



SKRIPSI

KLASIFIKASI KERUSAKAN JALAN DI SIDOARJO MENGGUNAKAN CNN BERBASIS ARSITEKTUR *INCEPTION RESNET-V2*

FATHIMA ZAHRAH
NPM 21083010043

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

KLASIFIKASI KERUSAKAN JALAN DI SIDOARJO MENGGUNAKAN CNN BERBASIS ARSITEKTUR *INCEPTION RESNET-V2*

FATHIMA ZAHRAH
NPM 21083010043

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

KLASIFIKASI KERUSAKAN JALAN DI SIDOARJO MENGUNAKAN CNN BERBASIS ARSITEKTUR *INCEPTION RESNET-V2*

FATHIMA ZAHRAH
NPM 21083010043

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

KLASIFIKASI KERUSAKAN JALAN DI SIDOARJO MENGGUNAKAN CNN BERBASIS ARSITEKTUR *INCEPTION RESNET-V2*

Oleh:
FATHIMA ZAHRAH
NPM. 21083010043

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Sidang Skripsi Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 17 Juni 2025 :

Menyetujui,

Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT.

IPU

NIP. 19700619 2021211 009



(Pembimbing I)

Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom

NIP. 19860825 202121 1 003



(Pembimbing II)

Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.

NIP. 19940802 202203 2 015



(Ketua Penguji)

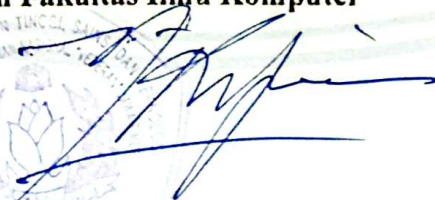
Alfan Rizaldy Pratama, S.Tr.T., M.Tr.Kom.

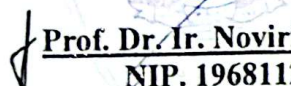
NIP. 19990606 202406 1 001



(Penguji I)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer



 Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.
NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

KLASIFIKASI TINGKAT KERUSAKAN JALAN DI SIDOARJO MENGUNAKAN CNN BERBASIS ARSITEKTUR *INCEPTION RESNET-V2*

Oleh:
FATHIMA ZAHRAH
NPM. 21083010043

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

Menyetujui,

Koordinator Program Studi Sains Data
Fakultas Ilmu Komputer

Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya ST., MT., IPU., Asean, Eng.
NIP. 19801205 200501 1 002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Fathima Zahrah
NPM : 21083010043
Program : Sarjana(S1)
Program Studi : Sains Data
Fakultas : Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Surabaya, 17 Juni 2025
Yang Membuat Pernyataan,



FATHIMA ZAHRAH
NPM. 21083010043

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Fathima Zahrah / 21083010043
Judul Skripsi : Klasifikasi Kerusakan Jalan di Sidoarjo Menggunakan CNN Berbasis Arsitektur *Inception ResNet-V2*.
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
2. Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom

Kerusakan jalan merupakan masalah serius di Kabupaten Sidoarjo yang membahayakan keselamatan para pengguna jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan kondisi permukaan jalan menggunakan model *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *Inception ResNet-V2*. Model klasifikasi berbasis citra ini dikembangkan dengan menggabungkan data sekunder diperoleh melalui *scraping* Google Maps Platform APIs dan data primer yang dikumpulkan secara manual, serta menerapkan strategi pelatihan seperti augmentasi data, *early stopping*, dan *model checkpointing*. Sebanyak 1080 gambar digunakan dalam penelitian ini dan dikategorikan ke dalam tiga kelas: jalan berlubang, jalan retak, dan jalan tanpa kerusakan. Model dilatih selama 50 *epoch*, dengan *early stopping* terjadi pada *epoch* ke-29 ketika akurasi validasi mencapai 77,71%. Evaluasi pada data uji menunjukkan akurasi sebesar 76%. Kelas jalan tanpa kerusakan mencatat performa tertinggi dengan nilai *f1-score* sebesar 0,83, diikuti oleh kelas jalan berlubang dengan *f1-score* sebesar 0,78. Performa terendah ditemukan pada kelas jalan retak, dengan *f1-score* sebesar 0,59, yang mengindikasikan keterbatasan model dalam mendeteksi fitur retakan halus. Keterbatasan ini kemungkinan disebabkan oleh ketidakseimbangan kelas serta kemiripan visual antar kelas. Meskipun model menunjukkan generalisasi yang baik pada dua kelas mayoritas, adanya kesenjangan antara akurasi validasi dan akurasi pengujian menekankan perlunya peningkatan dalam mendeteksi kelas minoritas. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengeksplorasi teknik augmentasi yang lebih canggih, meningkatkan representasi data untuk kelas minoritas, serta mempertimbangkan arsitektur alternatif atau metode *ensemble* guna meningkatkan sensitivitas model terhadap fitur kerusakan jalan yang bersifat halus.

Kata kunci : Jalan Rusak, *Inception ResNet-V2*, Retak, Lubang, Sidoarjo

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Fathima Zahrah / 21083010043
Thesis Title : *Classification of Road Damage in Sidoarjo Using CNN and the Inception ResNet-V2 Architecture*
Advisor : 1. Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
2. Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom

ABSTRACT

Road damage is a serious issue in Sidoarjo Regency, posing risks to the safety of road users. This study aims to classify road surface conditions using a Convolutional Neural Network (CNN) model based on the Inception ResNet-V2 architecture. The image-based classification model was developed by combining secondary data obtained through scraping Google Maps Platform APIs and primary data collected manually. The training process involved strategies such as data augmentation, class balancing, early stopping, and model checkpointing. A total of 1,080 images were used in this study and categorized into three classes: potholes, cracks, and undamaged roads. The model was trained for 50 epochs, with early stopping triggered at epoch 29 when the validation accuracy reached 77.71%. Evaluation on the test data showed an accuracy of 76%. The undamaged road class achieved the highest performance with an F1-score of 0.83, followed by the pothole class with an F1-score of 0.78. The lowest performance was observed in the cracked road class, with an F1-score of 0.59, indicating the model's limitations in detecting fine crack features. These limitations are likely due to class imbalance and visual similarities between classes. Although the model demonstrated good generalization for the two majority classes, the gap between validation and test accuracy highlights the need for improvement in detecting minority classes. Future research is recommended to explore more advanced augmentation techniques, enhance data representation for minority classes, and consider alternative architectures or ensemble methods to improve the model's sensitivity to subtle road damage features.

Keywords: *Road Damage, Inception ResNet-V2, Crack, Pothole, Sidoarjo*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Klasifikasi Kerusakan Jalan di Sidoarjo Menggunakan CNN berbasis Arsitektur *Inception Resnet-V2*”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU dan Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi kepada penulis. Dan penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa moril, spiritual maupun materiil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, ST., MT., IPU selaku Koordinator Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
4. Seluruh dosen dan staff prodi Sains Data, yang selalu mengusahakan dan menyediakan lingkungan belajar yang mendukung bagi seluruh mahasiswa.
5. Ibu tercinta yang selalu memberikan perhatian penuh, tak henti mendoakan, mendukung, dan memberikan kepercayaan di setiap langkah saya dalam menyelesaikan studi jenjang S1 di UPN Veteran Jawa Timur.
6. Ketiga kakak tersayang yang selalu memberikan arahan, menjadi tempat keluh kesah serta panutan dan mengusahakan yang terbaik untuk adik kecilnya ini.
7. Teman dekat penulis Alfa, Lita dan Hani yang selalu memberikan semangat, menjadi sumber canda tawa serta selalu menemani penulis di dalam masa perkuliahan.
8. Teman-teman angkatan 2021 Program Studi Sains Data, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur yang selalu memberikan dukungan, semangat dan bertukar informasi.

9. Teman-teman *Core Team* Google Developer Student Club UPN Veteran Jawa Timur periode 2023-2024 yang membantu penulis dalam mengembangkan diri.
10. Seluruh kucing rumah tersayang khususnya Mekdi yang telah menemani penulis selama masa perkuliahan.
11. Terakhir, terima kasih kepada diri sendiri yang telah semangat berjuang, selalu berusaha berfikir positif dan menyelesaikan perjalanan ini. Meskipun banyak hambatan akan tetapi selalu mengusahakan yang terbaik dan tetap bertahan dalam keadaan sulit.

Penulis mengakui dalam penyusunan laporan masih memiliki kekurangan dan jauh dari kata sempurna, sehingga diharapkan adanya masukan, kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan penulisan skripsi ini. Dengan demikian, segala kekurangan dan keterbatasan yang penulis miliki, diharapkan penelitian pada skripsi ini dapat memberikan informasi yang berguna bagi seluruh pihak dan pembaca yang akan melanjutkan penelitian serupa.

Surabaya, Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR NOTASI.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Penelitian Terdahulu	9
2.2. Dasar Teori.....	18
2.2.1. Jalan.....	18
2.2.2. Kerusakan Jalan	19
2.2.3. <i>Convolutional Neural Network</i>	20
2.2.4. <i>Inception ResNet-V2</i>	23
2.2.5. Evaluasi Model.....	26
2.2.6. <i>Streamlit</i>	28
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM	29
3.1. Variabel Penelitian dan Sumber Data	29
3.2. Langkah Analisis.....	31
3.2.1. Pengumpulan Data	31

3.2.3.	<i>Data Pre-Processing</i>	34
3.2.4.	<i>Modelling & Training</i>	35
3.2.5.	<i>Model Evaluation</i>	40
3.2.	Desain Sistem.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		47
4.1.	Pengumpulan Data	47
4.1.1.	Data Primer	47
4.1.2.	Data Sekunder	48
4.2.	<i>Data Labelling</i>	58
4.3.	<i>Data Pre-Processing</i>	59
4.3.1.	Pembagian Data.....	59
4.3.2.	<i>Image Processing</i>	59
4.4.	<i>Modeling & Training</i>	61
4.4.1.	Model <i>Inception ResNet-V2</i>	61
4.4.2.	Model <i>ResNet50</i>	65
4.4.3.	Model <i>Support Vector Machine (SVM)</i>	67
4.5.	<i>Model Evaluation</i>	70
4.5.1.	Evaluasi Model Saat Pelatihan	70
4.5.2.	Evaluasi Model menggunakan <i>Confusion Matrix</i> dan Laporan Evaluasi Klasifikasi.....	78
4.6.	Implementasi GUI	87
BAB V PENUTUP.....		95
5.1.	Kesimpulan.....	95
5.2.	Saran.....	95
DAFTAR PUSTAKA		97
LAMPIRAN.....		102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. <i>Arsitektur Convolutional Neural Network</i>	21
Gambar 2. 2. <i>Convolutional Layer</i>	21
Gambar 2. 3. <i>Max Pooling Layer</i>	22
Gambar 2. 4. <i>Arsitektur Inception ResNet-V2</i>	24
Gambar 3. 1. <i>Contoh Jalan dengan Jenis Kerusakan Retak, Lubang dan Tidak Rusak</i>	29
Gambar 3. 2. <i>Alur Penelitian</i>	31
Gambar 3. 3. <i>Alur Desain Sistem</i>	42
Gambar 3. 4. <i>Layout Halaman Landing Page</i>	43
Gambar 3. 5. <i>Layout Halaman Laporan Jalan Rusak</i>	44
Gambar 3. 6. <i>Layout Halaman Peta Persebaran</i>	44
Gambar 4. 1. <i>Contoh Gambar Primer</i>	47
Gambar 4. 2. <i>Informasi Koordinat Jalan</i>	49
Gambar 4. 3. <i>Contoh Data Sekunder</i>	57
Gambar 4. 4. <i>Hasil Preprocessing</i>	61
Gambar 4. 5. <i>Grafik Akurasi dan Loss Evaluasi Pelatihan Model Inception ResNet-V2</i>	73
Gambar 4. 6. <i>Grafik Akurasi dan Loss Evaluasi Pelatihan Model Inception ResNet-V2</i>	76
Gambar 4. 7. <i>Confusion Matrix Inception ResNet-V2</i>	80
Gambar 4. 8. <i>Confusion Matrix ResNet50</i>	82
Gambar 4. 9. <i>Confusion Matrix SVM</i>	84
Gambar 4. 10. <i>Landing Page</i>	87
Gambar 4. 11. <i>Halaman Laporan Jalan Rusak</i>	89
Gambar 4. 12. <i>Pengisian Data Halaman Laporan Jalan Rusak</i>	89
Gambar 4. 13. <i>Hasil Klasifikasi Pada Halaman Laporan Jalan Rusak</i>	90
Gambar 4. 14. <i>Halaman Peta Persebaran</i>	92

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu.....	9
Tabel 3. 1. Daftar Ruas Jalan Kabupaten / Kota di Sidoarjo	30
Tabel 3. 2. Parameter Pelatihan Model	36
Tabel 3. 3. Parameter <i>Callback ModelCheckpoint</i>	37
Tabel 3. 4. Parameter <i>Callback EarlyStopping</i>	37
Tabel 3. 5. Parameter <i>Callback ReduceLROnPlateau</i>	38
Tabel 3. 6. Parameter <i>Grid Search</i>	39
Tabel 4. 1. Titik Koordinat Awal dan Akhir Jalan	49
Tabel 4. 2. Hasil Pengumpulan Titik-Titik Koordinat	53
Tabel 4. 3. Distribusi Kategori Data.....	58
Tabel 4. 4. Distribusi Kategori Data Latih dan Validasi	59
Tabel 4. 5. Evaluasi Pelatihan <i>Inception ResNet-V2</i> Setiap <i>Epoch</i>	70
Tabel 4. 6. Evaluasi Pelatihan <i>ResNet50</i> Setiap <i>Epoch</i>	74
Tabel 4. 7. Perbandingan Hasil Evaluasi Pelatihan Antar Model	77
Tabel 4. 8. Laporan Evaluasi Klasifikasi <i>Inception ResNet-V2</i>	81
Tabel 4. 9. Laporan Evaluasi Klasifikasi <i>ResNet50</i>	83
Tabel 4. 10. Laporan Evaluasi Klasifikasi SVM.....	85
Tabel 4. 11. Perbandingan Evaluasi Akhir Antar Model	86

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Letter of Acceptance</i>	103
Lampiran 2. Script Code	104
Lampiran 3. GUI	105

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR NOTASI

$\sum_m$	:	Penjumlahan terhadap indeks baris atau tinggi dari input
$\sum_n$	:	Penjumlahan terhadap indeks kolom atau lebar dari input
$S(i, j)$	:	Nilai hasil konvolusi pada posisi (i, j) pada <i>feature map/output</i>
$X(m, n)$	:	Nilai piksel input/citra di posisi (m, n)
m, n	:	Indeks dari input dan juga kernel saat <i>sliding</i> dilakukan
i, j	:	Koordinat posisi <i>output/feature map</i>

Halaman ini sengaja dikosongkan