



**EFEKTIVITAS PENGGOLONGAN KENDARAAN DENGAN  
METODE CNN PADA SISTEM TRANSAKSI DI GERBANG  
TOL**

HALAMAN JUDUL LUAR

**SKRIPSI**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Indo Global Mandiri**

**Oleh  
ADITYA PRATAMA  
NPM: 2019310026  
(Program Studi Sarjana Sistem Komputer)**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI  
JANUARI 2024**

**EFEKTIVITAS PENGGOLONGAN KENDARAAN DENGAN  
METODE CNN PADA SISTEM TRANSAKSI DI GERBANG  
TOL**

**SKRIPSI**



HALAMAN JUDUL DALAM

**Oleh :**

**NPM : 2019.31.00.26**  
**NAMA : ADITYA PRATAMA**  
**JENJANG STUDI : STRATA SATU (S1)**  
**PROGRAM STUDI : SISTEM KOMPUTER**

**PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI  
JANUARI 2024**

**EFEKTIVITAS PENGGOLONGAN KENDARAAN DENGAN  
METODE CNN PADA SISTEM TRANSAKSI DI GERBANG  
TOL**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Oleh  
**Aditya Pratama**  
**NIM: 2019310026**  
**(Program Studi Sarjana Sistem Komputer)**

Universitas Indo Global Mandiri

Menyetujui  
Tim Pembimbing

Palembang, 24 Januari 2024

Pembimbing 1



Ir. Hastha Sunardi M.T.  
NIK.2005.01.00.72

Pembimbing 2




Fery Antony S.T., M.Kom.  
NIK.2003.01.00.67

Mengetahui  
Dekan

FAKULTAS ILMU KOM & SAINS

**UIGM**



Rudi Heriansyah S.T., M.Eng., Ph.D  
NIK.2022.01.0315

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

---

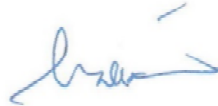
## LEMBAR PERSETUJUAN DEWAN PENGUJI

Pada hari ini Selasa Tanggal 16 Januari 2024 telah dilaksanakan Ujian Skripsi oleh Program Studi Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indo Global Mandiri Palembang.

Menyetujui  
Tim Penguji

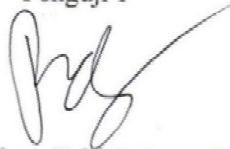
Palembang 16 Januari 2024

Ketua Penguji



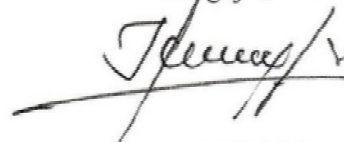
Ir. Hastha Sunardi, M.T  
NIK. 2005.01.00.72

Penguji 1



Ricky Maulana Fajri S.Kom., M.Sc.  
NIK. 2016.01.02.20

Penguji 2



Ir. Zulkifli, M.T  
NIK. 2011.01.01.11

Mengetahui  
Ketua Program Studi Sistem Komputer



Tasmi, S. Si., M.Kom  
NIK. 2017.01.02.30

---

LEMBAR PERSETUJUAN DEWAN PENGUJI

## SURAT KETERANGAN REVISI SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa:

Nama : Aditya Pratama

NPM : 2019310026

Judul Skripsi : Efektivitas Penggolongan Kendaraan Dengan Metode CNN Pada Sistem Transaksi Di Gerbang Tol

Mahasiswa yang namanya tercantum diatas, telah selesai merevisi penulisan skripsi.

Menyetujui  
Tim Penguji

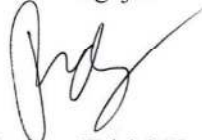
Tanggal 17 Januari 2024

Ketua Penguji



Ir. Hastha Sunardi, M.T  
NIK. 2005.01.00.72

Penguji 1



Ricky Maulana Fajri S.Kom., M.Sc.  
NIK. 2016.01.02.20

Penguji 2



Ir. Zulkifli, M.T  
NIK. 2011.01.01.11

Mengetahui  
Ketua Program Studi Sistem Komputer



Tasmi, S. Si., M.Kom  
NIK. 2017.01.02.30

LEMBAR KETERANGAN REVISI SKRIPSI

## **ABSTRAK**

### **EFEKTIVITAS PENGGOLONGAN KENDARAAN DENGAN METODE CNN PADA SISTEM TRANSAKSI DI GERBANG TOL**

Penelitian ini mengusulkan penerapan metode klasifikasi citra multikelas untuk meningkatkan efektivitas penggolongan kendaraan dalam sistem transaksi di gerbang. Metode ini menggunakan pendekatan pembelajaran mesin untuk mengenali dan mengelompokkan kendaraan berdasarkan citra yang diperoleh dari sistem pengawasan gerbang. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan penggolongan kendaraan, sehingga dapat mendukung efisiensi dalam proses transaksi gerbang. Pengujian dilakukan menggunakan dataset beragam kendaraan dan hasilnya menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam klasifikasi kendaraan secara akurat. Implementasi metode ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan sistem transaksi di gerbang, meningkatkan keandalan dan kecepatan layanan.

Kata kunci: *Convolutional Neural Network, CNN, Multiclass Image Classification, Jalan Tol.*

## ***ABSTRACT***

### ***EFFECTIVENESS OF VEHICLE CLASSIFICATION USING THE CNN METHOD ON TRANSACTION SYSTEMS AT TOLL GATES***

*This research proposes the application of a multiclass image classification method to increase the effectiveness of vehicle classification in the gate transaction system. This method uses a machine learning approach to recognize and classify vehicles based on images obtained from the gate monitoring system. This research aims to increase the accuracy and speed of vehicle classification, so that it can support efficiency in the gate transaction process. Testing was carried out using a diverse vehicle dataset and the results showed significant improvements in accurate vehicle classification. The implementation of this method is expected to make a positive contribution to the development of the transaction system at the gateway, increasing the reliability and speed of service.*

*Keywords: Convolutional Neural Network, CNN, Multiclass Image Classification, Toll Road.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul "Efektivitas Penggolongan Kendaraan Dengan Metode Cnn Pada Sistem Transaksi Di Gerbang Tol".

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana di Program Studi Sistem Komputer Universitas Indo Global Mandiri. Skripsi ini merupakan hasil kerja keras dan dedikasi penulis selama masa studi di perguruan tinggi.

Penulis ingin menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tua saya Bapak Septa Munardi dan Ibu Sulastri yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dukungan, dan nasihatnya.
2. Bapak Rudi Heriansyah, S.T., M. Eng, Ph. D., Sebagai Dekan Fakultas Ilmu komputer
3. Bapak Tasmi, S.Si., M.Kom., Sebagai Ketua Program Studi Sistem Komputer.
4. Bapak Ir. Hastha Sunardi M.T., Sebagai Dosen Pembimbing I yang telah bersedia menjadi pembimbing dan membantu memberikan saran untuk keberhasilan skripsi ini.
5. Bapak Fery Antony S.T, M.Kom Sebagai Dosen Pembimbing II yang telah bersedia menjadi pembimbing dan membantu memberikan saran untuk keberhasilan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen yang selama ini telah memberikan ilmunya kepada penulis selama proses belajar di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indo Global Mandiri.
7. Bapak Hasbi Fadillah Sebagai orang yang selalu mendukung penelitian ini selama pengerjaannya.
8. Ibu Indah Fitriany Purwaningtyas yang telah membantu dan memberikan saranselama pengerjaan skripsi.
9. Andini Rahma Utami yang selalu memberikan support.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang sistem komputer. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat menjadi sumbangan kecil dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang sistem komputer.



Terima kasih.

[Palembang, 12 Desember 2023]

[Aditya Pratama]

[2019310026]

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL LUAR.....	i
HALAMAN JUDUL DALAM.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN DEWAN PENGUJI .....	iv
LEMBAR KETERANGAN REVISI SKRIPSI .....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR RUMUS .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Batasan Masalah .....	3
I.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan Penelitian .....	3
1.4.2 Manfaat Penelitian .....	4
I.5 Metode Penelitian .....	4
I.6 Sistematika Penulisan .....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	8
II.1 Jalan Tol .....	8

II.2 Gerbang Tol.....	8
II.3 Gardu Tol Otomatis.....	8
II.4 Transaksi di Jalan Tol.....	10
II.5 Transaksi Non Tunai .....	10
II.6 <i>E-Money</i> / Uang Elektronik.....	10
II.7 Citra.....	11
II.8 Pemrosesan Citra.....	12
II.9 Python.....	13
II.10 Aplikasi <i>Jupyter Notebook</i> .....	14
II.11 <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) .....	15
II.11.1 Konsep dasar CNN.....	16
II.11.2 Operasi Konvolusi Pada CNN.....	18
II.11.3 Fungsi aktivasi ReLU (Rectified Linear Unit).....	19
II.11.4 Fungsi Aktifasi Softmax.....	20
II.11.5 Fungsi Aktifasi Sigmoid.....	21
Rumus II.1 Fungsi Aktifasi Sigmoid .....	22
II.11.6 Lapisan Pooling Pada Convolutional Neural Network (CNN) .....	23
II.11.7 Regulasi Pada CNN.....	24
II.11.8 Akurasi .....	27
II.11.9 Loss .....	28
II.12 Metode Pada CNN Dalam Pengolahan Citra .....	30
II.13 Evaluation Metric Dalam Convolutional Neural Network (CNN).....	32
II.14 Flask .....	33
II.15 <i>Application Programming Interface</i> (API) .....	34
II.16 KERAS .....	36

II.17 Diagram Alir ( <i>Flowchart</i> ) .....	37
BAB III    METODE PENELITIAN .....	34
III.1 Tahapan Penelitian .....	34
III.2 Identifikasi Masalah .....	35
III.3 Studi Literatur .....	35
III.4 Analisis Kebutuhan .....	39
III.4.1 Kebutuhan Alat .....	39
III.4.2 Kebutuhan Perangkat Lunak .....	40
III.5 Perancangan Perangkat Lunak .....	40
III.6 Diagram Alir Sistem Pengklasifikasian Kendaraan di Gerbang Tol .....	41
III.6.1 Input Citra .....	41
III.6.2 Tresholding Image .....	42
III.6.3 Perbandingan Citra.....	42
BAB IV    HASIL DAN PEMBAHASAN .....	43
IV.1 Data Hasil Pengujian.....	43
IV.1.1 Dataset dan Data Training .....	44
IV.1.2 Pengujian Klasifikasi Kelas Kendaraan Golongan 1 .....	44
IV.1.3 Pengujian Klasifikasi Kelas Kendaraan Golongan 2 .....	47
IV.1.4 Pengujian Klasifikasi Kelas Kendaraan Golongan 3 .....	49
IV.1.5 Pengujian Klasifikasi Kelas Kendaraan Golongan 4 .....	52
IV.1.6 Pengujian Klasifikasi Kelas Kendaraan Golongan 5 .....	55
IV.1.7 Pengujian Klasifikasi Kendaraan Secara Keseluruhan .....	58
IV.1.8 Perbandingan hasil Klasifikasi ConvNet, AlexNet, dan ResNet .....	62
BAB V    KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
V.1. Kesimpulan .....	66

V.2. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN.....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Gerbang Tol Kramasan.....	8
Gambar II.2 Gardu Tol Otomatis (Sumber : Money Kompas.com) .....	9
Gambar II.3 Kartu E-Money .....	11
Gambar II.4 Logo Jupyter Notebook (Sumber : jupyter.org) .....	15
Gambar II.5 Konsep Dasar <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) Sumber : www.trivusi.web.id	18
Gambar II.6 Contoh Operasi Konvolusi Pada CNN (Sumber : medium.com).....	19
Gambar 2.7 Grafik Fungsi ReLU.....	20
Rumus II.1 Fungsi Aktifasi Sigmoid .....	22
Rumus II.2 Derivatif Diverensial Sigmoid .....	22
Gambar III.8 Fungsi Aktivasi Pada CNN .....	23
Gambar II.9 Lapisan Pooling CNN.....	24
Gambar II.10 Dropout Pada CNN.....	25
Gambar II.11 Data Augmentasi Pada CNN .....	26
Gambar II.12 <i>Early Stopping</i> pada CNN .....	26
Gambar III.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	34
Gambar III.2 Diagram Blok Sistem .....	40
Gambar III.3 Diagram Alir Sistem Pengklasifikasian Kendaraan di Gerbang Tol41	
Gambar III.4 Perbandingan Citra.....	42
Gambar IV.1 Hasil Pengujian Akurasi dan Loss Kendaraan Golongan 1 .....	45
Gambar IV.2 Hasil Perhitungan Metrik Pada Pengujian Kendaraan Golongan 1	46
Gambar IV.3 Hasil Pengujian Akurasi dan Loss Kendaraan Golongan 2 .....	48
Gambar IV.4 Hasil Perhitungan Metrik Pada Pengujian Kendaraan Golongan 2	48
Gambar IV.5 Hasil Pengujian Akurasi dan Loss Kendaraan Golongan 3 .....	50

Gambar IV.6 Hasil Perhitungan Metrik Pada Pengujian Kendaraan Golongan 3	51
Gambar IV.7 Hasil Pengujian Akurasi dan Loss Kendaraan Golongan 4	53
Gambar IV.8 Hasil Perhitungan Metrik Pada Pengujian Kendaraan Golongan 4	54
Gambar IV.9 Hasil Pengujian Akurasi dan Loss Kendaraan Golongan 5	56
Gambar IV.10 Hasil Perhitungan Metrik Pada Pengujian Kendaraan Golongan 5	57
Gambar IV.11 Plot Grafik Akurasi (A), (B) Grafik Loss	59
Gambar IV.12 Hasil Perhitungan Metrik Pada Pengujian	60
Gambar IV.13 Hasil Klasifikasi Kendaraan	61
Gambar IV.14 Plot Grafik Akurasi AlexNet	62
Gambar IV.15 Plot Grafik Akurasi ResNet	62
Gambar IV.16 Plot Grafik Akurasi ConvNet	63
Gambar IV.17 <i>Evaluation Metrics</i> AlexNet	63
Gambar IV.18 <i>Evaluation Metrics</i> ResNet	64
Gambar IV.19 <i>Evaluation Metrics</i> ConvNet	64

## **DAFTAR TABEL**

Tabel II.4 Simbol-simbol Flowchart .....	38
Tabel III.1 Kebutuhan Alat .....	39
Tabel III.2 Kebutuhan Perangkat Lunak .....	40
Tabel IV.1 Dataset Dan Data Uji Golongan Kendaraan .....	44
Tabel IV.2 Hasil Uji Akurasi Kendaraan Golongan 1 .....	44
Tabel IV.3 Hasil Uji Akurasi Kendaraan Golongan 2 .....	47
Tabel IV.4 Hasil Uji Akurasi Kendaraan Golongan 3 .....	49
Tabel IV.5 Hasil Uji Akurasi Kendaraan Golongan 4 .....	52
Tabel IV.6 Hasil Uji Akurasi Kendaraan Golongan 5 .....	55
Tabel IV.7 Hasil Uji Akurasi Kendaraan Menggunakan ConvNet.....	58



## DAFTAR RUMUS

Rumus II.1 Fungsi Aktifasi Softmax .....	21
Rumus II.3 Akurasi .....	27
Rumus II.4 <i>Categorical Cross-Entropy Loss</i> .....	28
Rumus II.5 Binary Crossentropy .....	29
Rumus II.6 <i>Mean Squared Error (MSE)</i> .....	30

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....	71
Lampiran 2 Kartu Bimbingan .....	72
Lampiran 3 Surat Keterangan bebas Plagiat .....	73
Lampiran 4 Surat Rekomendasi Sidang Skripsi .....	74
Lampiran 5 Surat Persetujuan Sidang Skripsi.....	75
Lampiran 6 Source Code Program ConvNet .....	76
Lampiran 7 Source Code Program AlexNet .....	84
Lampiran 8 Source Code Program ResNet.....	92