

**PERBANDINGAN EMPAT MODEL ARSITEKTUR  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI  
CITRA JENIS SAMPAH**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer  
Program Studi Sistem Informasi



**OLEH:**

**WILDAN FATAHILLAH AKBAR**

**20082010122**

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
S U R A B A Y A  
2024**

**SKRIPSI**

**PERBANDINGAN EMPAT MODEL ARSITEKTUR CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI CITRA JENIS SAMPAH**

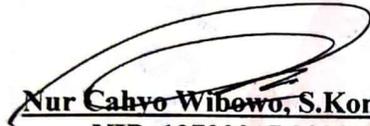
Disusun oleh :

**WILDAN FATAHILLAH AKBAR**  
20082010122

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
Pada Tanggal 13 Juni 2024

**Pembimbing :**

1.

  
**Nur Cahyo Wibowo, S.Kom., M.Kom.**  
NIP. 19790317 2021211 002

2.

  
**Dhian Satria Yudha Kartika, S.Kom., M.Kom.**  
NPT. 2 0119 86 052224 9

**Tim Penguji :**

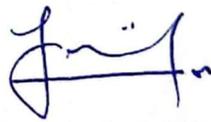
1.

  
**Agung Brastama Putra, S.Kom., M.Kom.**  
NIP. 19851124 2021211 003

2.

  
**Seftin Fitri Ana Wati, S.Kom., M.Kom.**  
/NPT. 212199 10 320267

3.

  
**Eristya Maya Safitri, S.Kom., M.Kom.**  
NIP. 19930316 2019032 020

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

  
**Prof. Dr. Ir. Noyrina Hendrasarie, M.T.**  
NIP. 19681126 199403 2 001

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERBANDINGAN EMPAT MODEL ARSITEKTUR CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORK UNTUK KLASIFIKASI CITRA JENIS SAMPAH**

**Disusun oleh :**

**WILDAN FATAHILLAH AKBAR**

**20082010122**

**Telah disetujui mengikuti Ujian Negara Lisan Gelombang Juni Periode 2024 pada  
Tanggal 13 Juni 2024**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing 1**

**Dosen Pembimbing 2**



**Nur Cahyo Wibowo, S.Kom., M.Kom.**  
**NIP. 19790317 2021211 002**



**Dhian Satria Yudha Kartika, S.Kom., M.Kom.**  
**NPT. 2 0119 86 052224 9**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Sistem Informasi**

**Fakultas Ilmu Komputer**

**Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



**Agung Brastama Putra, S.Kom., M.Kom.**  
**NIP. 19851124 2021211 003**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER

KETERANGAN REVISI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa mahasiswa berikut :

Nama : Wildan Fatahillah Akbar

NPM : 20082010122

Program Studi : Sistem Informasi

Telah mengerjakan revisi Ujian Negara Lisan Skripsi pada tanggal 13 Juni 2024 dengan judul:

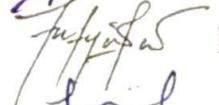
**PERBANDINGAN EMPAT MODEL ARSITEKTUR CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI CITRA JENIS SAMPAH**

Oleh karenanya, mahasiswa tersebut dinyatakan bebas revisi Ujian Negara Lisan Skripsi dan diijinkan untuk membukukan laporan Skripsi dengan judul tersebut.

Surabaya, 27 Juni 2024

Dosen penguji yang memeriksa revisi :

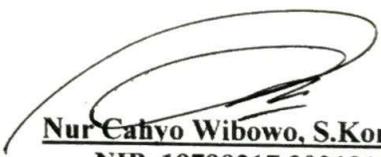
1. Agung Brastama Putra, S.Kom., M.Kom.  
NIP. 19851124 2021211 003
2. Seftin Fitri Ana Wati, S.Kom., M.Kom.  
NPT. 212199 10 320267
3. Eristya Maya Safitri, S.Kom., M.Kom.  
NIP. 19930316 2019032 020

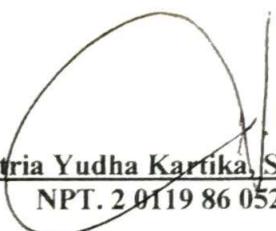
{  }  
{  }  
{  }

Mengetahui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

  
Nur Cahyo Wibowo, S.Kom., M.Kom.  
NIP. 19790317 2021211 002

  
Dhian Satria Yudha Kartika, S.Kom., M.Kom.  
NPT. 2 0119 86 052224 9



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER**

---

**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wildan Fatahillah Akbar

NPM : 20082010122

Program Studi : Sistem Informasi

Menyatakan bahwa judul/ Tugas Akhir berikut :

**PERBANDINGAN EMPAT MODEL ARSITEKTUR CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORK UNTUK KLASIFIKASI CITRA JENIS SAMPAH**

Bukan merupakan plagiat dari Skripsi/ Tugas Akhir/ Penelitian orang lain dan juga bukan Produk/ Hasil Karya yang saya beli dari orang lain.

Saya juga menyatakan bahwa Skripsi/ Tugas Akhir ini adalah pekerjaan saya sendiri, kecuali yang dinyatakan dalam Daftar Pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat memperoleh gelar di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur maupun Instansi Pendidikan lain. Jika dinyatakan dikemudian hari pernyataan tersebut terbukti benar, maka saya bertanggung jawab penuh dan siap menerima segala konsekuensi, termasuk pembatalan ijazah dikemudian hari.

Surabaya, 27 Juni 2024

  
**Wilda**   
D27AKX428380217

**NPM. 20082010122**

Judul Skripsi : PERBANDINGAN EMPAT MODEL ARSITEKTUR  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK  
KLASIFIKASI CITRA JENIS SAMPAH

Pembimbing 1 : Nur Cahyo Wibowo, S.Kom., M.Kom.

Pembimbing 2 : Dhian Satria Yudha Kartika, S.Kom, M.Kom.

---

### ABSTRAK

Sampah merupakan masalah yang terus muncul di Indonesia dan seluruh dunia seiring dengan meningkatnya volume sampah akibat pertumbuhan populasi dan konsumsi. Salah satu solusi yang efektif adalah pemilahan sampah, namun kesadaran masyarakat dan keterbatasan infrastruktur masih menjadi kendala utama. Skripsi ini mengeksplorasi penggunaan teknologi pengolahan citra berbasis *Deep Learning*, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN), untuk otomatisasi pemilahan sampah. Data yang digunakan terdiri dari 3300 gambar sampah yang dikategorikan ke dalam enam kelas: kardus, kaca, logam, kertas, plastik, dan organik. Untuk menentukan model terbaik, skripsi ini membandingkan performa berbagai arsitektur CNN seperti ResNet50, DenseNet169, MobileNetV3, dan InceptionV3. Keputusan untuk membandingkan model-model ini didasarkan pada skripsi terdahulu yang menunjukkan bahwa setiap arsitektur memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dalam hal komputasi dan akurasi. Dengan membandingkan beberapa model, skripsi ini bertujuan untuk menemukan model yang paling efektif untuk klasifikasi jenis sampah, yang kemudian akan diimplementasikan pada antarmuka aplikasi Android. Hasil skripsi menunjukkan bahwa DenseNet169 memiliki performa terbaik dengan akurasi 93,33% dalam klasifikasi sampah. Model terbaik akan

diimplementasikan pada aplikasi Android dengan harapan dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pemilahan sampah di Indonesia.

**Kata kunci:** *Convolutional Neural Network, Deep Learning*, Klasifikasi Citra, Sampah, TensorFlow

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Empat Model Arsitektur *Convolutional Neural Network* Untuk Klasifikasi Citra Jenis Sampah” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Sistem Informasi di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga yang selalu memberikan doa, restu, dan dukungan yang tak terhingga kepada penulis selama skripsi ini.
2. Bapak Nur Cahyo Wibowo, S.Kom., M.Kom., sebagai dosen pembimbing 1, yang telah memberikan banyak arahan, dorongan, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini. Penulis sangat berterima kasih atas semua waktu, tenaga, dan kesediaan Bapak untuk menjawab setiap pertanyaan, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Dhian Satria Yudha Kartika, S.Kom., M.Kom., selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan banyak arahan, dorongan, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini. Penulis sangat berterima kasih atas semua waktu, tenaga, dan kesediaan Bapak untuk menjawab setiap pertanyaan, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

4. Bapak Tri Lathif Mardi Suryanto, S.Kom., MT., selaku dosen wali yang senantiasa memberikan motivasi dan bimbingan selama saya menempuh pendidikan di Program Studi Sistem Informasi UPN "Veteran" Jawa Timur.
5. Bapak Agung Brastama Putra, S.Kom, M.Kom selaku Koordinator Program Studi Sistem Informasi Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur yang berjasa dan membantu penulis terutama terkait urusan administrasi.
6. Semua bapak dan ibu dosen di program studi Sistem Informasi UPN "Veteran" Jawa Timur yang telah berbagi banyak ilmu pengetahuan yang bermanfaat selama masa perkuliahan.
7. Talitha Alda Zafirah Dewi, yang selalu menemani dari awal hingga saat ini. Dukungan yang sangat berarti sebagai tempat berkeluh kesah, berdiskusi, dan saling mengarahkan satu sama lain.
8. Grup Media Berbagi Kasih yang beranggotakan Aris, Bagus, Diana, Rio, Taris, dan Uci yang selalu memberikan dukungan, motivasi, hiburan, dan candaan sehingga penulis merasa bahagia dan nyaman selama mengerjakan skripsi ini.
9. Teman-teman kelas Dedemit yang telah menemani selama empat tahun perkuliahan dan memberikan dukungan selama pengerjaan skripsi ini.
10. Teman-teman Program Studi Sistem Informasi angkatan 2020 Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam pengerjaan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa masih banyak

kekurangan dalam skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Sidoarjo, 30 Mei 2024

Wildan Fatahillah Akbar

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB I .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	5
1.3    Batasan Masalah.....	5
1.4    Tujuan Skripsi .....	6
1.5    Sistematika Penulisan.....	6
BAB II.....	9
2.1    Dasar Teori.....	9
2.1.1    Sampah.....	9
2.1.2    Pengolahan Sampah .....	9
2.1.3    Citra Digital.....	10
2.1.4 <i>Deep learning</i> .....	10
2.1.5 <i>Convolutional Neural Network</i> .....	11
2.1.6    TensorFlow .....	12

2.1.7	<i>Pre-trained model</i> .....	12
2.1.8	<i>Transfer Learning</i> .....	12
2.1.9	<i>Fully Connected Layer</i> .....	13
2.1.10	<i>Convolutional Layer</i> .....	13
2.1.11	<i>Softmax Activation</i> .....	14
2.1.12	<i>Cross-Entropy Loss</i> .....	14
2.1.13	DenseNet169 .....	15
2.1.14	<i>Residual Network 50 (ResNet50)</i> .....	16
2.1.15	InceptionV3 .....	17
2.1.16	MobileNetV3 .....	18
2.1.17	<i>Confusion Matrix</i> .....	18
2.1.18	TensorFlow <i>Lite</i> .....	20
2.2	Skripsi Terdahulu .....	21
2.2.1	Penelitian 1 .....	21
2.2.2	Penelitian 2 .....	22
2.2.3	Penelitian 3 .....	23
2.2.4	Penelitian 4 .....	23
<b>BAB III</b>	.....	<b>25</b>
3.1	Studi Literatur .....	25

3.2	Analisis Kebutuhan .....	26
3.2.1	Kebutuhan Data.....	26
3.2.2	Kebutuhan <i>Software</i> dan <i>Hardware</i> .....	26
3.3	Pengumpulan <i>Dataset</i> .....	26
3.4	Pembagian <i>Dataset</i> .....	29
3.5	Pra-Pemrosesan Data.....	29
3.6	Perancangan dan Pelatihan Model.....	29
3.7	Evaluasi Model.....	30
3.8	Perancangan Sistem Aplikasi .....	31
BAB IV	.....	32
4.1	Implementasi Kebutuhan.....	32
4.1.1	Kebutuhan Data.....	32
4.1.2	Kebutuhan Hardware dan Software .....	32
4.2	Pengumpulan Dataset .....	33
4.3	Penyiapan Data dan Label .....	35
4.4	Pembagian Dataset .....	38
4.5	Pra-pemrosesan Data .....	39
4.6	Penerapan dan Pelatihan Model <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN).....	43
4.6.1	Penerapan Model CNN .....	43

4.6.2	Pelatihan Model CNN.....	48
4.7	Evaluasi Model.....	53
4.7.1	<i>Confusion Matrix</i> dan <i>Classification Report</i> .....	53
4.7.2	Pembahasan Perbandingan Model .....	63
4.8	Perancangan Sistem Aplikasi .....	66
BAB V.....		73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA .....		77
LAMPIRAN.....		82

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Confusion Matrix</i> .....	19
Tabel 2.2 Skripsi 1 .....	21
Tabel 2.3 Skripsi 2 .....	22
Tabel 2.4 Skripsi 3 .....	23
Tabel 2.5 Skripsi 4 .....	23
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> .....	63
Tabel 4.3 Tabel Metriks Evaluasi .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur DenseNet (Huang et al., 2017).....	16
Gambar 2.2 Arsitektur ResNet50.....	17
Gambar 2.3 Arsitektur InceptionV3 (Singh & Vishwakarma, 2020) .....	17
Gambar 2.4 Arsitektur MobileNetV3 (Howard et al., 2019).....	18
Gambar 3.1 Metodologi Skripsi.....	25
Gambar 3.2 Jenis Sampah Kardus .....	27
Gambar 3.3 Jenis Sampah Kaca.....	27
Gambar 3.4 Jenis Sampah Logam.....	28
Gambar 3.5 Jenis Sampah Organik.....	28
Gambar 3.6 Jenis Sampah Kertas.....	28
Gambar 3.7 Jenis Sampah Plastik .....	28
Gambar 3.8 Perancangan Model.....	30
Gambar 3.9 Alur Klasifikasi Pada Aplikasi.....	31
Gambar 4.1 Dataset TrashNet.....	34
Gambar 4.2 Dataset Waste Classification.....	34
Gambar 4.3 Dataset Garbage .....	35
Gambar 4.4 Jumlah Total Gambar dan Kelas Pada Data.....	36
Gambar 4.5 Distribusi Data Masing-masing Kelas.....	36
Gambar 4.6 Kode Visualisasi Gambar Tiap Kelas .....	37
Gambar 4.7 Contoh Gambar Tiap Kelas.....	37
Gambar 4.8 Pembagian Dataset .....	38

Gambar 4.9 Jumlah Data Pada Setelah Pembagian Dataset .....	39
Gambar 4.10 Augmentasi Gambar.....	41
Gambar 4.11 Resize Gambar .....	42
Gambar 4.12 Gambar Setelah Pre-Processing dan Augmentasi .....	42
Gambar 4.13 Pembuatan Arsitektur ResNet50 .....	43
Gambar 4.14 Pembuatan Arsitektur DenseNet169 .....	44
Gambar 4.15 Pembuatan Model Inception V3.....	46
Gambar 4.16 Pembuatan Model MobileNet V3 Large .....	46
Gambar 4.17 Lapisan Tambahan .....	46
Gambar 4.18 Inisialisasi Hyperparameter.....	47
Gambar 4.19 Inisialisasi Pelatihan Model .....	48
Gambar 4.20 Lama Waktu Training Model ResNet50 .....	49
Gambar 4.21 Grafik Akurasi dan Loss Model ResNet50 .....	49
Gambar 4.22 Lama Waktu Training Model DenseNet169 .....	50
Gambar 4.23 Grafik Akurasi Dan Loss Model DenseNet169 .....	50
Gambar 4.24 Lama Waktu Training Model Inception V3 .....	51
Gambar 4.25 Grafik Akurasi Dan Loss Model Inception V3 .....	51
Gambar 4.26 Lama Waktu Training Model MobileNetV3.....	52
Gambar 4.27 Grafik Akurasi Dan Loss Model MobileNet V3 .....	52
Gambar 4.28 Confusion Matrix Model ResNet50 .....	53
Gambar 4.29 Laporan Klasifikasi Model ResNet50 .....	54
Gambar 4.30 Confusion Matrix Model DenseNet169 .....	56
Gambar 4.31 Laporan Klasifikasi Model DenseNet169 .....	56

Gambar 4.32 Confusion Matrix Model Inception V3.....	58
Gambar 4.33 Laporan Klasifikasi Model Inception V3.....	58
Gambar 4.34 Confusion Matrix Model MobileNet V3.....	60
Gambar 4.35 Laporan Klasifikasi Model MobileNet V3.....	61
Gambar 4.36 Kode Untuk Menyimpan Model dalam Bentuk .tflite .....	66
Gambar 4.37 Kode Inisiasi Model pada Program.....	67
Gambar 4.38 Kode Penerapan Model .....	67
Gambar 4.39 Kode Pemanggilan Fungsi ClassifyImage Gambar pada Aplikasi .....	68
Gambar 4.40 Tampilan Menu Utama Aplikasi .....	69
Gambar 4.41 Mengambil Gambar Menggunakan Kamera .....	70
Gambar 4.42 Edit Input Gambar dari Pengguna.....	70
Gambar 4.43 Preview setelah pengambilan dan pengeditan gambar.....	71
Gambar 4.44 Tampilan Hasil Analisis Klasifikasi Gambar.....	71