

**SEGMENTASI PEMBULUH DARAH PADA CITRA RETINA
MENGUNAKAN METODE CONVOLUTION NEURAL
NETWORK (CNN) U-NET DAN LADDERNET**



Oleh :

Sinta Bella Agustina

09011281722062

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

**SEGMENTASI PEMBULUH DARAH PADA CITRA RETINA
MENGUNAKAN METODE CONVOLUTION NEURAL
NETWORK (CNN) U-NET DAN LADDERNET**

SKRIPSI

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



Oleh :

**Sinta Bella Agustina
09011281722062**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**SEGMENTASI PEMBULUH DARAH PADA CITRA RETINA MENGGUNAKAN
METODE CONVOLUTION NEURAL NETWORK (CNN) U-NET DAN
LADDERNET**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh :

Sinta Bella Agustina

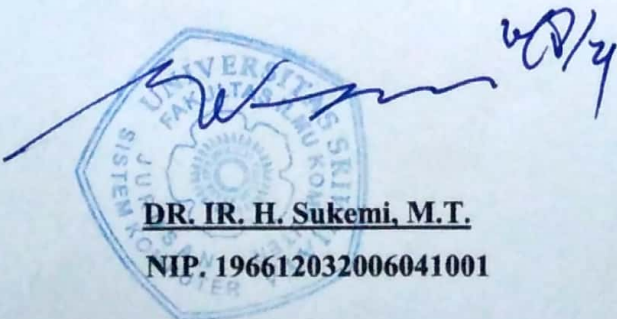
09011281722062

Palembang, Juli 2021

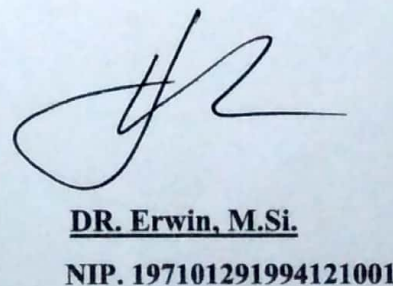
Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir



DR. IR. H. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001



DR. Erwin, M.Si.
NIP. 197101291994121001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 21 Juli 2021

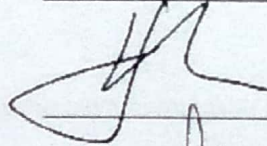
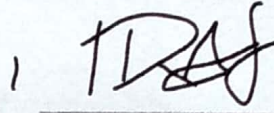
Tim Penguji :

1. Ketua : Ahmad Zarkasi, M.T.

2. Sekretaris : Rahmat Fadli Isnanto, M.Sc.

3. Pembimbing I : DR. Erwin, M.Si.

4. Penguji : Sutarno, M.T.




SUTARNO

Mengetahui,

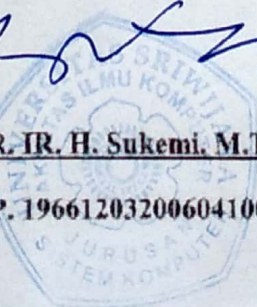
Ketua Jurusan Sistem Komputer

30/21



DR. IR. H. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001



HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sinta Bella Agustina

NIM : 09011281722062

Judul : Segmentasi Pembuluh Darah Pada Citra Retina Menggunakan Metode Convolution Neural Network (CNN) U-Net dan LadderNet

Hasil Penyecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 7 %

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, 2 Agustus 2021



Sinta Bella Agustina
NIM. 09011281722062

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 dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul "**Segmentasi Pembuluh Darah Pada Citra Retina Menggunakan Metode Convolution Neural Network (CNN) U-Net dan LadderNet**". Shalawat serta salam tak lupa kita curahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya yang inshaAllah istiqomah hingga akhir zaman.

Selesainya penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari peran serta semua pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan berkah serta nikmat kesehatan dan kesempatan kepada penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini.
2. Orangtua tercinta dan keluarga besar penulis yang tersayang.
3. Bapak DR. IR. H. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan dan Pembimbing Akademik di Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak DR. Erwin, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
5. Ibu Reny selaku Admin Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu penulis dalam hal-hal administrasi.
6. Teman-teman seperjuangan Praproposal yang suka menghibur diri dan menyemangati, yaitu Persia Sepriantina, Fitri Ramadhini, Maulia Aisyah, dan Paramida.
7. Teman-teman seperjuangan Jurusan Sistem Komputer Angkatan 2017.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan semangat serta do'a.
9. Almamater.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, karenanya penulis mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Palembang, 30 Juli 2021

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sinta' with a stylized flourish below it.

Sinta Bella Agustina

NIM. 09011281722062

***Segmentation Blood Vessels In Retina Image Using Convolution Neural
Network (CNN) U-Net and LadderNet Methods***

Sinta Bella Agustina (09011281722062)

*Dept. of Computer Engineering, Faculty of Computer Science, Sriwijaya
University
Email : sintaba9@gmail.com*

ABSTRACT

Image segmentation is the separation of objects into the background and foreground. sometimes the retinal blood vessel segmentation results are incorrect and there is still noise, so this study will discuss the process of segmentation retinal images in blood vessels using Convolution Neural Network (CNN) U-Net and LadderNet methods. The results of blood vessel segmentation are accuracy, sensitivity, specificity, and F1 score. The stages of image enhancement used are Histogram Equalization and Clahe. Segmentation blood vessels using Convolution Neural Network (CNN) U-Net and LadderNet Methods. The results segmentation blood vessles of CNN U-Net (Accuracy 95.46%, Specificity 98.56%, Sensitivity 74.20%, and F1 Score 80.63%) and CNN LadderNet (Accuracy 95.47%, Specificity 98.42%, Sensitivity 75.19%, and F1 Score 80.86%). Based on the results of the blood vessel segmentation from 2 proposed methods, the result of CNN LaddetNet method is greater than the CNN U-Net method in accuracy, sensitivity and F1 Score. Future work is further development from the proposed method to increasing the value of evaluation results of the blood vessels segmentation process.

Keywords: Segmentation Blood Vessels, Histogram Equalization, CLAHE, U-Net, LadderNet.

Segmentasi Pembuluh Darah Pada Citra Retina Menggunakan Metode Convolution Neural Network (CNN) U-Net dan LadderNet

Sinta Bella Agustina (09011281722062)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya
Email : sintaba9@gmail.com

ABSTRAK

Segmentasi citra adalah pemisahan objek menjadi latar belakang dan latar depan. Terkadang hasil segmentasi pembuluh darah retina tidak tepat dan masih terdapat noise, maka dari itu penelitian ini akan membahas tentang proses segmentasi citra retina pada pembuluh darah menggunakan metode Convolution Neural Network (CNN) U-Net dan LadderNet. Hasil segmentasi pembuluh darah adalah akurasi, sensitivitas, spesifisitas, dan skor F1. Tahapan perbaikan citra yang digunakan adalah Histogram Equalization dan Clahe. Segmentasi pembuluh darah menggunakan Metode Convolution Neural Network (CNN) U-Net dan LadderNet. Hasil segmentasi pembuluh darah CNN U-Net (Akurasi 95,46%, Spesifisitas 98,56%, Sensitivitas 74,20%, dan Skor F1 80,63%) dan CNN LadderNet (Akurasi 95,47%, Spesifitas 98,42%, Sensitivitas 75,19%, dan Skor F1 80,86%). Berdasarkan hasil segmentasi pembuluh darah dari 2 metode yang diusulkan, hasil metode CNN LadderNet lebih besar dari metode CNN U-Net dalam akurasi, sensitivitas dan F1 Score. Saran kedepannya adalah melakukan pengembangan lebih lanjut dari metode yang diusulkan untuk meningkatkan nilai hasil evaluasi proses segmentasi pembuluh darah.

Kata Kunci : Segmentasi pembuluh darah, Histogram Equalization, CLAHE, U-Net, LadderNet.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pernyataan	vi
Kata Pengantar	v
Abstraction	vii
Abstrak	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah	3
1.2.1 Perumusan Masalah.....	3
1.2.2 Batasan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat	4
1.3.1 Tujuan.....	4
1.3.2 Manfaat.....	4
1.4 Metode Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan	6

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu	8
2.2 Retina	12
2.3 Augmentasi Dataset	12
2.4 Histogram Equalization	13
2.5 Clahe	13
2.6 Convolution Neural Network.....	14
2.6.1 U-Net.....	15

2.6.2 LadderNet.....	18
BAB III. METODOLOGI	
3.1 Dataset Yang Digunakan	19
3.2 Lingkungan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	19
3.3 Metode	20
3.3.1 Augmentasi Dataset.....	22
3.3.2 Preprocessing	22
1. <i>Histogram Equalization</i>	22
2. <i>CLAHE</i>	23
3.3.3 Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan U-Net.....	23
3.3.4 Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan LadderNet	25
3.3.5 Evaluasi & Hasil Pengukuran Parameter	28
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pendahuluan.....	30
4.2 Dataset DRIVE	30
4.3 Tahapan Pemograman.....	32
4.3.1 Input Citra	32
4.3.2 Augmentasi Dataset.....	32
4.3.3 Preprocessing	34
1. <i>Histogram Equalization</i>	34
2. <i>CLAHE</i>	36
4.3.4 Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan CNN U-Net	40
4.3.5 Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan LadderNet	46
4.3.6 Evaluasi & Hasil Pengukuran Parameter	55
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Arsitektur MLP Sederhana	14
Gambar 2.2. Konvolusi Pada CNN	15
Gambar 2.3. Arsitektur U-Net	15
Gambar 2.4. Proses Contracting Path.....	16
Gambar 2.5. Proses Selanjutnya Dari Contracting Path.....	16
Gambar 2.6. Bagian Bawah Dari Proses Contracting Path	16
Gambar 2.7. Proses Dari Expensive Path.....	17
Gambar 2.8. Bagian Atas Dari Arsitektur U-Net	17
Gambar 2.9. Arsitektur LadderNet.....	18
Gambar 3.1. Flowchart Tahapan Pengolahan Citra	21
Gambar 3.2. Arsitektur U-Net.....	23
Gambar 3.3. Arsitektur LadderNet.....	27
Gambar 4.1. Input citra DRIVE	32
Gambar 4.2. Proses Contracting Path Layer Pertama	40
Gambar 4.3. Proses Contracting Path Layer Kedua.....	41
Gambar 4.4. Proses Contracting Path Layer Ketiga.....	41
Gambar 4.5. Proses Expensive Path Layer Pertama	42
Gambar 4.6. Proses Expensive Path Layer Kedua	42
Gambar 4.7. Proses Contracting Path Layer Pertama	47
Gambar 4.8. Proses Contracting Path Layer Kedua.....	47
Gambar 4.9. Proses Contracting Path Layer Ketiga.....	48
Gambar 4.10. Proses Expensive Path Layer Pertama	48
Gambar 4.11. Proses Expensive Path Layer Pertama	49
Gambar 4.12. Proses Contracting Path Layer Pertama	49
Gambar 4.13. Proses Contracting Path Layer Kedua.....	50
Gambar 4.14. Proses Contracting Path Layer Ketiga.....	50
Gambar 4.15. Proses Expensive Path Layer Pertama	51
Gambar 4.16. Proses Expensive Path Layer Kedua	51
Gambar 4.17. Curva Precision-Recall Dari Augmentasi dan Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan CNN U-Net	58

Gambar 4.18. Curva Precision-Recall Dari Augmentasi dan Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan CNN LadderNet	58
Gambar 4.19. Curva Precision-Recall dari Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan CNN U-Net Tanpa Augmentasi.....	59
Gambar 4.20. Curva Precision-Recall dari Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan CNN LadderNet Tanpa Augmentasi.....	60
Gambar 4.21. Curva ROC Dari Augmentasi dan Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan CNN U-Net	61
Gambar 4.22. Curva ROC Dari Augmentasi dan Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan CNN LadderNet	61
Gambar 4.23. Curva ROC Dari Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan CNN U-Net Tanpa Augmentasi	62
Gambar 4.24. Curva ROC Dari Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan CNN LadderNet Tanpa Augmentasi	62

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Beberapa Contoh Dataset Drive	31
Tabel 4.2 Augmentasi Dataset	33
Tabel 4.3. Proses Perhitungan Metode Histogram Equalization.....	35
Tabel 4.4. Hasil Histogram Equalization	36
Tabel 4.5. Proses Perhitungan Metode CLAHE	37
Tabel 4.6. Hasil Histogram Dari Metode CLAHE.....	38
Tabel 4.7. Hasil Preprocessing.....	39
Tabel 4.8. Hasil Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan CNN (U-Net) Yang Melalui Augmentasi Dataset	43
Tabel 4.9. Hasil Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan CNN (U-Net) Tanpa Augmentasi Dataset	45
Tabel 4.10. Hasil Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan CNN (LadderNet) Yang Melalui Augmentasi Dataset.....	52
Tabel 4.11. Hasil Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan CNN (LadderNet) Tanpa Augmentasi Dataset	54
Tabel 4.12. Hasil Confusion Matrik.....	55
Tabel 4.13. Hasil Pengukuran Parameter.....	56
Tabel 4.14. Perbandingan Hasil Evaluasi Dengan Peneliti Lain.....	63
Tabel 4.15. Perbandingan Hasil Tugas Akhir Dengan Fitri	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Retina adalah bagian sel paling tipis dibagian dalam mata yang mempunyai sel batang dan sel kerucut, pada retina juga terdapat struktur pembuluh darah & mascula dan juga struktur fisiknya terdapat 72% berbentuk seperti bola dengan diameter 22 mm kemudian terdapat titik cakram berwarna putih pada bagian tengah yang disebut titik buta. Terdapat banyak penyakit retina yang bisa berakibat fatal apabila tidak dengan cepat ditangani, penyakit retina ini dapat disebabkan oleh faktor tertentu.

Penggunaan citra saat ini sangat membantu para dokter untuk mendeteksi penyakit retina lebih cepat sehingga penyakit retina bisa segera diobati. Pemrosessan citra ialah suatu cara untuk meyelesaikan masalah citra. Pada pemrosessan citra, citra diolah menggunakan suatu metode untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Pada peta citra retina terdapat 4 bagian yaitu optic disk, hemmorhage, exudates, dan blood vessel. Pada pembahasan ini akan membahas mengenai segmentasi pembuluh darah (blood vessel).

Segmentasi citra adalah pemisahan objek citra dengan objek lain dengan latar belakang yang terdapat dalam citra tersebut, sehingga setelah dilakukan pemisahan citra tersebut bisa digunakan untuk input proses selanjutnya. Pada segmentasi citra terdapat 2 bagian, yang mana bagian pertama full segmentasi, full segmentasi adalah proses pemisahan antara latar depan dan latar belakang dan pada tiap segmen diberikan ID (label) dan partial segmentasi. Sedangkan partial segmentasi adalah hanya pemisahan objek citra dari background saja.

Segmentasi pembuluh darah adalah suatu cara untuk mengidentifikasi gangguan pada mata. Biasanya Dokter spesialis mata menggunakan 2 cara untuk mengidentifikasi gangguan mata, pertama dengan instrumen ophthalmoscope atau yang kedua dengan menggunakan kamera fundus.

Pada segmentasi pembuluh darah telah banyak dilakukan penelitian oleh orang lain dengan menggunakan metode yang beragam. Penelitian tersebut ialah Kuryati Kipli dkk[1] yang menggunakan metode morphological and otsu's thresholding. Nogol Memari dkk[2] yang menggunakan metode fuzzy c-means clustering and level set. K.S. Sreejini dkk[3] yang menggunakan metode particle swarm optimization (ps) algorithm. Temitope Mapayi dkk[4] yang menggunakan metode glcm sum-entropy & phase congruence and fuzzy c-means & phase congruence. Temitope Mapayi dkk[5] yang menggunakan metode local adaptive thresholding technique based on glcm-energy information local adaptive thresholding technique based on glcm-energy information. Gehad Hassan dkk[6] yang menggunakan metode mathematical morphology methods and pre-processing phase with k-means clustering. Guannan Chen dkk[7] yang menggunakan metode the selective binary and gaussian filtering regularized level set (sbgrls) and the local binary fitting (lbf). Mehmet Nergiz dkk[8] yang menggunakan metode algoritma otsu dan tensor coloring. XIUXIU REN dkk[9] yang menggunakan metode support vector machine (svm) classifier. KHAN BAHADAR KHAN dkk[10] yang menggunakan metode contrast limited adaptive histogram equalization (clahe) and modified iterative self organizing data analysis technique (misodata). KhanBahadarKhan dkk[11] yang menggunakan metode contrast limited adaptive histogram equalization (clahe) and morphological filter. Nogol Memari dkk[12] yang menggunakan metode morphological operations, contrast limited adaptive histogram equalization (clahe), retinex approach, b-cosfire and frangi matched filters, and adaboost classifier. R GEETHARAMANI dkk[13] yang menggunakan metode k-means clustering and first level classification menggunakan naïve-bayes classification algorithm and second level classification menggunakan c4.5 enhanced with bagging techniques. Dan terakhir Meng Li dkk[14] yang menggunakan metode line set based feature, local intensity feature, and morphological gradient feature and support vector machine (svm) untuk pelatihan.

Deep learning ialah ilmu pembelajaran mesin yang mempunyai algoritma pemodelan yang abstrak dengan tingkat tinggi dengan menggunakan sekumpulan fungsi transformasi non linier yang dibuat berlapis dan mendalam. Pada pembahasan ini akan membahas segmentasi blood vessel menggunakan metode *Convolution Neural Network (CNN) U-Net dan LadderNet*. *Convolutional Neural Network (CNN)* merupakan sebuah bagian yang digunakan untuk mendeteksi dan mengenali objek dengan memisahkan latar depan dan latar belakang dalam data citra dan juga merupakan bagian dari neural network.

Metode ini telah banyak dilakukan penelitian. Salah satu peneliti tersebut ialah Americo Filipe Moreira Oliveira dkk [15] yang menggunakan metode analisis multiscale dari the stationary wavelet transform dengan multiscale fully convolutional neural network. Dataset yang digunakannya DRIVE, STARE, and CHASE DB1. Sedangkan pada pembahasan kali ini akan membahas segmentasi pembuluh darah menggunakan metode Convolution Neural Network U-Net dan LadderNet dengan menggunakan dataset DRIVE.

1.2. Rumusan Dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian kali ini adalah bagaimana segmentasi pembuluh darah pada citra retina menggunakan metode *Convolution Neural Network*.

1.2.1. Perumusan Masalah

Seringkali dalam melakukan proses segmentasi pada pembuluh darah retina, hasil segmentasi yang didapatkan tidak tepat dan masih terdapat noise sehingga diusulkan perbaikan proses segmentasi pembuluh darah pada citra retina menggunakan metode *Convolution Neural Network (CNN)* U-Net dan LadderNet. Hasil segmentasi pada pembuluh darah tersebut ialah akurasi, sensitivitas, spesifikasi, dan F1 score.

1.2.2. Batasan Masalah

Batasan masalah pada pembahasan kali ini hanya membahas sampai segmentasi pembuluh darah pada citra retina dengan menggunakan metode yang diusulkan terdiri dari tahapan seperti Augmentasi Dataset, Histogram Equalization, CLAHE, segmentasi menggunakan metode *Convolution Neural Network U-Net dan LadderNet*, dan evaluasi.

1.3. Tujuan Dan Manfaat

Dalam penelitian ini tujuan dan manfaat yang akan dicapai adalah sebagai berikut:

1.3.1. Tujuan

Tujuan penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

- a. Mendapatkan pemulusan dari sebuah citra dengan tingkat variasi iluminasi (kecerahan) untuk kelanjutan proses yang berfokus pada objek yang diinginkan.
- b. Mengimplementasikan algoritma untuk pengolahan citra retina menggunakan metode *Convolution Neural Network (CNN) U-Net dan LadderNet*.
- c. Menghasilkan segmentasi pembuluh darah pada citra retina menggunakan metode *Convolution Neural Network (CNN) U-Net dan LadderNet*.
- d. Mendapatkan hasil pengukuran parameter seperti Akurasi, Sensitifitas, Speksifikasi, dan F1 Score.

1.3.2. Manfaat

sedangkan manfaat penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengimplementasikan algoritma untuk pengolahan citra retina menggunakan metode *Convolution Neural Network (CNN) U-Net dan LadderNet*.
2. Untuk mendapatkan objek yang mana dari hasil segmentasi pembuluh darah pada citra retina dengan menggunakan metode *Convolution Neural Network (CNN) U-Net dan LadderNet*.
3. Untuk mengembangkan parameter pengukuran seperti Akurasi, Sensitifitas, Speksifikasi, dan F1 Score pada pembuluh darah citra retina.
4. Untuk memenuhi tahap lanjutan dalam diagnosis dini penyakit retina di bidang medis berdasarkan metode *Convolution Neural Network (CNN) U-Net dan LadderNet*.

1.4. Metode Penelitian

Methodology yang akan digunakan dalam tugas akhir ini, akan melewati tahapan sebagai berikut:

1. Metode study pustaka/Literatur.

Pada tahap ini yang mana melakukan segmentasi pada pembuluh darah menggunakan metode *Convolution Neural Network*, untuk menyelesaikannya dibantu melalui jurnal internasional, buku maupun internet.

2. Metode Konsultasi

Metode konsultasi pada kali ini peneliti melakukan konsultasi terhadap semua orang yang mempunyai pengetahuan dan juga wawasan pada saat terdapat permasalahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

3. Metode pengumpulan data

Pada metode kali ini, database yang digunakan merupakan database DRIVE citra retina yang mana sudah tersedia sebanyak 40 citra.

4. Metode Observasi

Pada metode kali ini, akan melakukan pengamatan dan juga pencatatan terhadap data yang diperoleh.

5. Metode perancangan dan pembuatan sistem (*software*)

Pada tahapan metode kali ini, akan melakukan perancangan serta pembuatan sistem (*software*) yang akan digunakan dalam segmentasi pembuluh darah pada citra retina menggunakan metode *Convolution Neural Network* dengan bahasa yang digunakan adalah bahasa Python. Sehingga sistem tersebut nantinya dapat melakukan segmentasi terhadap pembuluh darah pada citra retina.

1.4.1. Dataset Yang Digunakan

Dataset yang digunakan pada pembahasan ini adalah dataset DRIVE. Dataset DRIVE diperoleh dari program screening retinopati diabetik di negara Belanda yang terdiri 400 subyek diabetes antara 25 tahun-90 tahun. Setiap citranya sudah dikompresi JPEG. Empat puluh citra retina telah terpilih dengan 33 citra tidak menunjukkan retinopati diabetik dan 7 citra retina menunjukkan retinopati diabetik dengan awal ringan.

1.4.2. Lingkungan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Dalam tugas akhir ini perangkat lunak yang digunakan ialah python 3 yang terdapat didalam anaconda. Sedangkan untuk perangkat keras yang digunakan ialah pc dengan spesifikasinya sebagai berikut :

Processor	:	Intel Celeron N4000 CPU 1.10 GHz
Memory	:	4GB
System type	:	64-bit Operating System, x64-based processor
OS	:	Windows 10

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab I, akan berisikan latar belakang masalah, tujuan dan manfaat serta metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab II, akan berisi dasar teori dan literatur review segmentasi pembuluh darah yang diteliti oleh peneliti lain dengan menggunakan metode yang beragam. Pada bab ini juga akan memaparkan kelemahan dari metode yang digunakan oleh peneliti lain.

BAB III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Pada Bab III, akan membahas analisis dan juga perancangan system segmentasi pembuluh darah pada citra retina. Dalam Perancangan system tersebut terdiri dari perancangan proses utama dan desain aplikasi. Adapun proses utamanya meliputi: akuisisi citra, augmentasi dataset, preprocessing (enhancement), dan segmentasi pembuluh darah.

BAB IV. IMPLEMENTASI PENGUJIAN

Pada Bab IV, membahas proses dalam implementasi perangkat lunak menggunakan metode *Convolution Neural Network* untuk mendapatkan hasil segmentasi pembuluh darah.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab V, nantinya berisi kesimpulan yang diambil dari bab-bab sebelumnya mengenai hasil dari segmentasi pembuluh darah. Dan juga bab ini akan berisi saran yang nantinya dapat digunakan oleh penelitian selanjunya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Kipli *et al.*, “Morphological and Otsu’s Thresholding-Based Retinal Blood Vessel Segmentation for Detection of Retinopathy,” *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 3.18, p. 16, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i3.18.16665.
- [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] K. S. Sreejini and V. K. Govindan, “Improved multiscale matched filter for retina vessel segmentation using PSO algorithm,” *Egypt. Informatics J.*, vol. 16, no. 3, pp. 253–260, 2015, doi: 10.1016/j.eij.2015.06.004.
- [4] T. Mapayi, J. R. Tapamo, and S. Viriri, “Retinal Vessel Segmentation: A Comparative Study of Fuzzy C-Means and Sum Entropy Information on Phase Congruency,” *Int. J. Adv. Robot. Syst.*, vol. 12, no. 9, pp. 1–11, 2015, doi: 10.5772/60581.
- [5] T. Mapayi, S. Viriri, and J. R. Tapamo, “Adaptive thresholding technique for retinal vessel segmentation based on glcm-energy information,” *Comput. Math. Methods Med.*, vol. 2015, 2015, doi: 10.1155/2015/597475.
- [6] G. Hassan, N. El-Bendary, A. E. Hassanien, A. Fahmy, S. Abullahm, and V. Snasel, “Retinal Blood Vessel Segmentation Approach Based on Mathematical Morphology,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 65, no. Iccmit, pp. 612–622, 2015, doi: 10.1016/j.procs.2015.09.005.
- [7] G. Chen, M. Chen, J. Li, and E. Zhang, “Retina Image Vessel Segmentation Using a Hybrid CGLI Level Set Method,” *Biomed Res. Int.*, vol. 2017, 2017, doi: 10.1155/2017/1263056.
- [8] M. Nergiz and M. Ak, “Retinal Vessel Segmentation via Structure Tensor Coloring and Anisotropy Enhancement,” pp. 1–18, 2017, doi: 10.3390/sym9110276.
- [9] X. Ren *et al.*, “Drusen segmentation from retinal images via supervised feature learning,” *IEEE Access*, vol. 6, pp. 2952–2961, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2786271.
- [10] 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/iiumej.v17i2.611.

- [11] K. BahadarKhan, A. A. Khaliq, and M. Shahid, "A morphological hessian based approach for retinal blood vessels segmentation and denoising using region based otsu thresholding," *PLoS One*, vol. 11, no. 7, pp. 1–19, 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0158996.
- [12] N. Memari, A. R. Ramli, M. I. Bin Saripan, S. Mashohor, and M. Moghbel, *Supervised retinal vessel segmentation from color fundus images based on matched filtering and AdaBoost classifier*, vol. 12, no. 12. 2017.
- [13] R. G. Ramani, S. Sugirtharani, and B. Lakshmi, "Automatic Detection of Glaucoma in Retinal Fundus Images through Image Processing and Data Mining Techniques," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 166, no. 8, pp. 38–43, 2017.
- [14] M. Li, Z. Ma, C. Liu, G. Zhang, and Z. Han, "Robust Retinal Blood Vessel Segmentation Based on Reinforcement Local Descriptions," *Biomed Res. Int.*, vol. 2017, 2017, doi: 10.1155/2017/2028946.
- [15] 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, Dec. 2018, doi: 10.1016/j.eswa.2018.06.034.