

**DETEKSI OPTIK DISK PADA CITRA RETINA
MENGUNAKAN *FASTER-RCNN* DENGAN *BACKBONE*
*RESNET-50***

SKRIPSI

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



OLEH :

FAHRUL RAVI

09011281722053

JURUSAN SISTEM KOMPUTER

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

**DETEKSI OPTIK DISK PADA CITRA RETINA
MENGUNAKAN *FASTER-RCNN* DENGAN *BACKBONE*
*RESNET-50***

SKRIPSI

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



OLEH :

**FAHRUL RAVI
09011281722053**

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

2022

HALAMAN PENGESAHAN

**DETEKSI *OPTIK DISK* PADA CITRA RETINA
MENGUNAKAN *FASTER-RCNN* DENGAN *BACKBONE*
*RESNET-50***

SKRIPSI

Diajukan Untuk melengkapi Salah Satu
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Komputer

Oleh:

FAHRUL RAVI

09011281722053

Indralaya, 04 Agustus 2022

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir



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

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

HALAMAN PERSETUJUAN

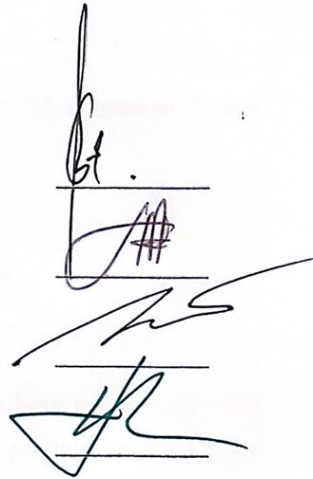
Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 20 Juli 2022

Tim Penguji :

1. Ketua : Sutarno, S.T., M.T.
2. Sekretaris : Abdurahman, S.Kom, M.Han.
3. Penguji : Rossi Passarella, M.Eng.
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 : Fahrul Ravi

NIM : 09011281722053

Judul : Deteksi Optik Disk Pada Citra Retina Menggunakan *Faster RCNN* dengan *Backbone Resnet-50*

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 10 %

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, Juli 2022



Fahrul Ravi

NIM. 09011281722053

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 **“DETEKSI OPTIK DISK PADA CITRA RETINA MENGGUNAKAN *FASTER-RCNN DENGAN BACKBONE RESNET-50*”**

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. Bapak Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing Tugas Akhir.
6. Bapak Sutarno ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Mbak Renny selaku Admin Jurusan Sistem Komputer.
8. Kakak tingkat sistem komputer yang memberikan masukan selama perkuliahan.
9. Aditiya Jovandi, Ashraf Pratama, Samuel Yap, Orisam dan semua teman-teman yang tergabung dalam grup Riset Keilmuan yang turut membantu memberikan arahan serta nasihat.
10. Maudika Indah Putri sebagai teman yang banyak membantu penulis dalam hal nasihat dan menemani penulis dari awal menulis skripsi, selalu setia dalam memberikan dukungan, serta tak berhenti mengingatkan akan kewajiban mengenai perkuliahan.
11. Teman-teman seperjuangan di jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya terkhususnya kelas A angkatan 2017 sebagai tempat diskusi dan memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

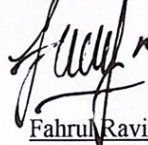
12. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis cantumkan satu persatu, yang membantu dan memberikan doa yang terbaik untuk kelancaran tugas akhir ini.
13. Civitas Akademika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
14. Almamater.

Di dalam 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, 20 Juli 2022



Fahrul Ravi

NIM.09011281722053

DETECTION OPTICAL DISC ON RETINA IMAGES USING FASTER RCNN WITH BACKBONE RESNET-50

FAHRUL RAVI (09011281722053)

*Computer Engineering Department, Computer Science Faculty, Sriwijaya
University
Email : fahrulravi44@gmail.com*

ABSTRACT

The Optical Disc (OD) is the starting point of the optic nerve, the place where the optical fibers meet and convey information to the center and also carry more than 1 million neurons from the eye to the brain. Optical Disc (OD) Usually appears in bright yellowish areas. Optical Disc (OD) is detected using Deep Learning with Faster-RCNN. Faster R-CNN is one method that is often used in object detection. Faster R-CNN consists of a combination of the Fast R-CNN and the Region Proposal Network (RPN). In this study, there are 2 different data, namely original data and data after augmentation which will be used as comparisons both in terms of results and accuracy. This study focuses on the accuracy results issued by the Faster RCNN with Backbone Resnet-50 with the object of detection, namely Optical Disk (OD). Of the 2 models tested, the best model is obtained using data that has been augmented with Backbone Resnet-50 with batch size 4, learning rate 0.001, epoch 1000. The result of the mean average precision (MAP) obtained with the best model is 87,129%.

Keywords : *Optical Disk (OD), Faster RCNN, Backbone Resnet-50, Mean Average Precision.*

DETEKSI OPTIK DISK PADA CITRA RETINA MENGUNAKAN *FASTER RCNN* DENGAN *BACKBONE RESNET-50*

FAHRUL RAVI (09011281722053)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : fahrulravi44@gmail.com

ABSTRAK

Optik Disk (OD) merupakan titik awal saraf optik, tempat dimana serat optik bertemu dan menyampaikan informasi ke pusat dan juga membawa lebih dari 1 juta neuron dari mata menuju otak. Optik Disk (OD) Biasanya muncul pada daerah kekuningan cerah. Optik Disk (OD) dideteksi menggunakan *Deep Learning* dengan arsitektur *Faster-RCNN*. *Faster R-CNN* adalah salah satu metode yang sering digunakan dalam melakukan deteksi objek. *Faster R-CNN* terdiri dari gabungan antara metode *Fast R-CNN* dengan *Region Proposal Network* (RPN). Pada penelitian ini, ada 2 data yang berbeda yaitu data original dan data setelah dilakukan augmentasi yang akan dijadikan perbandingan baik secara hasil maupun akurasi. Penelitian ini berfokus pada hasil akurasi yang dikeluarkan oleh arsitektur *Faster RCNN* dengan *Backbone Resnet-50* dengan objek deteksi nya yaitu Optik Disk (OD). Dari 2 model yang diuji coba, model terbaik didapatkan dengan menggunakan data yang telah di augmentasi dengan *Backbone Resnet-50* dengan *batch size 4*, *learning rate 0,001*, *epoch 1000*. Hasil rata-rata *mean average precision* (MAP) yang didapatkan dengan model terbaik yaitu sebesar 87.129%

Kata Kunci : *Optik Disk (OD)*, *Faster RCNN*, *Backbone Resnet-50*, *Mean Average Precision*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	3
1.4 Rumusan Masalah.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Citra Digital	7
2.2.2 Citra R, G, B.....	8
2.2.3 Machine Learning.....	8
2.2.4 Deep Learning	8
2.2.5 Augmentasi.....	10
2.2.6 Convolutional Neural Network (CNN)	10
2.2.7 <i>Faster R-CNN</i>	11
2.2.8 Resnet-50.....	12
2.2.9 Mean Average Precision (mAP).....	13

BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1	Pendahuluan.....	15
3.2	Kerangka Kerja	15
3.3	Dataset	16
3.4	Lingkungan Hardware	16
3.5	Perancangan Sistem Penelitian	16
3.6	Persiapan Data	18
3.7	Pembagian Data Latih dan Uji.....	19
3.8	Input Citra & Dataset.....	20
3.9	Pre-Processing	20
3.10	Konversi Gambar	20
3.11	Median Blur Normal atau Image Enhancement.....	21
3.12	Data Training	22
3.13	Augmentasi Data.....	23
3.13.1	Rotation	23
3.13.2	Brightness	24
3.13.3	Flip Horizontal.....	25
3.13.4	Zoom Range	25
3.13.5	Translation	26
3.14	Anotasi Data	27
3.15	Fitur Ekstraksi.....	28
3.16	Deteksi Optik Disk pada Citra Retina.....	30
3.17	Evaluasi.....	32
BAB 4	HASIL DAN ANALISA.....	34
4.1	Pendahuluan.....	34
4.2	Dataset	34
4.3	Tahapan Hasil pemrograman	34
4.3.1	Input Citra.....	35
4.3.2	Pra-proses	36
4.3.3	Konversi Citra	36
4.3.4	Median Blur	36
4.3.5	Augmentasi data	37

4.4	Kebutuhan Pengujian Sistem	44
4.5	Pelatihan dan Pengujian.....	45
4.6	Hasil pengujian	46
4.6.1	Anotasi Data	46
4.6.2	Deteksi Pada Daerah Optik Disk pada Citra Retina.....	47
4.6.3	Hasil Akurasi	49
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Objek Citra Retina	7
Gambar 2.2 Max Pooling	9
Gambar 2.3 Gambar Arsitektur CNN.....	11
Gambar 2.4 Arsitektur Faster R-CNN.....	12
Gambar 2.5 Arsitektur RESNET.....	13
Gambar 3.1 Kerangka Kerja.....	16
Gambar 3.2 Diagram Blok Penelitian Tugas Akhir	17
Gambar 3.3 Dataset DRIVE sebelum di augmentasi	18
Gambar 3.4 Dataset DRIVE Training sebelum di augmentasi.....	19
Gambar 3.5 Proses Labeling.....	19
Gambar 3.6 File datasets yang akan dilatih uji.....	20
Gambar 3.7 Tahapan Konversi Gambar	21
Gambar 3.8 Proses Median Blur.....	22
Gambar 3.9 Proses awal training data	22
Gambar 3.10 Proses Rotation 20°,30°,50°	24
Gambar 3.11 Tahapan Brightness serta programnya.....	24
Gambar 3.12 Proses Flip Horizontal	25
Gambar 3.13 Proses Zoom Range	26
Gambar 3.14 Proses Translation.....	26
Gambar 3.15 Proses Anotasi data yang telah dilabel dan di train	28
Gambar 3.16 Proses terhubung nya Faster RCNN dengan Backbone Resnet-50	29
Gambar 3.17 Proses pengisian parameter Faster RCNN.....	29
Gambar 3.18 Program output dari deteksi Faster RCNN.....	32
Gambar 4.1 DATASET Citra DRIVE.....	34
Gambar 4.2 Detectron 2 berperan sebagai Faster RCNN.....	35
Gambar 4.3 Citra Drive Sebelum Diuji	36
Gambar 4.4 Citra setelah di Resize ukurannya.....	36
Gambar 4.5 (a) Citra awal (b) Citra Median Blur	37
Gambar 4.6 Hasil Augmentasi Data	44
Gambar 4.7 RPN dari dataset DRIVE original.....	46
Gambar 4.8 RPN dari dataset DRIVE setelah di augmentasi.....	46
Gambar 4.9 Anotasi data pada citra DRIVE	47
Gambar 4.10 Citra Hasil Visual Pendeteksian Optik Disk.....	48
Gambar 4.11 Nilai parameter uji coba 1.....	52
Gambar 4.12 Nilai parameter uji coba 2.....	53
Gambar 4.13 Nilai parameter uji coba 3.....	53
Gambar 4.14 Nilai parameter uji coba 4.....	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil Rotation.....	38
Tabel 4.2 Hasil Brightness	39
Tabel 4.3 Hasil Flip Horizontal	40
Tabel 4.4 Hasil Zoom Range.....	41
Tabel 4.5 Hasil Translation	42
Tabel 4.6 Jumlah data setelah Augmentasi	43
Tabel 4.7 Perbandingan data Drive tidak di augmentasi dan yang telah di augmentasi	44
Tabel 4.8 Perbedaan Grafik Accuracy classifier Proses Latih dan Uji Pada Arsitektur Faster-RCNN.....	49
Tabel 4.9 Perbedaan Grafik False Negative atau Loss Proses Latih dan Uji Pada Arsitektur Faster-RCNN.....	50
Tabel 4.10 Perolehan Evaluasi Parameter yang di uji coba	51
Tabel 4.11 Hasil nilai evaluasi dataset yang telah di augmentasi	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Form perbaikan

Lampiran 2. Cek Plagiat

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan Teknologi berkembang sangat pesat. Data dan Informasi juga sangat Bervariasi ialah dapat kita dapatkan dalam bentuk Text, Citra (Image), Audio, dan juga Video. Dalam Penelitian ini, Citra lebih mampu memberi banyak informasi karena citra merupakan komponen multimedia yang berbentuk informasi visual yang cocok untuk penelitian ini. Dengan memanfaatkan teknologi yang ada, citra diproses dengan tahapan yang biasa dikenal dengan Pengolahan Citra Digital.

Optik Disk merupakan titik awal saraf optik, tempat dimana serat optik bertemu dan menyampaikan informasi ke pusat dan juga membawa lebih dari 1 juta neuron dari mata menuju otak[1]. Optik Disk 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 Optik Disk merupakan kelainan atau penyakit mata seperti diabetic retinopathy, glaucoma, dll[2]. Ketika diabetik retinopati telah menyerang retina, salah satu cirinya dapat diketahui melalui optik disk. Deteksi optik disk adalah langkah sangat penting untuk analisis citra retina dalam diagnosis sebagai satu dari fitur utama mengekstraksi struktur anatomi retina[3][4]

Berdasarkan penelitian sebelumnya, dimana menggunakan metode CNN menghasilkan hasil yang cukup baik, tetapi hanya melakukan penyederhanaan pada datasets nya, yaitu Segmentasi. Hal ini yang membuat penulis untuk mengembangkan metode yang dilakukan di penelitian sebelumnya menjadi objek deteksi dengan perbedaan jika penelitian sebelumnya menggunakan U-net pada penelitian ini akan menggunakan *Faster R-CNN* dengan *Backbone Resnet-50* yang sangat kompatibel untuk objek deteksi. Pendeteksian daerah optik disk diharapkan mendapat akurasi Mean Average Precision(mAP) yang baik dan dapat dibuktikan[5].

Untuk pendeteksian pada retina mata maka dari itu perlu untuk mengekstraksi fitur pada bagian retina dapat pula digunakan metode CNN dan dikembangkan agar mendapatkan hasil yang lebih baik, Maka, untuk mengenali pola ciri optik disk diperlukan pemahaman mengenai deep learning. Deep learning telah banyak digunakan oleh beberapa penelitian bidang medis termasuk dalam mendeteksi objek dari sebuah citra [6]. Sekarang ini, penggunaan deep learning sudah banyak digunakan dalam melakukan deteksi jantung janin seperti Convolutional Neural Network (CNN) [7]. Berbagai macam arsitektur pengembangan dari CNN yang dapat digunakan untuk mengenali pola pendeteksian objek pada suatu gambar atau video, seperti R-CNN, SPP-net, Fast R-CNN , Faster R-CNN, R-FCN, FPN, Mask R-CNN, MultiBox, AttentionNet, G-CNN, YOLO, SSD, YOLOv2, DSSD, DSOD. Pada sejumlah kasus deteksi objek, akurasi yang dihasilkan oleh metode Faster R-CNN lebih unggul dibandingkan YOLO dan SSD . Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penulis akan menggunakan Arsitektur Faster R-CNN dalam melakukan deteksi optik disk pada citra retina. [8][9]

Melihat banyaknya metode yang digunakan untuk mendeteksi optik disk pada retina ini, maka metode yang akan diajukan pada penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam menghasilkan informasi pendeteksian retina mata, melalui deteksi Optik disk. Pada tugas akhir ini berdasarkan penjelasan diatas dan berbagai metode yang telah dijelaskan maka penulis melakukan penelitian tentang DETEKSI OPTIK DISK PADA CITRA RETINA MENGGUNAKAN *CNN DENGAN BACKBONE RESNET-50*, Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam pendeteksian mata khususnya pada daerah optik disk.

1.2 Tujuan

Adapun Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil deteksi Optik Disk pada citra retina dengan menggunakan metode FASTER-RCNN berbasis BACKBONE RESNET-50.
2. Mendapatkan hasil pengukuran parameter seperti Akurasi, Precision, F1 Score, Map, Iou untuk Optik Disk pada citra retina.
3. Mendapatkan model dengan hasil terbaik dari dataset yang diusulkan.

1.3 Manfaat

Adapun Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu memberikan informasi kepada kalangan disiplin ilmu di bidang medis yang sedang meneliti khususnya pada Retina.
2. Dapat menerapkan metode Faster RCNN berbasis Resnet dalam deteksi Optik Disk citra retina yang diambil dari dataset DRIVE.
3. Untuk memenuhi informasi kebutuhan medis dalam diagnosis khususnya pada Optik Disk.

1.4 Rumusan Masalah

Penelitian terkait deteksi optik disk pada citra retina ini berdasarkan citra asli yang diperoleh dari kamera fundus Citra DRIVE. Proses konversi dari citra asli ke proses deteksi akan menghasilkan beberapa penilaian citra retina sehat. Selain itu dataset yang tersedia masih sedikit, sehingga dilakukan proses augmentasi data untuk mendapatkan hasil yang lebih bervariasi pada citra retina.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, terdapat batasan masalah yaitu proses deteksi optik disk pada citra retina dengan menggunakan metode *Faster RCNN* dengan *Backbone ResNet-50* yang penilaian hasilnya berupa Precision dan Mean Average Precision (mAP).

1.6 Metodologi Penelitian

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

1. Metode Study Pustaka/Literatur.
Dalam tahap ini akan dilakukan deteksi menggunakan Convolutional Neural Network yang didapat melalui jurnal ilmiah, buku, majalah maupun internet untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Metode Konsultasi
Pada metode ini, peneliti melakukan konsultasi kepada orang-orang yang dianggap memiliki pengetahuan dan wawasan terhadap permasalahan yang ditemui saat pembuatan Tugas Akhir.

3. Metode Pengumpulan Data

Dalam tahap ini, dilakukan dengan berbagai cara. Yakni dengan menggunakan citra retina database yang sudah tersedia yang saya ambil dalam database DRIVE. Data yang akan diteliti sebanyak 40 citra retina.

4. Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan pengamatan dan pencatatan terhadap data yang diperoleh.

5. Metode Perancangan dan Pembuatan Sistem (Software)

Pada tahap ini akan dilakukan perancangan serta pembuatan sistem (software) yang dapat dilakukan untuk deteksi penyakit pada citra retina dengan metode Convolutional Neural Network dengan bahasa Python dan Google Colab sehingga sistem tersebut dapat melakukan deteksi terhadap optik disk pada citra retina.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 Pendahuluan

Sebagai landasan penelitian, bab ini berisi latar belakang masalah yang berkaitan dengan penelitian termasuk tujuan dan manfaat daripada rancangan penelitian ini, serta metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Bab kedua menjelaskan tentang dasar teori yang menunjang pembahasan dari penelitian ini. Dasar teori ini berisi mengenai literatur yang terkait dengan penelitian sebelumnya, seperti otomatis deteksi optik disk, optik disk, Deep learning, dan arsitektur model deteksi.

BAB 3 Metodologi Penelitian

Bab ketiga menjelaskan bagaimana alur penelitian ini, apa saja yang dilakukan, diawali dari tahap pra-pengolahan data hingga bagaimana memahami konsep metode deep learning.

BAB 4 Hasil dan Analisis

Bab ini memiliki pembahasan mengenai Akuisisi citra dan dataset, Tahap pemrograman, perbandingan hasil Olah dan Dataset, Pengukuran Parameter, Pembahasan Hasil akurasi dan Analisis.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisikan Kesimpulan Sementara mengenai keseluruhan isi tugas akhir ini. Selain itu, bab ini juga berisi saran yang bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] K. M. S. Khoiri, Erwin, I. K. Larasati, and D. Sinta, "Pendeteksian Optik Disk dengan Operasi Morfologi Closing menggunakan Fungsi Meshgrid pada Citra Retina," vol. 4, no. 1, pp. 978–979, 2018.
- [4] 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.
- [5] K. Xu, D. Feng, and H. Mi, "Deep convolutional neural network-based early automated detection of diabetic retinopathy using fundus image," *Molecules*, vol. 22, no. 12, 2017, doi: 10.3390/molecules22122054.
- [6] J. Jang, Y. Park, B. Kim, S. M. Lee, J. Y. Kwon, and J. K. Seo, "Automatic estimation of fetal abdominal circumference from ultrasound images," *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 22, no. 5, pp. 1512–1520, 2018, doi: 10.1109/JBHI.2017.2776116.
- [7] S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, "Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 39, no. 6, pp. 1137–1149, 2017, doi: 10.1109/TPAMI.2016.2577031.
- [8] H. S. Alghamdi, H. L. Tang, S. A. Waheeb, and T. Peto, "Automatic Optic Disc Abnormality Detection in Fundus Images: A Deep Learning Approach," pp. 17–24, 2017, doi: 10.17077/omia.1042.
- [9] M. Islam, A. V. Dinh, and K. A. Wahid, "Automated Diabetic Retinopathy Detection Using Bag of Words Approach," *J. Biomed. Sci. Eng.*, vol. 10, no. 05, pp. 86–96, 2017, doi: 10.4236/jbise.2017.105b010.
- [10] A. Hoover and M. Goldbaum, "Locating the optic nerve in a retinal image using the fuzzy convergence of the blood vessels," *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 22,

- no. 8, pp. 951–958, 2003, doi: 10.1109/TMI.2003.815900.
- [11] K. Akyol, B. Şen, and Ş. Bayir, “Automatic Detection of Optic Disc in Retinal Image by Using Keypoint Detection, Texture Analysis, and Visual Dictionary Techniques,” *Comput. Math. Methods Med.*, vol. 2016, 2016, doi: 10.1155/2016/6814791.
- [12] 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.
- [13] W. X. Lim, Z. Chen, A. Ahmed, T. Chandesa, and I. Y. Liao, “A Review of Machine Learning Techniques for Applied Eye Fundus and Tongue Digital Image Processing with Diabetes Management System.,” *arXiv Image Video Process.*, no. Dm, pp. 9–12, 2020.
- [14] G. Haritz and K. T. Rajamani, “Machine Learning Algorithm for Retinal Image Analysis,” pp. 8–13, 2016.
- [15] R. Gargeya and T. Leng, “Automated Identification of Diabetic Retinopathy Using Deep Learning,” *Ophthalmology*, vol. 124, no. 7, pp. 962–969, 2017, doi: 10.1016/j.ophtha.2017.02.008.
- [16] M. Magdin, J. Benc, Š. Koprda, Z. Balogh, and D. Tuček, “Comparison of Multilayer Neural Network Models in Terms of Success of Classifications Based on EmguCV, ML.NET and Tensorflow.Net,” *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 8, 2022, doi: 10.3390/app12083730.
- [17] X. Sun, X. Cao, Y. Yang, L. Wang, and Y. Xu, “Robust Retinal Vessel Segmentation from a Data Augmentation Perspective,” pp. 1–10, 2020.
- [18] S. Albawi, T. A. Mohammed, and S. Al-Zawi, “Understanding of a convolutional neural network,” *Proc. 2017 Int. Conf. Eng. Technol. ICET 2017*, vol. 2018-Janua, no. April 2018, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/ICEngTechnol.2017.8308186.
- [19] B. Liu, W. Zhao, and Q. Sun, “Study of object detection based on Faster R-CNN,” *Proc. - 2017 Chinese Autom. Congr. CAC 2017*, vol. 2017-Janua, pp. 6233–6236, 2017, doi: 10.1109/CAC.2017.8243900.
- [20] Y. Long, Y. Gong, Z. Xiao, and Q. Liu, “Accurate object localization in remote sensing images based on convolutional neural networks,” *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 55, no. 5, pp. 2486–2498, 2017, doi: 10.1109/TGRS.2016.2645610.
- [21] R. Girshick, “Fast R-CNN,” *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, vol. 2015 Inter, pp. 1440–1448, 2015, doi: 10.1109/ICCV.2015.169.
- [22] N. Sharma and N. Sharma, “An Neural An Analysis Analysis Of Of

Convolutional Convolutional Neural Networks Networks For For Image Image
An Analysis Of Co Classification An Analysis Of Convolutional Neural
Networks For Image Classification An Analysis Of Convolutional Neural and
Ne,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 132, no. Iccids, pp. 377–384, 2018, doi:
10.1016/j.procs.2018.05.198.

- [23] F. Yang, H. Fan, P. Chu, E. Blasch, and H. Ling, “Clustered object detection in aerial images,” *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, vol. 2019-October, no. 1, pp. 8310–8319, 2019, doi: 10.1109/ICCV.2019.00840.
- [24] R. Padilla, S. L. Netto, and E. A. B. Da Silva, “A Survey on Performance Metrics for Object-Detection Algorithms,” *Int. Conf. Syst. Signals, Image Process.*, vol. 2020-July, no. July, pp. 237–242, 2020, doi: 10.1109/IWSSIP48289.2020.9145130.