

SKRIPSI
OBJECT COUNTING* KENDARAAN BERBASIS *ARTIFICIAL
***INTELLIGENCE (TENSORFLOW & YOLOV4)* DENGAN**
KLASIFIKASI KENDARAAN MENURUT MKJI 1997

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Terapan Transportasi Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan



Disusun oleh:
GAGAH BRAZA NOVIC
17.01.0458

PROGRAM STUDI D.IV MANAJEMEN KESELAMATAN
TRANSPORTASI JALAN
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2021

SKRIPSI
OBJECT COUNTING* KENDARAAN BERBASIS *ARTIFICIAL
***INTELLIGENCE (TENSORFLOW & YOLOV4)* DENGAN**
KLASIFIKASI KENDARAAN MENURUT MKJI 1997

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Terapan Transportasi Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan



Disusun oleh:

GAGAH BRAZA NOVIC

17.01.0458

PROGRAM STUDI D.IV MANAJEMEN KESELAMATAN
TRANSPORTASI JALAN
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2021

HALAMAN PERSETUJUAN

**(*OBJECT COUNTING* KENDARAAN BERBASIS *ARTIFICIAL INTELLIGENCE*
(*TENSORFLOW & YOLOV4*) DENGAN KLASIFIKASI KENDARAAN MENURUT
MKJI 1997)**

*(VEHICLE OBJECT COUNTING USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE WITH VEHICLE
CLASSIFICATION ACCORDING TO MKJI 1997)*

disusun oleh:

GAGAH BRAZA NOVIC

17.01.0458

Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1

Edi Purwanto, A.TD., M.T.
NIP. 19680207 199003 1 012

Tanggal

Pembimbing II

M. Rifqi Tsani, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19890822 201902 1 001

Tanggal

HALAMAN PENGESAHAN

**(OBJECT COUNTING KENDARAAN BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE
(TENSORFLOW & YOLOV4) DENGAN KLASIFIKASI KENDARAAN MENURUT
MKJI 1997)**

*(VEHICLE OBJECT COUNTING USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE WITH VEHICLE
CLASSIFICATION ACCORDING TO MKJI 1997)*

disusun oleh:

GAGAH BRAZA NOVIC

17.01.0458

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada Tanggal 2021.

Ketua sidang

Tanda Tangan

Edi Purwanto, A.TD., M.T.

NIP. 19680207 199003 1 012

Penguji 1

Tanda Tangan

Anton Budiharjo, S.Si.T., M.T.

NIP. 19830504 200812 1 001

Penguji 2

Tanda Tangan

Joko Siswanto, S.Kom., M.Kom.

NIP. 19880528 201902 1 002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Diploma IV
Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan

Hanendyo Putro, A.TD., M.T

NIP. 19700519 199301 1 001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama: Gagah Braza Novic

Notar: 17.01.0458

Program Studi: Diploma IV Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan

menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

"OBJECT COUNTING KENDARAAN BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE (TENSORFLOW & YOLOV4) DENGAN KLASIFIKASI KENDARAAN MENURUT MKJI 1997"

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 laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa Skripsi ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila Skripsi ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, ... September 2021

Yang menyatakan,

Gagah Braza Novic

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dedicated to everyone who knows me best.

Thank you for being amazing when nobody is watching.

*Yours sincerely,
Gagah*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang sudah memberi taufik, hidayah, serta inayahnya sehingga sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi ini dengan judul "*OBJECT COUNTING KENDARAAN BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE (TENSORFLOW & YOLOV4) DENGAN KLASIFIKASI KENDARAAN MENURUT MKJI 1997*". Sehubungan dengan itu, Penulis mengucapkan terimakasih dan penuh rasa hormat kepada:

1. Ibu Dr. Siti Maimunah, S.Si, M.S.E, M.A. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.
2. Bapak Hanendyo Putro, A.TD., M.T. selaku Kepala Program Studi Diploma IV Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan.
3. Bapak Edi Purwanto, ATD. M.T. selaku dosen pembimbing I
4. Bapak M. Rifqi Tsani, S.Kom., M.Kom selaku dosen pembimbing II
5. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung turut membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Selanjutnya, penulis menyadari bahwa dalam penyusunan penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran akan sangat bermanfaat agar terjadinya perbaikan kearah yang lebih baik pada penelitian selanjutnya. Semoga penelitian ini dapat menginspirasi penulis berikutnya.

Tegal, September 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Batasan masalah	3
I.4 Tujuan penelitian	4
I.5 Manfaat Penelitian	4
I.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Penelitian Terdahulu.....	6
II.2 Intelligent Transport System (ITS).....	8
II.3 Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997	9
II.3.1 Survei Lalu Lintas.....	9
II.3.2 <i>Volume</i> Lalu Lintas	9
II.4 Survei Pencacahan Lalu Lintas.....	10
II.5 Rancang Bangun.....	11

II.6 Citra Digital	11
II.7 <i>Computer Vision</i>	13
II.8 <i>Image Processing</i>	13
II.9 WebCam	14
II.10 <i>Artificial Intelligence</i>	14
II.10.1 <i>Patern Recognition</i>	15
II.10.2 <i>Machine Learning</i>	15
II.10.3 <i>Deep Learning</i>	16
II.10.4 <i>Convolutional Neural Network</i>	17
II.10.5 <i>Object Detection</i>	17
II.11 <i>Software Dependency</i>	18
II.11.1 Visual Studio Code.....	18
II.11.2 Git Bash	18
II.11.3 Anaconda	18
II.11.4 Python	19
II.11.5 <i>TensorFlow</i>	19
II.11.6 Arsitektur Jaringan YOLOv4.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	27
III.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	27
III.2 Bahan Penelitian	27
III.2.1 Kebutuhan Perangkat Lunak	28
III.2.2 Kebutuhan Perangkat Keras.....	28
III.3 Prosedur Pengambilan dan Pengumpulan Data	29
III.3.1 Analisis Gambaran Sistem Saat Ini.....	30
III.3.2 Analisis Gambaran Sistem Yang Diusulkan	30

III.4 Bagan Alir Penelitian	31
III.4.1 Pengumpulan Data.....	32
III.4.2 Merubah Data set	32
III.4.3 Proses Data di GitBash	32
III.4.4 Hasil Deteksi	33
III.4.5 Jenis dan Sumber Data.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
IV.1 Hasil Rancangan Perangkat Lunak	34
IV.1.1 Pengumpulan Source Code.....	37
IV.1.2 Penyiapan <i>Dependency</i>	41
IV.1.3 Penyiapan <i>Data Set</i>	42
IV.1.4 Hasil Deteksi	51
IV.2 Hasil Uji Coba	54
IV.2.1 Data Rekaman Video	55
IV.2.2 Hasil Penghitungan Sistem	56
IV.2.3 Tingkat Akurasi yang didapatkan	57
IV.2.4 Penghitungan Dengan Manual	59
IV.2.5 Penghitungan Dengan Sistem.....	60
IV.2.6 Chart Perbandingan Kedua Penghitungan	63
IV.3 Pembahasan	64
BAB V PENUTUP	67
V.1 Kesimpulan	67
V.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Keaslian Penelitian.....	6
Tabel II. 2 Garis Besar Human Vision dan Computer Vision	13
Tabel IV. 1 Tabel Hasil Sample Data Akurasi.	58
Tabel IV. 2 Tabel Penghitungan Manual.....	59
Tabel IV. 3 Tabel Penghitungan Dengan Sistem.	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Representasi Citra Digital 2 Dimensi	12
Gambar II. 2 Arsitektur Jaringan YOLOv4	20
Gambar II. 3 Proses <i>Dense Block YOLOv4</i>	21
Gambar II. 4 Proses <i>Dense Net YOLOv4</i>	21
Gambar II. 5 Proses <i>Cross Stage Partial</i>	21
Gambar II. 6 Ilustrasi <i>DenseNet</i> dan <i>Cross-Stage-Partial DenseNet</i>	22
Gambar II. 7 Proses <i>Neck</i> Pada YOLOv4	22
Gambar II. 8 Proses <i>FPN</i> Pada <i>YOLOv4</i>	23
Gambar II. 9 Proses <i>Spatial Attention Module YOLOv4</i>	24
Gambar II. 10 Proses PAN Pada <i>YOLOv4</i>	25
Gambar II. 11 Proses SPP dan <i>YOLOv4</i>	25
Gambar II. 12 Proses Klasifikasi Dan <i>Bounding Box</i>	26
Gambar III. 1 Lokasi Penelitian	27
Gambar III. 2 Laptop ASUS ROG GL503GE.	29
Gambar III. 3 Alat Counter Manual.....	30
Gambar III. 4 Desain Miniatur.....	30
Gambar III. 5 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar III. 4 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar IV. 1 Ilustrasi Perancangan Sistem.....	34
Gambar IV. 2 Ilustrasi Rancangan Output.	35
Gambar IV. 3 Gambar Perancangan Perangkat Lunak.	36
Gambar IV. 4 Laman Dokumentasi Fungsi, Modules, dan Kelas.....	37
Gambar IV. 5 Laman Source Code <i>TensorFlow</i>	38
Gambar IV. 6 Laman <i>Source Code DarkNet</i>	39
Gambar IV. 7 Ilustrasi Region of Interest(ROI) Line.....	39
Gambar IV. 8 Laman Source Code Pendekatan <i>Object Counting</i>	40
Gambar IV. 9 Ilustrasi Data Titik Tengah.	40
Gambar IV. 10 Laman Source Code DeepSort.	41
Gambar IV. 11 Software Dependency.	41
Gambar IV. 12 Data Set Gambar Objek Motor.	42

Gambar IV. 13 Proses Pelabelan data.....	43
Gambar IV. 14 Hasil File .xml Pelabelan data.	43
Gambar IV. 15 Melakukan Perubahan Format.....	44
Gambar IV. 16 Data Set Sesudah Terlabel.	45
Gambar IV. 17 Format Data Set YOLO .txt.....	45
Gambar IV. 18 Configurasi file .cfg.....	46
Gambar IV. 19 Penyesuaian Label.....	46
Gambar IV. 20 Penyesuaian Path data.....	47
Gambar IV. 21 VM telah mencapai limit.	47
Gambar IV. 22 VM dari Colab Sedang melatih data set.....	48
Gambar IV. 23 Total Waktu Yang diperlukan.....	48
Gambar IV. 24 Grafik total iterasi vs total loss.....	49
Gambar IV. 25 Direktori Model Hasil <i>training</i>	50
Gambar IV. 26 Pergantian Kelas Objek.	50
Gambar IV. 27 Direktori Model Hasil <i>Transfer Learning</i>	51
Gambar IV. 29 Hasil deteksi menggunakan webcam.	53
Gambar IV. 30 Sistem Berhasil mendeteksi Kendaraan.....	54
Gambar IV. 31 Rekaman Video Sebelum Diproses.	55
Gambar IV. 32 Sistem Memproses Rekaman Video.	55
Gambar IV. 33 Hasil Penghitungan Berbentuk file TXT.....	56
Gambar IV. 34 Data Sample Uji Akurasi Yang digunakan dan diproses.	57
Gambar IV. 35 Diagram Tingkat Akurasi.	58
Gambar IV. 36 Diagram Data Pencacahan Lalu Lintas Penghitungan Manual.....	60
Gambar IV. 37 Diagram Data Pencacahan Lalu Lintas Penghitungan Sistem.....	61
Gambar IV. 38 Perbandingan Pencacahan Sistem Terhadap Manual.....	63
Gambar IV. 39 Yang dilihat Komputer dan Yang dilihat manusia	64
Gambar IV. 40 Cara Kerja Perangkat Lunak	65

INTISARI

Berdasarkan *World Health Organization* pada tahun 2016 Indonesia tercatat sebagai negara ke-4 dengan populasi kendaraan bermotor terbanyak di dunia. Dengan semakin meningkatnya jumlah pertumbuhan kendaraan, potensi permasalahan lalu lintas yang muncul akan semakin kompleks. Dalam pengaturan manajemen rekayasa lalu lintas, Untuk mengetahui kinerja jalan perlu adanya survei lalu lintas. Penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang sistem pencacahan lalu lintas dengan menggunakan *artificial intelegence* dan juga untuk mengetahui hasil kinerja sistem dalam mencacah data lalu lintas dengan membandingkan penghitungan sistem dengan penghitungan manual.

Dengan menggunakan metode pendekatan *artificial intelegence* agar dapat medeteksi objek (*Object Detection*), maka diperlukan *library* penunjang. *Library machine learning* yang akan digunakan yaitu *TensorFlow*. Dan algoritma *neural network* yang digunakan yaitu *YOLOv4*. Dengan dari kedua *library*, sistem akan berusaha mendeteksi objek dan menghitung objek.

Hasil dari penghitungan sistem dengan *timeframe* penghitungan 5 menit disetiap *peak hour*, sistem mendapatkan *frame per second* tertinggi hingga 7 fps, terendah 1 fps, dan stabil di 2 fps. *YOLOv4* mampu mendeteksi objek kendaraan bersamaan dengan menjalankan *Object Counting* dan mendapatkan mAP(*mean Average Precision*) paling tertinggi yaitu 97,04%.

Kata Kunci: Survey lalu lintas, Pencacahan Lalu Lintas, *Object Detection*, *Machine Learning*, *TensorFlow*, *YOLOV4*, Rancang Bangun Perangkat Lunak.

ABSTRACT

Based on the World Health Organization in 2016 Indonesia was listed as the 4th country with the largest motorized vehicle population in the world. With the increasing number of vehicles growing, the potential for traffic problems that arise will be more complex. In traffic engineering management settings, to know the performance of the road, it is necessary to conduct a traffic survey. This study aims to design a traffic counting system using artificial intelligence and also to find out the results of the system's performance in counting traffic data by comparing the system calculation with manual counting.

By using the artificial intelligence in order to detect objects, the supporting library is needed. The machine learning library that will be used is TensorFlow. And the neural network algorithm used is YOLOv4. With both libraries, the system will attempt to detect objects and count objects.

The results of the system calculation with a counting timeframe of 5 minutes in each peak hour, the system gets the highest frame per second up to 7 fps, the lowest is 1 fps, and stable at 2 fps. YOLOv4 is able to detect vehicle objects simultaneously by running Object Counting and obtains the highest mAP(mean Average Precision) which is 97.04%.

Keywords: Traffic survey, Traffic Enumeration, Innovation, Machine Learning, TensorFlow, YOLOV4, Device Designing.