

**SEGMENTASI PEMBULUH DARAH RETINA PADA
PENYAKIT DIABETIC RETINOPATHY
MENGUNAKAN METODE FRACTALNET
*CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

TUGAS AKHIR

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



OLEH:

MUHAMMAD LUTHFI ANUGRAH

09011181722026

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

2021

HALAMAN PENGESAHAN

SEGMENTASI PEMBULUH DARAH RETINA PADA PENYAKIT DIABETIC RETINOPATHY MENGGUNAKAN METODE FRACTALNET CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:

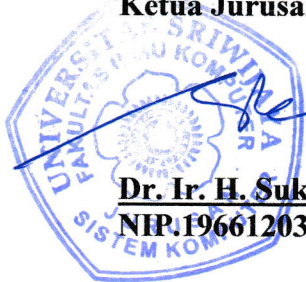
MUHAMMAD LUTHFI ANUGRAH

09011181722026

Indralaya, November 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

Pembimbing Tugas Akhir

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Erwin', written over the name and NIP of the supervisor.

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 28 September 2021

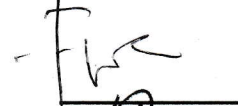
Tim Penguji :

1. Ketua : Ahmad Fali Oklilas, M.T.

2. Sekretaris : Rahmat Fadli Isnanto, M.Sc

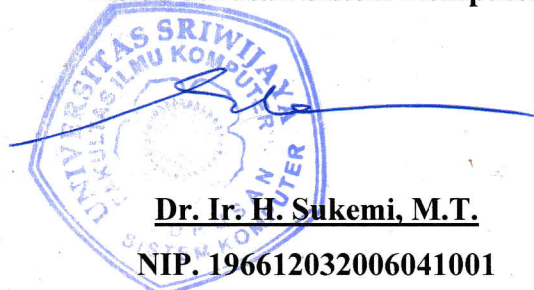
3. Penguji : Firdaus, S.T., M.Kom

4. Pembimbing : Dr. Erwin, S.Si, M.Si.



Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Luthfi Anugrah

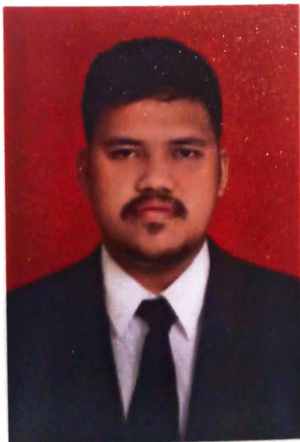
NIM : 09011181722026

Judul : Segmentasi Pembuluh Darah Retina Pada Penyakit Diabetic Retinopathy Menggunakan Metode Fractalnet Convolutional Neural Network

Hasil Penyecekan *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 tanpa paksaan dari siapapun.



Indralaya, November 2021



Muhammad Luthfi Anugrah
NIM. 09011181722026

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis selalu panjatkan atas kehadiran Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis sampai pada saat ini dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan judul **“Segmentasi Pembuluh Darah Retina Pada Penyakit Diabetic Retinopathy Menggunakan Metode FractalNet Convolutional Neural Network”**

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

1. Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan berkah dan karunia-Nya kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Orangtua tercinta yang selalu memberikan motivasi, semangat dan do'a serta keluarga besar penulis yang tersayang.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
4. Dr. Ir. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya
5. Ibu Sri Desy Siswanti, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing Tugas Akhir.
7. Mbak Renny selaku Admin Jurusan Sistem Komputer.
8. Kakak tingkat sistem komputer yang memberikan masukan selama perkuliahan.
9. Teman-teman seperjuangan di jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya terkhususnya kelas B angkatan 2017 sebagai tempat diskusi dan memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis cantumkan satu persatu, yang membantu dan memberikan doa yang terbaik untuk kelancaran tugas akhir ini.

Didalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis menyadari masih terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, sebagai bahan perbaikan kedepannya penulis tentunya mengharapkan koreksi, saran, serta masukan terhadap isi dari tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga dengan pembuatan penelitian tugas akhir ini akan menjadi tambahan ilmu dan pengembangan wawasan terhadap pengolahan citra digital dan dapat menjadi bahan referensi bagi yang membacanya.

Wassalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Indralaya, November 2021



Muhammad Luthfi Anugrah

NIM. 09011181722026

SEGMENTATION OF RETINA BLOOD VESSELS ON DIABETIC RETINOPATHY USING FRACTALNET CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK METHOD

Muhammad Luthfi Anugrah(09011181722026)

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

Email : luthfianugrah99@gmail.com

Abstract

The retina is a very crucial organ in the human eye. The retina has a blood vessel section which in every human has a different form of blood vessels. Early detection of retinal disease can be done through sections of the retinal blood vessels. In order to facilitate the medical world in detecting diabetic retinopathy on the retina, a retinal image segmentation study was carried out in order to distinguish between retinal images that have the disease or not. This study presents retinal segmentation using the Fractalnet Convolutional Neural Network method. The first step is to prepare the data used, namely DRIVE. Then proceed with data processing using Color Channel Separation, Grayscale, CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization), and data Augmentation. Followed by the segmentation process using the Fractalnet architecture, after that the best model is selected by looking at the parameters. From the results of the research conducted to get the best model with parameters Accuracy value of 96.15%, Sensitivity 74.89%, Specificity 77.49% and F1 Score of 77.01%.

Keywords: *Diabetic Retinopathy, Segmentation, Retina, Data Augmentation, Fractalnet, Convolutional Neural Network .*

SEGMENTASI PEMBULUH DARAH RETINA PADA PENYAKIT DIABETIC RETINOPATHY MENGGUNAKAN METODE FRACTALNET CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Muhammad Luthfi Anugrah(09011181722026)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : luthfianugrah99@gmail.com

ABSTRAK

Retina adalah organ yang sangat krusial pada mata manusia. Retina mempunyai bagian pembuluh darah yang dimana di tiap manusia mempunyai wujud pembuluh darah yang berbeda-beda. Pedeteksi awal untuk penyakit retina bisa dilakukan melalui bagian pada pembuluh darah retina. Agar memudahkan dunia medis dalam mendeteksi penyakit diabetic retinopathy pada retina maka dilakukan penelitian segmentasi citra retina agar dapat membedakan antara citra retina yang memiliki penyakit atau tidak. Penelitian ini menyajikan segmentasi retina menggunakan metode *Fractalnet Convolutional Neural Network*. Langkah pertama, dilakukan persiapan data yang digunakan yaitu DRIVE. Kemudian dilanjutkan dengan cara pemrosesan data dengan menggunakan Pemisahan Saluran Warna, *Grayscale*, CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization), dan Augmentasi data. Dilanjutkan dengan proses segmentasi menggunakan arsitektur Fractalnet, Setelah itu model terbaik dipilih dengan melihat parameter nya. Dari hasil penelitian yang dilakukan mendapatkan model terbaik dengan parameter nilai *Accuracy* sebesar 96.15%, *Sensitivity* 74.89%, *Specificity* 77.49% dan *F1 Score* sebesar 77.01%.

Kata Kunci : *Diabetic Retinopathy*, Segmentasi, Retina, Augmentasi data, *Fractalnet*, *Convolutional Neural Network*.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN DEPAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACTION	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat	2
1.2.1. Tujuan	2
1.2.2. Manfaat	3
1.3. Perumusan dan Batasan Masalah	3
1.3.1. Perumusan Masalah	3
1.3.2. Batasan Masalah	4
1.4. Metodologi Penelitian	4
1.4.1. Tahap Awal (Persiapan data)	4
1.4.2. Tahap kedua (Pra Pengolahan data)	4
1.4.3. Tahap Ketiga (Segmentasi)	5
1.4.4. Tahap Keempat (Hasil, Analisa, dan Kesimpulan)	5
1.5. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Diabetic Retinopathy	7
2.2. <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	8
2.3. U-net	9
2.4. Fractal Net	11

2.5. Parameter Pengukuran	13
BAB III METODOLOGI.....	15
3.1. Pendahuluan.....	15
3.2. Kerangka Kerja Penelitian	15
3.3. Dataset yang digunakan	16
3.4. Lingkungan Hardware dan Software	17
3.4.1. Lingkungan Software.....	17
3.4.2. Lingkungan Hardware.....	17
3.5. Metode	18
3.5.1. Blok Diagram Proses	18
3.5.2. Tahapan.....	19
3.5.2.1. Input Citra.....	19
3.5.2.2. Pre-Processing.....	19
3.5.2.3 Segmentasi	23
3.5.2.4. Evaluasi.....	24
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....	25
4.1 Pendahuluan.....	25
4.2. Akuisisi Citra dan Dataset	25
4.2.1. Database File Citra DRIVE.....	25
4.2.2. Dataset.....	25
4.3. Tahapan Pemrograman.....	27
4.3.1. Input Citra Gambar	27
4.3.2. Pre-Processing.....	28
4.3.2.1. Pemisahan Saluran Warna	28
4.3.2.2. Grayscale.....	29
4.3.2.3. CLAHE	31
4.3.2.4. Augmentasi Data.....	33
4.3.2.5. Pemisahan Data.....	35
4.3.3. Segmentasi	36
4.4. Penilaian Hasil	38
4.4.1. Hasil Segmentasi Citra Retina Menggunakan Model 1 Fractalnet	38
4.4.2. Hasil Segmentasi Citra Retina Menggunakan Model 2 Fractalnet	40
4.4.3. Hasil Segmentasi Citra Retina Menggunakan Model 3 Fractalnet	42
4.4.4. Hasil Segmentasi Citra Retina Menggunakan Model 4 Fractalnet	44

4.4.5. Hasil Segmentasi Citra Retina Menggunakan Model 5 Fractalnet	46
4.4.6. Hasil Segmentasi Citra Retina Menggunakan Model 6 Fractalnet	48
4.4.7. Hasil Segmentasi Citra Retina Menggunakan Model 7 Fractalnet	50
4.4.8. Hasil Segmentasi Citra Retina Menggunakan Model 8 Fractalnet	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur CNN.....	9
Gambar 2.2 Arsitektur U-Net.....	10
Gambar 2.3 Arsitektur FractalNet.....	11
Gambar 3.1 Kerangka Kerja	16
Gambar 3.2 Diagram Proses	18
Gambar 3.3 Script Pemisahan saluran warna	20
Gambar 3.4 Perbandingan Antara Gambar Asli, Red channel, Green channel, dan Blue channel	20
Gambar 3.5 Script Grayscale	21
Gambar 3.6 Perbandingan Antara Green Channel dan Grayscale.....	21
Gambar 3.7 Script CLAHE	22
Gambar 3.8 Perbandingan Antara Grayscale dan CLAHE	22
Gambar 4.1 Inputan Citra dari DRIVE.....	27
Gambar 4.2 Script pemisahan saluran warna	28
Gambar 4.3 Script Grayscale.....	30
Gambar 4.4 Histogram Grayscale (a) dan Histogram CLAHE (b)	31
Gambar 4.5 Grafik Nilai <i>Accuracy</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 1 Fractalnet.....	38
Gambar 4.6 Grafik Nilai <i>Loss</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 1 Fractalnet.....	39
Gambar 4.7 Grafik Nilai <i>Accuracy</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 2 Fractalnet.....	40
Gambar 4.8 Grafik Nilai <i>Loss</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 2 Fractalnet.....	41
Gambar 4.9 Grafik Nilai <i>Accuracy</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 3 Fractalnet.....	42
Gambar 4.10 Grafik Nilai <i>Loss</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 3 Fractalnet.....	43
Gambar 4.11 Grafik Nilai <i>Accuracy</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 4 Fractalnet.....	44
Gambar 4.12 Grafik Nilai <i>Loss</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 4 Fractalnet.....	45
Gambar 4.13 Grafik Nilai <i>Accuracy</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 5 Fractalnet.....	46
Gambar 4.14 Grafik Nilai <i>Loss</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 5 Fractalnet.....	47
Gambar 4.15 Grafik Nilai <i>Accuracy</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 6 Fractalnet.....	48
Gambar 4.16 Grafik Nilai <i>Loss</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 6 Fractalnet.....	49
Gambar 4.17 Grafik Nilai <i>Accuracy</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 7 Fractalnet.....	50
Gambar 4.18 Grafik Nilai <i>Loss</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 7 Fractalnet.....	51
Gambar 4.19 Grafik Nilai <i>Accuracy</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 8 Fractalnet.....	52
Gambar 4.20 Grafik Nilai <i>Loss</i> Proses Latih dan Uji Pada Model 8 Fractalnet.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Model Arsitektur Fractalnet yang diusulkan	24
Tabel 4.1 Dataset DRIVE.....	26
Tabel 4.2 Pemisahan Saluran Warna.....	29
Tabel 4.3 Grayscale	30
Tabel 4.4 CLAHE	32
Tabel 4.5 Augmentasi Pada Citra Retina	33
Tabel 4.6 Augmentasi Pada Ground Truth.....	34
Tabel 4.7 Hasil Segmentasi Fractalnet	36
Tabel 4.8 Perolehan Evaluasi Model 1 Fractalnet.....	39
Tabel 4.9 Perolehan Evaluasi Model 2 Fractalnet.....	42
Tabel 4.10 Perolehan Evaluasi Model 3 Fractalnet.....	43
Tabel 4.11 Perolehan Evaluasi Model 4 Fractalnet.....	45
Tabel 4.12 Perolehan Evaluasi Model 5 Fractalnet.....	47
Tabel 4.13 Perolehan Evaluasi Model 6 Fractalnet.....	49
Tabel 4.14 Perolehan Evaluasi Model 7 Fractalnet.....	51
Tabel 4.15 Perolehan Evaluasi Model 8 Fractalnet.....	53
Tabel 4.16 Komparasi Nilai Hasil Olah Per Model	54
Tabel 4.17 Komparasi Nilai Hasil Olah Mahasiswa	55

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Tabel Hasil Segmentasi Fractalnet

LAMPIRAN 2. Perbaikan Ujian Skripsi

LAMPIRAN 3. Cek Plagiat

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembuluh vaskular retina merupakan satu-satunya struktur dalam sistem peredaran darah manusia yang dimana dapat secara langsung dan non-invasif diamati secara *in vivo*, selain mudah difoto[1]. Memanfaatkan diagnosa gambar fundus retina yang dibantu komputer menjadi alternatif untuk pemeriksaan manual fundus oleh seorang spesialis, yang dikenal sebagai ophthalmoscopy langsung. Selain itu, diagnosis dengan bantuan gambar fundus retina dengan bantuan komputer terbukti dapat diandalkan seperti ophthalmoscopy langsung dan membutuhkan lebih sedikit waktu untuk diproses dan dianalisis. Berbagai patologi mata terkait yang dapat menyebabkan kebutaan, seperti degenerasi makula dan retinopati diabetik secara rutin didiagnosis dengan menggunakan gambar fundus retina[2].

Diabetic Retinopathy (DR) adalah penyakit yang mempengaruhi pembuluh darah di retina di mana pembuluh kapiler khususnya rentan terhadap kadar glukosa tinggi yang disebabkan oleh diabetes. DR adalah komplikasi diabetes yang sangat umum ditemui dan penyebab utama kebutaan pada penglihatan. Prediktor yang paling signifikan dari prevalensi DR adalah durasi diabetes[3]. Penyakit retina lainnya termasuk oklusi pembuluh retina, retinopati hipertensi, dan retinitis adalah penyebab signifikan dari kerusakan penglihatan. Jika diagnosa dan perawatan dini diimplementasikan sebelum tahap awal perkembangan kelainan, gangguan penglihatan dapat dihindari dalam banyak kasus. Oleh karena itu, program skrining yang lebih tepat diperlukan untuk perawatan dini pada kelompok berisiko tinggi dalam upaya mengurangi beban sosial-ekonomi dari kehilangan penglihatan yang disebabkan oleh penyakit retina[4].

Segmentasi pembuluh darah secara manual dalam gambar retina keduanya rentan kesalahan dan memakan waktu[5], bahkan untuk dokter berpengalaman. Untuk alasan ini, segmentasi otomatis dan akurat sangat penting[1]. Sebagian besar segmentasi otomatis yang diusulkan hanya berfokus pada salah satu dari mereka, dengan sebagian besar karya yang didedikasikan untuk pembuluh darah. Peneliti telah melakukan tinjauan luas pada karya-karya yang semata-mata hanya untuk segmen pembuluh darah, di mana mereka telah membagi solusi yang diusulkan dalam literatur menjadi tujuh kategori: pengenalan pola, penyaringan cocok, pelacakan / pelacakan kapal, morfologi matematika, pendekatan multiskala, pendekatan berbasis model, dan pendekatan paralel / perangkat keras[4][6]. Sebagian besar metodologi melaporkan kinerja mereka dalam hal akurasi, sensitivitas, spesifisitas dan area di bawah kurva, dan mayoritas dari mereka dievaluasi pada database DRIVE[7].

Khususnya untuk jaringan saraf convolutional (CNNs), Metode CNN telah digunakan untuk memenangkan berbagai macam pengenalan objek [4][6] dan segmentasi citra biologis [8] yang menantang. Dalam analisis citra retina, proposal terbaru juga menggunakannya. Peneliti telah membahas segmentasi gambar menggunakan CNN 10-lapisan. Dalam skema[9] tersebut, skema prediksi terstruktur digunakan untuk menyoroti informasi konteks, sementara menguji seperangkat arsitektur yang komprehensif di antaranya CNN tanpa lapisan 7-layer yang paling sukses. Baru-baru ini, Sudah ada yang menggabungkan CNN 7-lapisan khas dengan bidang acak bersyarat, diformulasi ulang sebagai jaringan saraf berulang, untuk memodelkan interaksi piksel jarak jauh[1].

1.2. Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dan manfaat dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1.2.1. Tujuan

Terdapat tujuan dimana diharap tercapai pada tugas akhir tersebut ialah diberikut ini:

1. Menghasilkan nilai performa segmentasi dipembuluh darah retina dengan memanfaatkan metode FractalNet CNN.

2. Memperoleh performa nilai parameter penskalaan semacam nilai Sensitifitas, akurasi dan Spesifitas untuk bagian pembuluh darah dicitra pembuluh darah retina.
3. Menghasilkan model yang memiliki performa terbaik melalui bermacam-macam dataset yang telah diusulkan.

1.2.2. Manfaat

Terdapat berbagai manfaat yang didapatkan ditugas akhir tersebut ialah sebagai berikut :

1. Untuk mendapati segmentasi hasil didapatkan dipembuluh darah dengan memanfaatkan metode FractalNet CNN.
2. Untuk meningkatkan berbagai parameter nilai hasil performa disegmentasi semacam Sensitifitas, akurasi, dan Spesifitas oleh pembuluh darah dicitra retinaa.
3. Untuk menambah bukti fakta pada bagian keperluan medis ketika diagnosa awalan penyakit dibagian mata melalui hasil nilai segmentasi dipembuluh darah berlandaskan FractalNet CNN.

1.3. Perumusan dan Batasan Masalah

Berikut merupakan Perumusan dan batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1.3.1. Perumusan Masalah

Retina adalah organ yang sangat krusial pada mata manusia. Retina mempunyai bagian pembuluh darah yang dimana di tiap manusia mempunyai wujud pembuluh darah yang berbeda-beda. Pedeteksi awal untuk penyakit retina bisa dilakukan melalui bagian pada pembuluh darah retina. Agar memudahkan dunia medis dalam mendeteksi penyakit diabetic retinopathy pada retina maka dilakukan penelitian segmentasi citra retina agar dapat membedakan antara citra retina yang memiliki penyakit atau tidak. Pada Penelitian ini, Dilakukanlah segmentasi pembuluh darah pada penyakit diabetik retinopathy dimana digunakan

metode FractalNet CNN dengan harapan hasil parameter lebih baik daripada penelitian terdahulu sehingga dapat membantu pendeteksian penyakit diabetik retinopathy di dunia medis nantinya.

1.3.2. Batasan Masalah

Selain diperumusan masalah juga masih ada pembatasan masalah pada penelitian ini adalah berikut ini :

1. Dataset yang dipakai dipenelitian ini merupakan gambar retina mata yang didapatkan via dataset DRIVE.
2. Adapun batasan masalah yang ada di penelitian ini, ialah hanya mencakup pembahasan mengenai segmentasi pembuluh darah dengan menggunakan metode Fractalnet yang diproses menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN), memanfaatkan dataset DRIVE yang diperoleh dari internet, dan pengukuran nilai performa pada sistem yang dimana rancangannya berdasarkan dari Accuracy, sensitivity, dan spesifikasi.

1.4. Metodologi Penelitian

Pada bagian ini menjelaskan tentang metodologi yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini yang terdiri dari berbagai tahapan yaitu :

1.4.1. Tahap Awal (Persiapan data)

Pada tahapan awal ini dilakukanlah analisa serta penafsiran pada dataset yang nanti dipergunakan supaya menyesuaikan topik yang terdapat dipenelitian yang dikerjakan

1.4.2. Tahap kedua (Pra Pengolahan data)

Pada metode ini, penulis melakukan survei atau konsultasi kepada masyarakat yang mampu atau memiliki wawasan yang baik permasalahan yang dibahas peneliti dalam Tugas Akhir ini.

1.4.3. Tahap Ketiga (Segmentasi)

Di tahap ini, dilakukan pembuatan desain model dengan menggunakan program berdasarkan dengan topik Tugas Akhir yang dikerjakan penulis yaitu FractalNet Convolutional Neural Network.

1.4.4. Tahap Keempat (Hasil, Analisa, dan Kesimpulan)

Hasil dan Analisa pada pengujian model FractalNet Convolutional Neural Network akan dianalisa lebih lanjut pada kelebihan dan juga kekurangannya, lalu kedepannya bila mempunyai masalah yang serupa seperti yang dikerjakan penulis, Penelitian ini bisa dijadikan referensi dasar yang berbobot demi penelitian kedepannya.

1.5. Sistematika Penulisan

Dalam memudahkan penyusunan penelitian ini, dan agar isi dari setiap bab dapat mudah dipahami, maka penulis membuat sistematika penulisa, diberikut ini :

BAB I – PENDAHULUAN

BAB tersebut mengandung tentang Tujuan, Latar Belakang penelitian dan juga Manfaat, serta Metodologi penelitian dan Sistematika Penulisan melalui penelitian yang dikerjakan.

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka mengandung penjabaran tentang konsep dan dasaran teori yang diperlukan untuk menyelesaikan perkara masalah yang terdapat dipenelitian ini.

BAB III – METODOLOGI

Metodologi yang dimanfaatkan untuk menjabarkan secara terperinci mengenai metode, alur dan teknik pada proses yang dikerjakan menurut penelitian ini.

BAB IV – HASIL DAN ANALISA

BAB berisi tentang hasil percobaan pada penelitian serta analisis yang didapatkan pada penelitian ini dan juga keterangan tentang hasil yang telah diperoleh terdiri dari kelebihan beserta kekurangan pada penelitian yang sudah dikerjakan.

BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN

Di bab bagian terakhir ini menjabarkan kesimpulan yang didapatkan lewat hasil-hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan serta saran yang diberikan kepada penelitian berikutnya terutama berkenaan terhadap Tugas Akhir yang dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Oliveira, S. Pereira, and C. A. Silva, "Retinal vessel segmentation based on Fully Convolutional Neural Networks," *Expert Syst. Appl.*, vol. 112, pp. 229–242, 2018, doi: 10.1016/j.eswa.2018.06.034.
- [2] N. Memari, A. R. Ramli, M. I. Bin Saripan, S. Mashohor, and M. Moghbel, "Retinal Blood Vessel Segmentation by Using Matched Filtering and Fuzzy C-means Clustering with Integrated Level Set Method for Diabetic Retinopathy Assessment," *J. Med. Biol. Eng.*, vol. 39, no. 5, pp. 713–731, 2019, doi: 10.1007/s40846-018-0454-2.
- [3] P. N. S. Kumar, R. U. Deepak, A. Sathar, V. Sahasranamam, and R. R. Kumar, "Automated Detection System for Diabetic Retinopathy Using Two Field Fundus Photography," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 93, no. September, pp. 486–494, 2016, doi: 10.1016/j.procs.2016.07.237.
- [4] J. Y. Choi, T. K. Yoo, J. G. Seo, J. Kwak, T. T. Um, and T. H. Rim, "Multi-categorical deep learning neural network to classify retinal images: A pilot study employing small database," *PLoS One*, vol. 12, no. 11, pp. 1–16, 2017, doi: 10.1371/journal.pone.0187336.
- [5] A. Salazar-Gonzalez, D. Kaba, Y. Li, and X. Liu, "Segmentation of the blood vessels and optic disk in retinal images," *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 18, no. 6, pp. 1874–1886, 2014, doi: 10.1109/JBHI.2014.2302749.
- [6] N. P. Singh and R. Srivastava, "Retinal blood vessels segmentation by using Gumbel probability distribution function based matched filter," *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 129, pp. 40–50, 2016, doi: 10.1016/j.cmpb.2016.03.001.
- [7] J. H. Tan, U. R. Acharya, S. V. Bhandary, K. C. Chua, and S. Sivaprasad, "Segmentation of optic disc, fovea and retinal vasculature using a single convolutional neural network," *J. Comput. Sci.*, vol. 20, pp. 70–79, 2017, doi: 10.1016/j.jocs.2017.02.006.
- [8] O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, "U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation," 2015, doi: 10.1007/978-3-319-24574-4_28.
- [9] M. Szkulmowski, P. Liskowski, B. Wieloch, K. Krawiec, and B. Sikorski, "Convolutional neural networks for artifact free OCT retinal angiography," *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 2017.
- [10] J. Almotiri, K. Elleithy, and A. Elleithy, "A Multi-Anatomical Retinal Structure Segmentation System for Automatic Eye Screening Using Morphological Adaptive Fuzzy Thresholding," *IEEE J. Transl. Eng. Heal. Med.*, vol. 6, no. c, 2018, doi: 10.1109/JTEHM.2018.2835315.
- [11] B. K. Triwijoyo, W. Budiharto, and E. Abdurachman, "The Classification of

- Hypertensive Retinopathy using Convolutional Neural Network,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 116, pp. 166–173, 2017, doi: 10.1016/j.procs.2017.10.066.
- [12] 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.
- [13] G. Larsson, M. Maire, and G. Shakhnarovich, “FractalNet: Ultra-deep neural networks without residuals,” 2017.
- [14] H. B. Wong and G. H. Lim, “Measures of Diagnostic Accuracy : Sensitivity , Specificity , PPV and NPV,” in *Proceedings of Singapore Healthcare*, 2011, vol. 20, no. 4, pp. 316–318, doi: 10.1177/201010581102000411.
- [15] C. Goutte and E. Gaussier, “A Probabilistic Interpretation of Precision, Recall and F-score, with Implication for Evaluation,” in *Proceedings of the European Colloquium on IR Research (ECIR’05)*, 2005, no. April, pp. 345–359, doi: 10.1007/978-3-540-31865-1.
- [16] K. Zuiderveld, *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*. Academic Press, Inc., 1994.