

**PERBANDINGAN ARSITEKTUR ALGORITMA  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI  
OBJEK BERGERAK PADA VIDEO CCTV LALU LINTAS**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun oleh:**

**Efraim Pantas**

**19013001**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK DE LA SALLE  
MANADO  
2023**

**PERBANDINGAN ARSITEKTUR ALGORITMA  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI  
OBJEK BERGERAK PADA VIDEO CCTV LALU LINTAS**

**TUGAS AKHIR**

Ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik pada Program Studi Teknik Informatika

**Disusun oleh:**

**Efraim Pantas**

**19013001**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK DE LA SALLE  
MANADO  
2023**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Efraim Pantas  
NIM : 19013001  
Tempat/Tanggal Lahir : Tahuna, 25 Januari 2001  
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Informatika

Menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir dan atau aplikasi/program berjudul “Perbandingan Arsitektur Algoritma *Convolutional Neural Network* Untuk Klasifikasi Objek Bergerak Pada Video CCTV Lalu Lintas” telah disusun oleh saya sendiri dan tidak ditulis oleh pihak lain. Tetapi ada beberapa hal kutipan milik orang lain telah ditulis sumbernya.

Dengan ini saya membuat pernyataan, apabila didapati kalimat yang tidak sesuai dengan seharusnya, maka saya bersedia untuk menjalani sanksi sebagaimana yang telah ditentukan, yaitu pembatalan laporan Tugas Akhir.

Manado, 28 Juli 2023

Yang Menyatakan,

**Efraim Pantas**

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Lanny Sitanayah, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**Apriandy Angdresey, S.T., M.Sc.**

Mengetahui

Ketua Program Studi

Dekan Fakultas Teknik

**Vivie Deyby Kumenap, S.T., M.Cs.**

**Ronald Albert Rachmadi, S.T., M.T.**



**UNIVERSITAS KATOLIK DE LA SALLE  
MANADO-INDONESIA**

Nama : Efraim Pantas  
NIM : 19013001  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Informatika  
Judul Tugas Akhir : Perbandingan Arsitektur Algoritma *Convolutional Neural Network* Untuk Klasifikasi Objek Bergerak Pada Video CCTV Lalu Lintas  
Pembimbing I : Lanny Sitanayah, S.T., M.Sc., Ph.D.  
Pembimbing II : Apriandy Angdresey, S.T., M.Sc.

Manado, 28 Juli 2023

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Lanny Sitanayah, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**Apriandy Angdresey, S.T., M.Sc.**

Mengetahui

Ketua Program Studi

Dekan Fakultas Teknik

**Vivie Deyby Kumenap, S.T., M.Cs.**

**Ronald Albert Rachmadi, S.T., M.T.**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah menganugerahkan banyak hikmat sehingga penulis dapat menyusun laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Laporan ini berisi tentang uraian hasil Tugas Akhir mengenai “Perbandingan Arsitektur Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk Klasifikasi Objek Bergerak Pada Video CCTV Lalu Lintas”. Oleh karena itu, melalui tulisan ini, penulis ingin berterima kasih kepada pihak-pihak yang sudah senantiasa membantu penulis. mereka adalah:

1. Prof. Dr. Johanis Ohoitumur selaku Rektor Universitas Katolik De La Salle Manado.
2. Bapak Ronald Albert Rachmadi, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Ibu Vivie Deyby Kumenap, S.T., M.Cs. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. Ibu Lanny Sitanayah, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah mengarahkan, membimbing dan memberikan masukan dan saran selama pengerjaan laporan dan pembangunan aplikasi.
5. Bapak Apriandy Angdresey, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah mengarahkan, membimbing dan memberikan masukan dan saran selama pengerjaan laporan dan pembangunan aplikasi.
6. Sahabat Felicia, Gesi, dan Hizkia yang selalu memberikan semangat dalam mengerjakan skripsi.
7. Sahabat Claudio, Angki, Pangeran, dan Richi yang selalu memberikan dorongan motivasi baik secara lisan maupun tulisan.

Banyak lagi pihak lainnya yang tidak dapat dituliskan satu-persatu namun telah membantu penulis. Akhir kata, bisa terdapat kesalahan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis mohon maaf sebesar-besarnya atas kesalahan yang telah diperbuat.

Manado, Juli 2023

Penulis

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRACT.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1    Latar Belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2    Rumusan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3    Tujuan Tugas Akhir.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4    Manfaat Tugas Akhir.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5    Batasan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6    Metodologi Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.7    Sistematika Penulisan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II STUDI PUSTAKA.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1    Teori Pendukung.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1    Klasifikasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.2 <i>Neural Network</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.3 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.4    Evaluasi <i>Metrics</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.5    Arsitektur <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> ... <b>defined.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2    Bahasa Pemrograman.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1    Python.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2    Javascript.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3    Metode Pengembangan Sistem.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4    Kakas Pemodelan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1 <i>Flowchart</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2 <i>Data Flow Diagram (DFD)</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III ANALISIS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1    Visi Pengembangan Sistem.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.1    Latar Belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.2    Tujuan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.3    Lingkup Tugas Akhir.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

3.1.4	Analisis Penelitian Serupa .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.5	Manajemen Risiko .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.6	Identifikasi Kebutuhan <i>Software</i> dan <i>Hardware</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>defined.</b>	
3.2	Identifikasi <i>Scrum Master</i> dan <i>Stakeholders</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>defined.</b>	
3.2.1	Scrum Masters .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.2	Spesifikasi Persyaratan Sistem .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.3	Analisis Arsitektur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3	<i>Form Scrum Team</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV PERANCANGAN .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	<i>Create User Stories</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.1	Flowchart .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.2	<i>Data Flow Diagram</i> (DFD) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Rancangan <i>Interface</i> Sistem .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V IMPLEMENTASI .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Lingkungan Implementasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Implementasi Antarmuka .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3	Implementasi Kode Program .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4	Implementasi Penyimpanan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB VI PENGUJIAN .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.1	Tujuan Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.1.1	Tujuan Umum Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.1.2	Tujuan Khusus Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2	Kasus Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.3	Kriteria Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.4	Pelaksanaan Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.4.1	SSD MobileNet .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.4.2	RetinaNet .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.4.3	EfficientNet B0 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.5	Hasil Analisis .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.1	Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.2	Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Simbol Flowchart.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2.2	<i>Data Flow Diagram (DFD)</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.1	Analisis Penelitian Serupa .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.2	Manajemen Risiko .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.3	Spesifikasi <i>Hardware</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.4	Spesifikasi <i>Software</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.5	Spesifikasi Persyaratan <i>Fungsional</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.6	Spesifikasi Persyaratan <i>Non-Fungsional</i> ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.7	<i>Scrum Team</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 5.1	<i>Hardware</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 5.2	<i>Software</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 5.3	<i>Script</i> untuk Membuat Label pada Model.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 5.4	<i>Script</i> untuk Membuat <i>Tensorflow Record</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 5.5	Script Update Config untuk Transfer Learning .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 5.6	Kode untuk Melatih dan Mengevaluasi Model.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 5.7	Kode untuk Mendeteksi Objek pada Video .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 5.8	Konversi Model.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 6.1	Kasus Pengujian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 6.2	Kriteria Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 6.3	Train Model SSD MobileNet.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 6.4	Evaluation <i>Metrics Average Precision and Average Recall</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 6.5	Train Model Arsitektur RetinaNet .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 6.6	Evaluate Model Arsitektur RetinaNet.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 6.7	Train Model EfficientNet B0 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 6.8	Evaluate Model EfficientNet B0.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 6.9	Hasil Pelaksanaan Pengujian Arsitektur ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 6.10	Pengujian Arsitektur SSD MobileNet.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 6.11	Pengujian Arsitektur EfficientNet B0.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jaringan Saraf Tiruan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.2	Intersection over Union (IoU) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.3	Arsitektur EfficientNet B0. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.4	Arsitektur RetinaNet .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.5	Arsitektur SSD MobileNet .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.1	Konsep Dasar Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.2	Filter Objek .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.3	Perhitungan Konvolusi Pertama.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.4	Perhitungan Konvolusi Kedua .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.5	Perhitungan Konvolusi Ketiga .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.6	Perhitungan Konvolusi Keempat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.7	Perhitungan Konvolusi Kelima .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.8	Perhitungan Konvolusi Keenam.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.9	Perhitungan Konvolusi Ketujuh .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.10	Perhitungan Konvolusi Kedelapan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.11	Perhitungan Konvolusi Kesembilan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.12	Perhitungan Konvolusi Kesepuluh.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.13	Perhitungan Konvolusi Kesebelas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.14	Perhitungan Konvolusi Keduabelas .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.15	Perhitungan Konvolusi Ketigabelas .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.16	Perhitungan Konvolusi Keempatbelas ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.17	Perhitungan Konvolusi Kelimabelas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.18	Perhitungan Konvolusi Keenambelas ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.19	<i>Pooling Layer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.20	<i>Max Pooling</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.21	<i>Activation Function</i> RELU.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.22	<i>Fully Connected Layer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.1	Flowchart Training Model .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.2	<i>Data Flow Diagram</i> (DFD) Level 0 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.3	<i>Data Flow Diagram</i> (DFD) Level 1 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.4	Desain Antarmuka Aplikasi I.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.5	Desain Antarmuka Aplikasi II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 5.1	Implementasi Antarmuka Deteksi Objek .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 5.2	Penyimpanan Data Gambar.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 6.1	<i>Classification Loss</i> SSD MobileNet.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 6.2	<i>Localization Loss</i> SSD MobileNet.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 6.3	<i>Regularization Loss</i> SSD MobileNet ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 6.4	<i>Total Loss</i> SSD MobileNet .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 6.5	<i>Learning Rate</i> SSD MobileNet .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 6.6	<i>Loss Classification</i> RetinaNet .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Gambar 6.7 *Localization Loss* RetinaNet ..... **Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 6.8 *Regularization Loss* RetinaNet ..... **Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 6.9 *Total Loss* RetinaNet..... **Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 6.10 *Learning Rate* RetinaNet..... **Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 6.11 *Classification Loss* EfficientNet B0..... **Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 6.12 *Localization Loss* EfficientNet B0..... **Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 6.13 *Regularization Loss* EfficientNet B0 .... **Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 6.14 *Total Loss* EfficientNet B0..... **Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 6.15 *Learning Rate* EfficientNet B0 ..... **Error! Bookmark not defined.**

UKDLSM

UKDLSM