



**IMPLEMENTASI ARSITEKTUR EFFICIENTNET-B0 CNN UNTUK KLASIFIKASI
PENYAKIT MATA BERDASARKAN CITRA FUNDUS: NORMAL, KATARAK,
DIABETIC RETINOPATHY, DAN GLAUKOMA.**

SKRIPSI

ANNISA FITRIATUZZAHRA

NIM. 2010511107

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
2024**



**IMPLEMENTASI ARSITEKTUR EFFICIENTNET-B0 CNN UNTUK KLASIFIKASI
PENYAKIT MATA BERDASARKAN CITRA FUNDUS: NORMAL, KATARAK,
DIABETIC RETINOPATHY, DAN GLAUKOMA.**

SKRIPSI

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

ANNISA FITRIATUZZAHRA

NIM. 2010511107

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
2024**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Artikel Ilmiah ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Annisa Fitriatuzzahra

NIM : 2010511107

Tanggal : 26 Juni 2024

Judul Artikel : Implementasi Arsitektur Efficientnet-B0 CNN untuk Klasifikasi Penyakit Mata Berdasarkan Citra Fundus: Normal, Katarak, *Diabetic Retinopathy*, dan Glaukoma.

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 26 Juni 2024

A 1000 Rupiah Indonesian postage stamp is shown, featuring the Garuda Pancasila emblem and the text '1000', 'METAL TEMPER', and '2CAKXB01623310'. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

Annisa Fitriatuzzahra

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Annisa Fitriatuzzahra

NIM : 2010511107

Fakultas : Ilmu Komputer

Program Studi : S1 Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan karya ilmiah saya kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exchange Royalty Free Right*) untuk dipublikasikan dengan judul:

Implementasi Arsitektur Efficientnet-B0 CNN untuk Klasifikasi Penyakit Mata Berdasarkan Citra Fundus: Normal, Katarak, *Diabetic Retinopathy*, dan Glaukoma.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media atau memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan artikel ilmiah saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 26 Juni 2024



Annisa Fitriatuzzahra

LEMBAR PENGESAHAN

Dengan ini dinyatakan bahwa tugas akhir berikut :

Nama : Annisa Fitriatuzzahra
NIM : 2010511107
Program Studi : S1 Informatika
Judul : Implementasi Arsitektur Efficientnet-B0 CNN untuk Klasifikasi Penyakit Mata Berdasarkan Citra Fundus: Normal, Katarak, *Diabetic Retinopathy*, dan Glaukoma.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi S1 Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta



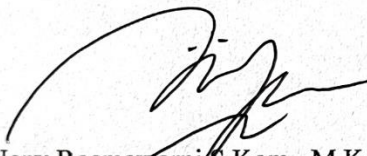
(Indra Permana Solihin, S.Kom., M.Kom.)

Penguji I



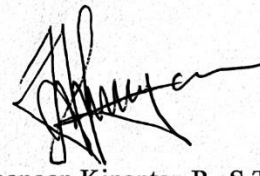
(Novi Trisman Hadi, S.Pd., M.Kom)

Penguji II



(Nenry Rosmawarni, S.Kom., M.Kom.)

Dosen Pembimbing I



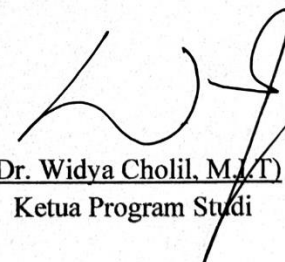
(Hamonangan Kinantan P., S.T., M.T.)

Dosen Pembimbing II



(Prof. Dr. Ir. Supriyanto, ST., M.Sc., IPM)

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



(Dr. Widya Cholil, M.I.T)

Ketua Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Persetujuan : 26 Juni 2024

IMPLEMENTASI ARSITEKTUR EFFICIENTNET-B0 CNN UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT MATA BERDASARKAN CITRA FUNDUS: NORMAL, KATARAK, *DIABETIC RETINOPATHY*, DAN GLAUKOMA.

ANNISA FITRIATUZZAHRA

ABSTRAK

Mata merupakan salah satu organ yang sangat vital bagi manusia. Manusia dapat memperoleh 80% informasi hanya dengan menggunakan penglihatan. Hilangnya penglihatan memiliki banyak penyebab yang memerlukan pencegahan, pengobatan dan perawatan yang komprehensif, sehingga mengidentifikasi serta mendiagnosis lebih awal penyakit mata tersebut sangatlah penting. Dalam mendeteksi penyakit pada mata, para ahli ataupun dokter menggunakan berbagai macam cara, salah satunya yaitu melakukan funduskopi. Penelitian ini mengusulkan pembuatan model untuk klasifikasi penyakit mata menggunakan metode CNN dengan Arsitektur EfficientNet-B0. Model ini dilatih menggunakan sebuah *dataset* berisi 4217 citra fundus mata yang terbagi menjadi 4 kelas, yaitu kelas Normal, Katarak, *Diabetic Retinopathy*, dan Glaukoma. Kemudian, *dataset* dibagi menjadi 70% data latih, 15% data uji, dan 15% data validasi. Didapatkan hasil performa yang berupa nilai akurasi sebesar 0,86 atau 86%, nilai presisi sebesar 0,88 atau 88%, nilai *recall* sebesar 0,87 atau 87%, dan nilai *f1-score* sebesar 0,87 atau 87%.

Kata Kunci: EfficientNet-B0, Katarak, Retinopati Diabetes, Glaukoma.

**IMPLEMENTATION OF EFFICIENTNET-B0 CNN ARCHITECTURE FOR
CLASSIFICATION OF EYE DISEASES BASED ON FUNDUS IMAGE: NORMAL,
CATARACT, DIABETIC RETINOPATHY, AND GLAUCOMA.**

ANNISA FITRIATUZZAHRA

ABSTRACT

Eye is one of the most vital organs for humans. Humans can obtain 80% of information solely through vision. Loss of vision has various causes that require comprehensive prevention, treatment, and care, making early identification and diagnosis of eye diseases crucial. In detecting eye diseases, experts and doctors use various methods, one of which is funduscopy. This research proposes the development of a model for classifying eye diseases using the CNN method with EfficientNet-B0 Architecture. The model is trained using a dataset containing 4217 fundus eye images divided into 4 classes: Normal, Cataract, Diabetic Retinopathy, and Glaucoma. Subsequently, the dataset is split into 70% training data, 15% test data, and 15% validation data. The performance results obtained include an accuracy of 0.86 or 86%, precision of 0.88 or 88%, recall of 0.87 or 87%, and an f1-score of 0.87 or 87%.

Keyword: *EfficientNet-B0, Cataract, Diabetic Retinopathy, Glaucoma.*

KATA PENGANTAR

Dengan rasa syukur dan hormat, peneliti mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, petunjuk, serta karunia-Nya yang senantiasa melimpah sehingga peneliti dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penelitian ini dilakukan dalam rangka pemenuhan tugas akhir Program Studi Informatika di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Penyelesaian Skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan kontribusi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti ingin menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada:

1. Ayah, Bunda, Nayla, dan Ilma yang telah menjadi pilar kekuatan, memberikan dukungan dan doa tanpa henti, serta menjadi sumber inspirasi dalam setiap langkah perjalanan penelitian ini.
2. Jajaran Dekanat Fakultas Ilmu Komputer.
3. Ibu Dr. Widya Cholil, S.Kom., M.I.T. selaku Ketua Program Studi Informatika.
4. Neny Rosmawarni S.Kom., M.Kom. dan Hamonangan Kinantan Prabu, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 dan 2 senantiasa memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang sangat berarti dalam perjalanan penelitian ini.
5. Bina, Shafa, dan Debi selaku sahabat yang tidak pernah lelah memberikan dukungan serta menjadi tempat untuk berpulang bagi peneliti.
6. Rekan-rekan di kampus khususnya Rahmat, Alysha, Wiaji, Amel, Refa, Rani, Savina, dan Yaashinta yang selalu memberikan bantuan, motivasi, dan menjadi teman berdiskusi yang sangat berarti dalam perjalanan penelitian ini.
7. PENTAGON dan Stray Kids yang selalu menjadi pemicu semangat dan menjadi sumber kebahagiaan bagi peneliti.
8. Semua pihak yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu tanpa mengurangi rasa hormat.

Peneliti menyadari bahwa Skripsi ini memiliki kekurangan karena tingkat pengetahuan dan pengalaman peneliti yang masih terbatas. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang bersifat konstruktif akan sangat dihargai dan menjadi bekal berharga.

Jakarta, 21 April 2024



Annisa Fitriatuzzahra

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR RUMUS	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Deep Learning</i>	4
2.2 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	5
2.2.1 <i>Convolution Layer</i>	5
2.2.2 <i>Pooling Layer</i>	6
2.3 Arsitektur EfficientNet-B0	6
2.3.1 <i>Depthwise Convolution Layer</i>	8
2.3.2 <i>Batch Normalization</i>	8
2.3.3 <i>Aktivasi Swish</i>	10
2.3.4 <i>Squeeze-and-Excitation</i>	10
2.4 Citra Fundus.....	12
2.5 Penyakit Mata	13
2.5.1 Katarak.....	13
2.5.2 <i>Diabetic Retinopathy</i>	14
2.5.3 Glaukoma	15
2.6 <i>Confusion Matrix</i>	15
2.6.1 Akurasi	16

2.6.2.	Presisi	16
2.6.3.	<i>Recall</i>	17
2.6.4.	<i>F1-Score</i>	17
2.7	Penelitian Terdahulu	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Tahap Penelitian	23
3.1.1.	Identifikasi Masalah	23
3.1.2.	Studi Literatur	24
3.1.3.	Akuisisi Data	24
3.1.4.	Praproses Data	25
3.1.5.	Pembagian Data	25
3.1.6.	Pembuatan Model CNN Arsitektur EfficientNet-B0	25
3.1.7.	Pengujian dan Evaluasi Model	25
3.2	Perangkat Penelitian (<i>Hardware</i> dan <i>Software</i>)	26
3.3	Jadwal Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Akuisisi Data	28
4.2	Praproses Data	29
4.2.1	<i>Resize</i> dan <i>Cropping</i>	29
4.2.2	Normalisasi	31
4.2.3	<i>Label Encoding</i>	31
4.2.4	<i>One-Hot Encoding</i>	32
4.3	Pembagian Data	32
4.4	Pembuatan Model CNN Arsitektur EfficientNet-B0	34
4.5	Pengujian dan Evaluasi Model	56
4.5.1	<i>Confusion Matrix</i> Kelas Katarak	57
4.5.2	<i>Confusion Matrix</i> Kelas <i>Diabetic Retinopathy</i>	57
4.5.3	<i>Confusion Matrix</i> Kelas Glaukoma	58
4.5.4	<i>Confusion Matrix</i> Kelas Normal	58
4.5.5	Hasil Metriks Evaluasi	58
BAB V PENUTUP		60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Confusion Matrix</i>	16
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu.....	17
Tabel 2.3 Perbandingan Algoritma.....	20
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	26
Tabel 4.1 Citra pada <i>Dataset</i> per Kelas	28
Tabel 4.2 Hasil <i>Label Encoding</i>	32
Tabel 4.3 Hasil <i>One-Hot Encoding</i>	32
Tabel 4.4 Hasil Pembagian Data Latih, Data Validasi, dan Data Uji.....	34
Tabel 4.5 Struktur <i>Base Model</i> EfficientNet-B0 (Tan & Le, 2019)	39
Tabel 4.6 Ringkasan Struktur Model.....	53
Tabel 4.7 <i>Confusion Matrix</i> Katarak	57
Tabel 4.8 <i>Confusion Matrix Diabetic Retinopathy</i>	57
Tabel 4.9 <i>Confusion Matrix</i> Glaukoma	58
Tabel 4.10 <i>Confusion Matrix</i> Normal.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi posisi <i>Deep Learning</i> , <i>Machine Learning</i> , dan <i>Artificial Intelligence</i> (Jdid et al., 2021).....	4
Gambar 2.2 Arsitektur CNN.....	5
Gambar 2.3 Ilustrasi Operasi Konvolusi	6
Gambar 2.4 Arsitektur EfficientNet-B0	7
Gambar 2.5 Struktur MBConv1 dan MBConv6.....	7
Gambar 2.6 Ilustrasi Gambar Mata dan Gambar Fundus Mata (Ostrowski, 2023).....	12
Gambar 2.7 Citra Fundus Mata Normal, Katarak, <i>Diabetic Retinopathy</i> , dan Glaukoma (DODDI, 2022).....	13
Gambar 2.8 Ilustrasi Perbandingan Mata Normal dan Mata Katarak (Maulana, 2018).....	13
Gambar 2.9 Ilustrasi Perbandingan Mata Normal dan Mata <i>Diabetic Retinopathy</i>	14
Gambar 2.10 Ilustrasi Perbandingan Mata Normal dan Mata Glaukoma (McManes, 2019)..	15
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	23
Gambar 4.1 Potongan Kode Program <i>Resize</i>	29
Gambar 4.2 Potongan Kode Program <i>Resize</i> Lanjutan	30
Gambar 4.3 Potongan Kode Program <i>Cropping</i>	30
Gambar 4.4 Contoh Citra Sebelum dan Sesudah Proses <i>Resize</i> dan <i>Cropping</i>	31
Gambar 4.5 Potongan Kode Program Normalisasi	31
Gambar 4.6 Potongan Kode Program Pengacakan Urutan Data	33
Gambar 4.7 Potongan Kode Program Pembagian Data	33
Gambar 4.8 Potongan Kode Program Augmentasi Data.....	34
Gambar 4.9 Potongan Kode Program Pembuatan Model EfficientNet-B0.....	36
Gambar 4.10 Potongan Kode Program Penambahan <i>Dropout</i> dan <i>Dense Layer</i>	37
Gambar 4.11 Potongan Kode Program <i>Compile Model</i>	37
Gambar 4.12 <i>Output Model Summary</i> Berisi <i>Input Layer</i> dan <i>Base Model</i>	38
Gambar 4.13 <i>Output Model Summary</i> Berisi Akhir dari <i>Base Model</i> , <i>Dropout Layer</i> , dan <i>Dense Layer</i>	52
Gambar 4.14 Potongan Kode Program <i>Model Training</i>	53
Gambar 4.15 Potongan Hasil 10 <i>Epoch</i> Terakhir pada Proses <i>Training</i>	54
Gambar 4.16 Grafik Nilai <i>Loss</i> Model CNN Arsitektur EfficientNet-B0.....	54
Gambar 4.17 Grafik Nilai Akurasi Model CNN Arsitektur EfficientNet-B0	55
Gambar 4.18 <i>Confusion Matrix</i> Model CNN Arsitektur EfficientNet-B0	56

DAFTAR RUMUS

2.1	Rumus Perhitungan Rata-Rata <i>Batch</i>	8
2.2	Rumus Perhitungan Variansi <i>Batch</i>	9
2.3	Rumus Perhitungan Normalisasi	9
2.4	Rumus Perhitungan <i>Scaling and Shifting</i>	9
2.5	Rumus Perhitungan Aktivasi <i>Swish</i>	10
2.6	Rumus Perhitungan Squeeze Operation.....	11
2.7	Rumus Perhitungan <i>Excitation Operation</i>	11
2.8	Rumus Perhitungan <i>Scale Operation</i>	11
2.9	Rumus Perhitungan Akurasi.....	16
2.10	Rumus Perhitungan Presisi.....	17
2.11	Rumus Perhitungan <i>Recall</i>	17
2.12	Rumus Perhitungan <i>F1-Score</i>	17