

**METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
(CNN) UNTUK SEGMENTASI OPTIK DISK PADA
CITRA RETINA**



OLEH :
PERSIA SEPRIANTINA
09011181722074

JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

**METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
(CNN) UNTUK SEGMENTASI OPTIK DISK PADA
CITRA RETINA**

TUGAS AKHIR

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



OLEH :

PERSIA SEPRIANTINA

09011181722074

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

2021

HALAMAN PENGESAHAN

**METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN)
UNTUK SEGMENTASI OPTIK DISK PADA CITRA RETINA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

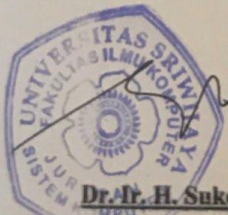
Oleh :

Persia Sepriantina
09011181722074

Indralaya, 17 November 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. H. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001

Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Erwin, M.Si.
NIP. 197101291994121001

HALAMAN PERSETUJUAN

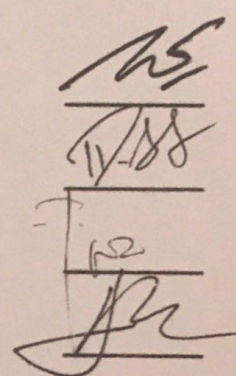
Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 28 September 2021

Tim Penguji:

1. Ketua Sidang : Rossi Pasarella, M.Eng
2. Sekretaris Sidang: Rahmat Fadli Isnanto, M.Sc
3. Penguji Sidang : Firdaus, M.Kom.
4. Pembimbing : Dr. Erwin, M.Si.



Handwritten signatures of the examiners, corresponding to the list above. The signatures are written in black ink and are placed over horizontal lines.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda yangan dibawah ini:

Nama : Persia Sepriantina
NIM : 09011181722074
Program Studi : Sistem Komputer
Judul : Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) Untuk Segmentasi Optik Disk Pada Citra Retina

Hasil pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 13%

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, November 2021



Persia Sepriantina

09011181722074

HALAMAN PERSEMBAHAN

Motto :

“ 2 hal didunia ini yang tidak bisa dipercaya, uang dan laki – laki”

“ Bekerja keraslah sampai engkau bisamembeli barang tanpa melihat harga”

“Do it anything makes you happy”

Skripsi ini saya persembahkan khusus untuk :

- **Umi (Mujanah) dan Ayah (Alm. Turmizi Anwar) yang selalu mendoakan saya, memotivasi saya untuk terus melangkah maju serta selalu memberikan dukungan terhadap mental maupun financial.**
- **Kakak dan adik yang selalu mendoakan akan keberhasilan saya.**
- **Keluarga dan saudara yang selalu memberikan dukungan.**
- **Pembimbing Tugas Akhir (Dr. Erwin, M.Si.) yang selalu membantu dan menjadi panutan.**
- **Civitas akademik Universitas Sriwijaya.**
- **Kepada diri saya sendiri.**

KATA PENGANTAR

Assalamualikum Wr. Wb.

Puji dan syukur saya hanturkan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul “**Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) Untuk Segmentasi Optik Disk Pada Citra Retina**” dengan baik.

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan segmentasi optik disk pada citra retina menggunakan metode *Convolutional Neural Network* dengan dataset DRIVE. Harapan saya agar tulisan ini dapat bermanfaat serta menjadi penambah wawasan bagi pembaca dan dapat menjadi tahapan awal di bidang medis.

Pada penulisan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan ide dan saran serta bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada :

1. Allah SWT Yang memberikan nikmat kemudahan, kesehatan dan kesempatan dalam melaksanakan tugas akhir ini.
2. Baginda Nabi Muhammad SAW sang suri tauladan.
3. Kedua orang tua, saudara, keponakan dan keluarga besar yang selalu mendoakan dan selalu memberikan motivasi, semangat serta support dalam hal moral, material dan spiritual.
4. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd. M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
5. Bapak Dr.Ir. H.Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
6. Bapak Dr. Erwin, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir di Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Iman Saladin B. Azhar, S.Kom.,M.MSI. selaku dosen pembimbing akademik di Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
8. Seluruh Dosen, Staff dan karyawan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

9. Ladies squad yang selalu memberikan masukan, motivasi dan semangat.
10. Pacarku yang selalu mensupport.
11. Teman-teman seperjuangan Sistem Komputer Angkatan 2017 Indralaya yang selalu memberi dukungan.
12. Dan semua kerabat yang telah memberikan dukungan dan semangat yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
13. Last but not least, terima kasih untuk diri sendiri yang sudah mau berjuang, bekerja keras, menahan tanggis, belajar sekuat tenaga untuk sampai dititik ini sampai bisa menyelesaikan study sarjana S.Kom. Terima kasih untuk diri ini bisa melawan rasa malas, rasa takut untuk memulai hal baru, dan berani akan hal baru. Saya hebat dengan diri saya yang sekarang, pertahankan dan selalu tingkatkan.

Tiada lain harapan saya semoga Allah SWT membalas segala niat baik kepada semua pihak yang saya sebutkan diatas. Saya menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik serta saran yang membangun sangat saya harapkan sebagai bahan acuan dan perbaikan saya dalam menyempurnakan tugas akhir ini.

Sebagai penutup, semoga tugas akhir ini akan menjadi tambahan ilmu pengetahuan serta menambah wawasan kita dan bagi mahasiswa yang membutuhkan khususnya mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya serta memberi manfaat bagi semua yang membaca. Sebelum dan sesudahnya saya mengucapkan terimakasih.

Palembang, November 2021

Penulis



Persia Sepriantina

09011181722074

***CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) METHOD FOR
OPTICAL DISK SEGMENTATION ON RETINAL IMAGES***

Persia Sepriantina (09011181722074)

Departement of Computer Engineering, Faculty of Computer Science,
Sriwijaya University

Email : persiatin@gmail.com

ABSTRACT

The retina is one of the most important parts of the eye. One part of the retina is the optic disc. The optic disc is the starting point of the optic nerve, where the optics meet and relay information to the center and carry more than one million neurons from the eye to the brain. One way to simplify the image structure is by segmenting it. Optic disk segmentation in the image separates the foreground and background. For optic disk segmentation, the author uses the Convolutional Neural Network (CNN) method with U-Net architecture. At the pre-processing stage using grayscale, complement, CLAHE, and median filters to improve the quality of the retinal image. Data augmentation is also used to increase the amount of data used. In this study using the DRIVE dataset with 99.44% accuracy, 99.88% specification, 92.08% precision, 99.00% sensitivity and 95.33% f1 score on augmented data. While the data without augmentation results in 98.50% accuracy, 99.74% specification, 84.57% precision, 97.27% sensitivity and 89.22% f1 score.

Keywords: Optic Disc, Convolutional Neural Network, DRIVE, Augmentation, U-Net

METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) UNTUK SEGMENTASI OPTIK DISK PADA CITRA RETINA

PERSIA SEPRIANTINA (09011181722074)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : Persiatin@gmail.com

ABSTRAK

Retina merupakan salah satu bagian terpenting yang ada pada mata. Salah satu bagian yang terdapat pada retina adalah optik disk. Optik disk merupakan titik awal saraf optik, dimana optik bertemu dan menyampaikan informasi ke pusat dan membawa lebih dari satu juta *neuron* dari mata menuju otak. Salah satu cara untuk menyederhanakan struktur citra adalah dengan melakukan segmentasi. Segmentasi optik disk pada citra memisahkan antara *foreground* dan *background*. Untuk segmentasi optik disk, penulis menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur U-Net. Pada tahap *pre-processing* menggunakan *grayscale*, *komplemen*, CLAHE, dan *median filter* untuk meningkatkan kualitas dari citra retina. Augmentasi data juga digunakan untuk memperbanyak jumlah data yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan dataset DRIVE dengan hasil akurasi 99.44%, spesifikasi 99.88%, presisi 92.08%, sensitifitas 99.00% dan f1 score 95.33% pada data augmentasi. Sedangkan pada data tanpa augmentasi dengan hasil akurasi 98.50%, spesifikasi 99.74%, presisi 84.57%, sensitifitas 97.27% dan f1 score 89.22%.

Kata kunci : Optik disk, *Convolutional Neural Network*, DRIVE, Augmentasi, U-Net

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRACT	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Balakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	2
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Dasar teori	7
2.2.1 Pengolahan Citra Digital	7
2.2.2 Retina.....	8
2.2.3 Segmentasi Citra.....	9
2.2.4 Grayscale	9

2.2.5 Komplement	10
2.2.6 Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization	11
2.2.7 Median Filter	13
2.2.8 Convolutional Neural Network	16
BAB III METODEODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Pendahuluan	19
3.2 Kerangka kerja	19
3.3 Dataset.....	20
3.4 Lingkungan Hardware dan Software	21
3.4.1 Hardware	21
3.4.2 Software.....	21
3.5 Perancangan Sistem	21
3.5.1 Input Citra.....	22
3.5.2 Pre – processing.....	23
3.5.2.1 Grayscale.....	23
3.5.2.2 Komplement.....	24
3.5.2.3 CLAHE	24
3.5.2.4 Median Filter.....	25
3.5.2.5 Augmentasi	26
3.5.3 Segmentasi.....	27
3.5.3.1 U-Net Architecture.....	27
3.5.4 Output Citra.....	29
BAB IV HASIL DAN ANALISA	30
4.1 Pendahuluan	30
4.2 Dataset.....	30
4.3 Tahapan Pemograman.....	31
4.3.1 Input Citra.....	31
4.3.2 Pre-Processing	32
4.3.3 Segmentasi Optik Disk	38
4.3.4 Evaluasi	42

4.4 Pembahasan dan Analisis.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Citra Retina.....	9
Gambar 2.2 Cara Kerja Median Filter	13
Gambar 2.3 Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i>	16
Gambar 2.4 Representasi Fungsi Aktivasi <i>ReLU</i>	17
Gambar 2.5 Cara Kerja <i>Pooling Layer</i>	18
Gambar 3.1 Kerangka kerja.....	20
Gambar 3.2 Kerangka Kerja Segmentasi Optik Disk.....	22
Gambar 3.3 Kerangka Kerja Grayscale.....	23
Gambar 3.4 Kerangka Kerja Komplement	24
Gambar 3.5 Kerangka Kerja CLAHE.....	25
Gambar 3.6 Kerangka Kerja Median Filter	25
Gambar 3.7 Kerangka Kerja Augmentasi.....	26
Gambar 3.8 Arsitektur U-Net	27
Gambar 4.1 Input Citra Dataset DRIVE.....	32
Gambar 4.2 <i>Grayscale</i> DRIVE.....	33
Gambar 4.3 Komplement DRIVE	34
Gambar 4.4 CLAHE DRIVE.....	35
Gambar 4.5 <i>Median Filter</i> DRIVE.....	36
Gambar 4.6 Hasil Augmentasi Dataset DRIVE	37
Gambar 4.7 Grafik <i>Accuracy</i> Data Augmentasi.....	43
Gambar 4.8 Grafik <i>Loss</i> Data Augmentasi.....	43
Gambar 4.9 Grafik <i>Accuracy</i> Percobaan Model Ke-1.....	44
Gambar 4.10 Grafik <i>Loss</i> Percobaan Model Ke-1	44
Gambar 4.11 Grafik <i>Accuracy</i> Percobaan Model Ke-2.....	45
Gambar 4.12 Grafik <i>Loss</i> Percobaan Model Ke-2	45
Gambar 4.13 Grafik <i>Accuracy</i> Percobaan Model Ke-3.....	46
Gambar 4.14 Grafik <i>Loss</i> Percobaan Model Ke-3	46
Gambar 4.15 Grafik <i>Accuracy</i> Percobaan Model Ke-4.....	47
Gambar 4.16 Grafik <i>Loss</i> Percobaan Model Ke-4	47

Gambar 4.17 Grafik <i>Accuracy</i> Percobaan Model Ke-5.....	48
Gambar 4.18 Grafik <i>Loss</i> Percobaan Model Ke-5	48
Gambar 4.19 Grafik <i>Accuracy</i> Percobaan Model Ke-6.....	49
Gambar 4.20 Grafik <i>Loss</i> Percobaan Model Ke-6	49
Gambar 4.21 Grafik <i>Accuracy</i> Percobaan Model Ke-7.....	50
Gambar 4.22 Grafik <i>Loss</i> Percobaan Model Ke-7	50
Gambar 4.23 Proses Segmentasi Optik Disk.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Proses Perhitungan Metode CLAHE.....	12
Tabel 2.2 Hasil Nilai <i>Median Filter</i>	15
Tabel 3.1 Model CNN Yang Diusulkan	29
Tabel 4.1 Dataset DRIVE.....	30
Tabel 4.2 Hasil Segmetasi Citra Menggunakan Data Augmentasi	39
Tabel 4.3 Hasil Akurasi Percobaan Menggunakan Data tanpa Augmentasi.....	40
Tabel 4.4 Hasil Segmentasi Menggunakan Data Tanpa Augmentasi	41
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Parameter	51
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Olah Dengan Peneliti Lain.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Biodata Mahasiswa	60
Lampiran 2. Hasil Proses Augmentasi Citra	61
Lampiran 3. Hasil Segmentasi Optik Disk Menggunakan Data Augmentasi	64
Lampiran 4. Hasil Segmentasi Optik Disk Menggunakan Data Tanpa Augmentasi	67
Lampiran 5. Form Perbaikan Ujian Skripsi Dari Penguji	68
Lampiran 6. Form Perbaikan Ujian Skripsi Dari Pembimbing Tugas Akhir	69
Lampiran 7. Hasil Similarity Atau Plagiarisme	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Optik disk melewati retina dan keluar dari mata melalui saluran skleral untuk mengirimkan informasi visual ke otak[1]. Optik Disk (OD) merupakan titik awal saraf optik, dimana serat optik bertemu dan menyampaikan informasi ke pusat dan juga membawa lebih dari satu juta neuron dari mata menuju otak[2][3]. Optik Disk terdiri dari kumpulan piskel yang memiliki intensitas maksimum dan karena itu, OD merupakan wilayah yang paling terang dari citra retina[4]. Biasanya muncul pada daerah kekuningan cerah, berbentuk melingkar, bercampur dengan pembuluh retinal utama dan menempati sekitar seperenam atau ketujuh dari seluruh citra retina. Deteksi daerah optik disk pada gambar fundus retina sangat penting, karena dapat digunakan untuk membedakan gejala penyakit dalam hal kontras, warna maupun kecerahan. Setiap perubahan dalam OD merupakan kelainan atau penyakit mata seperti *diabetic retinopathy*, glaucoma [3].

Salah satu kelainan atau penyakit mata setiap adanya perubahan yang terjadi pada Optik Disk yaitu Glaukoma. Glaukoma adalah penyakit mata kronis dimana saraf optik secara bertahap rusak dan dianggap salah satunya alasan utama disabilitas visual di dunia[1][5].

Salah satu metode untuk menyederhanakan struktur citra adalah dengan melakukan Segmentasi Citra. Karena segmentasi dianggap sebagai salah satu tahapan yang mendasar dalam sebuah pengolahan citra. Tepi, bentuk objek dan korelasi merupakan tiga faktor utama yang sangat mempengaruhi segmentasi suatu objek dalam citra[6]. Segmentasi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memisahkan antara satu objek dengan objek lainnya. Tujuan dari segmentasi citra adalah menyederhanakan atau mengubah representasi sebuah citra sehingga lebih mudah untuk dianalisa[3]. Metode segmentasi yang bisa digunakan dalam

Citra medis, salah satunya adalah *Deep Learning*[7]. Metode *deep learning* menetapkan beberapa beberapa *Hidden Layer* dalam suatu Jaringan Saraf Tiruan. Oleh karena itu *deep learning* merupakan salah satu jenis algoritma pada jaringan saraf tiruan yang menggunakan metadata sebagai input dan mengolahnya menggunakan sejumlah lapisan tersembunyi (*Hidden Layer*) dan algoritma ini juga memiliki fitur yang mampu mengesktraksi secara otomatis[2][8].

Salah satu jenis *Neural network* yang biasa digunakan pada data *image* adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN merupakan jenis yang termasuk dalam *deep neural network* karena tingkat jaringannya dan banyak diimplementasikan dalam citra.

Pada tugas akhir ini, berdasarkan penjelasan diatas dan berbagai metode yang telah dijelaskan maka peneliti akan melakukan penelitian tentang Segmentasi Optik Disk pada Retina menggunakan CNN. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam diagnosa dini penyakit mata khususnya pada daerah optik disk.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan yang ingim dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan algoritma serta untuk mendapatkan hasil Segmentasi Optik Disk dengan metode *Convolutional Neural Network*.
2. Mendapatkan hasil pengukuran parameter seperti Akurasi, Sensitifitas, dan Speksifikasi.

1.3 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan hasil segmentasi Optik Disk dengan metode *Convolutional Neural Network*.
2. Untuk mengembangkan parameter pengukuran seperti Akurasi, Sensitifitas, dan Speksifikasi untuk optik disk pada citra retina.

3. Untuk memenuhi berbagai tahap lanjutan dalam diagnosis dini penyakit retina di bidang medis berdasarkan metode *Convolutional Neural Network*.
4. Dapat mengimplementasikan algoritma untuk pengolahan citra retina menggunakan metode CNN.

1.4 Rumusan Masalah

Penyakit pada retina saat ini sudah banyak ditemukan. Setiap penyakit tersebut memiliki ciri masing – masing yang dapat dilihat pada bagian retina seperti optik disk. Diagnosis awal pada optik disk retina dapat membantu bagi pihak medis dalam melihat kondisi penderita, sehingga diperlukan perbaikan dan peningkatan kualitas pada citra retina dengan pengambilan hasil akhir segmentasi pada optik disk. Untuk melihat kinerja dari metode yang diusulkan diperlukan tingkat keakurasian sehingga akan dianalisa tingkat parameter seperti Akurasi, Sensitifitas, Spesifikasi, Presisi dan Skor F1.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan digunakan peneliti agar penelitian ini tidak meluas:

1. Citra uji yang digunakan adalah dataset.
2. Metode digunakan hanya yang diusulkan yaitu *Convolutional Neural Network*.
3. Segmentasi hanya dilakukan pada Optik Disk Retina.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini akan melewati beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Metode perumusan masalah

Dalam tahap ini, penulis akan menentukan permasalahan yang ada tentang segmentasi pada Optik Disk pada Retina dengan menggunakan CNN.

2. Metode Studi Pustaka/literatur

Dalam tahap ini, penulis mencari informasi yang diperlukan melalui media pembelajaran seperti jurnal ilmiah, buku, internet, serta artikel-artikel yang diangkat dari judul yang bertujuan untuk menunjang penelitian yang akan dilakukan.

3. Metode Perancangan

Pada tahap ini dilakukan perancangan serta membahas proses Segmentasi Optik disk dengan metode CNN.

4. Metode Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian yang sesuai dengan apa yang sudah dirancang.

5. Analisa

Pada tahap ini dilakukan dengan mengambil dan menganalisa data berdasarkan algoritma pemrograman segmentasi yang telah dirancang, serta diberikan data hasil yang menggambarkan performansi segmentasi yang telah dirancang pada penelitian ini.

6. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini dilakukan dengan menarik kesimpulan dari analisa dan studi literatur serta saran untuk penulis selanjutnya jika akan dijadikan bahan referensi.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam Proposal Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini akan berisikan latar belakang masalah, tujuan dan manfaat, perumusan dan batasan masalah serta metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka dan landasan teori yang berhubungan dengan permasalahan penelitian yang akan dibahas.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan membahas tentang metodologi dari penelitian yang akan dilakukan serta jalannya penelitian ini.

BAB IV. HASIL DAN ANALISA

Bab ini akan membahas hasil dari penelitian ini serta menganalisa hasil yang diperoleh dari penelitian ini.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil yang telah dicapai sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak – pihak yang berkepentingan serta kemungkinan pengembangannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Almazroa, R. Burman, K. Raahemifar, and V. Lakshminarayanan, "Optic Disc and Optic Cup Segmentation Methodologies for Glaucoma Image Detection: A Survey," *J. Ophthalmol.*, vol. 2015, 2015, doi: 10.1155/2015/180972.
- [2] W. B. Huang, D. Wen, M. A. A. Dewan, Y. Yan, and K. Wang, "Automatic detection of optic disc in retina image using CNN and CRF," *Proc. - 2018 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intell. Comput. Adv. Trust. Comput. Scalable Comput. Commun. Cloud Big Data Comput. Internet People Smart City Innov. SmartWorld/UIC/ATC/ScalCom/CBDCo*, pp. 1917–1922, 2018, doi: 10.1109/SmartWorld.2018.00321.
- [3] T. T. Khaing and P. Aimmanee, "Optic disk segmentation in retinal images using active contour model based on extended feature projection," *2017 8th Int. Conf. Inf. Commun. Technol. Embed. Syst. IC-ICTES 2017 - Proc.*, 2017, doi: 10.1109/ICTEmSys.2017.7958764.
- [4] S. Bharkad, "Automatic segmentation of optic disk in retinal images," *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 31, pp. 483–498, 2017, doi: 10.1016/j.bspc.2016.09.009.
- [5] A. Diaz-Pinto, S. Morales, V. Naranjo, T. Köhler, J. M. Mossi, and A. Navea, "CNNs for automatic glaucoma assessment using fundus images: An extensive validation," *Biomed. Eng. Online*, vol. 18, no. 1, pp. 1–19, 2019, doi: 10.1186/s12938-019-0649-y.
- [6] K. B. Khan, A. A. Khaliq, M. Shahid, and S. Khan, "An efficient technique for retinal vessel segmentation and denoising using modified isodata and CLAHE," *IJUM Eng. J.*, vol. 17, no. 2, pp. 31–46, 2016, doi: 10.31436/ijumej.v17i2.611.
- [7] C. Bhardwaj, S. Jain, and M. Sood, "Appraisal of pre-processing techniques for automated detection of diabetic retinopathy," *PDGC 2018 - 2018 5th Int. Conf. Parallel, Distrib. Grid Comput.*, pp. 734–739, 2018, doi: 10.1109/PDGC.2018.8745964.
- [8] M. D. Abràmoff and M. Niemeijer, "The automatic detection of the optic disc location in retinal images using optic disc location regression," *Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. - Proc.*, pp. 4432–4435, 2006, doi: 10.1109/IEMBS.2006.259622.
- [9] P. H. Prastyo, A. S. Sumi, and A. Nuraini, "Optic Cup Segmentation using U-Net Architecture on Retinal Fundus Image," *JITCE (Journal Inf. Technol. Comput. Eng.*, vol. 4, no. 02, pp. 105–109, 2020, doi: 10.25077/jitce.4.02.105.109.2020.

- [10] A. Sevastopolsky, "Optic disc and cup segmentation methods for glaucoma detection with modification of U-Net convolutional neural network," *Pattern Recognit. Image Anal.*, vol. 27, no. 3, pp. 618–624, 2017, doi: 10.1134/S1054661817030269.
- [11] L. Wang, H. Liu, Y. Lu, H. Chen, J. Zhang, and J. Pu, "A coarse-to-fine deep learning framework for optic disc segmentation in fundus images," *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 51, pp. 82–89, 2019, doi: 10.1016/j.bspc.2019.01.022.
- [12] Padmasinh Deshmukh, Anjali Pise, and S. V. Survase, "Segmentation of Retinal Images for Glaucoma Detection," *Int. J. Eng. Res.*, vol. V4, no. 06, pp. 747–749, 2015, doi: 10.17577/ijertv4is060897.
- [13] B. K. Triwijoyo *et al.*, "Retina disease classification based on colour fundus images using convolutional neural networks," *Proc. - 2017 Int. Conf. Innov. Creat. Inf. Technol. Comput. Intell. IoT, ICITech 2017*, vol. 2018-Janua, no. 27, pp. 1–4, 2018, doi: 10.1109/INNOCIT.2017.8319141.
- [14] C. Dengan and M. Median, "IMPLEMENTASI METODE MEDIAN FILTER DAN HISTOGRAM," vol. 6, pp. 67–71, 2017.
- [15] S. Wangko, "Histofisiologi Retina," *J. Biomedik*, vol. 5, no. 3, 2014, doi: 10.35790/jbm.5.3.2013.4342.
- [16] D. Anoraganingrum, "Cell segmentation with median filter and mathematical morphology operation," *Proc. - Int. Conf. Image Anal. Process. ICIAP 1999*, pp. 1043–1046, 1999, doi: 10.1109/ICIAP.1999.797734.
- [17] Z. A. Matondang, "Penerapan Metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) pada Citra Digital untuk Memperbaiki Gambar X-Ray," *Publ. Ilm. Teknol. Inf. Neumann*, vol. 3, pp. 24–29, 2018.
- [18] C. Contrast Enhancement, "Peningkatan Kontras Menggunakan Metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization Pada Citra Underwater," pp. 1–6, 2019.
- [19] R. P. Sari, "Enhancement Citra Fundus Retina Menggunakan CLAHE dan Wiener Filter," *Ars*, vol. 4, no. 1, pp. 978–979, 2018.
- [20] A. I. Zakaria, E. Ernawati, A. Vatesia, and W. K. Oktoeberza, "Perbandingan Metode High-Frequency Emphasis (HFE) Dan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) Dalam Perbaikan Kualitas Citra Penginderaan Jauh (Remote Sensing)," *Pseudocode*, vol. 6, no. 2, pp. 125–137, 2019, doi: 10.33369/pseudocode.6.2.125-137.
- [21] M. Santoso, T. Indriyani, and R. E. Putra, "Deteksi Microaneurysms Pada Citra Retina Mata Menggunakan Matched Filter," pp. 59–68.
- [22] W. S. Eka Putra, "Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) pada Caltech 101," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 1, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i1.15696.

- [23] J. Sanjaya and M. Ayub, “Augmentasi Data Pengenalan Citra Mobil Menggunakan Pendekatan Random Crop, Rotate, dan Mixup,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 311–323, 2020, doi: 10.28932/jutisi.v6i2.2688.
- [24] E. N. Arrofiqoh and H. Harintaka, “Implementasi Metode Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Tanaman Pada Citra Resolusi Tinggi,” *Geomatika*, vol. 24, no. 2, p. 61, 2018, doi: 10.24895/jig.2018.24-2.810.
- [25] V. P. Gopi, M. S. Anjali, and S. I. Niwas, “PCA-based localization approach for segmentation of optic disc,” *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.*, vol. 12, no. 12, pp. 2195–2204, 2017, doi: 10.1007/s11548-017-1670-x.
- [26] M. N. Reza, “Automatic detection of optic disc in color fundus retinal images using circle operator,” *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 45, no. August, pp. 274–283, 2018, doi: 10.1016/j.bspc.2018.05.027.
- [27] G. Y. Kim, S. H. Lee, and S. M. Kim, “Automated segmentation and quantitative analysis of optic disc and fovea in fundus images,” *Multimed. Tools Appl.*, 2021, doi: 10.1007/s11042-021-10815-1.