

TESIS
KLASIFIKASI DIABETIC RETINOPATHY MENGGUNAKAN
ARSITEKTUR DEEP LEARNING MODEL CNN
(CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK)



WISNU ANDRIAN
21/2006/0048/TSD/05

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
PROGRAM MAGISTER
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS TEKNOLOGI DIGITAL INDONESIA
YOGYAKARTA
2023

TESIS

KLASIFIKASI DIABETIC RETINOPATHY MENGGUNAKAN

ARSITEKTUR DEEP LEARNING MODEL CNN

(CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK)

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi

Program Magister

Program Studi Teknologi Informasi

Fakultas Teknologi

Universitas Teknologi Digital Indonesia

Yogyakarta

Disusun Oleh

WISNU ANDRIAN
21/2006/0048/TSD/05

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI

PROGRAM MAGISTER

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI

UNIVERSITAS TEKNOLOGI DIGITAL INDONESIA

YOGYAKARTA

2023

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa naskah tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister Komputer di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sah diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 26 Juni 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wisnu Andrian', with a horizontal line extending to the right.

Wisnu Andrian

21/2006/0048/TSD/05

INTISARI

Diabetic retinopathy adalah komplikasi mata yang sering terjadi pada individu dengan diabetes. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem yang dapat mengklasifikasikan citra retina mata ke dalam lima tingkatan retinopati diabetik (DR-0, DR-1, DR-2, DR-3, DR-4) dengan tingkat akurasi maksimal menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dengan model ResNet50. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 5.590 gambar Retinopathy Diabetic, yang dibagi menjadi dua kategori yaitu data training sebanyak 3.662 gambar dan data testing sebanyak 1.928 gambar, yang didapat dari APTOS-2019 blindness detection.

Pada tahap pra-pemrosesan dan augmentasi gambar, fitur khas citra retina diperkuat untuk meningkatkan kemampuan pemodelan. Implementasi menggunakan model CNN dengan ResNet50 sebagai encoder untuk pembelajaran fitur dan klasifikasi. Hasil penelitian menunjukkan akurasi sekitar 95.1% dalam mengklasifikasikan citra retina dengan model CNN dan ResNet50. Namun, terdapat kelemahan dalam presisi rata-rata sekitar 57.7%, yang menunjukkan tingkat keakuratan yang lebih rendah dalam memprediksi beberapa kelas. Meskipun demikian, recall rata-rata mencapai sekitar 80.0%, menunjukkan kemampuan yang baik dalam mengenali dan menangkap sampel positif untuk setiap kelas.

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan metode klasifikasi citra retina menggunakan CNN dan model ResNet50 dalam mendeteksi retinopati diabetik. Dengan menggunakan dataset yang signifikan, penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik dan solusi untuk penanganan retinopati diabetik melalui analisis citra retina. Dalam penelitian selanjutnya, evaluasi dan penyesuaian lebih lanjut dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja model dalam mengklasifikasikan kelas-kelas yang memiliki presisi dan F1-score yang lebih rendah.

Kata Kunci: Retinopathy Diabetic, Citra Retina Mata, Convolutional Neural Network, Model ResNet50, APTOS-2019 blindness detection, Tingkat keparahan

ABSTRAK

Diabetic retinopathy is an eye complication that often occurs in individuals with diabetes. This research aims to build a system that can classify eye retinal images into five levels of diabetic retinopathy (DR-0, DR-1, DR-2, DR-3, DR-4) with maximum accuracy using Convolutional Neural Network (CNN) with ResNet50 model. The data used in this study consists of 5,590 Diabetic Retinopathy images, which are divided into two categories, namely 3,662 images of training data and 1,928 images of testing data, which are obtained from APTOS-2019 blindness detection.

In the image pre-processing and augmentation stages, the distinctive features of the retinal image are amplified to improve the modeling capability. The implementation uses the CNN model with ResNet50 as the encoder for feature learning and classification. The results show an accuracy of about 95.1% in classifying retinal images with CNN and ResNet50 models. However, there is a weakness in the average precision of about 57.7%, which indicates a lower level of accuracy in predicting some classes. Nonetheless, the average recall reached about 80.0%, indicating a good ability to recognize and capture positive samples for each class.

This research contributes to the development of retinal image classification methods using CNN and ResNet50 models in detecting diabetic retinopathy. By using a significant dataset, this research provides a better understanding and solution for the treatment of diabetic retinopathy through retinal image analysis. In future research, further evaluation and adjustments can be made to improve the performance of the model in classifying classes that have lower precision and F1-score.

Keywords: Diabetic Retinopathy, Retinal Eye Image, Convolutional Neural Network, ResNet50 Model, APTOS-2019 blindness detection, Severity.

DAFTAR ISI

	Hal
TESIS	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
INTISARI.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
BAB III LANDASAN TEORI.....	16
3.1 Diabetic Retinopathy	16
3.2 Deep Learning	16
3.3 Convolutial Neural Network (CNN)	17
3.4 Augmentasi.....	18
3.5 Arsitektur Jaringan CNN.....	19
3.5.1 Convolution Layer	20
3.5.2 Subsampling Layer	21
3.5.3 Fully Connected Layer Fully	22
3.6 Neural Network	22
3.6 Proses Testing.....	23
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	24

4.1	Studi Literatur (Skema Riset).....	24
4.2	Alat & Bahan.....	24
4.2.1	Alat	24
4.2.2	Bahan	24
4.3	Pengumpulan Data	24
4.4	Prosedur Kerja.....	24
4.4.1	Analisis dan Perancangan Sistem	25
4.4.2	Implementasi.....	26
4.4.3	Contoh Kasus Menggunakan CNN.....	28
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		36
5.1	Diabetic Retinopathy	39
5.1.1	Bahan.....	39
5.1.2	Pengumpulan Data.....	39
5.1.3	Analisis dan Perancangan Sistem.....	39
5.1.4	Implementasi	42
5.1.5	Rumus CNN	43
5.2	Pengujian	52
5.2.1	Train Model.....	54
5.2.2	Evaluasi Model pada Data Test.....	61
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		68
6.1	Kesimpulan.....	68
6.2	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN.....		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Citra Fundus	16
Gambar 3.2 Arsitektur Deep Learning	16
Gambar 3.3 Ilustrasi Jaringan CNN	17
Gambar 3.4 Arsitektur Convolutional Neural Network	17
Gambar 3.5 Ilustrasi Perhitungan Rotasi Persamaan	18
Gambar 3.6 Ilustrasi Perhitungan Refleksi Persamaan	19
Gambar 3.7 Ilustrasi Perhitungan <i>Convolutional Layer</i>	21
Gambar 3.8 Operasi max Pooling	22
Gambar 3.9 Ilustrasi <i>neural network</i>	23
Gambar 4.1 Diagram Alir Kerja Sistem	25
Gambar 4.2 Parameter Model Arsitektur CNN	26
Gambar 4.3 Three-head CNN structure	27
Gambar 4.4 Hasil <i>Cropping</i> citra fundus	28
Gambar 4.5 (a. citra asli), (b. citra rotasi 30°), (c. citra rotasi 45°), (d. citra rotasi 60°), (e. citra rotasi 90°), (f. citra refleksi sumbu x), (g. citra refleksi sumbu y)	33
Gambar 4.6 Lapisan <i>Channel</i> warna pada citra fundus retina	33
Gambar 4.7 Matrik Nilai Pixel Citra Yang Ditambahkan Dengan <i>Padding</i> = 3	35
Gambar 4.8 Contoh Perhitungan Convolution Layer dengan stride = 2	35
Gambar 4.9 Contoh Perhitungan Convolution Layer Dengan stride = 2	36
Gambar 4.10 Contoh Perhitungan Convolution Layer Dengan stride = 2	37
Gambar 4.11 Visualisasi Keluaran Convolution Layer	37
Gambar 5.1 Diagram Alir Kerja Sistem	40
Gambar 5.2 Parameter Arsitektur Deep Learning CNN Model (ResNet50) ..	41
Gambar 5.3 Three-head CNN structure	43
Gambar 5.4 Hasil <i>Cropping</i> citra fundus	44
Gambar 5.5 Hasil Gaussian Blur	46
Gambar 5.6 Hasil TSNE Visualisasi	48

Gambar 5.7 Hasil Augmentasi	49
Gambar 5.8 <i>df_train_train</i>	50
Gambar 5.9 <i>df_train_test</i>	50
Gambar 5.10 Matrik Nilai Pixel Citra Ditambah Dengan <i>Padding</i> = 3	53
Gambar 5.11 <i>Sourcecode</i> Model Parameter.....	54
Gambar 5.12 <i>Sourcecode</i> train test split	54
Gambar 5.13 <i>Sourcecode</i> train generator.....	55
Gambar 5.14 Hasil Pelatihan Pengujian Model	55
Gambar 5.15 <i>Sourcecode</i> Create Model ResNet50	56
Gambar 5.16 Arsitektur Deep Learning Model CNN (ResNet50)	59
Gambar 5.17 Hasil Proses Pelatihan dengan Epoch 30	60
Gambar 5.18 Akurasi Epoch	61
Gambar 5.19 <i>Sourcecode</i> Confusion Matrik.....	62
Gambar 5.20 Hasil <i>Confusion Matrix</i> ResNet50	62
Gambar 5.21 Hasil Grafik Countplot Distribusi Kelas Prediksi	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka	9
Tabel 5.1 Perhitungan Convolution Layer 1	57
Tabel 5.2 Perhitungan Max Pooling Layer	57
Tabel 5.3 Perhitungan Residual Block.....	58
Tabel 5.4 Average Pooling Layer	58
Tabel 5.5 Hasil Matrik Evaluasi Agregat Untuk Confusion Matrix	66