penyakit *Diabetic Retinopathy* dilakukan dengan salah satu cara yaitu pengamatan secara langsung oleh dokter pada citra retina pasien yang diambil menggunakan kamera fundus. Hasil citra retina akan dianalisis oleh dokter, pemeriksaan ini biasanya membutuhkan konsentrasi yang tinggi dalam menganalisis citra. Dalam penelitian ini area objek yang digunakan adalah *Hemorrhages* merupakan kerusakan akibat *Diabetic Retinopathy* berupa pendarahan yang terjadi pada pembuluh darah ditandai dengan bercak-bercak merah darah akibat pecahnya *Microaneurysms* [5].

Kelainan pada retina mata yang disebabkan oleh penyakit *Diabetic Retinopathy* merupakan kelainan-kelainan yang ada pada pembuluh darah retina mata. Salah satu contoh gejala *Diabetic Retinopathy* yang dapat dilihat dari pembuluh darah antara lain munculnya *Microaneurysm, Hemorrhages* dan

Exudates yang disebabkan adanya tonjolan yang ada pada pembuluh darah dalam retina mata. Oleh karena itu, perlu dibuat sebuah aplikasi segmentasi menggunakan metode *Region Growing* ini untuk mendeteksi penyakit *Diabetic Retinopathy* khususnya *Hemorrhages* melalui citra fundus mata sejak dini, agar dapat menekan jumlah penderita kebutaan yang diakibatkan oleh terlambatnya pemeriksaan dan juga penanganan dokter ahli. Setelah dilakukan segmentasi maka dilakukan pengujian menggunakan uji sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi. Uji sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi perlu dilakukan untuk mengetahui keberhasilan metode *Region Growing* dalam mensegmentasi area *Hemorrhages* pada proses segmentasi yang sudah dilakukan [6].

Dari beberapa penelitian yang telah disebutkan sebelumnya, diketahui bahwa metode segmentasi citra dengan menggunakan metode *Region Growing* menghasilkan hasil yang baik untuk melakukan segmentasi pada. Maka dari itu, peneliti mencoba menggunakan *Region Growing* untuk melakukan proses segmentasi area *Hemorrhages* berjudul penelitian "Segmentasi citra *DIARETDB1* pada area *Hemorhages Diabetic Retinopathy* menggunakan metode *Region Growing*".

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetic Retinopathy

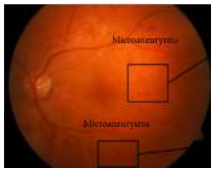
Diabetic Retinophaty merupakan penyebab paling umum kebutaan yang tidak dapat disembuhkan terjadi pada paseien yang mengidap diabetes dengan rentang usia 20-74 tahun, setiap tahun sekitar 12.000 hingga 24.000 orang kehilangan penglihatan karena diabetes. *Diabetic Retinophaty* klasifikasikan menjadi *Non-Proliferatif* dan *Proliferatif*. Gejala *Non-proliferatif Diabetic Retinopathy* yang ditunjukkan oleh penderita diabetic retinopathy antara lain *Microaneurysms*, *Hemorrhages, Soft Exudates* dan *Hard Exudates*. [5].

Microaneurysms (Gambar 2.1) merupakan titik merah kecil di antara pembuluh darah retina. Hal ini terjadi karena dinding pembuluh darah terkecil (*Microneurysms*) melemah kemudian pecah. Pembuluh darah baru ini dinamakan *neovascularisation,* beresiko lebih besar untuk pecah dan menyebabkan *Hemorrhages* yang lebih luas.

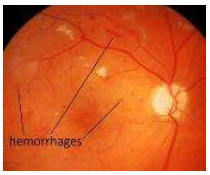
Hemorrhages (Gambar 2.2) merupakan kerusakan akibat *Diabetic Retinopathy* berupa bercak-bercak merah darah akibat pecahnya *Microneurysms,* kerusakan ini terus berlanjut dan semakin meluas bila tidak segera ditangani secara baik bisa mengakibatkan *exudates*. Dari pemeriksaan visual, *Exudates* tampak dengan bentuk yang berbeda dengan warna putih atau kekuning-kuningan dengan ukuran yang bermacam-macam.

Soft Exudates (Gambar 2.3) merupakan kerusakan akibat *Diabetic Retinopathy* berupa bercak-bercak putih kecil kekuning-kuningan, kerusakan ini terus berlanjut dan semakin meluas bila tidak segera ditangani secara baik bisa mengakibatkan *Hard Exudates.*

Hard Exudates (Gambar 2.4) merupakan kerusakan akibat *Diabetic Retinopathy* yang terlihat melebar dan membesar, kerusakan ini terus berlanjut bila tidak segera ditangani secara baik dan bisa mengakibatkan kondisi mata semakin parah dan bisa mengakibatnya muncul bercak-bercak putih seperti kapas.

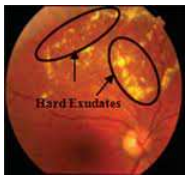


Gambar 2. 1 *Microaneurysms* [7]



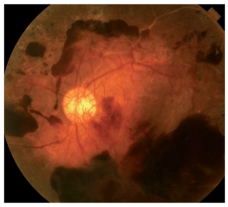
Gambar 2. 2 *Hemorrhages* [7]

Gambar 2. 3 *Soft Exudate* [7]



Gambar 2. 4 *Hard Exudate*) [7]

Proliverative Diabetic Retinopathy yaitu tahapan yang berada pada stadium lanjut yang ditandai dengan *vasoproliferatif* yang dihasilkan oleh retina hingga menyebabkan pertumbuhan pembuluh darah baru yang abnormal dan rapuh dan merupakan penyebab utama gangguan pengelihatan. [3].

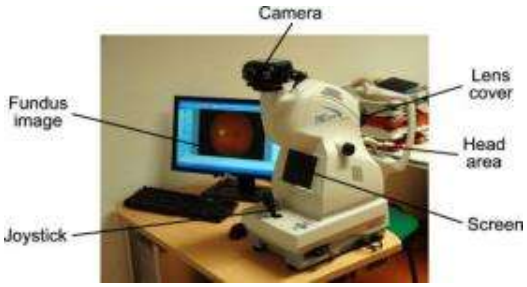


Gambar 2. 5 *Proliverative Diabetic Retinopathy*

B. Citra dari Kamera Fundus

Kamera Fundus atau kamera retina merupakan kamera yang digunakan untuk memotret gambar yang ada didalam mata dan dapat memberikan informasi mengenai penyakit *Diabetic Retinopathy*. Saat seseorang melihat sebuah obyek, berkas-berkas sinar dipantulkan obyek ke kornea mata. Berkas-berkas sinar tersebut dibelokkan dan difokuskan oleh kornea, lensa dan vitreous. Fungsi lensa adalah untuk memastikan bahwa berkas-berkas sinar tersebut terfokus tajam ke retina. Pada retina, berkas sinar kemudian diubah menjadi sinyal listrik yang ditransmisikan melalui saraf optik ke otak [8].

Kamera Fundus digunakan oleh dokter mata, dan profesional medis terlatih untuk memantau perkembangan penyakit, diagnosis penyakit (dikombinasikan dengan retina angiografi), dan juga dalam program skrining, di mana foto dapat dibedah sesudahnya. [9].



Gambar 2. 6 Kamera Fundus [9]

C. Pre-Processing

Pre-processing bertujuan untuk melakukan perbaikan suatu citra menghilangkan *noise*, memperjelas fitur citra dan mengkonversi citra asli agar diperoleh data citra yang sesuai dengan kebutuhan. [10]. Dalam penelitian ini digunakan dua teknik *pre-processing* yaitu sebagai berikut:

1. Histogram Equalization

Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) merupakan salah satu proses awal dalam pengolahan citra (*image preprocessing*). Perbaikan kualitas diperlukan karena seringkali citra mengalami derau (*noise*), citra terlalu terang atau gelap, citra kurang tajam, kabur, dan sebagainya. Untuk memperbaiki kualitas citra ini salah satunya adalah dengan *Histogram Equalization* (perataan histogram).

Histogram Equalization merupakan metode dalam pengolahan citra yang menggunakan histogram dari suatu citra untuk mengatur tingkat kecerahan citra tersebut. Tujuan *histogram equalization* yaitu untuk memperoleh penyebaran histogram yang merata, sehingga setiap derajat keabuan memiliki jumlah piksel yang relative sama atau seragam (*uniform*)-linearisasi. Ada beberapa metode dari *histogram equalization*, yakni:

1. *Histogram Expansion*
2. *Local area histogram equalization (LAHE)*
3. *Cumulative histogram equalization (cumulative distribution function / cdf)*
4. *Pas sectioning*
5. *Odd sectioning*

Pada penelitian ini menggunakan metode CDF (*cumulative distribution function*), CDF digunakan untuk memperbaiki nilai piksel yang berintensitas gelap atau rendah dengan melakukan transformasi tingkat keabuan citra asli, sehingga menghasilkan citra berbentuk citra peningkatan (perataan), metode ini mudah, cepat dan hasilnya bisa diandalkan.

Langkah-langkah mencari CDF:

- Baca matriks nilai piksel masing-masing citra (RGB).
- Urutkan nilai piksel minimum sampai dengan nilai maksimum.
- Dari nilai piksel pada matriks citra tersebut, dihitung frekuensi dan distribusi kumulatif dari nilai skala keabuannya.
- Menghitung nilai keabuan dari hasil perhitungan distribusi kumulatif menggunakan rumus:

$$h(v) = \left(\frac{cdf(v)-cdfmin}{n-cdfmin}\right) x(L-1) \text{.....(2.1)}$$

- Dengan n adalah ukuran citra, L merupakan jumlah level keabuan yang biasanya bernilai 256 dan cdf_{min} biasanya bernilai 1. Hal ini akan menghasilkan nilai yang ternormalisasi dimana nilai maksimalnya adalah 255.
- Setelah mengganti nilai tiap piksel maka akan ditampilkan citra hasilnya setelah dilakukan *Histogram Equalization*.

2. Konversi Citra *RGB* ke *Grayscale*

Konversi Citra *RGB* ke *Grayscale* berfungsi untuk mengubah citra *RGB* yang telah diambil menjadi citra *grayscale.* Untuk proses konversi *RGB* ke *grayscale* pada sistem ini hal pertama yang dilakukan *input* berupa citra objek, lalu mengkonversi citra *RGB* menjadi single channel. Berikut merupakan perhitungan konversi RGB menjadi *single channel* (Anggara, T., dkk., 2019) :

$$\textit{Average Grayscale} = \frac{R+G+B}{3} \text{.....(2.2)}$$

Keterangan:

R= Red

G= Green

B=Blue

a) Gaussian Filter

Gaussian Filter merupakan salah satu filter linier yang sangat baik untuk menghilangkan *noise* yang bersifat sebaran normal pada citra khususnya pada

citra fundus. Secara alami *noise* memiliki sebaran *Gaussian,* sehingga secara teoritis akan menjadi netral jika dilawan juga dengan fungsi lain yang juga memiliki fungsi *Gaussian,* hal ini juga disebut dengan *Zero Mean. Zero Mean* dari fungsi *Gaussian* dengan nilai pembobotan 2 untuk menghitung atau menentukan nilai-nilai setiap elemen dalam filter *Gaussian* yang akan dibentuk berlaku persamaan (2.3): [11].

$$(i,j)=c.e^{-\frac{(i-u)^2+(j-v)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{.....(2.3)}$$

dimana: c dan σ = konstanta

$G(i,j)$ = elemen matriks kernel gauss pada posisi(i,j)

u,v = indeks tengah dari matriks kernel gauss

III. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penetian terapan dimana hasilnya digunakan untuk menentukan sebuah keputusan. Dalam penelitian ini peneliti akan membuat sebuah aplikasi yang berfungsi untuk melakukan segmentasi pada citra DIARETDB1 pada area hemorrhages Diabetic Retinopathy menggunakan Metode Region Growing.

B. Metode Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan metode dokumentasi. Data dalam penelitian ini berupa gambar citra mata yang diambil dari kamera fundus dan citra *Groundtruth/*pakar dengan jumlah 89 data. Data tersebut diperoleh dari dokumen di *internet* berupa *dataset DIARETDB1* diambil dari hasil penelitian yang dikerjakan pada *University of Kuopio* dapat diakses dari internet dengan alamat web *http://www2.it.lut.fi /project/imageret/diaretdb1/*. Dari database ini akan diambil 30 data citra *DIARETDB1* yang dipilih sesuai dengan urutan data citra 1 sampai ke citra 30 untuk dilakukan proses segmentasi, dan 30 citra *Groundtruth* untuk pengujian validasi.

C. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem pada penelitian ini menggunakan metode air terjun (*waterfall*) [12]. Model air terjun menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari analisis, desain, pengkodean, pengujian, dan tahap pendukung (*support*).

D. Metode Pengujian Sistem

Metode pengujian sistem yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian menggunakan *black box testing. Black Box* ialah pengujian untuk mengetahui apakah semua fungsi perangkat lunak telah berjalan semestinya sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah didefinsikan. Pada pengujian ini, peniliti akan mengamati hasil eksekusi interface aplikasi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari aplikasi yang telah di buat. Pengujian ini lebih terfokus pada sisi fungsional aplikasi daripada spesifikasinya.

IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

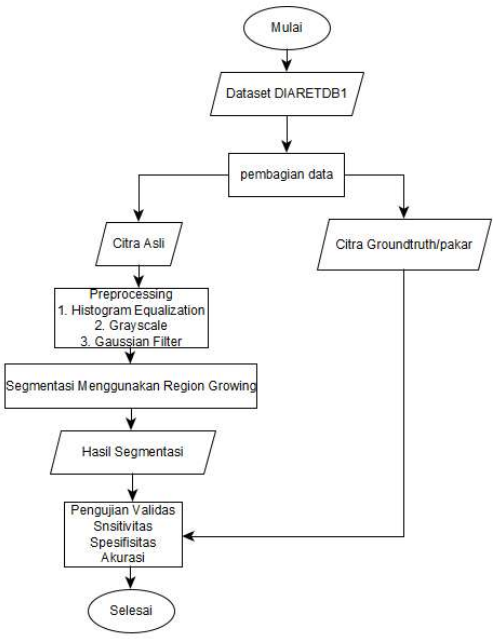
A. Analisis Kebutuhan Sistem

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah berupa data citra retina dan hasil pakar yang diambil dari dataset *DIARETDB1* hasil penelitian dari *University of Kuopio* dapat diakses pada data yang digunakan diperoleh dari internet dengan alamat web *http://www2.it.lut.fi/project/ imageret/diaretdb1/*. Dari *database* ini akan diambil 30 data citra retina

dan 30 citra hasil pakar dari *DIARETDB1* dan dipilih secara urutan untuk dilakukan proses segmentasi.

B. Analisis Alur Sistem

Alur sistem adalah gambaran kerja dari sebuah sistem yang akan dibangun. Pada tahapan kali ini akan diperlihatkan tahapan diagram alir sistem yang menunjukan tahapan dari alur yang akan dilakukan oleh sistem. Tahapan ini merupakan gambaran umum dari bagaimana sistem berjalan. Alur tahapan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.1 Diagram Diagram Alur Sistem

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

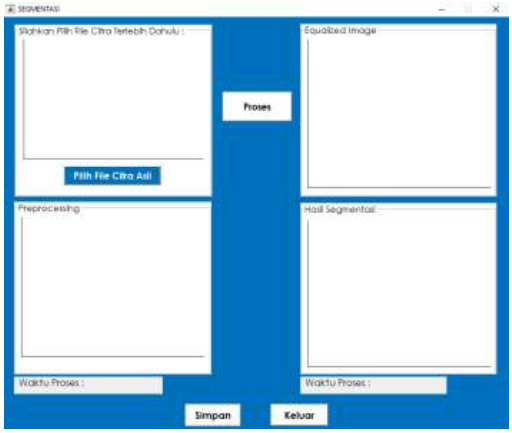
A. Implementasi Sistem

a) Halaman Utama

Gambar 5. 1 Halaman utama

Merupakan tampilan halaman utama dari sistem. Halaman inilah yang akan pertama kali ditampilkan ketika pengguna membuka sistem. Pada halaman utama terdapat 4 tombol yaitu tombol . Empat tombol tersebut adalah tombol deteksi “Algoritma *Region Growing*”, “Pengujian Validasi”,“Petunjuk Penggunaan Aplikasi”dan tombol “Keluar Aplikasi”. Tombol algoritma *Region Growing* berfungsi untuk menuju halaman segmentasi citra. Tombol Pengujian akurasi berfungsi untuk menampilkan presentase dari sensitivitas, spesifisitas dan akurasi. Tombol petunjuk penggunaan berfungsi untuk memberikan informasi seputar aplikasi. Dan tombol keluar aplikasi untuk menutup aplikasi.

b) Halaman Segmentasi Citra



Gambar 5. 2 Halaman segmentasi citra

Pada Gambar 5.2 diatas ditunjukkan halaman tahapan proses segmentasi menggunakan metode *Region Rrowing*. Halaman ini dapat diakses pengguna dengan menekan tombol Algoritma *Region Growing* pada Halaman Utama. Pada halaman ini terdapat tombol Pilih File Citra Asli yang berguna untuk menginputkan data citra asli, tombol Proses untuk memulai proses segmetasi pada citra, tombol simpan digunakan untuk menyimpan hasil segmentasi pada area *Hemorrhages* dan tombol Keluar untuk kembali kehalaman utama.

c) Halaman Pengujian Validasi

Gambar 5. 3 Halaman Pengujian Validasi

Pada gambar 5.3 diatas merupakan tampilan dari pengujian validasi dengan membandingkan citra *Groundtruth/*pakar dan citra aplikasi Matlab kemudian dicari nilai TP, TN, FP, FN berdasarkan objek setelah itu dihitung nilai sensitivitas, spesifisitas dan akurasi.

d) Halaman Petunjuk Penggunaan Aplikasi

Gambar 5. 4 Petunjuk penggunaan aplikasi

Halaman petunjuk penggunaan aplikasi pada Gambar 5.4 merupakan halaman yang berfungsi untuk memberikan informasi kepada pengguna ketika sedang menjalankan sistem yang dibuat.

Tabel 5. 1 Perhitungan validasi program

NO.	Nama Citra	TP	FP	TN	FN	Sensivisitas	Spesifisitas	Akurasi
1	Image001	0	22	1	10	0	4,3%	3%
2	Image002	0	28	1	8	0	3,4%	2%
3	Image003	0	30	1	16	0	3,2%	2,1%
4	Image004	0	18	1	12	0	5,2%	3,2%
5	Image005	14	18	1	26	13,3%	5,2%	10,2%
6	Image006	0	34	1	13	0	2,8%	2%
7	Image007	4	47	1	14	22,2%	2%	7,5%
8	Image008	0	38	1	11	0	2,5%	2%
9	Image009	0	36	1	14	0	2,7%	1,9%
10	Image010	8	33	1	16	33,3%	2,9%	15,5%
11	Image011	11	38	1	33	25%	2,5%	14,4%
12	Image012	0	7	1	8	0	12,5%	6,2%
13	Image013	0	19	1	80	0	1,2%	1%
14	Image014	0	17	1	34	0	2,8%	2%
15	Image015	2	68	1	24	2,8%	4%	3,1%
16	Image016	19	12	1	12	60%	5,8%	38%
17	Image017	0	22	1	4	0	25%	3,7%
18	Image018	0	32	1	12	0	3%	2,2%
19	Image019	3	19	1	22	12%	5%	10%
20	Image020	11	20	1	23	32,3%	4,7%	21,8%
21	Image021	2	13	1	23	8%	7,1%	7,6%
22	Image022	4	16	1	29	12%	5%	10%
23	Image023	0	3	1	9	0	25%	7,6%
24	Image024	0	5	1	10	0	16%	6,2%
25	Image025	14	29	1	18	43,7%	3,3%	24,1%
26	Image026	0	16	1	10	0%	5,8%	3,7%
27	Image027	0	44	1	8	0	2,2%	1,8%
28	Image028	0	88	1	1	0	1,1%	1,1%
29	Image029	0	43	1	33	0	25%	1,2%
30	Image030	0	24	1	0	0	4%	4%
Rata-rata					8,82%	6.50%	7,16%	

Sensitivitas adalah kemampuan suatu test untuk menyatakan positif pada orang yang sakit rata-rata hasilnya = 8,82%. Spesifisitas adalah kemampuan suatu test untuk menyatakan negatif pada orang yang tidak sakit rata-rata hasilnya = 6,50%. Akurasi hasil pengukuran dengan nilai yang benar atau diterima dari tiap kelas yang diukur rata-rata hasilnya = 7,16%.

Berdasarkan nilai TP, TN, FP, dan FN pada Tabel 5.3 dihitung nilai masing-masing dari 30 citra kemudian dirata-ratakan dan didapatkan hasil akhir dari sensitivitas, spesifisitas dan akurasi. Akurasi ini lebih rendah dari penelitian yang sudah dijelaskan sebelumnya yaitu penelitian [13] yang mempunyai rata-rata akurasi = 95.25%. Dan penelitian [14] yang memiliki nilai akurasi = 98,1745% pada citra retina menggunakan metode *Region Growing*.

Maka dari itu pengujian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode yang sama yaitu Region Growing dengan harapan dapat mencapai akurasi yang sama bahkan lebih tinggi dari penelitian [13] dan penelitian [14]. Akan tetapi setelah dilakukan pengujian, dengan citra yang berbeda yaitu citra

DIARETBD1 dan mendapatkan akurasi yang rendah yaitu sebesar 7,16% untuk mensegmentasi area *Hemorrhages* pada penyakit *Diabetic Retinopathy*

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasan hasil yang sudah dilakukan, maka terdapat beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini, diantaranya sebagai berikut :

1. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem segmentasi citra *DIARETDB1* pada area *Hemorrhages Diabetic Retinopathy* menggunakan metode *Region Growing*. Pengujian fungsional sistem dengan menggunakan metode *Black Box* telah 100% berhasil, hal ini ditunjukkan dengan berjalannya semua skenario yang telah dibuat.
2. Sistem segmentasi *Diabetic Retinopathy* pada area *Hemorrhages* pada citra *DIARETDB1* yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan dapat dilihat disistem ini memiliki rata-rata nilai sensitivitas = 8,82%, spesifisitas = 6,50% dan akurasi = 7,16%.
3. Dari 30 citra yang diuji, semuanya berhasil disegmentasi. Hanya saja ketika hasil pengujian validasi dari matlab dibandingkan dengan citra *Groundtruth* dari pakar (citra yang sudah benar). Terdapat 11 citra yang mampu mensegementasi beberapa objek area *Hemorrhages* dan mendapatkan akurasi 7,16%.
4. Setelah dilakukannya pengolahan citra dengan meningkatkan kualitas citra (*image enhancement*) menggunakan metode *Histogram Equalization*, terlihat bahwa citra menjadi lebih baik (lebih terang dan detail lebih terlihat).

B. Saran

Berdasarkan analisa yang sudah dilakukan pada penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan dalam pengembangan penelitian ini kedepannya. Berikut saran yang dapat diberikan :

1. Sebaiknya sistem yang dibuat mampu mensegmentasi citra *DIARETDB1* pada area *Hemorrhages Diabetic Retinopathy* dengan menggunakan metode lain, agar nilai akurasi segmentasi menjadi lebih akurat. Hal ini dikarenakan hasil segmentasi citra *DIARETDB1* pada area *Hemorrhages* objeknya banyak tidak tepat dengan hasil di citra *Groundtruth/*pakar.
2. Melihat pengujian validasi pada skripsi ini hanya dilakukan perhitungan manual maka penelitian selanjutnya dapat membuat pengujian validasi melalui sistem agar mampu mengurangi kesalahan dalam menghitung objek *Hemorrhages* untuk nilai sensitivitas, spesifisitas dan akurasi.
3. Aplikasi segmentasi area *hemorrhages* ini sangat berguna untuk penelitian selanjutnya, yang akan membahas tingkatan persetase keparahan penyakit *Hemorrhages Diabetic Retinopathy*.

REFERENSI

[1] World Health Organization, "Diabetes," 2019. [Online]. Available: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes. [Accessed 15 03 2019].

[2] Saiyar, H., "Klasifikasi Retinopati Diabetes Dengan Metode Neural Network," Paradigma, Vol. 19, No. 2, September 2017, 2017.

[3] F. d. Rosalina, "Klasifikasi tingkat keparahan diabetic retinopathy berdasarkan deteksi objek (microanerisms, hemorrhages dan hard exudate) menggunakan metode morfologi matematika dan backpropagation.," UIN SUNAN AMPEL SURABAYA, 2018.

[4] Andrews, C. Sunderland, M. & Yoganathan, D., "Diabetic Retinopathy," 23 08 2018. [Online]. Available: https://www.fightingblindness.ca/eye-diseases-pathways/diabetic-retinopathy/. [Accessed 15 03 2019].

[5] Abdillah, K., "Klasifikasi Diabetic Retinopathy Menggunakan Principal Component Analysis Dengan Naive Bayes," Skripsi, 2014.

[6] Hastuti , N. D., Identifikasi Hemorrhage Menggunakan Gauss Gradient Filter, MALANG: UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM, 2014.

[7] Kauppi, T., "DIARETDB1," 19 06 2007. [Online]. Available: http://www2.it.lut.fi/project/imageret/diaretdb1/. [Accessed 20 3 2019].

[8] Sugeng, O. dkk, "Sistem Deteksi Glaukoma dengan pengukuran area Optik Disk pada Citra Fundus.," e-Proceeding of Engineering : Vol.3, No.3, 2016.

[9] Almotiri, Jasem.dkk, "Retinal Vessels Segmentation Techniques and Algorithms: A Survey," Appl. Sci. 2018, 8, 155; doi:10.3390/app8020155, 2017.

[10] Rohpandi, Dani.dkk, "Aplikasi Pengolahan Citra Dalam Pengenalan Pola Huruf Ngalagena Menggunakan MATLAB," Konferensi Nasional Sistem & Informatika 2015 , 2015.

[11] Santoso, M., dkk., "Deteksi Microaneurysms Pada Citra Retina Mata Menggunakan Matched Filter," Journal of Information Technology, Vol 2, No 2, September 2017: 59-68, pp. 66,67, 2017.

[12] R. A. S and M. Shalahudin, S, Rosa A. dan M. Shalahuddin. Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek, Bandung: Informatika, 2013.

[13] Sutaji, D. Fatichah, C. & Navastara, D. A., "Segmentasi Pembuluh Darah Retina Pada Citra Fundus Menggunakan Gradient Based Adaptive Thresholding Dan Region Growing," Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi, Juli 2016, Volume 2, Nomor2, 2016.

[14] Lariche, M. J. Kalkhajeh, S. G. & Lodariche, M. J., "Diabetic retinopathy detection based on region growing and bat," Arvand Journal of Health & Medical Sciences, 2017.