

**PENDETEKSIAN OPTIK DISK MENGGUNAKAN  
*AVERAGING FILTER* DAN *HISTOGRAM IMAGE***

**TUGAS AKHIR**

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



**OLEH:**

**INDAH KURNIA LARASATI  
09011181520125**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENDETEKSIAN OPTIK DISK MENGGUNAKAN  
AVERAGING FILTER DAN HISTOGRAM IMAGE**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh :

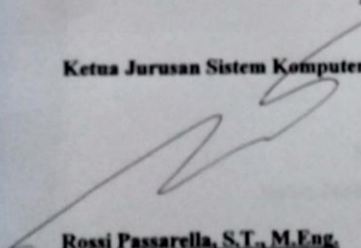
**INDAH KURNIA LARASATI**  
09011181520125

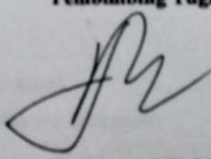
Indralaya, Desember 2019

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**

**Pembimbing Tugas Akhir**

  
**Rossi Passarella, S.T., M.Eng.**  
NIP. 197806112010121004

  
**Dr. Erwin S. Si, M.Si**  
NIP. 19710129 199412 1 001

## HALAMAN PERSETUJUAN

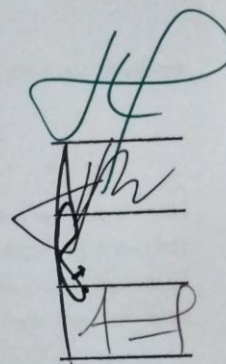
Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 11 Desember 2019

### Tim Penguji :

1. Ketua : Huda Ubaya, M.T.
2. Sekretaris : Dr. Erwin, M.Si.
3. Anggota I : Sutarno, M.T.
3. Anggota II : M. Fachrurrozi, M.T.



Handwritten signatures of the examiners, including the names Huda Ubaya, Dr. Erwin, Sutarno, and M. Fachrurrozi, written over horizontal lines.

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Sistem Komputer

Rossi Passarella, M.Eng.  
NIP. 197806112010121004

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Indah Kurnia Larasati

NIM : 09011181520125

Judul : Pendeteksian Optik Disk Menggunakan *Averaging Filter* dan *Histogram Image*

Hasil pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 9%

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



Indralaya, Desember 2019

Yang Menyatakan



Indah Kurnia Larasati

NIM. 09011181520125

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”*

**(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)**

*“Seng tenan lek sinau”*

**-Bapak**

*“Do’a mamak tidak pernah putus untukmu”*

**-Mamak**

*“Terus optimis dan bersyukur kepada yang telah memberikan kekuatan lahir dan bathin”*

**-Pak Lek**

*“Lakukan yang terbaik dan jangan pernah mengeluh”*

**-Bulek**

*“Jadilah bermakna, gunakan yang kau punya, lakukan yang kau bisa. Kamu harus pulang membawa bahagia”*

**-Indah Kurnia Larasati**

**Kupersembahkan khusus kepada keluarga ku tercinta yang telah memperjuangkanku sejauh ini. Kepada mamak seorang wanita paling hebat yang kupunya. Kepada bapak seorang laki-laki yang sangat menyayangi putra-putrinya. Kepada bulek seseorang yang sudah ku anggap seperti ibuku sendiri. Kepada pak lek seseorang yang selalu menjadi panutan dan mengarahkan langkah juangku. Rasa bahagia dan bangga kalian adalah hal yang selalu kuharapkan. Dan untuk adik-adikku; terimakasih karena kalian telah menjadi semangat terbesar dalam hidupku.**

## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis persembahkan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “**PENDETEKSIAN OPTIK DISK MENGGUNAKAN AVERAGING FILTER DAN HISTOGRAM IMAGE**”.

Pada penyusunan laporan tugas akhir ini, tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur dan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Orang tuaku, Bapak Suwandi dan Ibu Katini Serta Bibi Chaty dan Pak lek Agus Subangi yang telah memberikan Motivasi dan Semangat penuh dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd. M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Rossi Passarella M.Eng selaku Ketua Jurusan dan Pembimbing Akademik di Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Erwin, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Mbak Winda Kurnia Sari, selaku admin jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh pemberkasan.
6. Teman-teman Seperjuanganku Binti Cania, Laras Azrisa Nurjanah, Alya Nathasya Harison, Dea Sella Noviyanti, Yurika, dan M.Ilham Al Bukhori.
7. Kepada seluruh mahasiswa seperjuangan dalam Tugas Akhir pengolahan citra Retina.
8. Sahabatku Ahmad Wiranda Rangkuti, Ahmad Rois Rangkuti, Meusy Deviani Putri, Nurul Hasniah, dan seluruh alumni IPA Bukhori yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam mengerjakan tugas akhir ini.

9. Seluruh mahasiswa Sistem Komputer angkatan 2015 terutama kelas B yang menjadi saksi perjuangan yang kita tempuh.

Tiada lain harapan Penulis semoga Allah SWT membalas segala niat baik pada semua pihak yang tersebut diatas.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu untuk segala saran dan kritik sangatlah penting sebagai bahan acuan dan perbaikan bagi penulis dalam menyempurnakan laporan tugas akhir ini

Palembang, Desember 2019

Penulis

# **Pendeteksian Optik Disk Menggunakan Averaging Filter dan Histogram Image**

**Indah Kurnia Larasati (09011181520125)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

*Email* : [indah.larasati1997@gmail.com](mailto:indah.larasati1997@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Optik disk merupakan salah satu bagian penting yang harus di amati dalam mendiagnosis penyakit retina. Dalam tulisan ini akan di usulkan suatu pendekatan untuk pendeteksian Optik disk. Pendeteksian Optik disk dilakukan dengan menggunakan metode Averaging Filter dan Histogram Image. Pendeteksian Optik disk di awali dengan melakukan preprocessing untuk peningkatan kualitas citra dan menghilangkan pembuluh darah. Hasil deteksi berupa akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas masing-masing sebesar 96,76%, 50,28%, dan 97,64% dengan menggunakan dataset DRIVE. Hasil dari pendeteksian menunjukkan performa yang cukup baik.

*Kata kunci: Citra retina, Optik disk, Average Filter, deteksi, segmentasi, confusion matrix*



# **Optic Disc Detection Using Averaging Filter and Histogram Image**

**Indah Kurnia Larasati (09011181520125)**

*Dept. of computer engineering, faculty of computer Science, Sriwijaya University*

*Email : [indah.larasati1997@gmail.com](mailto:indah.larasati1997@gmail.com)*

## **ABSTRACT**

Optic Disc is one important part that must be observed in diagnosing retinal disease. In this paper we will propose an approach for detecting optical disks. Optical disk detection is performed using the Averaging Filter and Histogram Image method. Optical disk detection starts with preprocessing to improve image quality and eliminate blood vessels. Detection results in the form of accuracy, sensitivity, and specificity were 96.76%, 50.28% and 97.64% respectively using the DRIVE dataset. The results of the detection show a fairly good performance.

***Keywords: Retina image, Optic disc, Average Filter, detection, segmentation, confusion matrix***

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>

## **BAB I. PENDAHULUAN**

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

## **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Penelitian Terkait .....	5
2.2 Struktur Mata .....	6
2.3 Retina .....	7
2.4 <i>Optik Disk</i> (OD) .....	7
2.5 Pengolahan Citra .....	8
2.6 Jenis Citra Digital .....	8
2.6.1 Citra Warna .....	8
2.6.2 Citra Biner .....	9
2.6.3 Citra Grayscale .....	10
2.7 Averaging Filter .....	11
2.8 Histogram Image .....	12
2.9 <i>Active Contours Model</i> (ACM) .....	12

## **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Pendahuluan .....	16
3.2 Lingkungan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak .....	16
3.3 Dataset .....	16
3.4 Kerangka Kerja Penelitian .....	17
3.5 Perancangan Sistem .....	18
3.5.1 Akuisisi Citra .....	19
3.5.2 Preprocessing .....	19
3.5.3 Averaging Filter .....	21
3.5.4 Deteksi <i>Optik disk</i> .....	22
3.5.5 Segmentasi Optik Disk .....	23

## **BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISA**

4.1 Pendahuluan .....	24
4.2 Akuisisi Citra .....	24

4.3 Preprocessing .....	24
4.4 Averaging Filter .....	27
4.5 Deteksi <i>Optik disk</i> (OD) .....	29
4.6 Segmentasi Active contour .....	30
4.7 Perhitungan Performa dari Hasil .....	32
4.8 Pembahasan dan Analisa .....	36

## **BAB V. KESIMPULAN**

5.1 Kesimpulan .....	38
5.2 Saran .....	38

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>39</b>
----------------------------	-----------

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1. Struktur mata .....</b>	<b>7</b>
<b>Gambar 2.2. Optik Disk .....</b>	<b>8</b>
<b>Gambar 2.3. Warna Grayscale pada RGB .....</b>	<b>10</b>
<b>Gambar 3.1. Kerangka kerja penelitian .....</b>	<b>19</b>
<b>Gambar 3.2. Perancangan sistem .....</b>	<b>20</b>
<b>Gambar 3.3. Kerangka Konversi RGB ke <i>grayscale</i> .....</b>	<b>21</b>
<b>Gambar 3.4. Tahapan averaging filter.....</b>	<b>22</b>
<b>Gambar 3.5. Tahapan Deteksi Optik Disk .....</b>	<b>23</b>
<b>Gambar 3.6. Deteksi akhir OD .....</b>	<b>24</b>
<b>Gambar 4.1. Citra Fundus Dataset Drive .....</b>	<b>25</b>
<b>Gambar 4.2. Hasil RGB menjadi Grayscale.....</b>	<b>26</b>
<b>Gambar 4.3. Hasil Averaging Filter .....</b>	<b>29</b>
<b>Gambar 4.4. Hasil deteksi Optik Disk.....</b>	<b>30</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Warna dan nilai penyusun warna .....	7
Tabel 2. Nilai matriks red channel .....	26
Tabel 3. Nilai matriks green channel .....	21
Tabel 4. Nilai matriks blue channel .....	22
Tabel 5. Nilai matriks grayscale .....	23
Tabel 6. Nilai matriks proses grayscale .....	29
Tabel 7. Nilai matriks averaging filter .....	30
Tabel 8. Perbandingan segmentasi beberapa nilai radius.....	31
Tabel 9. Hasil evaluasi pendeteksian optic disk pada dataset DRIVE.....	32
Tabel 10. Hasil nilai Parameter dari Dataset DRIVE .....	34
Tabel 11. Perbandingan hasil dengan penelitian sebelumnya.....	36

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran 1.** Hasil Pendeteksian Optik Disk pada dataset DRIVE

**Lampiran 2.** Berkas Tugas Akhirs

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Mata adalah bagian panca indera yang mempunyai peranan penting sebagai organ penglihatan. Apabila terjadi gangguan pada mata jika tidak ditindaklanjuti berakibat fatal hingga menyebabkan kebutaan. Ada beberapa penyakit mata seperti diabetik retinopati (DR), glaukoma, dan lain-lain. Peneliti terdorong untuk mengembangkan sistem yang mampu membantu diagnosa penyakit melalui citra fundus retina. Salah satu langkah sebelum pendiagnosaan otomatis penyakit dapat diketahui melalui *Optic Disk* (OD). OD merupakan daerah yang lebih terang melingkar pada citra fundus retina tempat pembuluh darah bertemu dan saraf optik terbentuk. Citra retina yang sehat mengandung struktur anatomi seperti makula, optik disk, optik cup, dan pembuluh darah. OD juga berfungsi sebagai titik keluar serabut saraf retina dari mata, serta titik masuk dan keluar pembuluh darah retina [1][2].

OD dapat digunakan untuk memperkirakan lokasi fovea dan untuk menghitung cup to disc rasio sebagai salah satu indikator penting misalnya dalam mendeteksi glaukoma [3]. OD adalah lokasi syaraf optik dan titik masuk untuk pembuluh darah utama meskipun kontras yang relatif tinggi antara OD dan daerah sekitarnya pada citra fundus warna. Mengidentifikasi OD merupakan tugas yang cukup sulit, karena kualitas gambar dapat berpengaruh oleh sejumlah faktor seperti pencahayaan, fokus kamera, gerak, dan penyakit yang ada menyebabkan lokasi OD dan batas-batasnya bekerja kurang baik [4].

Beberapa penelitian dalam deteksi area OD telah dilakukan [5][6][7]. Salah satunya dengan menganalisis variasi intensitas piksel, empat titik diprediksi dan selanjutnya divalidasi untuk mendeteksi wilayah OD menggunakan curva operator [1]. Namun metode tersebut mengalami kegagalan dalam mendeteksi citra dengan kontras yang lebih terang dari wilayah OD, tetapi ada juga metode yang memiliki ketahanan



cukup baik, kompleks dan akurat, meskipun perlu dilakukan evaluasi agar lebih objektif dan komprehensif [8].

Berdasarkan analisis sudut yang ditingkatkan dengan menggunakan fitur distribusi pembuluh darah dalam OD juga telah mampu mendeteksi OD secara efisien dan lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya [7]. Tetapi algoritma ini memiliki efek umum pada gambar dengan sejumlah besar lesi dan perlu diperbaiki karena secara umum akurasi pendeteksian algoritma ini mirip dengan kebanyakan algoritma yang telah ada.

Berdasarkan penjelasan di atas maka dalam tugas akhir ini penulis mengusulkan metode *Averaging Filter* dan histogram image sebagai deteksi OD dengan menerapkan segmentasi menggunakan *active contours model (ACM)*, yang diharapkan mampu memberikan kontribusi lebih baik sehingga dapat digunakan dalam tahap deteksi penyakit mata lebih lanjut.

## **1.2 Rumusan dan Batasan Masalah**

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah bagaimana mendeteksi OD dengan menggunakan metode *Averaging Filter* dan *Histogram Image*, dan segmentasi menggunakan *Active Contours Model (ACM)* melalui citra fundus retina. Batasan masalah pada penelitian ini adalah dapat menghitung nilai akurasi, spesifisitas dan sensitifitas.

## **1.3 Tujuan dan Manfaat**

### **1.3.1 Tujuan**

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem deteksi *Optik Disk (OD)* retina secara otomatis.
2. Mengimplementasikan dan mendapatkan hasil deteksi *Optik Disk (OD)* menggunakan metode *Averaging Filter* dan *Histogram Image*, dan segmentasi menggunakan *Active Contours Model (ACM)*.

### 1.3.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah untuk membantu dokter dalam secara otomatis untuk diagnosis penyakit pada retina mata dengan cepat.
2. Dapat mengimplementasikan metode *Averaging Filter* dan *Histogram Image* untuk deteksi *Optik Disk (OD)*, serta *Active Contours Model (ACM)* sebagai segmentasi *Optik Disk (OD)*.

### 1.4 Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan dalam penelitian akan melewati beberapa tahap berikut ini:

#### 1. Metode Studi Pustaka dan Literature

Pada tahap ini penulis melakukan studi pustaka dengan mencari serta mengumpulkan berbagai sumber referensi berupa *literature* yang terdapat pada buku, internet maupun sumber lainnya tentang “Pendeteksian area *Optik Disk (OD)* dengan menggunakan metode *Averaging filter* dan *Histogram image*”.

#### 2. Metode Konsultasi

Pada tahap ini penulis melakukan konsultasi dengan orang-orang yang memiliki pengetahuan dan pengalaman terhadap permasalahan didalam tugas akhir yang dibuat oleh penulis.

#### 3. Metode Perancangan Sistem

Pada tahap ini penulis melakukan perancangan terhadap sistem untuk melakukan deteksi OD.

#### 4. Metode Pengujian

Pada tahap ini penulis melakukan pengujian terhadap rancangan sistem yang dibuat apakah sistem dapat menghasilkan nilai keakuratan yang tepat atau tidak.

## 5. Metode Analisa dan Kesimpulan

Pada tahap ini penulis melakukan analisis dari pengujian sistem dengan tujuan untuk mengetahui kekurangan dari hasil penelitian tugas akhir, sehingga pengujian dapat disimpulkan dan digunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Pada penulisan tugas akhir ini di buat sistematika penelitan agar mempermudah dalam proses penyusunan dan memperjelas isi dari setiap bab sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian serta sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi tentang penjelasan teori sebagai sumber yang dapat digunakan dalam memahami mekanisme sistem pendeteksian area *Optik Disk* (OD) dengan menggunakan *Averaging Filter* dan *Histogram Image*.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang perancangan sistem secara garis besar yang meliputi *hardware* dan *software* secara keseluruhan. Mencakup tahapan penelitian, desain perangkat, serta metode pengujian sistem.

#### **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Bab ini Berisi tentang pembahasan mengenai mekanisme sistem dalam penelitian, hasil pengujian sistem beserta analisis dari hasil pengujian.

#### **BAB V KESIMPULAN**

Berisi kesimpulan hasil pengujian. Mencakup jawaban atas permasalahan dalam penelitian dan intisari dari BAB IV.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. N. Reza and M. Ahmad, “**Automatic Detection of Optic Disc in Fundus Images by Curve Operator,**” 2015, no. December, pp. 6–11.
- [2] T. Devasia, P. Jacob, and T. Thomas, “**Automatic Optic Disc Localization and Segmentation using Swarm Intelligence,**” vol. 5, no. 6, pp. 92–97, 2015.
- [3] V. R. Patil, M. Computer, and S. Iii, “**Detection Of Optic Disc In Retina Using Digital Image Processing,**” vol. 2, no. 1, pp. 20–23, 2015.
- [4] P. S. Mittapalli and G. B. Kande, “**Biomedical Signal Processing and Control Segmentation of optic disk and optic cup from digital fundus images for the assessment of glaucoma,**” *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 24, pp. 34–46, 2016.
- [5] R. R. V Silva, F. H. D. De Araújo, L. M. R. Santos, R. M. S. Veras, and F. N. S. De Medeiros, “**Optic Disc Detection in Retinal Images Using Algorithms Committee with Weighted Voting,**” vol. 14, no. 5, pp. 2446–2454, 2016.
- [6] P. Xu, C. Wan, J. Cheng, D. Niu, and J. Liu, “**Optic Disc Detection via Deep Learning in Fundus Images,**” vol. 3, pp. 134–141, 2017.
- [7] B. Gui, R. Shuai, P. Chen, “**Optic disc localization algorithm based on improved corner detection detection,**” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 131, pp. 311–319, 2018.
- [8] N. Muangnak, P. Aimmanee, S. Makhanov, and B. Uyyanonvara, “**Vessel transform for automatic optic disk detection in retinal images,**” *IET Image Process.*, vol. 9, no. 9, pp. 743–750, 2015.

- [9] W. Zhou, C. Wu, and W. Du, “**Automatic Optic Disc Detection in Retinal Images via Group Sparse Regularization Extreme Learning Machine,**” pp. 11053–11058, 2017.
- [10] L. Listyalina, H. A. Nugroho, S. Wibirama, and W. K. Z. Oktoeberza, “**Automated localisation of optic disc in retinal colour fundus image for assisting in the diagnosis of glaucoma,**” vol. 2, no. 1, pp. 18–23, 2017.
- [11] N. Kulkarni, “**Relevance of Computational model for Detection of Optic Disc in Retinal images,**” no. December 2015, 2016.
- [12] V. Patil, M. Phil, V. Kumbhakarna, M. Phil, and S. Kawathekar, “**Hough Transform used for Detection of Optic Disc in Retina,**” vol. 6, no. 6, pp. 7759–7761, 2016.
- [13] O. Phyto and A. Khaing, “**Automatic detection of optic disk and blood vessels from retinal images using image processing Techniques,**” pp. 300–307, 2014.
- [14] G. Lim, Y. Cheng, W. Hsu, and M. L. Lee, “**Integrated Optic Disc and Cup Segmentation with Deep Learning.**”2010.
- [15] D. Image and P. Concepts, “**Digital Image Processing Concepts 2,**” 2019.
- [16] M. Khunger, T. Choudhury, S. C. Satapathy, and K. Ting, “*Automated Detection of Glaucoma Using Image Processing Techniques.*” Springer Singapore, 2019.
- [17] B. Al-bander, W. Al-nuaimy, B. M. Williams, and Y. Zheng, “**Biomedical Signal Processing and Control Multiscale sequential convolutional neural**

- networks for simultaneous detection of fovea and optic disc,”** *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 40, pp. 91–101, 2018.
- [18] J. J. Staal, M. D. Abramoff, M. Niemeijer, M. A. Viergever, and B. van Ginneken, **“Ridge based vessel segmentation in color images of the retina,”** *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 23, no. 4, pp. 501–509, 2004.
- [19] H. S. Alghamdi and H. L. Tang, **“Automatic Optic Disc Abnormality Detection in Fundus Images : A Deep Learning Approach,”** 2016.
- [20] X. Zhu, R. M. Rangayyan, and A. L. Ells, **“Detection of the optic nerve head in fundus images of the retina using the hough transform for circles,”** *J. Digit. Imaging*, vol. 23, no. 3, pp. 332–341, 2010.
- [21] T. Walter, J. C. Klein, P. Massin, and A. Erginay, **“A contribution of image processing to the diagnosis of diabetic retinopathy - Detection of exudates in color fundus images of the human retina,”** *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 21, no. 10, pp. 1236–1243, 2002.
- [22] X. Zhu and R. M. Rangayyan, **“Detection of the Optic Disc in Images of the Retina Using the Hough Transform,”** pp. 3546–3549, 2008.
- [23] M. Park, J. S. Jin, and S. Luo, **“Locating the Optic Disc in Retinal Images University of Newcastle,”** pp. 0–4, 2006.