

LAPORAN TUGAS AKHIR

AI Engineering

**PENGEMBANGAN *MODEL HYBRID*
EFFICIENTNET-VISION TRANSFORMER UNTUK
DIAGNOSIS PENYAKIT GIGI-MULUT
BERBASIS CITRA**

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mencapai Derajat
Sarjana Komputer**



Juvenus

210711068

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

PENGEMBANGAN MODEL HYBRID EFFICIENTNET-VISION TRANSFORMER UNTUK DIAGNOSIS
PENYAKIT GIGI-MULUT BERBASIS CITRA

yang disusun oleh

Juvenus

210711068

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 26 Januari 2026

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Aloysius Gonzaga Pradnya Sidhawara, S.T., M.Eng.	Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Patricia Ardanari, S.Si.,M.T.	Telah Menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Aloysius Gonzaga Pradnya Sidhawara, S.T., M.Eng.	Telah Menyetujui
Penguji 2	: Dr. B. Yudi Dwiandiyanta, S.T.,M.T.	Telah Menyetujui
Penguji 3	: Martinus Maslim, S.T., M.T., Ph.D.	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 26 Januari 2026

Universitas Aina Jaya Yogyakarta

Teknologi Industri

Dekan

td.

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 : Juvenus
NPM : 210711068
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Industri
Judul Penelitian : **PENGEMBANGAN *MODEL HYBRID
EFFICIENTNET-VISION TRANSFORMER* UNTUK DIAGNOSIS
PENYAKIT GIGI-MULUT BERBASIS CITRA**

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, 12 Januari 2026

Yang menyatakan,

Juvenus

210711068

**PERNYATAAN PERSETUJUAN DARI INSTANSI
ASAL PENELITIAN**

HALAMAN PERSEMBAHAN

"Bisa tidak bisa tetap harus bisa"

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir “Pengembangan *Model Hybrid Efficientnet-Vision Transformer* Untuk Diagnosis Penyakit Gigi-Mulut Berbasis Citra” 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. Ibu Patricia Ardanari, S.Si., MT, selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Pihak Keluarga yang selalu percaya, mencintai dan mendukung penulis
5. Teman-teman penulis yang selalu memberi semangat dan dukungan dari awal penulisan sampai akhir penulisan tugas akhir.

Demikian laporan tugas akhir ini dibuat, dan penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 12 Januari 2026

Juvenus

210711068

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS & PUBLIKASI ILMIAH.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN DARI INSTANSI ASAL PENELITIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Penelitian	3
1.4. Pertanyaan Penelitian	4
1.5. Tujuan Penelitian	4
1.6. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	1
2.1. Tinjauan Pustaka	1
2.2. Celah Penelitian	4
2.3. Landasan Teori.....	7
2.3.1. Penyakit Gigi.....	7
2.3.1.1. Karies (Gigi Berlubang).....	7
2.3.1.2. <i>Calculus</i> (Karang Gigi)	7
2.3.1.3. <i>Gingivitis</i> (Radang Gusi).....	8
2.3.1.4. <i>Tooth Discolouration</i>	9

2.3.1.5.	<i>Mouth ulcer</i>	10
2.3.1.6.	<i>Hypodontia</i>	10
2.3.2.	<i>Deep learning</i>	10
2.3.3.	<i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	11
2.3.4.	<i>Efficientnet</i>	12
2.3.5.	<i>Vision Transformer</i>	13
2.3.6.	<i>CutMix Augmentation</i>	15
2.3.7.	<i>Evaluation Metrics</i>	15
2.3.7.1.	<i>Accuracy</i>	16
2.3.7.2.	<i>F1-Score</i>	16
2.3.7.3.	<i>Confusion Matrix</i>	17
2.3.7.4.	<i>Classification Report</i>	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		19
3.1.	Pengantar	19
3.2.	Tahapan Penelitian	19
3.2.1.	Pengumpulan dan Pemahaman Data	20
3.2.2.	<i>Preprocessing Data</i>	21
3.2.3.	Perancangan dan Pengembangan <i>Model</i>	22
3.2.4.	Pelatihan <i>Model</i>	23
3.2.5.	Evaluasi <i>Model</i>	24
3.2.6.	Implementasi <i>Model</i>	25
3.3.	Usulan Solusi	25
3.4.	Pengumpulan Data	26
3.5.	<i>Setting</i> Penelitian	27
3.6.	Alat Bantu atau Tools yang Digunakan	27

3.7. Evaluasi.....	27
BAB IV IMPLEMENTASI	29
4.1. Pengantar.....	29
4.2. <i>Dataset Development</i>	30
4.2.1. <i>Data Collection</i>	30
4.2.2. Data Prepearation	30
4.3. <i>Model Development</i>	31
4.3.1. <i>Data Exploration</i>	31
4.3.2. <i>Feature Engineering</i>	35
4.3.3. <i>Model Configuration</i>	37
4.3.4. <i>Model Training</i>	38
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
5.1. Pengantar.....	40
5.2. Hasil	41
5.2.1. <i>Model Evaluation Metrics</i>	41
5.2.1.1. Hasil Evaluasi Kuantitatif	41
5.2.1.2. <i>Analisis Confusion Matrix</i>	44
5.2.2. <i>Model Implementation</i>	46
5.3. Pembahasan.....	51
5.3.1. <i>Best Selected Model</i>	51
5.3.2. <i>Implemented Model Testing</i>	54
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	74
6.1. Kesimpulan	74
6.2. Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Karies	7
Gambar 2. 2 Calculus	8
Gambar 2. 3 Gingivitis	8
Gambar 2. 4 Tooh Discolouration	9
Gambar 2. 5 Hypodontia	10
Gambar 2. 6 Compound Scaling pada EfficientNet, Source: ultralytics.com	13
Gambar 2. 7 Arsitektur Pada Vision Transformer. Source: Albutsimple.com	14
 Gambar 3. 1 Flowchart Alur Penelitian	 20
 Gambar 4. 1 Logic Code Augmentasi Data Menjadi 1800 citra	 33
Gambar 4. 2 Diagram Arsitektur <i>Model</i> Hybrid	36
Gambar 4. 3 Proses Pelatihan <i>Model</i>	38
 Gambar 5. 1 Confusion Matrix <i>Model</i> Hybrid	 44
Gambar 5. 2 Confusion Matrix <i>Model</i> EfficientNet	45
Gambar 5. 3 Confusion Matrix <i>Model</i> Vision Transformer	46
Gambar 5. 4 Logic Code Pemuatan Model	47
Gambar 5. 5 Logic Code Input Citra	48
Gambar 5. 6 Logic Code Preprocessing Citra	48
Gambar 5. 7 Logic Code Hasil Klasifikasi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5. 8 Output Dari Website	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Tabel Perbandingan Penelitian.....	5
Tabel 4. 1 Jumlah Citra Masing-Masing Kelas.....	31
Tabel 5. 1 Classification report <i>Model</i> Hybrid	41
Tabel 5. 2 Classification Report <i>Model</i> EfficientNet.....	42
Tabel 5. 3 Classification Report <i>Model</i> Vision Trnsformer.....	43
Tabel 5. 4 Prediksi Klasifikasi Calculus	56
Tabel 5. 5 Prediksi Klasifikasi Caries	59
Tabel 5. 6 Prediksi Klasifikasi Gingivitis	62
Tabel 5. 7 Prediksi Klasifikasi Hypodontia	66
Tabel 5. 8 Prediksi Klasifikasi Mouth Ulcers	68
Tabel 5. 9 Prediksi Klasifikasi Tooth Discolouration.....	71

ABSTRAK

Pengembangan Model *Hybrid Efficientnet-Vision Transformer* dengan Untuk Diagnosis Penyakit Gigi-Mulut Berbasis Citra

Juvenus

210711068

Penyakit gigi dan mulut merupakan permasalahan kesehatan yang memerlukan deteksi dini untuk mencegah komplikasi lebih lanjut. Diagnosis berbasis citra secara manual masih berpotensi menimbulkan subjektivitas dan kesalahan interpretasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan model *deep learning* yang mampu melakukan klasifikasi citra penyakit gigi dan mulut secara akurat dan konsisten melalui pendekatan *hybrid EfficientNet–Vision Transformer*.

Penelitian ini menggunakan *model hybrid* yang mengombinasikan *EfficientNet* sebagai ekstraktor fitur lokal dan *Vision Transformer* sebagai pemodel konteks global. *Dataset* terdiri dari enam kelas penyakit gigi dan mulut dengan masing-masing kelas 1.800 citra. Proses pelatihan dilakukan menggunakan *optimizer Adam*, *learning rate* 0,0001, *early stopping*, serta teknik *data augmentation CutMix*. Model *EfficientNet-B3* dan *Vision Transformer* tunggal digunakan sebagai pembandingan. Model terbaik diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis *Streamlit* untuk inferensi *real-time*.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa *model hybrid* mencapai akurasi sebesar 93,69% dengan performa yang stabil dan seimbang pada seluruh kelas penyakit, sehingga dipilih sebagai *model* terbaik dibandingkan *model* tunggal.

Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan *hybrid EfficientNet–Transformer* efektif untuk klasifikasi citra penyakit gigi dan mulut dan berpotensi digunakan sebagai sistem pendukung diagnosis. Namun, keterbatasan penelitian ini terletak pada jumlah dataset yang terbatas dan distribusi kelas yang tidak seimbang.

Kata Kunci: penyakit gigi dan mulut, klasifikasi citra, *EfficientNet*, *Vision Transformer*, *CutMix Augmentation*