LAPORAN TUGAS AKHIR

AI Engineering

IMPLEMENTASI MODEL DEEP LEARNING MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI TINGKAT ROASTING PADA BIJI KOPI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana Komputer

Alfredo Tanjaya

200710929

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2026

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

IMPLEMENTASI MODEL DEEP LEARNING MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI TINGKAT ROASTING PADA BIJI KOPI

yang disusun oleh

Alfredo Tanjaya

200710929

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 08 Juli 2026

			Keterangan
Dosen Pembimbing 1	:	Aloysius Gonzaga Pradnya Sidhawara, S.T., M.Eng.	Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2	:	Yonathan Dri Handarkho, ST., M.Eng, Ph.D.	Telah Menyetujui
Tim Penguji			
Penguji 1	:	Aloysius Gonzaga Pradnya Sidhawara, S.T., M.Eng.	Telah Menyetujui
Penguji 2	:	Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D.	Telah Menyetujui
Penguji 3	:	Dr. B. Yudi Dwiandiyanta, S.T.,M.T.	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 08 Juli 2026

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Teknologi Industri

Dekan

ttd.

Prof. Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP., S.T., M.T., IPU, ASEAN Eng.

Dokumen ini merupakan dokumen resmi UAJY yang tidak memerlukan tanda tangan karena dihasilkan secara elektronik oleh Sistem Bimbingan UAJY. UAJY bertanggung jawab penuh atas informasi yang tertera di dalam dokumen ini

PERNYATAAN ORISINALITAS & PUBLIKASI ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap	: Alfredo Tanjaya
NPM	: 200710929
Program Studi	: Informatika
Fakultas	: Teknologi Industri
Judul Penelitian	: Implementasi Model Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Tingkat Roasting Pada Biji Kopi

Menyatakan dengan ini:

1. Tugas Akhir ini adalah benar tidak merupakan salinan sebagian atau keseluruhan dari karya penelitian lain.
2. Memberikan kepada Universitas Atma Jaya Yogyakarta atas penelitian ini, berupa Hak untuk menyimpan, mengelola, mendistribusikan, dan menampilkan hasil penelitian selama tetap mencantumkan nama penulis.
3. Bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum atas pelanggaran Hak Cipta dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 2026

Yang menyatakan,

Alfredo Tanjaya

200710929

HALAMAN PERSEMBAHAN

Semua akan indah pada waktu-Nya

Halaman persembahan ini ditujukan untuk orangtua, keluarga, rekan sejawat.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir "Implementasi Model Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Tingkat Roasting Pada Biji Kopi" ini dengan baik. Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai derajat sarjana komputer dari Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri di Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini penulis telah mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari banyak pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu membimbing dalam iman-Nya, memberikan berkat-Nya, dan menyertai penulis selalu.
2. Bapak Aloysius Gonzaga Pradnya S., S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan masukan serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Yonathan Dri Handarkho ST., M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh Dosen yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan selama penulis menjadi mahasiswa Fakultas Hukum Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
5. Seluruh staf dan karyawan di Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mendukung dalam proses belajar.
6. Kedua Orang Tua Penulis yang selalu memberikan semangat, motivasi, arahan, dukungan dan saran selama proses penyusunan skripsi hingga skripsi ini selesai.
7. Abang dan Adik Penulis yang telah memberikan semangat serta dukungan kepada Penulis.

8. Teman-Teman Penulis Siska, Gio, Ananda, Boni, Valdo, Arum, Amel, Dewa, Repan terima kasih atas bantuan dan semangat kepada penulis.
9. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih untuk dukungan, semangat, dan seluruh bantuannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam menyelesaikan skripsi ini. Hal ini karena keterbatasan pengetahuan dan data yang digunakan penulis. Oleh karena itu, penulis memohon maaf dan dengan senang hati penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dan bantuan semua pihak dalam proses pengerjaan skripsi. Demikian laporan tugas akhir ini dibuat, dan penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 2026

Alfredo Tanjaya

200710929

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN ORISINALITAS & PUBLIKASI ILMIAH ..... **iii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xii**
ABSTRAK ..... **xiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Batasan Penelitian 2
1.4. Tujuan Penelitian 3
1.5. Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1. Tinjauan Pustaka 5
2.1.1. Klasifikasi Tingkat Roasting Biji Kopi 5
2.1.2. Penerapan Model Deep Learning untuk Klasifikasi Citra 6
2.1.3. Perbandingan Penelitian 8
2.2. Celah Penelitian 11
2.3. Landasan Teori 11
2.3.1. Tingkat Roasting Biji Kopi 11
2.3.2. Computer Vision 13
2.3.3. Convolutional Neural Network (CNN) 14
2.3.4. DenseNet 19

2.3.5. MobileNetV2 22
2.3.6. EfficientNetB0 24
2.3.7. Metrik Evaluasi 26
2.3.8. Accurasi 26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 28
3.1. Pengantar 28
3.2. Tahapan Penelitian 29
3.2.1. *Dataset Development* 31
3.2.1.1. *Data Collection* 31
3.2.1.2. *Data Preparation* 31
3.2.2. *Model Development* 31
3.2.2.1. *Data Exploration* 31
3.2.2.2. *Data Augmentation* 32
3.2.2.3. *Model Configuration* 32
3.2.2.4. *Model Training* 32
3.2.2.5. *Model Evaluation* 33
3.2.2.6. *Model Implementation* 33
3.3. Usulan Solusi 33
3.4. Pengumpulan Data 34
3.5. *Setting* Penelitian 34
3.6. Alat Bantu atau Tools yang Digunakan 35
3.7. Evaluasi 35
BAB IV IMPLEMENTASI 37
4.1. Pengantar 37
4.2. *Dataset Development* 38
4.2.1. *Data Collection* 38
4.2.2. *Data Preparation* 39

4.3. *Model Development* 40
4.3.1. *Data Exploration* 40
4.3.2. *Data Augmentation* 41
4.3.3. *Model Configuration* 43
4.3.4. *Model Training* 45
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 54
5.1. Pengantar 54
5.2. Hasil 54
5.2.1. *Model Evaluation Metrics* 54
5.2.2. *Model Implementation* 62
5.3. Pembahasan 65
5.3.1. *Best Selected Model* 65
5.3.2. *Implemented Model Testing* 66
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 70
6.1. Kesimpulan 70
6.2. Saran 71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 *Light roast* [15].....12
Gambar 2. 2 Medium roast *[16]* 12
Gambar 2. 3 Dark Roast [15] 13
Gambar 2. 4 Flowchart computer vision 13
Gambar 2. 5 Arsitektur CNN [3].....15
Gambar 2. 6 Arsitektur DenseNet121 [22].....20
Gambar 2. 7 Arsitektur MobileNetV2 [23] 23
Gambar 2. 8 Arsitektur EfficientNetB0 [24].....25
Gambar 3. 1 Alur Tahapan Penelitian 30
Gambar 4. 1 Flowchart Dataset Development 38
Gambar 4. 2 Perbedaan roasting.....41
Gambar 4. 3 Proses Train DenseNet 49
Gambar 4. 4 Kurva Train Loss dan Accuracy DenseNet 49
Gambar 4. 5 Proses Train MobileNetV2.....50
Gambar 4. 6 Kurva Train Val Loss dan Accuracy MobileNetV2.....51
Gambar 4. 7 Proses Train EfficientNetB0.....52
Gambar 4. 8 Kurva Train Val Loss dan Accuracy EfficientNetB0.....53
Gambar 5. 1 Confusion Matrix DenseNet121 56
Gambar 5. 2 Confusion Matrix MobileNetV2 58
Gambar 5. 3 Confusion Matrix EfficientNetB0 61
Gambar 5. 4 Tampilan Antarmuka.....63
Gambar 5. 5 Tampilan Hasil Prediksi 65

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Perbandingan Penelitian 9
Tabel 2. 2 Contoh Pooling 15
Tabel 2. 3 Contoh Output 16
Tabel 3. 1. Tools 35
Tabel 4. 1 Sumber Dataset 39
Tabel 4. 2 40
Tabel 4. 3 44
Tabel 5. 1 Hasil Metrics Train DenseNet121 55
Tabel 5. 2 Hasil Metrics Val DenseNet121 55
Tabel 5. 3 Hasil Metrics Test DenseNet121 56
Tabel 5. 4 Hasil Metrics Train MobileNetV2 57
Tabel 5. 5 Hasil Metrics Val MobileNetV2 57
Tabel 5. 6 Hasil Metrics Test MobileNetV2 58
Tabel 5. 7 Hasil Metrics Train EfficientNetB0 59
Tabel 5. 8 Hasil Metrics Val EfficientNetB0 60
Tabel 5. 9 Hasil Metrics Test EfficientNetB0 60
Tabel 5. 10 Perbandingan Performa 62
Tabel 5. 11 Hasil Testing Streamlit MobileNetV2 66
Tabel 5. 12 Hasil Testing Streamlit EfficientNetB0 67
Tabel 5. 13 Hasil Testing Streamlit DenseNet121 68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Contoh Caption Lampiran ..... **Error! Bookmark not defined.**

ABSTRAK

Implementasi Model Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Tingkat Roasting Pada Biji Kopi

Alfredo Tanjaya

200710929

Penentuan tingkat *roasting* biji kopi masih banyak dilakukan secara manual melalui pengamatan visual, sehingga berpotensi menimbulkan subjektivitas dan ketidakkonsistenan dalam proses identifikasi. Perkembangan teknologi *Deep Learning*, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN), memungkinkan proses klasifikasi citra dilakukan secara otomatis dengan tingkat akurasi yang tinggi. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan metode *Deep Learning* berbasis CNN untuk mengklasifikasikan tingkat *roasting* biji kopi secara otomatis serta membandingkan performa arsitektur DenseNet121, MobileNetV2, dan EfficientNetB0 guna memperoleh model dengan kinerja terbaik.

Penelitian menggunakan pendekatan eksperimen dengan memanfaatkan dataset sebanyak 1.200 citra biji kopi yang terdiri atas tiga kelas, yaitu *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*. Dataset diproses melalui tahapan *preprocessing*, normalisasi, *data augmentation*, serta dibagi menjadi data pelatihan, validasi, dan pengujian dengan rasio 70:15:15. Ketiga model dilatih menggunakan *optimizer* Adam, fungsi *loss categorical crossentropy*, *learning rate* 0,0001, *batch size* 16, dan 50 *epoch*. Evaluasi model dilakukan menggunakan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga model CNN mampu mengklasifikasikan tingkat *roasting* biji kopi dengan performa yang sangat baik. MobileNetV2 menjadi model terbaik dengan nilai *accuracy* sebesar 98,33%, *precision* 98,35%, *recall* 98,33%, dan *F1-score* 98,33%. Selain memiliki akurasi tertinggi, MobileNetV2 juga memiliki waktu pelatihan tercepat, yaitu sekitar 10 menit, serta jumlah parameter yang lebih sedikit dibandingkan model lainnya sehingga lebih efisien untuk diimplementasikan. Model terbaik kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis Streamlit untuk melakukan klasifikasi tingkat *roasting* secara otomatis.

Penelitian ini membuktikan bahwa CNN mampu meningkatkan objektivitas, konsistensi, dan efisiensi dalam identifikasi tingkat *roasting* biji kopi. Namun, penelitian masih terbatas pada dataset biji kopi Arabika dengan tiga kategori *roasting*, sehingga penelitian selanjutnya disarankan menggunakan dataset yang lebih beragam serta kondisi pengambilan citra yang lebih bervariasi

Kata Kunci: *Deep Learning*, *Convolutional Neural Network*, MobileNetV2, klasifikasi citra, tingkat *roasting* biji kopi.