

**IDENTIFIKASI PENYAKIT MATA DENGAN KLASIFIKASI  
CITRA FOTO *FUNDUS* MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL  
NEURAL NETWORK* (CNN)**

**Skripsi**



Disusun Oleh :

Muhammad Sirojul Qulub

190602091

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK  
2023**

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim, Assalaamu `alaikum Wr. Wb.*

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan segala berkah dan karunia-Nya, memberikan kekuatan dan kesabaran serta mempermudah jalan menuju kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul ‘Identifikasi Penyakit Mata Dengan Klasifikasi Citra Foto Fundus Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)’ dapat dilaksanakan dengan cukup baik.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik bagi seluruh mahasiswa Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Gresik untuk mendapatkan gelar S1.

Dalam penyusunan Skripsi ini penulis banyak menerima dukungan, motivasi, petunjuk, bimbingan dan do’a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT atas segala nikmat, ridho dan karunia-Nya.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai panutan teladan.
3. Keluarga. Bapak Nur Rochim, Ibu Istibsyaroh, dan Kakak Fitriyah Tahta Alfina yang senantiasa mendo’akan, memberikan semangat, dan terus mendukung penuh hingga saat ini.
4. Ibu Dr. Soffiana Agustin, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan serta masukan bagi penulis dalam penyelesaian Skripsi ini.
5. Bapak Harunur Rosyid, S.T., M.Kom. selaku Dekan Fakultas Teknik.
6. Ibu Henny Dwi Bhakti, S.Si., M.Si. selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika.
7. Ibu Umi Chotijah, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Wali Mahasiswa Teknik Informatika Angkatan 2019.
8. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan segenap ilmu pengetahuan kepada penulis.

9. Saudara Abdul Kadir Jaelani yang telah meluangkan waktu membantu dan membina penulis menyelesaikan Skripsi ini.
10. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa teknik informatika angkatan 2019 dan Himpunan Mahasiswa Teknik Informatika yang telah menjadi rumah dan keluarga baru yang selalu bersemangat dan berjuang dalam mewujudkan visi-misi bersama selama menjadi mahasiswa aktif Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik.
11. Laptop butut tercinta yang menjadi saksi sekaligus alat berjuang bagi penulis dalam menempuh perkuliahan dan menemani sejak awal menjadi mahasiswa aktif Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik hingga saat ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dukungan serta do'a selama menjalani perkuliahan.

Penulis sadar laporan skripsi ini masih banyak kekurangannya. Untuk itu dengan senang hati penulis akan menerima kritik dan saran untuk perbaikannya. Akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang tentunya tidak terlepas dari bantuan semua pihak. Terima kasih atas bantuannya, semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis. Aamiin Yaarabbalamin.

*Wassalamu`alaikum Wr.Wb.*

Gresik, 05 Januari 2023

Penulis

# IDENTIFIKASI PENYAKIT MATA DENGAN KLASIFIKASI CITRA FOTO *FUNDUS* MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)*

Oleh

MUHAMMAD SIROJUL QULUB

190602091

## ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada deteksi dini penyakit mata menggunakan teknologi *Computer Vision* dan *Deep Learning*. Penyakit mata seperti *diabetic retinopathy*, glaukoma, katarak, degenerasi makula terkait usia, hipertensi okuli, dan miopia adalah penyebab utama kebutaan. Metode yang digunakan adalah *Convolutional Neural Networks (CNN)* dengan arsitektur VGG-16 untuk mengklasifikasikan citra foto fundus.

Penelitian dilakukan dengan melatih dan menguji model klasifikasi menggunakan dataset citra foto fundus yang mencakup berbagai penyakit mata. Evaluasi dilakukan dengan mengukur akurasi, presisi, dan *recall* menggunakan *confusion matrix*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja model dengan iterasi sebanyak 30 iterasi pada dataset yang menghasilkan *accuracy* sebesar 0,45 menunjukkan bahwa model dengan benar memprediksi label kelas sekitar 45% dari sampel.

**Kata kunci:** Deteksi penyakit mata, *Convolutional Neural Networks*, VGG-16, *Computer Vision*, citra foto fundus, akurasi, presisi, *recall*.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR PERSAMAAN .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	17
1.1. LATAR BELAKANG .....	17
1.2. PERUMUSAN MASALAH .....	19
1.3. TUJUAN .....	19
1.4. MANFAAT PENELITIAN.....	19
1.5. BATASAN MASALAH .....	19
1.6. METODOLOGI PENELITIAN.....	20
1.7. SISTEMATIKA PENULISAN.....	20
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	22
2.1. DASAR TEORI .....	22
2.1.1. MATA .....	22
2.1.2. CITRA FOTO <i>FUNDUS</i> .....	22
2.1.3. <i>DIABETIC RETINOPATHY</i> .....	23
2.1.4. <i>GLAUKOMA</i> .....	23

2.1.5. <i>KATARAK</i> .....	24
2.1.6. <i>AGE-RELATED MACULAR DEGENERATION</i> .....	25
2.1.7. <i>HIPERTENSI OKULI</i> .....	25
2.1.8. <i>MIOPIA</i> .....	26
2.1.9. <i>COMPUTER VISION</i> .....	27
2.1.10. <i>AUGMENTATION</i> .....	27
2.1.11. <i>MACHINE LEARNING</i> .....	28
2.1.12. <i>DEEP LEARNING</i> .....	29
2.1.13. <i>CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK</i> .....	30
2.1.14. <i>TRANSFER LEARNING</i> .....	37
2.1.15. <i>VGG</i> .....	37
2.1.16. <i>GOOGLE COLABORATORY (COLAB)</i> .....	39
2.1.17. <i>CONFUSION MATRIX</i> .....	39
2.2. <i>LANDASAN PENELITIAN</i> .....	41
<b>BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM</b> .....	47
3.1. <i>ANALISA</i> .....	47
3.2. <i>HASIL ANALISIS</i> .....	48
3.3. <i>PERANCANGAN SISTEM</i> .....	52
3.3.1. <i>Preprocessing</i> .....	52
3.3.2. <i>Arsitektur CNN VGG-16</i> .....	56
3.3.3. <i>Transfer Learning</i> .....	62
3.3.4. <i>Klasifikasi dan Visualisasi</i> .....	62
3.4. <i>KEBUTUHAN PENGEMBANGAN SiSTEM</i> .....	63
3.4.1. <i>Spesifikasi Perangkat Lunak</i> .....	63
3.4.2. <i>Spesifikasi Perangkat Keras</i> .....	65
3.5. <i>PENGUJIAN SISTEM</i> .....	65
<b>BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN</b> .....	67
4.1. <i>IMPLEMENTASI SISTEM</i> .....	67
4.1.1. <i>Preprocessing</i> .....	67
4.1.2. <i>Transfer Learning</i> .....	72

4.1.3. Proses Visualisasi Model.....	78
4.2. PENGUJIAN.....	86
4.2.1. Prediksi Data Uji .....	86
4.2.2. Pengujian Menggunakan <i>Confusion Matrix</i> .....	87
4.2.3. Akurasi Pengujian .....	89
BAB 5 PENUTUP .....	91
5.1. KESIMPULAN .....	91
5.2. SARAN .....	92
DAFTAR PUSTAKA .....	93
LAMPIRAN.....	97

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Contoh foto fundus mata normal .....	22
<b>Gambar 2.2.</b> Contoh fundus Diabetic Retinopathy .....	23
<b>Gambar 2.3.</b> Contoh fundus glaukoma .....	24
<b>Gambar 2.4.</b> Contoh fundus katarak.....	24
<b>Gambar 2.5.</b> Contoh fundus AMD .....	25
<b>Gambar 2.6.</b> Contoh fundus Hipertensi Okuli.....	26
<b>Gambar 2.7.</b> Contoh fundus miopia .....	26
<b>Gambar 2.8.</b> Perbedaan machine learning dan deep learning.....	30
<b>Gambar 2.9.</b> Arsitektur CNN.....	31
<b>Gambar 2.10.</b> Flowchart CNN.....	31
<b>Gambar 2.11.</b> Ilustrasi perhitungan konvolusi pada Convolution Layer.....	33
<b>Gambar 2.12.</b> Fungsi aktivasi ReLU .....	34
<b>Gambar 2.13.</b> Operasi max-pooling layer .....	35
<b>Gambar 2.14.</b> Proses klasifikasi pada CNN .....	35
<b>Gambar 2.15.</b> Visualisasi Fully-Connected Layer .....	36
<b>Gambar 2.16.</b> Arsitektur VGG-16 .....	38
<b>Gambar 2.17.</b> Confusion Matrix.....	40
<b>Gambar 3.1.</b> Contoh dataset tiap kelas .....	48
<b>Gambar 3.2.</b> Lapisan channel yang terdapat pada citra fundus retina.....	52
<b>Gambar 3.3</b> Flowchart preprocessing.....	53
<b>Gambar 3.4.</b> Hasil cropping.....	54
<b>Gambar 3.5.</b> Hasil resize .....	54
<b>Gambar 3.6.</b> Hasil augmentation .....	56
<b>Gambar 3.7.</b> Flowchart arsitektur VGG-16.....	57
<b>Gambar 3.8.</b> Contoh perhitungan convolution layer .....	58
<b>Gambar 3.9.</b> Contoh perhitungan convolution layer (lanjutan).....	58
<b>Gambar 3.10.</b> Contoh perhitungan convolution layer (lanjutan).....	59
<b>Gambar 3.11.</b> Visualisasi output convolution layer .....	59
<b>Gambar 3.12.</b> Visualisasi output ReLU.....	60



<b>Gambar 3.13.</b> Perhitungan max pooling layer dengan matrix 3x3 .....	61
<b>Gambar 3.14.</b> Visualisasi output max pooling .....	61
<b>Gambar 3.15.</b> Flowchart transfer learning.....	62
<b>Gambar 3.16.</b> Flowchart klasifikasi & visualisasi.....	63
<b>Gambar 4.1.</b> Citra sebelum preprocessing.....	68
<b>Gambar 4.2.</b> Citra setelah preprocessing .....	71
<b>Gambar 4.3.</b> Pembagian dataset .....	72
<b>Gambar 4.4.</b> Layer VGG-16.....	75
<b>Gambar 4.5.</b> <i>Proses training</i> .....	76
<b>Gambar 4.6.</b> Grafik akurasi dan loss pada saat training.....	77
<b>Gambar 4.7.</b> Contoh citra cataract.....	78
<b>Gambar 4.8.</b> Visualisasi layer input .....	79
<b>Gambar 4.9.</b> Visualisasi kernel block_conv2 .....	80
<b>Gambar 4.10.</b> Visualisasi output block_conv2.....	81
<b>Gambar 4.11.</b> Visualisasi max pooling pada layer block1_pool .....	82
<b>Gambar 4.12.</b> Visualisasi batch normalization.....	83
<b>Gambar 4.13.</b> Visualisasi fully-connected layer.....	84
<b>Gambar 4.14.</b> Visualisasi layer output .....	85
<b>Gambar 4.15.</b> Hasil prediksi.....	86
<b>Gambar 4.16.</b> Output confusion matrix .....	88
<b>Gambar 4.17.</b> Hasil akurasi pengujian .....	89

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Arsitektur VGG-16.....	38
<b>Tabel 3.1.</b> Hasil analisis dari penyakit mata berdasarkan citra <i>fundus</i> .....	49
<b>Tabel 3.2.</b> Representasi hasil pengujian .....	65

## DAFTAR PERSAMAAN

(2.1).....	28
(2.2).....	28
(2.3).....	40
(2.4).....	40
(2.5).....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Potongan true class dan predicted class dari data testing .....	97
--	----