



**IMPLEMENTASI MODEL COMPUTER VISION MULTI-
OUTPUT UNTUK SISTEM BANTU TUNANETRA BERBASIS
MOBILENETV2 DENGAN INTEGRASI SQUEEZE-AND-
EXCITATION BLOCK DAN PENDEKATAN LATE FUSION**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

**UNIVERSITAS
VEMAS ADI PRATAMA
41522010081
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**IMPLEMENTASI MODEL COMPUTER VISION MULTI-OUTPUT
UNTUK SISTEM BANTU TUNANETRA BERBASIS MOBILENETV2
DENGAN INTEGRASI SQUEEZE-AND-EXCITATION BLOCK DAN
PENDEKATAN LATE FUSION**

**TUGAS AKHIR
RISET**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**UNIVERSITAS
VEMAS ADI PRATAMA
41522010081
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vemas Adi Pratama
NIM : 41522010081
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
“Implementasi Model Computer Vision Multi-Output untuk Sistem Bantu Tunanetra Berbasis MobileNetV2 dengan Integrasi Squeeze-and-Excitation Block dan Pendekatan Late Fusion” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 16 Juli 2026



Vemas Adi Pratama

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN



072.423.4.03.01

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK SIMILARITY CHECK STATEMENT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh
(The student signed below declares that the scientific work written by)

Nama / Name	: Venas Adi Pratama
NIM / Student ID Number	: 41522010081
Program Studi / Study Program	: Teknik Informatika

Dengan Judul Tugas Akhir
(The title)

"Implementasi Model Computer Vision Multi-output untuk Sistem Bantu Tunanetra Berbasis Mobilenetv2 dengan Integrasi Squeeze-and-excitation Block dan Pendekatan Late Fusion"

telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal:
(Similarity check has been carried out with the system on the date)

14 Juli 2026

dengan nilai persentase sebesar :
(with a percentage value of)

4%

dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan berlaku di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana. *(declared to meet standards as applicable to the Faculty of Computer Science Universitas Mercu Buana)*

File hasil cek similarity turnitin:
(Turnitin similarity report file)

https://drive.google.com/file/d/1roN7mlBBcPVAFYg0kzdy7PQ1Ak60vayw/view?usp=drive_link



Jakarta, 14 Juli 2026
Admin Turnitin Fasilkom UMB

Agung Prawoto

Agung Prawoto, S.Kom., B.Sc

NIK : 322970503

Fakultas Ilmu Komputer
KAMPUS MENARA BHAKTI
Jl. Raya Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat 11080
Telp. 021-5840516 (Hunting), Paw : 5700 Fax: 021-5840813
<http://www.mercubuana.ac.id>, e-mail : fasilkom@mercubuana.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Vemas Adi Pratama
NIM : 41522010081
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Tugas Akhir : Implementasi Model Computer Vision Multi-Output untuk Sistem Bantu Tunanetra Berbasis MobileNetV2 dengan Integrasi Squeeze-And-Excitation Block dan Pendekatan Late Fusion

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 25 Juli 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



U N I
Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom
NIDN/NUPTK: 0225067701

MERCU BUANA

Jakarta, 25 Juli 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer

Ketua Program Studi
Teknik Informatika



Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI
NIDN/NUPTK: 0320037002



Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom
NIDN/NUPTK: 0225067701

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Informatika pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Mercu Buana.
4. Bapak/Ibu Dosen Pembimbing selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran sehingga selama pembuatan tugas akhir ini terjadwal dengan baik.
5. Kedua Orang Tua saya yang selalu mendukung saya selama menjalani masa studi sebagai mahasiswa Universitas Mercu Buana.
6. Kakek dan Nenek tercinta, yang telah merawat, membesarkan, dan mendidik penulis dengan penuh kasih sayang sejak bayi hingga menyelesaikan bangku sekolah, serta atas untaian doa yang tiada henti demi keberhasilan penulis.
7. Salma Maulidati, selaku *support system* terbaik yang senantiasa menemani penulis baik di kala senang maupun sedih, serta selalu memberikan dukungan moral dan kesabaran yang luar biasa selama proses penyusunan tugas akhir ini.
8. Teman-teman dari 10 Pemuda, terima kasih atas kebaikan, kebersamaan, serta bantuan yang luar biasa, khususnya dalam bertukar pikiran dan solusi yang berkaitan dengan bidang IT selama masa perkuliahan ini.

9. Teman-teman CFD A6 (Divisi Story Telling di Mercu Buana English Club), terima kasih telah menjadi lingkungan yang sangat hangat, selalu menghibur, dan menjadi tempat terbaik bagi penulis untuk mengalihkan stres sehingga mood penulis bisa kembali ceria di tengah padatnya jadwal bimbingan.
10. Berbagai platform kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) seperti Gemini, ChatGPT, dan Claude, yang telah bertindak sebagai mitra diskusi, brainstorming, serta alat bantu dalam mempercepat efisiensi kerja dan penyusunan kode program selama riset tugas akhir ini berlangsung.
11. Diri saya sendiri, atas segala kerja keras, ketangguhan, dan konsistensi yang telah dikerahkan. Terima kasih karena telah mampu berjuang melewati setiap proses yang melelahkan, tetap bertahan menghadapi segala tantangan, serta tetap menikmati setiap dinamika yang ada hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 25 Juli 2026



Vemas Adi Pratama

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vemas Adi Pratama
NIM : 41522010081
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Laporan Skripsi : Implementasi Model Computer Vision Multi-
Output untuk Sistem Bantu Tunanetra
Berbasis MobileNetV2 dengan Integrasi
Squeeze-and-Excitation Block dan Pendekatan
Late Fusion

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 12 Juli 2026

Yang menyatakan,


784C9AOX165850615
Vemas Adi Pratama

IMPLEMENTASI MODEL COMPUTER VISION MULTI-OUTPUT UNTUK SISTEM BANTU TUNANETRA BERBASIS MOBILENETV2 DENGAN INTEGRASI SQUEEZE-AND-EXCITATION BLOCK DAN PENDEKATAN LATE FUSION

VEMAS ADI PRATAMA

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan, menguji, dan menganalisis performance gap sistem computer vision multi-output berbasis MobileNetV2+SE dengan pendekatan Late Fusion untuk mendukung mobilitas mandiri tunanetra pada perangkat mobile.

Model dengan akurasi validasi awal 97,45% (obstacle) dan 95,33% (weather) dikonversi ke format TensorFlow Lite (26,0 MB), lalu diintegrasikan ke aplikasi Flutter. Pengujian dilakukan pada Android kelas menengah melalui dua skema input (upload foto statis dan streaming kamera real-time) dalam kondisi pencahayaan terang dan redup.

Hasil menunjukkan akurasi tertinggi pada skema upload kondisi terang sebesar 83% (obstacle) dan 80% (weather). Peralihan ke streaming real-time menurunkan akurasi menjadi 72%, sementara kondisi streaming redup mengalami degradasi terbesar hingga 55% (obstacle) dan 54% (weather) akibat majority class bias yang memicu misklasifikasi dominan ke kelas obstacle dan foggy.

Sistem ini layak untuk deployment mobile pada pencahayaan baik, namun membutuhkan augmentasi data variasi pencahayaan serta simulasi motion blur untuk meningkatkan robustness di lapangan.

Kata kunci: Tunanetra, Computer Vision, MobileNetV2, Squeeze-and-Excitation, Late Fusion, Mobile Deployment

IMPLEMENTASI MODEL COMPUTER VISION MULTI-OUTPUT UNTUK SISTEM BANTU TUNANETRA BERBASIS MOBILENETV2 DENGAN INTEGRASI SQUEEZE-AND-EXCITATION BLOCK DAN PENDEKATAN LATE FUSION

VEMAS ADI PRATAMA

ABSTRACT

This research aims to implement, test, and analyze the performance gap of a multi-output computer vision system based on MobileNetV2+SE using a Late Fusion approach to support independent mobility for the visually impaired on mobile devices.

The model—which initially achieved validation accuracies of 97.45% (obstacle) and 95.33% (weather)—was converted to TensorFlow Lite format (26.0 MB) and integrated into a Flutter application. Testing was conducted on a mid-range Android device using two input schemes (static photo upload and real-time camera streaming) under bright and dim lighting conditions.

The results showed the highest accuracy in the photo upload scheme under bright conditions, reaching 83% (obstacle) and 80% (weather). Switching to real-time streaming dropped the accuracy to 72%, while dim streaming conditions caused the most severe degradation, falling to 55% (obstacle) and 54% (weather) due to a majority class bias that triggered dominant misclassifications into the obstacle and foggy classes.

While the system proves viable for mobile deployment under good lighting, it requires data augmentation incorporating lighting variations and motion blur simulations to improve its robustness in diverse real-world environments.

Kata kunci: *Visually Impaired, Computer Vision, MobileNetV2, Squeeze-and-Excitation, Late Fusion, Mobile Deployment*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Teori Utama	17
2.2.1 <i>Artificial Intellegence, Machine Learning, dan Deep Learning</i>	17
2.2.2 Computer Vision dan Convolutional Neural Network.....	18
2.2.3 <i>Transfer Learning</i>	19
2.2.4 Arsitektur MobileNetV2.....	20
2.2.5 Squeeze and Excitation (SE) Block.....	21
2.2.6 Pendekatan Multi-Output Learning: Multitask Learning dan Late Fusion	
22	
2.3 Teori Pendukung.....	23

2.3.1	Augmentasi Data	23
2.3.2	Normalisasi Data Citra	24
2.3.3	Fungsi Aktivasi.....	24
2.3.4	Regularisasi Dropout	25
2.3.5	Fungsi Loss Categorical Crossentropy	26
2.3.6	Algoritma Optimasi Adam (Adaptive Moment Estimation)	26
2.3.7	Softmax sebagai Lapisan Keluaran	27
2.3.8	Evaluasi Model: Confusion Matrix dan Classification Report	28
2.3.9	Assistive Technology dan Tunanetra	29
2.3.10	Tensorflow Lite.....	30
2.3.11	Flutter dan Pengembangan Aplikasi Mobile.....	31
2.3.12	On-Device Inference dan Performance Gap	31
2.3.13	Kualitas Citra dan Faktor Lingkungan pada Inferensi Mobile	32
BAB III	METODE PENELITIAN	34
3.1	Jenis Penelitian.....	34
3.2	Tahapan Penelitian.....	35
3.2.1	Studi Literatur dan Analisis Kebutuhan	36
3.2.2	Persiapan dan Konversi Model ke Tensorflow Lite	37
3.2.3	Pengembangan Aplikasi Mobile Berbasis Flutter	38
3.2.4	Pengumpulan Data Primer Lapangan.....	39
3.2.5	Pengujian On-Device	40
3.2.6	Analisis Performance Gap.....	41
BAB IV	PEMBAHASAN	43
4.1	Hasil Implementasi Aplikasi Mobile	43
4.2	Hasil Konversi Model ke Tensorflow Lite	46
4.3	Hasil Pengujian On-Device.....	47
4.3.1	Skenario Upload Foto— Kondisi Terang	48
4.3.2	Skenario Upload Foto – Kondisi Redup	49
4.3.3	Skenario Streaming Real Time – Kondisi Terang	51
4.3.4	Skenario Streaming Real Time – Kondisi Redup	52
4.4	Analisis Performance Gap	54
4.5	Pembahasan.....	57
4.5.1	Pengaruh Skema Input terhadap Akurasi	58
4.5.2	Pengaruh Kondisi Pencahayaan terhadap Akurasi	58
4.5.3	Faktor Penyebab Degradasi Performa	59
4.5.4	Rekomendasi Optimasi.....	60
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA.....		67

LAMPIRAN.....	72
---------------	----



DAFTAR TABEL

<i>Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Terdahulu</i>	<i>6</i>
<i>Tabel 4. 1 Spesifikasi Model Sebelum dan Sesudah Konversi ke TFLite</i>	<i>47</i>
<i>Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Upload Kondisi Terang — Model Obstacle</i>	<i>48</i>
<i>Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Upload Kondisi Terang — Model Weather</i>	<i>49</i>
<i>Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Upload Kondisi Redup — Model Obstacle.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Upload Kondisi Redup — Model Weather</i>	<i>50</i>
<i>Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Real Time Kondisi Terang — Model Obstacle</i>	<i>51</i>
<i>Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Weather Kondisi Terang — Model Weather</i>	<i>52</i>
<i>Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Real Time Kondisi Redup — Model Obstacle</i>	<i>53</i>
<i>Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Real Time Kondisi Redup — Model Weather</i>	<i>53</i>
<i>Tabel 4. 10 Performance Gap Model Obstacle</i>	<i>54</i>
<i>Tabel 4. 11 Performance Gap Model Weather</i>	<i>54</i>



DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 3. 1 Diagram Tahapan Penelitian</i>	<i>35</i>
<i>Gambar 4. 1 Tampilan Mode Upload dengan Hasil Prediksi</i>	<i>45</i>
<i>Gambar 4. 2 Tampilan Mode Real Time dengan Hasil Prediksi.....</i>	<i>45</i>
<i>Gambar 4. 3 Tampilan Hasil Confidence Prediksi.....</i>	<i>46</i>
<i>Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Akurasi Rata-Rata Keempat Skenario vs Dataset</i>	<i>56</i>
<i>Gambar 4. 5 Grafik Performance Gap Per Kelas pada Skenario Terburuk</i>	<i>57</i>



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Asistensi.....	72
Lampiran 2. Curriculum Vitae	73
Lampiran 3. Surat Pernyataan & Pengalihan HAKI.....	74
Lampiran 4. Surat Pernyataan Telah Mengikuti BNSP	76

