



## ANALISIS TINGKAT PENGLIHATAN MATA MANUSIA DENGAN AREA FOVEAL AVASCULAR ZONE (FAZ)

### HUMAN'S EYE CONDITION ANALYSIS BASED ON THE AREA OF FOVEAL AVASCULAR ZONE (FAZ)

Latifah Listyalina<sup>1\*</sup>, Evrita Lusiana Utari<sup>2</sup>, Desty Ervira Puspaningtyas<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Respati Yogyakarta

<sup>3</sup>Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Respati Yogyakarta

<sup>1\*</sup>listyalina@respati.ac.id

\*Penulis Korespondensi

#### Abstrak

Diabetic retinopathy (DR) merupakan komplikasi dari penyakit pembuluh darah retina yang terjadi pada pasien diabetes. Pendeteksian penyakit ini biasa dilakukan dengan pengamatan secara langsung oleh dokter pada citra retina. Salah satu area citra retina yang dapat digunakan pada pemeriksaan adalah Foveal Avascular Zone (FAZ), yakni area area pusat retina tanpa pembuluh darah. Secara umum, luasan FAZ pada mata penderita DR akan membesar sebab rusaknya pembuluh darah di sekitarnya. Mengingat akibat yang dapat ditimbulkan oleh DR pada kondisi penglihatan mata, pada penelitian ini, akan dipelajari korelasi antara luasan FAZ dengan tingkat penglihatan mata manusia, khususnya pada mata normal dan mata penderita DR. Pada penelitian ini, telah dilakukan pengolahan citra yang dimulai dengan menjadikan citra digital retina warna sebagai masukan, dilanjutkan dengan tahap pra-proses, ekstraksi pembuluh darah dan penentuan ujung-ujung pembuluh darah porifoveal. Selanjutnya, segmentasi area Fovea Avascular Zone (FAZ) dilakukan secara manual, yaitu dengan menghubungkan ujung-ujung pembuluh darah porifoveal. Hasil luas area FAZ dari grade 0, grade 1 dan 2, grade 3 telah didapatkan. Dari tabel terlihat bahwa semakin besar gradenya maka luas area semakin besar. Hal ini terbukti bahwa perluasan FAZ mempengaruhi perkembangan dari diabetic retinopathy. Grade 0 menunjukkan rentang area luas 2000-5000 piksel, untuk grade 1 dan 2 sebesar 6000-10.000 piksel sedangkan untuk grade 3 adalah >10.000 piksel.

**Kata kunci:** citra retina; diabetic retinopathy; Foveal Avascular Zone (FAZ)

#### Abstract

Diabetic retinopathy (DR) is a complication of retinal vascular disease that occurs in diabetic patients. Detection of this disease is usually done by direct observation by doctors on retinal images. One area of retinal images that can be used for examination is the Foveal Avascular Zone (FAZ), which is the central area of the retina without blood vessels. In general, the area of the FAZ in the eye with DR will enlarge due to damage to the surrounding blood vessels. Considering the effects that DR can have on the visual condition of the eye, in this study, we will study the correlation between the area of the FAZ and the level of vision in the human eye, especially in the normal eye and the eye with DR. In this study, image processing has been carried out starting with using a digital retinal image as input, followed by the preprocessing stage, extracting blood vessels and determining the ends of the porifoveal blood vessels. Furthermore, segmentation of the Fovea Avascular Zone (FAZ) area was performed manually, namely by connecting the ends of the spongy blood vessels. The results of the FAZ area of grade 0, grade 1 and 2, grade 3 have been obtained. From the table it can be seen that the bigger the gradient, the bigger the area. It is shown that the FAZ enlargement affects the progress of diabetic retinopathy. Grade 0 shows a wide area range of 2000-5000 pixels, for grade 1 and 2 it is 6000-10,000 pixels, while for grade 3 it is > 10,000 pixels.

**Keywords:** diabetic retinopathy; Foveal Avascular Zone (FAZ); retinal image



## **1. PENDAHULUAN**

Diabetes Mellitus (DM) adalah penyakit kronik degeneratif tersering dengan angka morbiditas dan mortalitas yang tinggi di dunia. Berdasarkan data dari World Health Organization (WHO), melaporkan bahwa Indonesia berada di urutan keempat negara yang jumlah penyandang DM terbanyak. Jumlah ini akan mencapai 21,3 juta pada tahun 2030. Komplikasi dari kondisi diabetes yang menyerang mata, tepatnya retina, dinamakan Diabetic retinopathy (DR) atau retinopati diabetes dan dapat menyebabkan kebutaan [1]. Bahkan, berdasarkan National Eye Institute [2] mengungkapkan bahwa DR merupakan penyebab utama kebutaan. Lebih lanjut, penelitian di Amerika, Australia, Eropa, dan Asia melaporkan bahwa jumlah penderita diabetik retinopati akan meningkat dari 100,8 juta pada tahun 2010 menjadi 154,9 juta pada tahun 2030 dengan 30% diantaranya terancam mengalami kebutaan.

Fovea Avascular Zone (FAZ) direpresentasikan sebagai zona lingkaran gelap tanpa pembuluh pada pusat makula [3]. FAZ merupakan daerah berpigmen berbentuk oval di dekat pusat retina dan memiliki diameter sekitar 5,5 mm. FAZ adalah zona visi yang paling akurat pada retina tanpa kapiler di pusat makula dan beberapa penyakit mata, seperti DR menampilkan gejalanya pada daerah ini [4]. Menurut [5][6], DR dapat menyebabkan rusaknya sejumlah pembuluh darah pada retina, termasuk pada area FAZ. Dengan kata lain, area FAZ pada retina penderita DR akan memiliki luasan yang lebih besar dibandingkan dengan luasan FAZ pada retina orang yang sehat. Namun, perhitungan area FAZ secara manual oleh dokter mata merupakan tugas yang tidak mudah untuk dilakukan. Hal ini disebabkan oleh kontras yang rendah antar area FAZ dan area sekitarnya.

Untuk itu, pada penelitian ini, akan dibangun sebuah program computer untuk menghitung luasan FAZ secara otomatis serta untuk menentukan korelasi luasan FAZ dengan kondisi penglihatan mata manusia, khususnya kondisi penglihatan mata manusia akibat kelainan DR. Penelitian ini diharapkan mampu membantu dokter untuk menentukan luasan FAZ dan mengetahui korelasi antara luasan FAZ dengan tingkat penglihatan mata manusia.

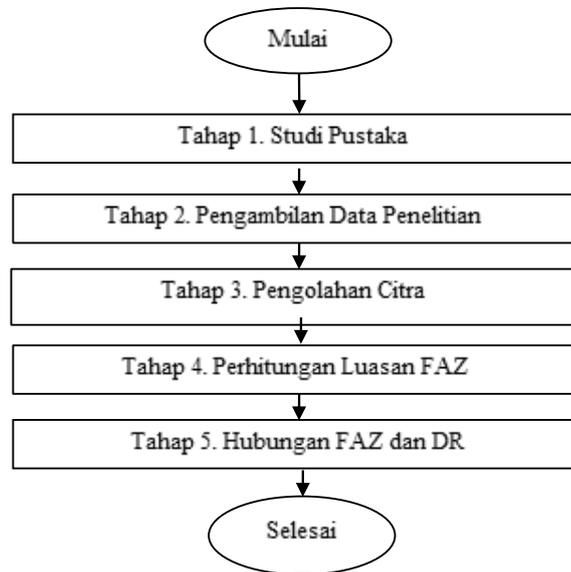
## **2. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini berjenis kuantitatif dan menggunakan data sekunder, yakni data yang diunduh dari basis data (database) penyedia citra digital retina. Adapun rincian mengenai pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut. Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Elektromedis Universitas Respati Yogyakarta. Populasi pada penelitian ini adalah database-database penyedia citra digital retina, yaitu database Messidor. Penelitian ini akan dilakukan pada laptop dengan prosesor Core-i5 dan RAM 4GB. Adapun laptop ini telah dilengkapi dengan perangkat lunak Matlab 2013a. Bahan berupa data citra retina hasil kamera fundus.

Data yang digunakan merupakan data sekunder berupa 59 citra digital retina yang diunduh dari database MESSIDOR. Dari 59 citra tersebut, terdapat 20 citra dengan grade 0 (sehat) dan 20 citra dengan grade 1 dan 2. Sedangkan untuk grade 3 berjumlah 19 buah. Ukuran citra digital retina yang digunakan sebesar 1026x934 piksel dengan format TIF.

Pengolahan citra dimulai dengan menjadikan citra digital retina warna sebagai masukan, dilanjutkan dengan tahap praproses, ekstraksi pembuluh darah dan penentuan ujung-ujung pembuluh darah porifoveal. Selanjutnya, segmentasi area Fovea Avascular Zone (FAZ) dilakukan secara manual, yaitu dengan menghubungkan ujung-ujung pembuluh darah porifoveal. Selanjutnya, area tersebut akan dihitung luasnya. Hasil luasan tersebut akan dihitung nilai korelasinya terhadap tingkat keparahan Diabetic retinopathy, yang mana sebagai indikator kondisi visual penglihatan seseorang.

Adapun tahapan dalam penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 1 di bawah ini, yaitu sebagai berikut.



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

### Tahap 1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mencari informasi dari buku dan penelitian-penelitian terlebih dahulu untuk meningkatkan penelitian sebelumnya.

### Tahap 2. Pengambilan Data Penelitian

Pengambilan data penelitian dilakukan dengan mengunduh citra digital retina yang bersumber dari data base messidor dengan jumlah data sebanyak 59 citra fundus image. Dari 59 citra tersebut, terdapat 20 citra sebagai grade 0 dan 20 citra dengan grade 1 dan 2. Sedangkan grade 3 berjumlah 19. Ukuran citra fundus retina yang digunakan sebesar 1026x934 piksel dengan format TIF.

### Tahap 3. Pengolahan Citra

Pengolahan citra dimulai dengan menjadikan citra digital retina warna sebagai masukan, dilanjutkan dengan tahap praproses, ekstraksi pembuluh darah dan penentuan ujung-ujung pembuluh darah porifoveal. Tahap praproses dilakukan dengan metode top hat dan contrast stretching sedangkan ekstraksi pembuluh darah dilakukan menggunakan teknik matched filtering dan entropy thresholding. Selanjutnya, dilakukan penentuan ujung-ujung pembuluh darah porifoveal yang akan digunakan sebagai dasar segmentasi FAZ.

### Tahap 4. Penghitungan Luasan FAZ

Segmentasi FAZ dilakukan secara manual, yaitu dengan menghubungkan ujung-ujung pembuluh darah porifoveal. Selanjutnya, FAZ yang telah tersegmentasi akan dihitung luasnya menggunakan persamaan di bawah ini:

$$A = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N f(i, j), \quad (3.1)$$

dimana A merupakan luasan FAZ,  $f(i,j)$  adalah citra hasil segmentasi FAZ dan M serta N berturut-turut adalah panjang dan lebar citra. Adapun  $f(i,j)$  akan bernilai satu (1) jika kordinat  $i,j$  merupakan bagian FAZ, dan nol (0) jika  $i,j$  bukan merupakan bagian FAZ.

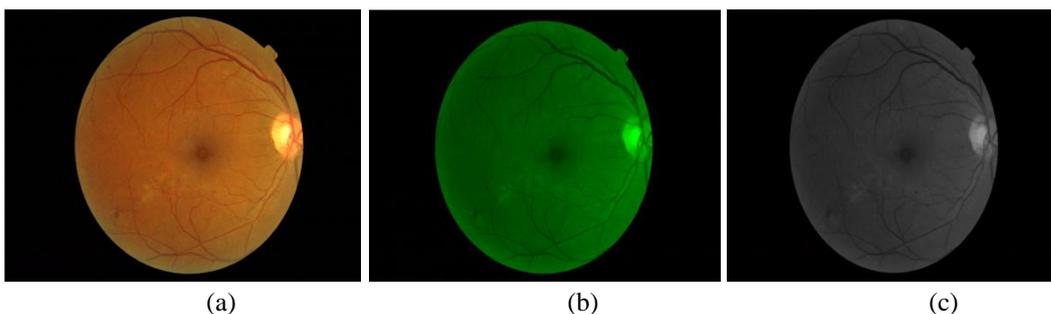
### Tahap 5. Hubungan FAZ dan DR

Pada tahap ini, hasil luasan FAZ yang didapatkan akan dibandingkan dengan grade atau tingkat keparahan DR. Dari hasil perbandingan akan dicari hubungan antara luasan FAZ dan tingkat keparahan DR.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Praproses

Praproses adalah salah satu tahapan dalam penelitian ini yang digunakan untuk mempersiapkan data citra sebelum dilakukan langkah segmentasi. Hal ini disebabkan karena FAZ berada dia area gelap makula dan tertutup pembuluh darah. Tahap praproses dimulai dengan user mengklik area yang dianggap makula area paling gelap. Kemudian dari citra RGB tersebut diubah ke greenchannel, terus dirubah ke grayscale. Maksud dari konversi dari green channel ke grayscale Hasil dari praproses dapat terlihat pada Gambar 2 (b) dan konversi greenchannel ke grayscale (c).



Gambar 2. Citra sebelum dan setelah praproses konversi ke grayscale

Dapat terlihat pada Gambar 2, pengolahan citra warna tanpa di konversi membutuhkan waktu komputasi yang lama untuk proses selanjutnya.. Citra hasil praproses adalah bertujuan agar mendapatkan pembuluh darah yang bagus pada proses segmentasi pembuluh darah. Gambar 3 menunjukkan hasil dari praproses tophat (a) dan contrast stretching (b).



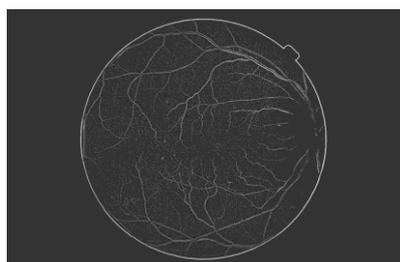
Gambar 3. Citra hasil tophat (a), citra hasil contrast stertching (b)

Gambar 3 menunjukkan hasil top hat hasil citra retina menjadi gelap. Karena top hat berguna untuk megekstrak area yang gelap. Oleh contrast stretching mengalami peregangan kontras. Didapatkan hasil area makula yang pertama gelap menjadi lebih terang. Sehingga area FAZ terletak di makula lebih dapat terlihat dengan jelas. Kontras stretching berguna untuk

meningkatkan kontras rendah supaya lebih terlihat terang.

#### 4.2. Ekstraksi Pembuluh Darah

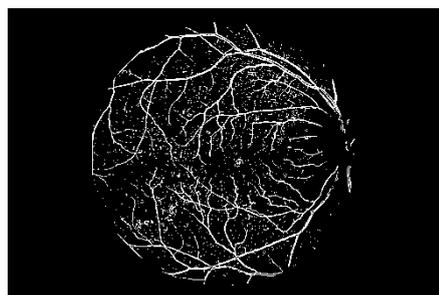
Proses segmentasi merupakan proses inti dalam pendeteksian pembuluh darah pada citra fundus retina mata. Dalam proses ini, akan terdeteksi pembuluh darah pada citra fundus retina mata. Pembuluh darah yang terdeteksi dalam proses segmentasi ini dapat digunakan untuk penelitian yang lebih lanjut lain. Matched filter bertujuan untuk memisahkan pembuluh darah dari back ground. Karena pembuluh darah retina sangat tipis sekali. Pengoperasian matched filter dilakukan dengan mengkonvolusikan dua belas buah kernel pada citra hasil tahapan sebelumnya dan diputar sebanyak dua belas langkah dari sudut teta=0 derajat sampai dengan 165 derajat dengan perubahan nilai teta sebesar 15 derajat pada setiap langkahnya. Masing-masing pixel dari citra hasil konvolusi hanya diambil nilai maksimum saja. Gambar 4 menunjukkan proses ekstraksi pembuluh darah. Gambar 4 (b) masih menunjukkan pembuluh darah yang jelek karena masih ada noise dan artefak berupa pembuluh darah kecil. Gambar 4 (c) menunjukkan citra setelah dinegasikan. Negasi adalah proses pemetaan nilai mpixel suatu citra yaitu pada citra biner, pixel hitam dijadikan putih dan piutih dijadikan piksel hitam. Alasan mengapa citra dinegasikan adalah supaya daerah gelap akan menjadi terang dan terang menjadi gelap. Setelah dinegasikan terlihat hasil pembuluh darah yang bagus, pembuluh darah kecil sudah tidak tampak lagi. Noise di daerah FAZ juga sudah tidak tampak lagi dapat dilihat pada Gambar 4 (d).



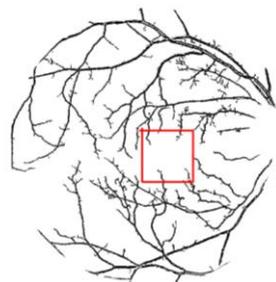
(a) Matched filter



(b) Memisahkan pembuluh darah dari back ground



(c) Inverse image



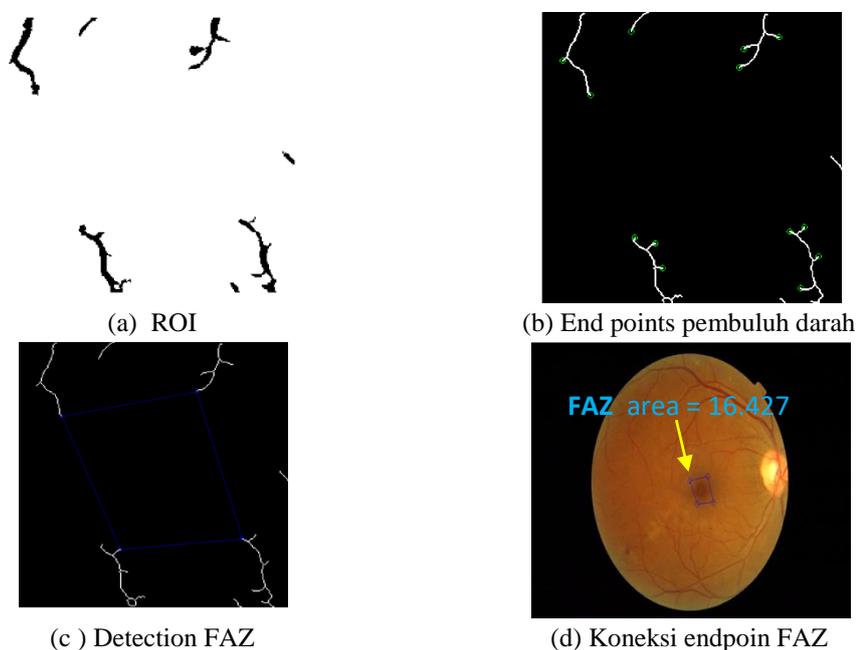
(d) Ekstraksi pembuluh darah

Gambar 4. Ekstraksi pembuluh darah

#### 4.3. Deteksi FAZ

Deteksi FAZ dimulai dengan ROI hasil thinning. Kemudian didapatkan endpoint pembuluh darah. Untuk mendeteksi FAZ dengan menentukan titik tengah pusat ROI. Kemudian dicari jarak dari titik pusat ROI ke titik akhir pembuluh darah. Dengan aturan cari jarak terdekat

dengan titik pusat. Jadi nanti ada empat endpoint terpilih. Gambar. Penelitian ini deteksi area FAZ untuk luasannya berbentuk polygon. Deteksi area FAZ juga bisa berbentuk lingkaran. Gambar 5 menunjukkan hasil deteksi FAZ.



Gambar 5. Deteksi FAZ

#### 4.4. Hubungan luasan FAZ dengan tingkat keparahan DR

Tabel 4.1. menunjukkan hasil luas area FAZ dari grade 0, grade 1 dan 2, grade 3. Dari tabel terlihat bahwa semakin besar gradenya maka luas area semakin besar. Hal ini terbukti bahwa perluasan FAZ mempengaruhi perkembangan dari diabetic retinopathy. Grade 0 menunjukkan rentang area luas 2000-5000 piksel, untuk grade 1 dan 2 sebesar 6000-10.000 piksel sedangkan untuk grade 3 adalah > 10.000 piksel. Tabel 1 menunjukkan deteksi area FAZ.

Tabel 1. Hasil Deteksi Area FAZ

No.	Citra	FAZ	Grade	No.	Citra	FAZ	Grade
1	Image 1. tif	3747	0	31	Image 31. tif	9901	1 dan 2
2	Image 2. tif	4133	0	32	Image 32. tif	6486	1 dan 2
3	Image 3.tif	2743	0	33	Image 33. tif	8533	1 dan 2
4	Image 4. tif	6579	0	34	Image 34. tif	9602	1 dan 2
5	Image 5. tif	4572	0	35	Image 35. tif	7537	1 dan 2
6	Image 6. tif	5070	0	36	Image 36. tif	6971	1 dan 2
7	Image 7. tif	5515	0	37	Image 37. tif	10570	1 dan 2
8	Image 8. tif	5672	0	38	Image 38. tif	7741	1 dan 2
9	Image 9. tif	3421	0	39	Image 39. tif	10157	1 dan 2
10	Image 10. tif	4332	0	40	Image 40. tif	16427	1 dan 2
11	Image 11. tif	4474	0	41	Image 41. tif	13316	1 dan 2
12	Image 12. tif	4902	0	42	Image 42. tif	17330	3



No.	Citra	FAZ	Grade	No.	Citra	FAZ	Grade
13	Image 13. tif	5151	0	43	Image 43. tif	15002	3
14	Image 14. tif	5340	0	44	Image 44. tif	21648	3
15	Image 15. tif	3738	0	45	Image 45. tif	12076	3
16	Image 16. tif	4441	0	46	Image 46. tif	12753	3
17	Image 17. tif	4952	0	47	Image 47. tif	19680	3
18	Image 18. tif	4614	0	48	Image 48. tif	15276	3
19	Image 19. tif	6038	0	49	Image 49. tif	28612	3
20	Image 20. tif	7263	0	50	Image 50. tif	14612	3
21	Image 21. tif	5230	1 dan 2	51	Image 51. tif	10859	3
22	Image 22. tif	8227	1 dan 2	52	Image 52. tif	13126	3
23	Image 23. tif	8856	1 dan 2	53	Image 53. tif	11544	3
24	Image 24. tif	8975	1 dan 2	54	Image 54. tif	15516	3
25	Image 25. tif	7755	1 dan 2	55	Image 55. tif	12512	3
26	Image 26. tif	8548	0	56	Image 56. tif	13507	3
27	Image 27. tif	7262	1 dan 2	57	Image 57. tif	6697	3
28	Image 28. tif	5999	1 dan 2	58	Image 58. tif	10796	3
29	Image 29. tif	9376	1 dan 2	59	Image 59. tif	14600	3
30	Image 30. tif	5006	1 dan 2				

#### 4. KESIMPULAN

Hasil luas area FAZ dari grade 0, grade 1 dan 2, grade 3 telah didapatkan. Dari tabel terlihat bahwa semakin besar gradenya maka luas area semakin besar. Hal ini terbukti bahwa perluasan FAZ mempengaruhi perkembangan dari diabetic retinopathy. Grade 0 menunjukkan rentang area luas 2000-5000 piksel, untuk grade 1 dan 2 sebesar 6000-10.000 piksel sedangkan untuk grade 3 adalah >10.000 piksel. Perkembangan diabetic retinopathy menuju grade yang lebih tinggi akan menyebabkan turunnya kualitas penglihatan manusia, hingga pada akhirnya grade 3 dapat menyebabkan kebutaan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dillak, R. Y. & Bintiri, M.G. (2012). Identifikasi Fase Penyakit Retinopati Diabetes menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Multi Layer Perceptron. Prosiding Lokakarya: Seminar Nasional Informatika 2012 (semnasIF 2012) UPN "Veteran" Yogyakarta. Yogyakarta, 30 Juni 2012
- [2] National Eye Institute, 2014.
- [3] G. Richard, G.I. Soubrane, L.A. Yanuzzi, S. Courland, " In: Fluorescein and ICG Angiography", Thieme Medical Publisher Inc., New York, 1998.
- [4] M. H. Ahmad Fadzil, L. I. Izhar, and H. A. Nugroho, "Analysis of Foveal Avascular Zone for Grading of Diabetic retinopathy," International Journal Biomedical Engineering and Technology, vol. 6, pp. 232-50, 2011.



- [5] Nugroho, H. A., Dharmawan, D. A., Litasari, & Listyalina, L. (2017). Automated segmentation of foveal avascular zone in digital colour retinal fundus images. *International Journal of Biomedical Engineering and Technology*, 23(1), 1-18.
- [6] Fadzil MHA, Lila Iznita I, Hanung Adi N, “Determination of Foveal Avascular Zone in Diabetic retinopathy digital fundus images” *Comput Biol Med*, vol. 40, pp. 657–664, 2010.