

**KLASIFIKASI KONDISI PERMUKAAN PADA ASPAL  
MENGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORK**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan Dalam Menempuh Gelar Sarjana  
Komputer Program Studi Informatika



Oleh :

**NAUFAL ADLI NADHIE**

**NPM. 1534010125**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**Judul : KLASIFIKASI KONDISI PERMUKAAN PADA ASPAL  
MENGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORK**

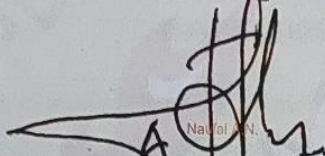
**Oleh : NAUFAL ADLI NADHIF  
NPM : 1534010125**

**Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada:  
Hari Rabu, Tanggal 20 Juli 2022**

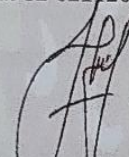
**Mengetahui**

**Dosen Pembimbing**

1.

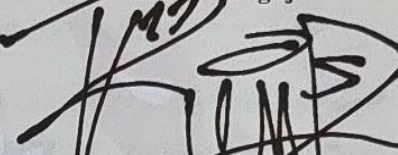
  
**Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom**  
NIP. 1982 02112021212 005

2.

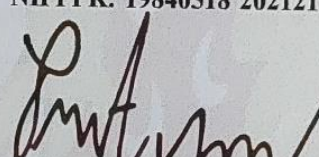
  
**Hendra Maulana, S.Kom. M.Kom**  
NPT. 3 8006 04 0198 1

**Dosen Penguji**

1.

  
**Rizky Parlika, S.Kom. M.Kom**  
NIPPPK. 19840518 2021211 003

2.

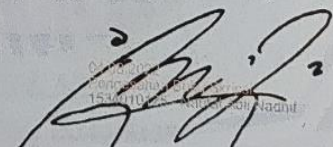
  
**Pratama Wirya Atmaja, S.Kom. M.Kom**  
NIP. 19840106 2018031 001

**Menyetujui**

**Dekan  
Fakultas Ilmu Komputer**

  
**Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MI**  
NIP. 19650731 199203 2 001

**Koordinator Program Studi  
Informatika,**

  
**Budi Nugroho, S.Kom. M.Kom**  
NIPPPK. 19800907 2021211 005

## SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT

Saya, mahasiswa Teknik Informatika UPN “Veteran” Jawa Timur, yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : NAUFAL ADLI NADHIF  
NPM : 1534010125

Menyatakan bahwa Judul Skripsi/ Tugas Akhir yang Saya ajukan dan akan dikerjakan, yang berjudul:

**“KLASIFIKASI KONDISI PERMUKAAN PADA ASPAL MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK”**

Bukan merupakan plagiat dari Skripsi/ Tugas Akhir/ Penelitian orang lain dan juga bukan merupakan produk dan atau *software* yang saya beli dari pihak lain. Saya juga menyatakan bahwa Skripsi/ Tugas Akhir ini adalah pekerjaan Saya sendiri, kecuali yang dinyatakan dalam Daftar Pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat memperoleh gelar di UPN “Veteran” Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lain.

Jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini terbukti tidak benar, maka Saya siap menerima segala konsekuensinya.

Surabaya, 20 Juli 2022

Hormat Saya,



**NAUFAL ADLI NADHIF**

**NPM. 1534010125**

# **KLASIFIKASI KONDISI PERMUKAAN PADA ASPAL MENGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

**Nama Mahasiswa : NAUFAL ADLI NADHIF**

**NPM : 1534010125**

**Program Studi : Teknik Informatika**

**Dosen Pembimbing : Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.**

**Hendra Maulana, S.Kom, M.Kom.**

## **Abstrak**

Jalan merupakan infrastuktur yang sangat penting. Kondisi jalan yang baik maka akan meningkatkan mobilitas dan kesejahteraan masyarakat. Oleh karenanya, pemeliharaan jalan haruslah sangat diperhatikan. Dengan berkembang pesatnya era teknologi saat ini, telah banyak dilakukan penelitian untuk mendeteksi ataupun mengklasifikasikan berbagai kerusakan jalan. Beberapa metode yang telah digunakan untuk penelitian sejenis ini antara lain seperti *K-NN*, *Faster R-CNN*, *YOLO v1* hingga *v4*, pengolahan citra digital, dan varian *CNN* lainnya. Sedangkan arsitektur yang umum digunakan berbagai macam seperti *Residual Network (Resnet)*, *Alexnet*, *Googlenet*, dan lain lain.

Dalam penelitian ini, objek yang dijadikan bahan penelitian adalah jalan beraspal. Citra jalan beraspal lalu diberi gangguan *brightness*, dan *blur*. Metode yang digunakan adalah *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur *resnet34*. Jenis kerusakan yang diklasifikasikan dalam penelitian ini dibagi menjadi 3 kelas yaitu jalan berlubang, jalan retak, dan jalan tidak rusak. Hasil akurasi dari penelitian ini memiliki rata-rata nilai 96.68%, dan rata-rata *running time* 1,950.36 detik

***Kata Kunci : Kerusakan Jalan, Jalan Berlubang, Convolutinal Neural Network, Resnet34.***

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat-Nya berupa kesehatan dan kesempatan kepada peneliti sehingga mampu menyelesaikan laporan skripsi ini. Laporan skripsi ini berjudul *Klasifikasi Kondisi Permukaan Pada Aspal Menggunakan Metode Convolutional Neural Network*. Penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Tujuan penulisan penelitian skripsi ini merupakan persyaratan yang harus diselesaikan oleh mahasiswa untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer di Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur .

Peneliti menyadari bahwa tidak ada sesuatu yang sempurna di dunia ini, sehingga saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan penulisan dikemudian hari sangat penulis harapkan. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi yang membutuhkan.

Surabaya, 20 Juli 2022

Penulis

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan puji syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat-Nya telah diberikan kemudahan sehingga dapat menyelesaikan program dan laporan Praktek Kerja Lapangan dengan judul Pembuatan Aplikasi Tracking Sistem Berbasis Website Menggunakan Framework Codeigniter 3. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu melancarkan hingga terselesaikanlah program dan laporan Praktek Kerja Lapangan, diantaranya:

1. Kedua Orang Tua dan Keluarga yang telah memberikan dukungan moril dan juga materi dalam pelaksanaan Praktek Kerja Lapangan.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Budi Nugroho S.Kom, M.Kom selaku Ketua Program Studi S1 Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom, dan Bapak Hendra Maulana S.Kom, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah meluangkan banyak waktu dan dan memberikan saran serta membimbing penulis dari awal hingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Rizky Parlika S.Kom, M.Kom, dan Bapak Pratama Wiryatama, S.Kom, M.Kom, selaku dosen penguji skripsi yang telah meluangkan waktu untuk melakukan pengujian pada skripsi ini.
7. Segenap Dosen dan Karyawan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah membimbing dan melayani administrasi selama ini serta memberikan kemudahan dalam setiap kegiatan akademik.
8. Ridho Aji Pangestu, S.Kom, selaku rekan jurusan yang membantu dalam pembuatan dan penyelesaian aplikasi.
9. Irfansyah Rizal, Faiz Rizky Ramadhan, Anzhari Perdana Syafega, M. Ainur Rozaqi yang telah meluangkan waktu untuk menemani dan membantu dalam masa pengerjaan skripsi dari awal hingga selesai.

10. Rekan-rekan jurusan Teknik Informatika yang telah membantu selama masa studi.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada semua pihak yang telah ataupun belum disebutkan untuk memberikan bantuan, bimbingan ataupun nasehat yang bermanfaat bagi penulis. Penulis juga menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada penulisan Laporan Praktek Kerja Lapangan ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan senang hati dan penulis berharap semoga Laporan Praktek Kerja Lapangan ini dapat memberikan manfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang ilmu komputer.

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH .....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.4 MANFAAT PENELITIAN .....	3
1.5 BATASAN MASALAH.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 PENELITIAN TERDAHULU .....	4
2.2 LANDASAN TEORI.....	4
2.2.1 Definisi Jalan .....	4
<b>2.2.1.1 Kerusakan Jalan</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2.1.2 Jenis Kerusakan Jalan</b> .....	<b>5</b>
2.2.2 Pengolahan Citra.....	7
<b>2.2.2.1 Citra RGB</b> .....	<b>8</b>
<b>2.2.2.2 Grayscale</b> .....	<b>9</b>
2.2.3 Machine Learning .....	10
<b>2.2.3.1 Supervised Learning</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2.3.2 Unsupervised Learning</b> .....	<b>11</b>



2.2.3.3 Reinforced Learning .....	11
2.2.4 Deep Learning .....	12
2.2.5 Convolutional Neural Network (CNN).....	13
2.2.5.1 Tahapan pada CNN .....	14
2.2.5.2 Arsitektur CNN .....	19
2.2.6 Flatten .....	23
2.2.7 Fungsi Aktivasi .....	23
2.2.8 Softmax .....	23
2.2.9 <i>Cross-Entropy Loss</i> .....	24
2.2.10 <i>Residual Network (Resnet)</i> .....	24
2.2.11 Kappa Cohen.....	26
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>27</b>
3.1 Tahapan Penelitian.....	27
3.2 Kebutuhan Program .....	30
3.3 Perancangan Model.....	31
3.4 Pre-processing.....	32
3.5 CNN .....	33
3.6 Testing.....	34
3.7 Skenario Uji Coba.....	35
3.8 Validasi Data Uji.....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>38</b>
4.1 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	38
4.2 Implementasi Program .....	39
4.2.1 Perancangan Data.....	39
4.2.1.1 Menyiapkan Data .....	39

<b>4.2.1.2 Pembagian Data</b> .....	40
4.2.2 Pre-Processing.....	41
<b>4.2.2.1 Citra Awal</b> .....	41
<b>4.2.2.2 Citra Pre-processing</b> .....	43
4.2.3 Implementasi Model CNN.....	45
4.2.4 Tahap Pelatihan dan Pengujian.....	47
<b>4.2.4.1 Model Hasil Pelatihan Dataset Tanpa Gangguan</b> .....	48
<b>4.2.4.2 Model Hasil Pelatihan Dataset Gangguan <i>Gaussian Blur</i></b> .....	50
<b>4.2.4.3 Model Hasil Pelatihan Dataset Gangguan <i>Brightness</i></b> .....	54
<b>4.2.4.4 Hasil Uji Coba</b> .....	57
4.2.5 Validasi Data Uji.....	58
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>60</b>
5.1 Kesimpulan .....	60
5.2 Saran .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>62</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Latih.....	35
Tabel 3. 2 Data Validasi.....	35
Tabel 3. 3 Data Uji.....	35
Tabel 3. 4 Parameter CNN yang digunakan.....	35
Tabel 3. 5 Pengujian CNN .....	36
Tabel 3. 6 Skenario Uji Coba Data Tes Tanpa Gangguan .....	36
Tabel 3. 7 Skenario Uji Coba Data Tes Dengan Gangguan <i>Brightness</i> .....	37
Tabel 3. 8 Skenario Uji Coba Data Tes Dengan Gangguan Blur.....	37
Tabel 4. 1 <i>Pseudocode</i> CNN.....	45
Tabel 4. 2 Hasil Akurasi dan <i>Loss Dataset</i> Tanpa Gangguan.....	49
Tabel 4.3 Hasil Akurasi Data Test Tanpa Gangguan.....	50
Tabel 4. 4 Tabel Hasil Pelatihan Dataset <i>Gangguan Blur</i> .....	52
Tabel 4. 5 Hasil Uji Coba Akurasi Data Tes Gangguan Gaussian Blur .....	53
Tabel 4. 6 Hasil Pelatihan Dataset Gangguan <i>Brightness</i> .....	56
Tabel 4. 7 Hasil Uji Coba Akurasi Dataset Gangguan <i>Brightness</i> .....	56
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Data Uji .....	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis distorsi jalan .....	6
Gambar 2. 2 Beberapa jenis retakan .....	6
Gambar 2. 3 Jenis Cacat Permukaan Aspal .....	7
Gambar 2. 4 Gambar jalan dengan ukuran 128 x 128 dengan garis koordinat (x,y) .....	8
Gambar 2. 5 Gambar dengan citra 8 x 8 dengan nilai RGB dengan amplitudo $f(x,y)$ .....	8
Gambar 2. 6 Citra asli, dan citra RGB .....	9
Gambar 2. 7 Citra yang telah melalui proses <i>greyscale</i> .....	9
Gambar 2. 8 Macam-macam Pembelajaran Machine Learning.....	10
Gambar 2. 9 Arsitektur <i>Deep Learning</i> (Asri dan Firmansyah, 2018) .....	13
Gambar 2. 10 Dimensi MLP (kiri) dan CNN (kanan) .....	14
Gambar 2. 11 Tahapan Pada CNN.....	15
Gambar 2. 12 Contoh Input layer.....	16
Gambar 2. 13 Proses konvolusi.....	17
Gambar 2. 14 Aktivasi ReLu .....	17
Gambar 2. 15 Max Pooling .....	18
Gambar 2. 16 Proses Tahapan Klasifikasi (Sumber : Ng. Et al. 2019).....	19
Gambar 2. 17 Arsitektur LeNet.....	20
Gambar 2. 18 Arsitektur Alexnet.....	20
Gambar 2. 19 Arsitektur pada ZFNet.....	21
Gambar 2. 20 Arsitektur <i>GoogLeNet</i> .....	22
Gambar 2. 21 Contoh Arsitektur VGGNet .....	23
Gambar 2. 22 Residual Block .....	25
Gambar 2. 23 Perbandingan Resnet dengan Neural Network Biasa.....	25
Gambar 2. 24 Arsitektur Resnet.....	26
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian .....	28
Gambar 3. 2 Diagram alur perancangan model program.....	31
Gambar 3. 3 Alur <i>Pre-processing</i> .....	32
Gambar 3. 4 Diagram alir pada model CNN yang digunakan .....	33
Gambar 3. 5 Diagram alir tahapan pengujian (testing) .....	34

Gambar 4. 1 Tampilan keseluruhan total dataset .....	39
Gambar 4. 2 Klasifikasi dalam folder dataset .....	40
Gambar 4. 3 Persentase dataset .....	40
Gambar 4. 4 Pembagian jumlah dataset .....	40
Gambar 4. 5 Jalan berlubang, jalan retak, jalan tidak rusak .....	41
Gambar 4. 6 Citra Berukuran 128 x 128.....	42
Gambar 4. 7 Citra Yang Telah Di <i>Resize</i> Menjadi 8 X 8.....	42
Gambar 4. 8 Citra Yang Telah Di <i>Resize</i> Menjadi 8x8, Dengan Nilai <i>Array</i> .....	43
Gambar 4. 9 Citra Dengan Gangguan <i>Gaussian Blur</i> .....	43
Gambar 4. 10 Citra Dengan Gangguan <i>Brightness</i> 0.1, 0.5, Dan 1.0 .....	44
Gambar 4.11 CNN pada model <i>resnet34</i> .....	46
Gambar 4.12 Proses Pelatihan Model Resnet34 .....	47
Gambar 4.13 Hasil Akurasi Dan <i>Loss</i> Dataset Tanpa Gangguan <i>Learning Rate</i> 0.1 Dan 0.01 .....	48
Gambar 4.14 Hasil Akurasi dan <i>Loss Dataset</i> Tanpa Gangguan <i>learning rate</i> 0.001 dan 0.0001 .....	49
Gambar 4. 15 Hasil akurasi dan <i>loss</i> nilai blur 0.1-0.49 .....	51
Gambar 4. 16 Hasil akurasi dan <i>loss</i> nilai blur 0.5-0.99 .....	51
Gambar 4. 17 Hasil akurasi dan <i>loss</i> nilai blur 1.0-1.49 .....	51
Gambar 4. 18 Hasil akurasi dan <i>loss</i> nilai blur 1.5-2 .....	52
Gambar 4. 19 Hasil Pelatihan Dataset Gangguan <i>Brightness</i> 0.1 .....	54
Gambar 4. 20 Hasil Pelatihan Dataset Gangguan <i>Brightness</i> 0.5 .....	54
Gambar 4. 21 Hasil Pelatihan Dataset Gangguan <i>Brightness</i> 1.0 .....	55
Gambar 4. 22 Hasil Pelatihan Dataset Gangguan <i>Brightness</i> 1.5 .....	55
Gambar 4. 23 Hasil Pelatihan Dataset Gangguan <i>Brightness</i> 2.0 .....	55
Gambar 4. 24 Gambar Hasil Klasifikasi Kondisi Permukaan Jalan .....	57
Gambar 4. 25 Hasil Validasi Data Uji .....	59