

**PERANCANGAN JARINGAN SYARAF TIRUAN PERAMBATAN
BALIK UNTUK KLASIFIKASI RETINOPATI DIABETIK
BERDASARKAN OBJEK PEMBULUH DARAH RETINA
BERBASIS TEKSTUR *GRAY LEVEL RUN LENGTH MATRIX*
(GLRLM)**

SKRIPSI

FARID

20180120007



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
JULI 2022**

**PERANCANGAN JARINGAN SYARAF TIRUAN PERAMBATAN
BALIK UNTUK KLASIFIKASI RETINOPATI DIABETIK
BERDASARKAN OBJEK PEMBULUH DARAH RETINA
BERBASIS TEKSTUR *GRAY LEVEL RUN LENGTH MATRIX*
(GLRLM)**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Gelar Sarjana Teknik Elektro*

FARID

20180120007



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
JULI 2022**

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : PERANCANGAN JARINGAN SYARAF TIRUAN
PERAMBATAN BALIK UNTUK KLASIFIKASI RETINOPATI
DIABETIK BERDASARKAN OBJEK PEMBULUH DARAH
RETINA BERBASIS TEKSTUR *GRAY LEVEL RUN LENGTH
MATRIX* (GLRLM)

NAMA : FARID

NIM : 20180120007

“Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”

Sukabumi, 21 Juli 2022

Library Innovation Unit
LIU

Farid

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : PERANCANGAN JARINGAN SYARAF TIRUAN
PERAMBATAN BALIK UNTUK KLASIFIKASI RETINOPATI
DIABETIK BERDASARKAN OBJEK PEMBULUH DARAH
RETINA BERBASIS TEKSTUR *GRAY LEVEL RUN LENGTH
MATRIX* (GLRLM)
NAMA : FARID
NIM : 20180120007

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 21 Juli 2022. Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T)

Sukabumi, 21 Juli 2022

Pembimbing I

Pembimbing II

Muchtar Ali Setyo Yudono, S.T., M.T.
NIDN. 0426019502

Falentino Sembiring, S.Kom., M.Kom
NIDN. 0408029102

Ketua Penguji

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Ilman Himawan Kusumah., S.Pd., M.T.
NIDN. 0428119102

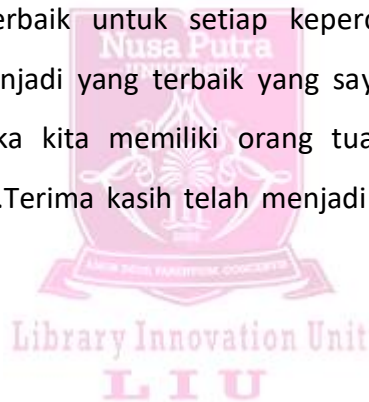
Aryo De Wibowo MS, S.T., M.T.
NIDN. 0402128905

Dekan Fakultas Teknik, Komputer dan Desain

Prof. Dr. Ir. H. M Koesmawan, M.Sc., MBA.,
NIDN. 0014075205

Skripsi ini adalah persembahan kecil saya untuk kedua orangtua saya

Ketika dunia menutup pintunya, ayah dan ibu membuka lengannya untuk saya. Ketika orang-orang menutup telinga mereka untuk saya, mereka berdua membuka hati untuk saya. Ayah dan ibu telah melalui banyak perjuangan dan rasa sakit. Tapi saya berjanji tidak akan membiarkan semua itu sia-sia. Saya ingin melakukan yang terbaik untuk setiap kepercayaan yang diberikan. Saya akan tumbuh, untuk menjadi yang terbaik yang saya bisa. Hidup menjadi begitu mudah dan lancar ketika kita memiliki orang tua yang lebih memahami kita daripada diri kita sendiri. Terima kasih telah menjadi orang tua yang sempurna.



ABSTRACT

Diabetic retinopathy is a disease caused by high sugar levels and causes damage to the retinal blood vessels of the eye, especially in tissues that have a high sensitivity to light. In 2020, the World Health Organization (WHO) stated that diabetic retinopathy is the leading cause of vision loss and blindness in East Asia. The main factor that causes permanent blindness in diabetic retinopathy patients is the delay in diagnosis and treatment. Based on this, a fast, accurate diabetic retinopathy classification system is needed so that it can determine the severity of complications and appropriate treatment for patients. In this study, we will use feature extraction from the Gray Level Run Length Matrix (GLRLM) and the Backpropagation Neural Network approach to classify diabetic retinopathy into 4 categories, namely normal, mild, medium, and severe, based on the size of blood vessels. The highest accuracy result in the first test scenario is 81.3% for 730 seconds; the second scenario is 56.3% for 3903 seconds; and the third scenario is 37.3% for 4273 seconds. The average accuracy of all test scenarios is 58.36%, with an average time of 2968 seconds. In this study, the best results in the first test scenario were 81.3%, with the fastest time of 730 seconds. Meanwhile, the results of the sensitivity and specification values were based on three test scenarios, namely, the average sensitivity values achieved in this study were 50% in the normal class, 98% in the mild class, 56.6% in the medium class, and 28.3% in the medium class. severe. The average specification value obtained is 80.5% for the normal class, 84.4% for the mild class, 92.9% for the medium class, and 89.4% for the severe class.

Keywords: *Backpropagation Neural Network, Blood Vessels, Classification, Diabetic Retinopathy, Gray Level Run Length Matrix (GLRLM).*

ABSTRAK

Retinopati diabetik merupakan penyakit yang disebabkan kadar gula yang tinggi dan mengakibatkan kerusakan pada pembuluh darah retina mata, terutama pada jaringan yang memiliki kepekaan tinggi terhadap cahaya. Pada tahun 2020, World Health Organization (WHO) menyatakan bahwa retinopati diabetik merupakan penyebab utama kehilangan penglihatan dan kebutaan di Asia Timur. Faktor utama yang menyebabkan kebutaan permanen pada pasien retinopati diabetik adalah keterlambatan dalam diagnosis dan pengobatan. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan sistem klasifikasi retinopati diabetik yang cepat, akurat sehingga dapat menentukan tingkat keparahan komplikasi dan perawatan yang tepat pada penderita. Pada penelitian ini akan menggunakan ekstraksi ciri dari *Gray Level Run Length Matrix* (GLRLM) dan pendekatan Jaringan Syaraf Tituan Perambatan Balik untuk mengklasifikasikan retinopati diabetik menjadi 4 yaitu normal, *mild*, *medium*, dan *severe* berdasarkan objek pembuluh darah. Hasil akurasi terbesar pada skenario pengujian pertama sebesar 81,3% selama 730 detik, skenario kedua 56,3% selama 3903 detik, skenario ketiga 37,3% selama 4273 detik. Rata-rata akurasi semua skenario pengujian didapatkan sebesar 58,36% dengan rata-rata waktu 2968 detik. Pada penelitian ini hasil terbaik pada skenario pengujian pertama sebesar 81,3% dengan waktu tercepat yaitu 730 detik. Sedangkan hasil nilai sensitivitas dan spesifikasi berdasarkan tiga skenario pengujian yaitu, rata-rata nilai sensitivitas yang dicapai pada penelitian ini adalah 50% pada kelas normal, 98% pada kelas *mild*, 56,6% pada kelas *medium*, dan 28,3% pada kelas *severe*. Rata-rata nilai spesifikasi yang didapat yaitu 80,5% untuk kelas normal, 84,4% untuk kelas *mild*, 92,9% untuk kelas *medium*, dan 89,4% untuk kelas *severe*.

Kata kunci: *Gray Level Run Length Matrix (GLRLM)*, Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik, Klasifikasi, Pembuluh darah, Retinopati diabetik.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik Untuk Klasifikasi Retinopati Diabetik Berdasarkan Objek Pembuluh Darah Retina Berbasis Tekstur *Gray Level Run Length Matrix (GLRLM)*”.

Jurusan Teknik Elektro Universitas Nusa Putra mewajibkan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu kriteria untuk mendapatkan gelar sarjana.

Penulis banyak mendapatkan bimbingan, arahan, dan bantuan dari berbagai sumber dalam pelaksanaan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih dan hormat kepada:

1. Bapak Ustad Irfan sopian, S,Pd.I., M.Pd.I selaku Pengasuh Pondok Pesantren Raudhatul Irfan.
2. Aryo De Wibowo, ST., M.T. selaku Ketua Program Study Teknik Elektro Universitas Nusa Putra.
3. Muchtar Ali Setyo Yudono, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing I
4. Falentino Sembiring, S.Kom., M.Kom. Selaku dosen pembimbing II
5. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan tesis ini, namun tidak disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih ada beberapa masalah dengan cara penyampaian materi dan isi laporan yang sebenarnya. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan masukan dan ide yang membangun. Laporan skripsi ini semoga bermanfaat, khususnya bagi para pembaca dan penulis pada umumnya.

Sukabumi, 21 Juli 2022

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farid
NIM : 20180120007
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“PERANCANGAN JARINGAN SYARAF TIRUAN PERAMBATAN BALIK UNTUK KLASIFIKASI RETINOPATI DIABETIK BERDASARKAN OBJEK PEMBULUH DARAH RETINA BERBASIS TEKSTUR *GRAY LEVEL RUN LENGTH MATRIX* (GLRLM)”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat : Sukabumi.
Pada Tanggal : 21 Juli 2022

Yang menyatakan

Farid

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENULIS	iii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
ABSTRACT	v
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latang Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan dan Manfaat.....	5
1.5. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Penelitian Terdahulu.....	7
2.2. Retinopati Diabetik.....	11
2.2.1. Retinopati Diabetik <i>Non-Proliferatif</i> (RDNP).....	11
2.2.2. Retinopati Diabetik <i>Proliferatif</i> (RDP)	12
2.2.3. Ciri Retinopati Diabetik.....	14
2.3. Pengolahan Citra.....	15

2.4. Pengenalan Pola.....	16
2.5. Jenis-Jenis Citra.....	16
2.5.1 Citra Berwarna.....	16
2.5.1.1 Citra Berskala Keabuan	17
2.5.2. Citra Biner.....	18
2.6. <i>Histogram</i>	18
2.7. Pengembangan (<i>Thresholding</i>).....	19
2.8. <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)</i>	19
2.9. <i>Resize</i>	20
2.10. <i>Median Filter</i>	20
2.11. Operasi Morfologi.....	20
2.11.1. Dilasi	21
2.11.2. Erosi.....	22
2.11.3. Bentuk dan Ukuran Elemen Penstruktur	23
2.11.4. Operasi <i>Opening</i>	25
2.11.5. Operasi <i>Closing</i>	27
2.12. Ekstarksi <i>Gray Level Run Length Matrix (GLRLM)</i>	27
2.13. Jaringan Syaraf Tiruan (<i>Neural Network</i>).....	29
2.13.1. Komponen Jaringan Syaraf Tiruan	30
2.13.2. Fungsi Aktivasi	31
2.13.3. Algoritma Pelatihan Perambatan Balik (<i>Backpropagation</i>)	32
2.14. Perancangan Analisis Hasil dan Efektivitas Sistem.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1. Metode Penelitian	35
3.2. Instrumen Penelitian	35
3.3. Operasi Citra Pada Klasifikasi Retinopati Dibetik	36

3.3.1. Citra masukan	37
3.3.2. Pra-Pengolahan	37
3.3.3. Segmentasi	38
3.3.4. Ekstraksi Ciri	39
3.4. Klasifikasi Retinopati Diabetik dengan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik.....	41
3.5. Perancangan Analisis dan Efektivitas Sistem Hasil Klasifikasi	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1. Hasil Operasi Pengolahan Citra Pada Klasifikasi Retinopati Diabetik	49
4.2. Hasil Ekstraksi Ciri Pembuluh Darah.....	52
4.3. Hasil Klasifikasi Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik	53
4.3.1. Hasil Pelatihan (<i>Trainin</i>)	54
4.3.2. Hasil Pengujian (<i>Testing</i>)	57
4.4 Analisis dan Efektivitas Sistem Hasil Klasifikasi	58
4.4.1 Analisis dan Efektivitas Sistem Hasil Klasifikasi Seluruh Percobaan	61
BAB V KESIMPULAN	65
5.1. Kesimpulan	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA.....	68
LAMPIRAN	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Contoh <i>strel</i> dan bentuk elemen penstruktur	24
Tabel 2. 2 <i>Confusion Matrix</i> pada Klasifikasi 4 Kelas	33
Tabel 3. 1 Skema Penelitian.....	41
Tabel 3. 2 Rancangan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Metode Perambatan Balik	46
Tabel 4. 1 Hasil Ekstraksi Ciri <i>Gray Level Run Length Matrix</i>	52
Tabel 4. 2 Hasil Klasifikasi Retinopati diabetik pada skenario pengujian pertama....	59
Tabel 4. 3 Hasil akurasi dari pengujian 1 sampai pengujian 3.....	61
Tabel 4. 4 Hasil Nilai Sensitivitas Dari Setiap Kelas Berdasarkan Skenario Penguji	63
Tabel 4. 5 Hasil Nilai Spesifikasi Dari Setiap Kelas Berdasarkan Skenario Pengujia	63
Tabel 4. 6 Hasil Perbandingan Waktu Pelatihan Berdasarkan Skenario Pengujian ...	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Standar fotografi dari ETDRS.....	12
Gambar 2.2 Fotografi fundus berwarna RDP	13
Gambar 2.3 Tahap Retinopati diabetik	14
Gambar 2.4 Pembuluh darah.....	15
Gambar 2.5 Proses Pengolahan Citra.....	15
Gambar 2.6 Citra Warna	17
Gambar 2.7 Citra Berskala Keabuan.....	17
Gambar 2.8 Citra <i>Biner</i>	18
Gambar 2.9 Contoh Kernel	20
Gambar 2.10 Operasi Kernel Terhadap Citra	21
Gambar 2.11 Efek dilasi dengan <i>hotspot vertical</i>	22
Gambar 2.12 Contoh visualisasi operasi erosi	23
Gambar 2.13 Dua bentuk elemen penstruktur berbentuk cakram.....	24
Gambar 2. 14 Bentuk elemen penstruktur.....	25
Gambar 2. 15 Perbandingan operasi erosi, <i>opening</i> , dan <i>closing</i>	26
Gambar 2.16 Hasil operasi <i>closing</i>	27
Gambar 2.17 Neuron Buatan.....	30
Gambar 2.18 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik	32
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 3. 2 Diagram Pra-Pengolahan.....	38
Gambar 3. 3 Diagram Segmentasi	40
Gambar 3. 4 Diagram Alir Utama Proses Pelatihan Dan Pengujian.....	44
Gambar 3. 5 Diagram Alir Program proses Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik.....	45
Gambar 3. 6 Rancangan Arsitekstur Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik	47

Gambar 4. 1 Citra Hasil Pra- Pengolahan Klasifikasi Retinopati Diabetik	50
Gambar 4. 2 Citra Hasil Proses Segmentasi pada Klasifikasi Retinopati Diabetik	51
Gambar 4. 3 <i>Toolbox</i> Proses Pelatihan Skenario Pengujian Pertama	55
Gambar 4. 4 Perbandingan Antara Target Pelatihan Dengan Keluaran Pelatihan Sknario Pengujian	56
Gambar 4. 5 Perbandingan Persentase Hasil Keluaran dan Target Pengujian Skenario Pengujian pertama.....	57



BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

1.1. Latang Belakang

Diabetes diakui sebagai penyakit tidak tersembuhkan yang mencuat menjadi kasus kesehatan global yang mempengaruhi setiap kelompok umur dan setiap kelas ekonomi. Federasi Diabetes Internasional pada tahun 2015, melaporkan hampir 415.000.000 orang menderita diabetes secara global, dan statistik ini diperkirakan hendak melampaui 640.000.000 pada tahun 2040. Faktor utama kasus ini adalah ketidaksadaran dari pengidap diabetes yang sedang dideritanya. Pada tahun 2015 tercatat 5.000.000 kematian yang diakibatkan oleh penyakit diabetes, sehingga pengeluaran kesehatan global dinaikkan untuk mengatasi kasus ini [1]. Di Indonesia, bersumber pada informasi Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2013 dan tahun 2018 menunjukkan bahwa tren prevalensi penyakit diabetes di Indonesia bertambah dari 6,9% jadi 8,5%, prevalensi penyakit diabetes bagi diagnosis dokter bertambah dari 1,2% menjadi 2% [2]

Diabetes terbagi menjadi 2 jenis, yaitu diabetes jenis I di mana tubuh tidak sanggup membuat insulin, serta diabetes jenis II, di mana tubuh tidak sanggup memakai insulin. Dalam kedua permasalahan tersebut, kandungan gula dalam darah sangat meningkat. hal ini menimbulkan permasalahan makrovaskular, termasuk penyakit kardiovaskular, stroke, serta penyakit arteri perifer, dan permasalahan mikrovaskular bisa menimbulkan neuropati, nefropati, dan retinopati .

Permasalahan komplikasi mikrovaskular dapat menjadi penyebab gangguan pada kemampuan penglihatan dan pada akhirnya dapat menyebabkan kebutaan. Salah satu bentuk komplikasi mikrovaskuler adalah retinopati diabetik, yang disebabkan oleh tingginya kadar glukosa dan akhirnya merusak pembuluh darah retina mata, terutama pada jaringan yang sensitif terhadap cahaya yang menjadikan permasalahan

kesehatan masyarakat penyebab utama kebutaan di dunia [3], [4]. Jika tidak segera ditangani, retinopati diabetik bisa menyebabkan gangguan penglihatan secara permanen atau kebutaan. Hal ini diperkuat dengan pernyataan World Health Organization (WHO) pada tahun 2020 yang melaporkan bahwa Retinopati diabetik merupakan penyebab penting gangguan penglihatan dan kebutaan di Asia Timur [2], [5].

Retinopati diabetik dapat dideteksi dengan beberapa ciri, seperti Mikroaneurisma merupakan deformasi pada dinding pembuluh darah dan terlihat seperti balon, Perdarahan yang diakibatkan oleh kebocoran darah dari kapiler yang rusak, eksudat merupakan kebocoran darah dari vena. Secara umum, dokter spesialis mata mendeteksi tanda-tanda retinopati diabetik dengan melihat langsung gambar retina yang diambil dengan kamera fundus, tetapi metode ini memakan waktu dan agak sulit bagi dokter. Faktor utama orang dengan retinopati diabetik menjadi buta permanen adalah keterlambatan diagnosis dan pengobatan. Oleh sebab itu, diperlukan sistem klasifikasi retinopati diabetik yang cepat, akurat sehingga dapat menentukan tingkat keparahan komplikasi dan perawatan yang tepat pada penderita. Sejumlah metode diagnosis dengan bantuan komputer telah dikembangkan untuk pasien retinopati diabetik dengan mengidentifikasi eksudat, pembuluh darah, dan mikroaneurisma menggunakan pencitraan foto fundus retina mata [3], [6]

Penelitian terkait klasifikasi retinopati diabetik telah banyak dilakukan salah satunya ditulis oleh Adri Pramana Putra, Youllia Indrawaty Nurhasanah, Andriana Zulkarnain pada tahun 2017 dengan judul “Deteksi Penyakit Diabetes Retinopati Pada Retina Mata Berdasarkan Pengolahan Citra” [7]. Pada penelitian tersebut menggunakan objek eksudat dan diperoleh hasil dengan tingkat akurasi sebesar 85% dengan jumlah iterasi 200 dan rata-rata waktu pendeteksian 14 detik. Dengan menggunakan metode *local binary pattern* (LBP) dan *learning vector quantization* (LVQ). Penelitian lain terkait yang dilakukan oleh Nor Hazlyna Harun, Faridah Hassan, Yuhanis Yusof pada tahun 2019 dengan judul “Klasifikasi Gambar Fundus Untuk Retinopati Diabetik Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan” [8]. Diperoleh hasil *Multi-layered Perceptron* (MLP) yang dilatih dengan *Bayesian Regularization*

(BR) memberikan kinerja klasifikasi yang lebih baik dengan hasil pelatihan sebanyak 72,11% dan hasil pengujian sebanyak 67,47% dibandingkan dengan penggunaan *Levenberg Marquardt* (LM). Pada penelitian ini menggunakan ekstraksi ciri citra fundus yang mengandung dengan atau tanpa tanda-tanda Retinopati Diabetik (DR). Dengan menggunakan metode Jaringan syaraf tiruan *Multi-layered Perceptron* (MLP) dan algoritma pelatihan *Levenberg Marquardt* (LM) dan *Bayesian Regularization* (BR). Penelitian lain terkait yang dilakukan oleh Hafizd, Maulana Santoni, Mayanda Mega Muliawati, dan Anita pada tahun 2020 dengan judul “*Level Run Length Matrix* Untuk Identifikasi Citra Bahan Kulit Hewan” [9]. Klasifikasi ini menggunakan Motif dan kualitas dari bahan kulit hewan berbeda-beda sesuai dengan jenis hewan yang digunakan. Karakteristik yang digunakan ada 5 atribut yaitu *Short Runs Emphasis* (SRE), *Long Runs Emphasis* (LRE), *Gray Level Non-uniformity* (GLN), *Run Length Non-Uniformity* (RLN), dan *Run Percentage* (RP), dengan arah pergeseran 0°, 45°, 90°, dan 135°. Diperoleh hasil dengan atribut *Run Length Non-Uniformity* (RLN) memiliki nilai fitur tertinggi, sedangkan atribut *Run Percentage* (RP) memiliki nilai terendah. Setiap gaya parket kayu memiliki nilai karakteristik yang hampir sama untuk *Short Runs Emphasis* (SRE), *Long Runs Emphasis* (LRE), dan *Run Percentage* (RP). Penelitian lain terkait yang dilakukan oleh Siswo Wardoyo, Anggoro Suryo Pramudyo, Erika Diana Rizanti, Imamul Muttakin pada tahun 2013 dengan judul “*Exudate and Blood Vessel Feature Extraction in Diabetic Retinopathy Patients using Morphology Operation*”[10]. Penelitian ini menggunakan dua parameter ekstraksi ciri yaitu pembuluh darah dan eksudat. Data yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 1.296 citra fundus. Diperoleh hasil perhitungan pada daerah eksudat ekstraksi ciri memiliki range 0 piksel untuk citra retina normal, 17-21213 piksel untuk citra retina *Non-Proliferatif* Retinopati Dibaetik (NPDR), dan 125-12299 piksel citra retina untuk *Proliferatif* Retinopati Dibaetik (PDR).

Berdasarkan penjelasan dari beberapa penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini akan mengimplementasikan pengolahan citra dalam klasifikasi penyakit retinopati diabetik yang dibagi ke dalam 4 kelas yaitu *normal*, *mild*, *medium*, *severe* berdasarkan kemunculan Pembuluh darah dengan ekstraksi ciri *Gray Level Run*

Length Matrix (GLRLM) dan metode Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik. Dalam penelitian ini pada proses pra-pengolahan sampai dengan segmentasi akan mengacu pada jurnal "*Exudate and Blood Vessel Feature Extraction in Diabetic Retinopathy Patients using Morphology Operation*"[10]. Sehingga dengan adanya sistem klasifikasi ini diharapkan dapat mempercepat diagnosis dan tingkat keparahan pada penderita retinopati diabetik dan bisa diberikan penanganan yang lebih cepat dan tepat.

1.2. Rumusan Masalah

Masalah yang dihadapi dapat dirumuskan berdasarkan latar belakang masalah yang dijelaskan di atas, yaitu:

1. Bagaimana ekstraksi ciri *Gray Level Run Length Matrix* (GLRLM) dalam mengekstraksi Pembuluh darah sebagai ciri retinopati diabetik.
2. Bagaimana membuat sistem bantu untuk mempermudah pengguna dalam mengklasifikasi retinopati diabetik dengan retina normal, *mild*, *medium*, dan *severe* menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik.
3. Bagaimana tingkat akurasi dari metode Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik dalam pengklasifikasian retinopati diabetik dengan menggunakan ekstraksi ciri *Gray Level Run Length Matrix* (GLRLM).

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, untuk menjaga agar pembahasan tetap fokus dan sesuai dengan tujuan penulisan, diberikan batasan masalah yang ditetapkan diantaranya:

1. Komponen yang akan diukur dalam penelitian ini adalah performansi data berupa akurasi, sensitivitas dan spesifikasi.
2. Parameter klasifikasi retinopati diabetik dalam penelitian ini adalah kemunculan Pembuluh darah dari citra fundus retina mata.
3. Data yang digunakan adalah kumpulan gambar fundus pasien retinopati diabetik dari database online yaitu KAGGLE.
4. Ekstraksi ciri yang digunakan adalah ciri *Gray Level Run Length Matrix* (GLRLM).

5. Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik yang digunakan sebagai metode klasifikasi untuk retinopati diabetik.

1.4. Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai syarat kelulusan sarjana Program Studi Teknik Elektro dan menghasilkan sistem yang dapat membantu pasien agar lebih cepat dan akurat dalam mendapatkan hasil diagnosis penyakit retinopati diabetik *Non-Proliferatif* (RDNP). Sehingga bisa dilakukan langkah-langkah pencegahan serta pengobatan sejak dini untuk mengurangi resiko gangguan penglihatan secara permanen atau kebutaan. menggunakan parameter objek *Gray Level Run Length Matrix* (GLRLM) retina dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik.

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu kontribusi bagi pengembangan sistem diagnosa penyakit retinopati diabetik secara otomatis, Sehingga bisa dilakukan langkah-langkah pencegahan serta pengobatan sejak dini untuk mengurangi resiko gangguan penglihatan secara permanen atau kebutaan. menggunakan kamera fundus agar penderita diabetik retinopati dapat segera ditangani.

1.5. Sistematika Penulisan

Pada penulisan skripsi ini terdapat 5 bab, isi dari masing-masing bab tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

BAB I: Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II: Tinjauan Pustaka

Pada bab ini membahas tentang penelitian terkait, teori retinopati diabetik, teori pengolahan citra, ekstraksi ciri *Gray Level Run Length Matrix* (GLRLM) dan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik yang digunakan pada penelitian ini.

BAB III: Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tentang metodologi yang digunakan meliputi metode penelitian, instrumen dan rancangan pada penelitian ini.

BAB IV: Hasil Dan Pembahasan

Bab ini memuat pembahasan utama dan hasil penelitian klasifikasi penyakit retinopati diabetik berdasarkan pembuluh darah dengan ekstraksi ciri *Gray Level Run Length Matrix* (GLRLM) menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik.

BAB V: Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran, berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] “International Women’s Day 2021,” *International Diabetes Federation*, P. 1, 2021. [Online]. Available: <https://Idf.Org/Our-Network/Regions-Members/Europe/Europe-News/407:International-Women-S-Day-2021.Html>
- [2] Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, “Retinopati-Diabetik,” 2018. [Http://P2ptm.Kemkes.Go.Id/Infographic-P2ptm/Gangguan-Indera/Apa-Gejala-Retinopati-Diabetik](http://P2ptm.Kemkes.Go.Id/Infographic-P2ptm/Gangguan-Indera/Apa-Gejala-Retinopati-Diabetik)
- [3] Erwin, D. S. Noviyanti, J. S. Komputer, And Y. Jurusan, “Klasifikasi Penyakit Diabetik Retinopathy Dengan Metode Naïve Bayes Pada Citra Retina Laras Azrisa Nurjanah,” 2018.
- [4] N. Hazlyna Harun, Z. Embong, Y. Yusof, And F. Hassan, “Classification Of Fundus Images For Diabetic Retinopathy Using Artificial Neural Network,” *IEEE*, 2019, [Online]. Available: <https://Archive.Ics.Uci.Edu/MI/Datasets/Diabetic+Retinopathy>
- [5] W. O. Health, *Strengthening Diagnosis And Treatment Of Diabetic Retinopathy In The South-East Asia Region*. 2020. [Online]. Available: [Http://Apps.Who.Int/Bookorders](http://Apps.Who.Int/Bookorders).
- [6] R. Sarki, K. Ahmed, H. Wang, And Y. Zhang, “Automatic Detection Of Diabetic Eye Disease Through Deep Learning Using Fundus Images: A Survey,” *IEEE Access*, Vol. 8, Pp. 151133–151149, 2020, Doi: 10.1109/ACCESS.2020.3015258.
- [7] A. Pramana, P. #1, Y. I. Nurhasanah, And A. Zulkarnain, “Deteksi Penyakit Diabetes Retinopati Pada Retina Mata Berdasarkan Pengolahan Citra,” *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, Vol. 3, No. 2, P. 376, 2017.
- [8] D. Yadav, Madan Mohan Malaviya University Of Technology, Ryūkyū Daigaku, Institute Of Electrical And Electronics Engineers. Uttar Pradesh Section, And Institute Of Electrical And Electronics Engineers, “A Deep Learning Method For The Detection Of Diabetic Retinopathy,” 2018. Doi: 10.1109 / UPCON.2018.8596839.

- [9] M. Hafizd, M. M. Santoni, And A. Muliawati, “LEVEL RUN LENGTH MATRIX UNTUK IDENTIFIKASI CITRA BAHAN KULIT HEWAN,” *Seinasi-Kesi*, Vol. 3, No. 1, Pp. 173–180, 2020.
- [10] S. Wardoyo, A. S. Pramudyo, E. D. Rizanti, And I. Muttakin, “Exudate And Blood Vessel Feature Extraction In Diabetic Retinopathy Patients Using Morphology Operation,” *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics And Control)*, Vol. 14, No. 4, P. 1493, 2016, Doi: 10.12928/Telkomnika.V14i4.3714.
- [11] Institute Of Electrical And Electronics Engineers, “2018 2nd International Conference On Engineering Innovation (ICEI) : July 5-6, 2018, Bangkok, Thailand.,” *IEEE*, Doi: 10.1109 / ICEI18.2018.8448628.
- [12] D. J. Sundoro, R. Patmasari, And I. R. Magdalena, “Klasifikasi Retinopati Diabetik Non-Proliferatif Dan Proliferatif Berdasarkan Citra Fundus Menggunakan Metode Gabor Wavelet Dan Klasifikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Classification Of Diabetic Retinopathy Non-Proliferative And Proliferative Bas,” In *E-Proceeding Of Engineering*, 2019, Vol. 6, No. 2, Pp. 4178–4185. [Online]. Available: [Http://Www.Scielo.Org.Co/Scielo.Php?Script=Sci_Arttext&Pid=S0120-62302015000100007](http://Www.Scielo.Org.Co/Scielo.Php?Script=Sci_Arttext&Pid=S0120-62302015000100007)
- [13] T. G. Adi Putranto And I. Candradewi, “Sistem Klasifikasi Tingkat Keparahan Retinopati Diabetik Menggunakan Support Vector Machine,” *IJEIS (Indonesian Journal Of Electronics And Instrumentation Systems)*, Vol. 8, No. 1, P. 37, Apr. 2018, Doi: 10.22146/Ijeis.31206.
- [14] P. K. Das, P. Jadoun, And S. Meher, “Detection And Classification Of Acute Lymphocytic Leukemia,” Sep. 2020. Doi: 10.1109/HYDCON48903.2020.9242745.
- [15] E. Sabrina, G. Putu, And A. Buditjahjanto, “Klasifikasi Penyakit Diabetic Retinopathy Menggunakan Metode Learning Vector Quantization (LVQ),” *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 06, 2017, [Online]. Available:

<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-teknik-elektro/article/view/19050>

- [16] H. Saiyar, "KLASIFIKASI RETINOPATI DIABETES DENGAN METODE NEURAL NETWORK," *Padigma*, Vol. 19, No. 2, 2017, Doi: <https://doi.org/10.31294/p.v19i2.1923>.
- [17] J. Amin, M. Sharif, M. Yasmin, H. Ali, And S. L. Fernandes, *A Method For The Detection And Classification Of Diabetic Retinopathy Using Structural Predictors Of Bright Lesions*, Vol. 19. Elsevier BV, 2017. Doi: 10.1016/j.jocs.2017.01.002.
- [18] T. Li, L. Martínez López, Y. Li, And Institute Of Electrical And Electronics Engineers, "Proceedings Of The 2017 12th International Conference On Intelligent Systems And Knowledge Engineering (ISKE) : IEEE ISKE 2017 : November 24-26, 2017, Nanjing, Jiangsu, China," In *International Conference On Intelligent Systems And Knowledge Engineering (ISKE)*, 2017, P. 12. Doi: 10.1109/ISKE.2017.8258754.
- [19] M. H. P. Anifah, Lilik, Tati Latifah R. Mengko, I Ketut Eddy Purnama, "Osteoarthritis Classification Using Self Organizing Map Based Gray Level Run Length Matrices," *International Conference On Instrumentation, Communications, Information Technology, And Biomedical Engineering (ICICI-BME)*, 2017, Doi: <https://doi.org/10.1109/ICICI-BME.2017.8537730>.
- [20] M. B. Bilgisayar, "Feature Extraction Of Using Statistical Spatial Methods For Content Based Medical Image Retrieval," *IEEE*, 2010, Doi: 10.1109 / BIYOMUT.2010.5479763.
- [21] J. P. Sari, A. Erlansari, And E. P. Purwandari, "Identifikasi Citra Digital Kura-Kura Sumatera Dengan Perbandingan Ekstraksi Fitur GLCM Dan GLRLM Berbasis Web," *Pseudocode*, Vol. 8, No. 1, Pp. 66–75, 2021, Doi: 10.33369/pseudocode.8.1.66-75.
- [22] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Pola Hidup Sehat Dan Deteksi Dini Bantu Kontrol Gula Darah Pada Penderita Diabetes," 2018. [Online].

Available: <https://www.kemkes.go.id/article/view/21111600001/pola-hidup-sehat-dan-deteksi-dini-bantu-kontrol-gula-darah-pada-penderita-diabetes.html>

- [23] K. Wisaeng And W. Sa-Ngiamvibool, “Exudates Detection Using Morphology Mean Shift Algorithm In Retinal Images,” *IEEE Access*, Vol. 7, No. C, Pp. 11946–11958, 2019, Doi: 10.1109/ACCESS.2018.2890426.
- [24] A. Hatua, B. N. Subudhi, T. Veerakumar, And A. Ghosh, “Early Detection Of Diabetic Retinopathy From Big Data In Hadoop Framework,” *Displays*, Vol. 70, No. 4, P. 102061, 2021, Doi: 10.1016/J.Displa.2021.102061.
- [25] K. M. J. H. Nwanyanwu, M. Nunez-Smith, T. W. Gardner, And M. M. Desai, “Awareness Of Diabetic Retinopathy: Insight From The National Health And Nutrition Examination Survey,” *American Journal Of Preventive Medicine*, Vol. 61, No. 6, Pp. 900–909, 2021, Doi: 10.1016/J.Amepre.2021.05.018.
- [26] A. Bilal, G. Sun, Y. Li, S. Mazhar, And A. Q. Khan, “Diabetic Retinopathy Detection And Classification Using Mixed Models For A Disease Grading Database,” *IEEE Access*, Vol. 9, Pp. 23544–23553, 2021, Doi: 10.1109/ACCESS.2021.3056186.
- [27] C. Marwaha, “Image Processing Technqiues,” Pp. 183–189, 2017.
- [28] D. Ijeri, P. Maidargi, And R. Sunagar, “Traffic Control System Using Image Proccesing,” *Proceedings Of B-HTC 2020 - 1st IEEE Bangalore Humanitarian Technology Conference*, 2020, Doi: 10.1109/B-HTC50970.2020.9298014.
- [29] R. Bin Yamin *Et Al.*, “Image Processing-Based Braille Document Copying System As Additional Feature For ITS’s Braille Printer,” *Materials Today: Proceedings*, Vol. 497, No. December 2020, P. 203748, 2021, Doi: 10.1016/J.Wear.2021.203748.
- [30] M. Rashid And B. Student, “Multimedia Image Processing Lab Experiment/Simulation,” *American International Journal Of Sciences And Engineering Research*, Vol. 3, No. 1, 2020, Doi: DOI: 10.46545 / Aijser.V3i1.129.

- [31] R. A. Simandjuntaklt, T. L. R Mengk, And I. Jadi, "Imaging And Image," *IEEE*, Doi: DOI:10.22146/Ijccs.24761.
- [32] J. Lee, S. U. Cheon, And J. Yang, "Connectivity-Based Convolutional Neural Network For Classifying Point Clouds," *Pattern Recognition*, Vol. 112, P. 107708, 2021, Doi: 10.1016/J.Patcog.2020.107708.
- [33] A. W. Setiawan, T. R. Mengko, O. S. Santoso, And A. B. Suksmono, "Color Retinal Image Enhancement Using CLAHE," *IEEE*, Doi: 10.1109 / ICTSS.2013.6588092.
- [34] P. Zang *Et Al.*, "Dcardnet: Diabetic Retinopathy Classification At Multiple Levels Based On Structural And Angiographic Optical Coherence Tomography," *IEEE Transactions On Biomedical Engineering*, Vol. 68, No. 6, Pp. 1859–1870, 2021, Doi: 10.1109/TBME.2020.3027231.
- [35] P. W. Adi, P. Arsiwi, And E. Winarno, "Image Watermarking Using CRT Through Gradient Magnitude Of Laplacian Filter," *2018 International Seminar On Research Of Information Technology And Intelligent Systems, ISRITI 2018*, No. 1, Pp. 527–531, 2018, Doi: 10.1109/ISRITI.2018.8864440.
- [36] B. Chen *Et Al.*, "Abnormality Detection In Retinal Image By Individualized Background Learning," *Pattern Recognition*, Vol. 102, P. 107209, 2020, Doi: 10.1016/J.Patcog.2020.107209.
- [37] S. Wang *Et Al.*, "Diabetic Retinopathy Diagnosis Using Multichannel Generative Adversarial Network With Semisupervision," *IEEE Transactions On Automation Science And Engineering*, Vol. 18, No. 2, Pp. 574–585, 2021, Doi: 10.1109/TASE.2020.2981637.
- [38] S. Sridhar, J. Pradeepkandhasamy, M. Sinthuja, And T. N. Sterlin Minish, "Diabetic Retinopathy Detection Using Convolutional Nueral Networks Algorithm," *Materials Today: Proceedings*, No. Xxxx, Pp. 1–3, 2021, Doi: 10.1016/J.Matpr.2021.01.059.
- [39] M. Heidari, S. Mirniaharikandehi, A. Z. Khuzani, G. Danala, Y. Qiu, And B. Zheng, "Improving The Performance Of CNN To Predict The Likelihood Of COVID-19 Using Chest X-Ray Images With Preprocessing Algorithms,"

- International Journal Of Medical Informatics*, Vol. 144, No. June, P. 104284, 2020, Doi: 10.1016/J.Ijmedinf.2020.104284.
- [40] Y. Xu, Z. Zhang, G. Lu, And J. Yang, “Approximately Symmetrical Face Images For Image Preprocessing In Face Recognition And Sparse Representation Based Classification,” *Pattern Recognition*, Vol. 54, Pp. 68–82, 2016, Doi: 10.1016/J.Patcog.2015.12.017.
- [41] D. Rashida Binti Abu Rahman And T. Devi Srinivasagam, “DIABETES MELITUS TIPE II DAN DIABETIC FOOT,” 2018.
- [42] Advanced Eye Care Of New York, “Retinopati Diabetik.” <https://www.advancedeyecareny.com/>
- [43] D. G. S. Duda, Richard O, Peter E. Hart, *Pattern Classification*. Wiley Interscience.
- [44] L. Lu, W. Lv, J. Jiang, Q. Feng, A. Rahmim, And W. Chen, “First Order Gray Level Statistics Features-22,” *Molecular Imaging And Biology Lijun*, Doi: DOI: 10.1007 / S11307-016-0973-6.
- [45] H. S. Kim, J. S. Park, Y. J. Kim, And K. G. Kim, “GLRLM Features In CT Texture Analysis Are Prognostic Factors: Evaluation Of Pancreatic Cancer Heterogeneity, Retrospective Cohort Study,” *HPB*, Vol. 21, P. S423, 2019, Doi: 10.1016/J.Hpb.2019.10.2152.
- [46] R. Munarto, M. A. S. Yudono, And E. Permata, “Automatic Cataract Classification System Using Neural Network Algorithm Backpropagation,” *Proceeding - 2020 2nd International Conference On Industrial Electrical And Electronics, ICIEE 2020*, Pp. 101–106, 2020, Doi: 10.1109/ICIEE49813.2020.9277441.
- [47] “Image Processing Toolbox — Funciones.” <https://la.mathworks.com/help/images/referencelist.html>
- [48] N. Hazlyna Harun, Z. Embong, Y. Yusof, And F. Hassan, “Classification Of Fundus Images For Diabetic Retinopathy Using Artificial Neural Network,” *IEEE*, 2019, [Online]. Available: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/diabetic+retinopathy>