

**ESTIMASI KEPADATAN LALU LINTAS DENGAN
PENGHITUNG JUMLAH MOBIL OTOMATIS
MENGUNAKAN METODE *HAAR CASCADE CLASSIFIER*
DAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

SKRIPSI



OLEH :

MIETAHUL HASANAH

16010038

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NURUL JADID
PAITON PROBOLINGGO
TAHUN 2020**

**ESTIMASI KEPADATAN LALU LINTAS DENGAN
PENGHITUNG JUMLAH MOBIL OTOMATIS
MENGUNAKAN METODE *HAAR CASCADE CLASSIFIER*
DAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Studi Strata Satu (S-1) dan Memperoleh Gelar Sarjana S.Kom



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NURUL JADID
PAITON PROBOLINGGO
TAHUN 2020**



UNIVERSITAS NURUL JADID

PENGESAHAN STATUS SKRIPSI

JUDUL : **ESTIMASI KEPADATAN LALU LINTAS DENGAN PENGHITUNG JUMLAH MOBIL OTOMATIS MENGGUNAKAN METODE HAAR CASCADE CLASSIFIER DAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

SAYA : **MIFTAHUL HASANAH**

Mengijinkan Skripsi Strata Satu Komputer ini disimpan di Perpustakaan Universitas Nurul Jadid dengan syarat-syarat kegunaan sebagai berikut:

1. Skripsi adalah hak milik Universitas Nurul Jadid.
2. Perpustakaan Universitas Nurul Jadid dibenarkan membuat salinan untuk tujuan referensi saja.
3. Perpustakaan juga dibenarkan membuat salinan Skripsi ini sebagai bahan pertukaran antar institusi pendidikan tinggi.
4. Berikan tanda sesuai dengan kategori Skripsi.
 - Sangat Rahasia (Mengandung isi tentang keselamatan atau kepentingan Negara Republik Indonesia)
 - Rahasia (Mengandung isi tentang kerahasiaan dari suatu organisasi/badan tempat penelitian Skripsi ini dikerjakan)
 - Biasa

Disahkan oleh,

MIFTAHUL HASANAH

GULPI QORIK O.P., S.Pd., M.Kom

Alamat Tetap Mahasiswa:

Desa Lubawang Kecamatan Banyuglugur

Kabupaten Situbondo Jawa Timur

Tanggal: 10 Oktober 2020

Tanggal: 10 Oktober 2020

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ESTIMASI KEPADATAN LALU LINTAS DENGAN
PENGHITUNG JUMLAH MOBIL OTOMATIS
MENGUNAKAN METODE *HAAR CASCADE CLASSIFIER*
DAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

Oleh :

MIFTAHUL HASANAH

Dipertahankan didepan Penguji
Pada Tanggal : 11 Agustus 2020
Dan dinyatakan memenuhi syarat

Komisi Pembimbing,

GULPI QORIK O.P., S.Pd., M.Kom
Pembimbing I

RATRI ENGGAR P., M.Kom
Pembimbing II

Tim Penguji,

ANIS YUSROTUN N., S.Kom, M.MT
Penguji I

KAMIL MALIK, M.Kom
Penguji II

Paiton, 11 Agustus 2020
Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid
Ketua Program Studi **TEKNIK INFORMATIKA**

GULPI QORIK O.P., S.Pd., M.Kom

HALAMAN PENGESAHAN

**ESTIMASI KEPADATAN LALU LINTAS DENGAN
PENGHITUNG JUMLAH MOBIL OTOMATIS
MENGUNAKAN METODE *HAAR CASCADE CLASSIFIER*
DAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

SKRIPSI

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Teknik
Informatika Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid Probolinggo
dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Komputer (S.Kom) pada :

Hari : Selasa 11 Agustus 2020

Disusun Oleh :

MIFTAHUL HASANAH
16010038

Dewan Penguji SKRIPSI

Nama Penguji I : **ANIS YUSROTUN N., S.KOM, M.MT**
NIDN : **0023067801** (.....)

Nama Penguji II : **KAMIL MALIK, M.KOM**
NIDN : **0705058602** (.....)

Ketua Sidang : **GULPI QORIK O.P., S.PD., M.KOM**
NIDN : **0730109002**
(Pembimbing I) (.....)

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama **MIFTAHUL HASANAH**
:
NIM **16010038**
:
Judul **ESTIMASI KEPADATAN LALU LINTAS DENGAN**
Skripsi : **PENGHITUNG JUMLAH MOBIL OTOMATIS**
 MENGGUNAKAN METODE HAAR CASCADE
 CLASSIFIER DAN CONVOLUTIONAL NEURAL
 NETWORK

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan *programming* yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini, jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber literasi yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Nurul Jadid.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Paiton, 10 Oktober 2020
Yang membuat pernyataan

MIFTAHUL HASANAH
16010038

ABSTRAK

ESTIMASI KEPADATAN LALU LINTAS DENGAN PENGHITUNG JUMLAH MOBIL OTOMATIS MENGGUNAKAN METODE HAAR CASCADE CLASSIFIER DAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Miftahul Hasanah, Gulpi Qorik O.P., S.Pd., M.Kom, Ratri Enggar P., M.Kom
hasanahm341@gmail.com, gulpi.qorik@gmail.com, enggar.r@gmail.com

Berdasarkan survei yang dilakukan oleh Tom Tom Traffic Index pada tahun 2018, Indonesia menduduki peringkat ke-tujuh dalam kategori negara termacet di dunia. Hal ini disebabkan oleh peningkatan sektor transportasi yang tidak sebanding dengan perkembangan infrastruktur jalan. Hal lainnya yang mempengaruhi adalah manajemen pengaturan lalu lintas yang masih konvensional, kaku, dan tidak fleksibel. Sehubungan dengan hal tersebut, diperlukan adanya sistem manajemen lalu lintas yang lebih baik seperti sistem Lampu Lalu Lintas Pintar (Smart Traffic Light). Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem pendeteksi dan penghitung jumlah kendaraan pada video CCTV lalu lintas secara otomatis sebagai langkah paling awal untuk menerapkan sistem lampu lalu lintas pintar. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Haar Cascade Classifiers dan Convolutional Neural Network. Haar Cascade Classifiers memiliki kelebihan dalam proses komputasi yang cepat dan CNN diterapkan untuk memvalidasi hasil deteksi dari metode Haar Cascade untuk menghasilkan akurasi yang lebih baik. Penelitian ini juga membandingkan hasil uji coba dari metode Haar Cascade dan CNN dengan metode YOLO dan SSD. Rata-rata tingkat akurasi yang dicapai sistem pada data uji sepi sebesar 82%, data uji normal sebesar 69%, dan data uji ramai sebesar 60%. Sedangkan rata-rata waktu komputasi yang dibutuhkan sistem pada data uji sepi sebesar 0,63 detik, data uji normal sebesar 0,52 detik, dan data uji ramai sebesar 1,05 detik. Sehubungan dengan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak objek yang terdeteksi maka akan semakin kecil pula tingkat akurasi yang dicapai sistem dan semakin lama waktu komputasi yang dibutuhkan oleh sistem.

Kata Kunci: Estimasi Kepadatan Lalu Lintas, Haar Cascade, CNN

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik, sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Informatika Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. KH. Zuhri Zaini, BA. dan seluruh keluarga besar pengasuh Pondok Pesantren Nurul Jadid Paiton Probolinggo.
2. KH. Abd. Hamid Wahid, M,Ag., selaku Rektor Universitas Nurul Jadid Paiton Probolinggo.
3. Bapak Gulpi Qorik O.P., S.Pd., M.Kom dan Ibu Ratri Enggar P., M.Kom selaku Dosen Pembimbing penulis pada penyusunan skripsi ini. Terimakasih telah bersedia untuk banyak direpotkan dan diganggu. Ilmu yang Bapak dan Ibu berikan akan selalu bermanfaat bagi penulis. Terimakasih banyak.
4. Ibu tercinta, terimakasih atas segala doa-doa baiknya. Penulis sangat sadar bahwa setiap kemudahan yang penulis dapatkan tidak lain adalah karena doa Ibu yang dikabulkan. Terimakasih banyak.
5. Sahabat-sahabat terdekat, teman-teman CommIT, terimakasih atas kesediannya berbagi keluh kesah, sedih senang. Penulis tidak akan sampai pada titik ini tanpa dukungan dan dampingan kalian selama ini. Peluk hangat dari penulis.
6. Semua pihak yang telah membantu, Terimakasih banyak.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, kritik dan saran yang membangun akan selalu penulis terima. Penulis juga berharap semoga penelitian yang penulis lakukan pada skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak orang. Amin.

Paiton, 10 Oktober 2020

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
PENGESAHAN STATUS SKRIPSI	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SEGMENT PROGRAM	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II	6
KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terkait	6
2.2 Lalu Lintas	9
2.3 Citra Digital	10
2.4 Haar Cascade Classifiers	12
2.5 Deep Learning	15
2.6 Convolutional Neural Network (CNN)	16
2.7 You Only Look Once (YOLO)	17
2.8 Single Shot Detection (SSD)	19

2.9 Google Collaboratory.....	20
BAB III.....	21
METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Rancangan Penelitian.....	21
3.2 Tahapan Penelitian.....	22
3.2.1 Pengumpulan <i>Dataset</i>	22
3.2.2 Preprocessing.....	23
3.2.3 Pembuatan <i>Haar Like Features</i> atau <i>Haar Cascade Classifiers</i> untuk Deteksi Mobil.....	23
3.2.4 Implementasi <i>Haar Cascade Classifier</i> Untuk Deteksi Mobil pada video CCTV.....	26
3.2.5 Pembuatan Model <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> Untuk Deteksi Mobil.....	26
3.2.6 Implementasi Metode <i>Haar Cascade Classifiers</i> dan <i>Convolutional Neural Network</i> dalam Menghitung Jumlah Mobil Otomatis.....	28
3.2.7 Uji Coba.....	29
3.2.8 Penarikan Kesimpulan.....	32
BAB IV.....	33
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Hasil Penyajian Data.....	33
4.1.1 Hasil Pengumpulan <i>Dataset</i>	33
4.1.2 Hasil Preprocessing.....	36
4.1.3 Hasil Pembuatan <i>Haar Like Features</i> atau <i>Haar Cascade Classifiers</i> untuk Deteksi Mobil.....	37
4.1.4 Hasil Implementasi <i>Haar Cascade Classifier</i> Untuk Deteksi Mobil pada Video CCTV.....	43
4.1.5 Hasil Pembuatan Model <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> Untuk Deteksi Mobil.....	45
4.1.6 Hasil Implementasi Metode <i>Haar Cascade Classifiers</i> dan <i>Convolutional Neural Network</i> dalam Menghitung Jumlah Mobil Otomatis.....	53
4.1.7 Hasil Uji Coba.....	54
4.2 Analisis Data.....	67
BAB V.....	77
KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
5.1. Kesimpulan.....	77
5.2. Saran	79
DAFTAR PUSTAKA.....	81

LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	A-1
BIODATA PENULIS.....	1

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1. Parameter Uji Coba.....	31
Tabel 4.1. Data Uji Sepi dengan Metode Haar Cascade dan CNN.....	57
Tabel 4.2. Data Uji Normal dengan Metode Haar Cascade dan CNN.....	57
Tabel 4.3. Data Uji Ramai dengan Metode Haar Cascade dan CNN.....	57
Tabel 4.4. Perbandingan Tingkat Akurasi Metode Haar Cascade dan CNN, YOLO, dan SSD pada Data Uji Sepi.....	60
Tabel 4.5. Perbandingan Tingkat Akurasi Metode Haar Cascade dan CNN, YOLO, dan SSD pada Data Uji Normal.....	60
Tabel 4.6. Perbandingan Tingkat Akurasi Metode Haar Cascade dan CNN, YOLO, dan SSD pada Data Uji Ramai.....	61
Tabel 4.7. Perbandingan Tingkat Presisi Metode Haar Cascade dan CNN, YOLO, dan SSD pada Data Uji Sepi, Normal, dan Ramai.....	61
Tabel 4.8. Perbandingan Tingkat Sensitivitas Metode Haar Cascade dan CNN, YOLO, dan SSD pada Data Uji Sepi.....	62
Tabel 4.9. Perbandingan Tingkat Sensitivitas Metode Haar Cascade dan CNN, YOLO, dan SSD pada Data Uji Normal.....	62
Tabel 4.10. Perbandingan Tingkat Sensitivitas Metode Haar Cascade dan CNN, YOLO, dan SSD pada Data Uji Ramai.....	63
Tabel 4.11. Perbandingan Waktu Komputasi (detik) Metode Haar Cascade dan CNN, YOLO, dan SSD pada Data Uji Sepi.....	64
Tabel 4.12. Perbandingan Waktu Komputasi (detik) Metode Haar Cascade dan CNN, YOLO, dan SSD pada Data Uji Normal.....	64
Tabel 4.13. Perbandingan Waktu Komputasi (detik) Metode Haar Cascade dan CNN, YOLO, dan SSD pada Data Uji Ramai.....	65

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Koordinat Citra Digital.....	10
Gambar 2.2. Citra Grayscale dan Citra Biner.....	11
Gambar 2.3. Citra RGB dan Nilai Pikselnya.....	12
Gambar 2.4. Proses Deteksi Mobil Dengan Haar-Like Features.....	13
Gambar 2.5. Perhitungan Nilai Fitur.....	14
Gambar 2.6. Cascade Classifiers.....	15
Gambar 2.7. Arsitektur Deep Learning.....	16
Gambar 2.8. Proses Konvolusi pada CNN.....	17
Gambar 2.9. Deteksi Objek dengan YOLO.....	18
Gambar 2.10. Tahapan Algoritma YOLO.....	19
Gambar 2.11. Deteksi Objek Dengan SSD.....	20
Gambar 3.1. Rancangan Penelitian.....	21
Gambar 3.2. Tampilan Tool ObjectMarker.exe.....	25
Gambar 3.3. Alur Tahapan Ekstrak Video CCTV.....	26
Gambar 3.4. Arsitektur CNN.....	27
Gambar 3.5. Pembagian Dataset.....	27
Gambar 3.6. Flowchart Program.....	29
Gambar 4.1. CompCars Dataset.....	33
Gambar 4.2. Dataset Mobil.....	34
Gambar 4.3. Video CCTV.....	35
Gambar 4.4. Dataset Bukan Mobil.....	35
Gambar 4.5. Proses Reformat dan Rename Gambar dengan Paint.....	36
Gambar 4.6. Citra Positif dan Citra Negatif.....	37
Gambar 4.7. Output create_list.bat.....	38
Gambar 4.8. Output objectmarker.exe.....	39
Gambar 4.9. Proses Training Haar Cascade Classifier.....	41
Gambar 4.10. Output haartraining.bat.....	42
Gambar 4.11. Hasil Deteksi Haar Cascade Classifiers.....	42
Gambar 4.12. Dataset Mobil dan Bukan Mobil.....	45
Gambar 4.13. Training Set dan Validation Set.....	46
Gambar 4.14. Visualisasi Arsitektur Model CNN.....	49
Gambar 4.15. Proses Training dengan CNN.....	50
Gambar 4.16. Step Per Epoch.....	51
Gambar 4.17. Grafik Percobaan Epoch.....	52
Gambar 4.18. Data Uji Coba.....	55
Gambar 4.19. Hasil Deteksi Haar Cascade dan CNN.....	56
Gambar 4.20. Akurasi Haar Cascade dan CNN.....	59
Gambar 4.21. Hasil Uji Coba Video CCTV Malam Hari.....	66
Gambar 4.22. Hasil Uji Coba Haar Cascade dan CNN.....	67
Gambar 4.23. Waktu Komputasi Metode Haar Cascade dan CNN.....	69
Gambar 4.24. Hasil Uji Coba Ketiga Metode Pada Data Uji Sepi.....	70
Gambar 4.25. Akurasi Ketiga Metode Pada Data Uji Sepi.....	71

Gambar 4.26. Waktu Komputasi Metode Pada Data Uji Sepi.....	71
Gambar 4.27. Hasil Uji Coba Ketiga Metode Pada Data Uji Normal.....	72
Gambar 4.28. Akurasi Ketiga Metode Pada Data Uji Normal.....	73
Gambar 4.29. Waktu Komputasi Metode Pada Data Uji Normal.....	73
Gambar 4.30. Hasil Uji Coba Ketiga Metode Pada Data Uji Ramai.....	74
Gambar 4.31. Akurasi Ketiga Metode Pada Data Uji Ramai.....	75
Gambar 4.32. Waktu Komputasi Metode Pada Data Uji Ramai.....	75



DAFTAR SEGMENT PROGRAM

	Halaman
Segmen Program 4.1. Create_list.bat.....	38
Segmen Program 4.2. sample_creation.bat.....	39
Segmen Program 4.3. haartraining.bat.....	40
Segmen Program 4.4. convert.bat.....	41
Segmen Program 4.5. ekstrakVideo.py.....	43
Segmen Program 4.6. cnn_model_training.py.....	47
Segmen Program 4.7. Testing_Image.py.....	53



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Latih Metode Haar Cascade Classifier.....	A-1
Lampiran 2. Data Latih Metode Convolutional Neural Network (CNN).....	B-1
Lampiran 3. Data Video CCTV dari Youtube.....	C-1
Lampiran 4. Data Uji.....	D-1
Lampiran 5. Hasil Uji Coba Haar Cascade dan CNN.....	E-1
Lampiran 6. Hasil Uji Coba YOLO.....	F-1
Lampiran 7. Hasil Uji Coba SSD.....	G-1
Lampiran 8. Langkah-langkah Pembuatan Filter Haar Cascade Classifier.....	H-1
Lampiran 9. Hasil Cek Plagiasi Menggunakan Turnitin.....	I-1



Hasil Cek Plagiasi Menggunakan Turnitin

Miftahul Hasanah

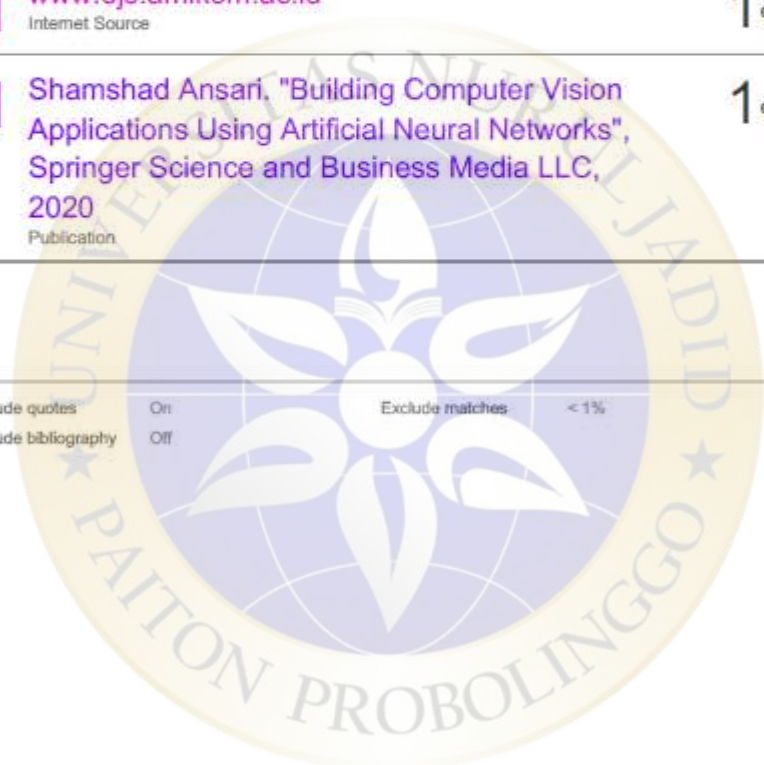
ORIGINALITY REPORT

2%	2%	2%	%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	jtiik.ub.ac.id Internet Source	1%
2	www.ojs.amikom.ac.id Internet Source	1%
3	Shamshad Ansari, "Building Computer Vision Applications Using Artificial Neural Networks", Springer Science and Business Media LLC, 2020 Publication	1%

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 1%
Exclude bibliography	Off		



BIODATA PENULIS

Nama : Miftahul Hasanah
Jenis Kelamin: Perempuan
Tempat Tanggal Lahir: Situbondo, 10 Februari 1999
Alamat : Dusun Kp. Sekolahan, RT 03 RW 01, Desa
Lubawang Kecamatan Banyuglugur, Kabupaten
Situbondo.
No. Hp : 082245462007
Email : hasanahm341@gmail.com
Riwayat Pendidikan: TK Nurul Hasan
SDN 2 Lubawang
SMPN 1 Banyuglugur
MAN 1 Probolinggo

