

**SKRIPSI**  
**DETEKSI OBJEK SEKITAR MENGGUNAKAN ALGORITMA**  
***YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) UNTUK AUTONOMOUS***  
***ELECTRIC VEHICLE***



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada**  
**Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**  
**Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**  
**MUHAMMAD HARUN ALRASYID NASUTION**  
**03041381621090**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2020**

LEMBAR PENGESAHAN

DETEKSI OBJEK SEKITAR MENGGUNAKAN ALGORITMA *YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO)* UNTUK *AUTONOMOUS ELECTRIC VEHICLE*



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

Oleh :

**MUHAMMAD HARUN ALRASYID NASUTION**  
03041381621090

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Palembang, 21 Desember 2020  
Menyetujui,  
Pembimbing Utama**



**Muhammad. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
NIP : 197108141999031005

**Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S.**  
NIP : 198407302008122001

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  \_\_\_\_\_

Pembimbing Utama : Dr.ENS. Suci DWIJAYANTI

Tanggal : 21 / Desember / 2020

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Harun Alrasyid Nasution

NIM : 03041381621090

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 4 %

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Deteksi Objek Sekitar Menggunakan Algoritma *You Only Look Once* (YOLO) Untuk *Autonomous Electric Vehicle*” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 21 Desember 2020



Muhammad Harun Alrasyid Nasution

NIM. 03041381621090

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT serta sholawat dan salam agar selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan skripsi "Deteksi Objek Sekitar Menggunakan Algoritma *You Only Look Once* (YOLO) Untuk *Autonomous Electric Vehicle*".

Pembuatan skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

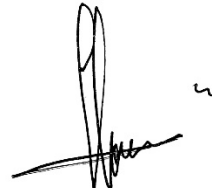
1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya dan Ibu Dr. Herlina, S.T., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. selaku pembimbing utama tugas akhir ini yang telah memberikan bimbingan dan memberikan ilmu selama proses penulisan skripsi.
3. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T. selaku pencetus dan memberikan bimbingan pada tugas akhir ini serta pengembang ide.
4. Dosen pembimbing akademik, bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D yang telah memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Kedua Orang Tua penulis bapak Drh. Zulkarnain Nasution(alm) dan ibu Martini Yasin serta saudara Indra Hakim Nasution, Audita Salsabila Nasution dan Keluarga besar tercinta yang selalu mendukung, dan memberikan doa.
7. Saudara M. Rafli Alhamdi selaku rekan kerja yang selalu bersemangat dalam pembuatan tugas akhir ini.
8. Ahmad Farhan Aristo, Ahmad Wahyudin, Reksi Andika Gustio, Ichsanul Amal, dan teman-teman satu angkatan konsentrasi Teknik kendali dan

Komputer yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini khususnya.

9. Dan pihak-pihak yang sangat membantu didalam penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Didalam penyusunan skripsi ini, masih terdapat kekurangan karena keterbatasan penyusun, oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi evaluasi dan berguna untuk penyusun dimasa yang akan datang.

Palembang, 21 Desember 2020



Muhammad Harun Alrasyid Nasution

NIM. 03041381621090

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Pembatasan Masalah .....	3
1.5. Keaslian Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1. <i>State of The Art</i> .....	6
2.2. Citra.....	9
2.3. Pengolahan Citra .....	10
2.4. Deteksi Objek.....	11
2.5. <i>You Only Look Once</i> (YOLO).....	12
2.5.1. Cara Kerja YOLO.....	13
2.5.2. Arsitektur You Only Look Once (YOLO).....	16
2.6. Perangkat Keras dan Perangkat Lunak.....	16
2.6.1. <i>Webcam</i> .....	17

2.6.2.	Python .....	18
2.6.3.	Tensorflow .....	18
2.6.4.	OpenCV .....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>20</b>
3.1.	Studi Literatur .....	20
3.2.	Perancangan Sistem.....	21
3.2.1.	Pengukuran Jarak menggunakan <i>Depth Information</i> .....	23
3.3.	Pengujian.....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>27</b>
4.1.	Pengumpulan Data Latih.....	27
4.2.	Pengolahan Data Latih .....	28
4.3.	Pelatihan YOLO.....	29
4.4.	<i>Training</i> Model Tiny YOLOv2.....	32
4.4.1.	<i>Training</i> Tiny YOLOv2 <i>Batch</i> 16 dan <i>Threshold</i> =0.6 .....	32
4.4.2.	<i>Training</i> Tiny YOLOv2 <i>Batch</i> 16, <i>Threshold</i> =0.5.....	33
4.5.	<i>Training</i> Model Tiny YOLO VOC .....	34
4.5.1.	<i>Training</i> Tiny YOLO VOC <i>Batch</i> 16.....	34
4.5.2.	<i>Training</i> Tiny YOLO VOC <i>Batch</i> 32.....	35
4.6.	Pengujian menggunakan Model YOLO Tiny YOLOv2 dan Tiny YOLO VOC .....	37
4.6.1.	Pengujian Hasil <i>Training</i> Tiny YOLOv2 <i>Batch</i> 16 pada 100 <i>Epoch</i> saat <i>Threshold</i> =0.6 dan Tiny YOLO VOC <i>Batch</i> 32 pada 300 <i>Epoch</i> .....	37
4.6.1.1.	Pengujian Kamera Depan pada Kondisi Siang .....	39
4.6.1.2	Pengujian Kamera Kanan pada Kondisi Siang .....	46
4.6.1.3	Pengujian Kamera Belakang pada Kondisi Siang.....	52
4.6.1.4	Pengujian Kamera Kiri pada Kondisi Siang .....	59
4.6.1.5	Pengujian Kamera Depan pada Kondisi Pagi .....	65
4.7.	Pengujian Sistem <i>Real-time</i> menggunakan Model <i>Training</i> Tiny YOLO VOC <i>Batch</i> 32 300 <i>Epoch</i> .....	72
4.8.	Perbandingan YOLO dan HSV dalam Mendeteksi Objek.....	76
4.9.	Pengukuran Jarak Objek dengan menggunakan <i>Depth Information</i> ..	80



4.10. Perbandingan Jarak menggunakan <i>Depth Information</i> dan Opencv..	80
4.11. Pengujian Sistem <i>Real-Time</i> dengan Kecepatan 20 Km/Jam Hingga Km/Jam .....	83
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>87</b>
5.1. Kesimpulan.....	87
5.2. Saran.....	87
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>89</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>92</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem pendeteksian objek <i>Coarse to fine</i> .....	6
Gambar 2.2 Sistem pendeteksian objek berbasis algoritma K-NN.....	7
Gambar 2.3 Hasil penelitian deteksi objek Jeongmin Jeon et al.....	8
Gambar 2.4 Hasil penelitian berbasis You Only Look Once (YOLO).....	9
Gambar 2.5 Citra RGB (kiri), Citra <i>grayscale</i> (tengah), dan citra BW(kanan). 10	
Gambar 2.6. Hasil deteksi objek .....	12
Gambar 2.7 Sistem deteksi YOLO.....	12
Gambar 2.8 Cara kerja YOLO .....	14
Gambar 2.9 Nilai IoU (a) buruk, (b) baik, (c) sangat baik.....	15
Gambar 2.10 Hasil deteksi objek menggunakan YOLO.....	15
Gambar 2.11 Arsitektur umum <i>You Only Look Once</i> (YOLO) .....	16
Gambar 2.12 Webcam.....	17
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> penelitian .....	20
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> sistem deteksi objek.....	21
Gambar 3.3 Sketsa posisi Webcam.....	22
Gambar 3.4 Bagian-bagian yang terdapat dalam <i>frame</i> video.....	23
Gambar 3.5 Ilustrasi gambar dan sudut terlihat saat masuk melalui lensa .....	24
Gambar 4.1 Sampel data latih, kamera depan (a), kamera kanan (b), kamera belakang (c), dan kamera kiri (d).....	28
Gambar 4.2 Proses <i>labeling</i> data latih.....	28
Gambar 4.3 Format anotasi gambar file ekstensi .xml.....	29
Gambar 4.4 Grafik hasil <i>training</i> Tiny YOLOv2 <i>batch</i> 16, <i>threshold</i> =0.6 pada 20 <i>epoch</i> , 50 <i>epoch</i> , dan 100 <i>epoch</i> .....	32
Gambar 4.5 Grafik hasil <i>training</i> Tiny YOLOv2 <i>batch</i> 16, <i>threshold</i> =0.5 pada 20, 50, dan 100 <i>epoch</i> .....	33
Gambar 4.6 Grafik hasil <i>training</i> Tiny YOLO VOC <i>batch</i> 16 pada 20 <i>epoch</i> , 50 <i>epoch</i> , dan 100 <i>epoch</i> .....	35
Gambar 4.7 Grafik hasil <i>training</i> Tiny YOLO VOC <i>batch</i> 32 pada 100 <i>epoch</i> , 300 <i>epoch</i> , dan 500 <i>epoch</i> .....	36

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Confusion Metric</i> .....	26
Tabel 4.1 Struktur Tiny YOLOv2.....	30
Tabel 4.2 Struktur Tiny YOLO VOC .....	31
Tabel 4.3 Perbandingan tiap <i>epoch</i> untuk <i>threshold</i> 0.6 dan 0.5 .....	34
Tabel 4.4 Perbandingan tiap <i>epoch</i> Tiny YOLOv2 untuk <i>batch</i> 16 dan 32.....	37
Tabel 4.5 Hasil pengujian kamera depan pada kondisi siang .....	39
Tabel 4.6 Perbandingan hasil pengujian deteksi objek pada kamera depan .....	44
Tabel 4.7 Perbandingan hasil pengujian pada kamera depan .....	45
Tabel 4.8 Hasil pengujian kamera kanan pada kondisi siang .....	46
Tabel 4.9 Perbandingan hasil pengujian deteksi objek pada kamera kanan .....	50
Tabel 4.10 Perbandingan hasil pengujian pada kamera kanan .....	51
Tabel 4.11 Hasil pengujian kamera belakang pada kondisi siang .....	52
Tabel 4.12 Perbandingan hasil pengujian deteksi objek pada kamera Belakang.....	57
Tabel 4.13 Perbandingan hasil pengujian pada kamera belakang.....	58
Tabel 4.14 Hasil pengujian kamera kiri pada kondisi siang .....	59
Tabel 4.15 Perbandingan hasil pengujian deteksi objek pada kamera kiri .....	63
Tabel 4.16 Perbandingan hasil pengujian pada kamera kiri .....	63
Tabel 4.17 Hasil pengujian kamera depan pada kondisi pagi.....	65
Tabel 4.18 Perbandingan hasil pengujian deteksi objek pada kamera depan ...	70
Tabel 4.19 Perbandingan hasil pengujian pada kamera depan .....	71
Tabel 4.20 Perbandingan jumlah deteksi 5 pengujian .....	71
Tabel 4.21 Perbandingan nilai akurasi keseluruhan 5 pengujian.....	71
Tabel 4.22 Hasil pengujian sistem <i>real-time</i> .....	73
Tabel 4.23 Hasil pengujian deteksi objek algoritma YOLO dan algoritma HSV .....	76
Tabel 4.24 Hasil pengujian deteksi objek algoritma YOLO dan algoritma HSV dengan format video berbeda .....	78
Tabel 4.25 Hasil pengujian pengukuran jarak algoritma <i>Depth Information</i>	

dan algoritma OpenCV.....	81
Tabel 4.26 Hasil pengujian sistem <i>real-time</i> dengan kecepatan 20 km/jam hingga 70 km/jam.....	84

## DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Persamaan skor keyakinan.....	14
Rumus 2.2 Persamaan menghitung IOU .....	15
Rumus 3.1 Persamaan kedua segitiga sudut siku-siku.....	25
Rumus 3.2 Penyederhanaan persamaan segitiga sudut siku-siku .....	25
Rumus 3.3 Persamaan segitiga sudut berseberangan.....	25
Rumus 3.4 Persamaan panjang busur.....	25
Rumus 3.5 Persamaan jarak <i>Depth Information</i> .....	25
Rumus 3.6 Persamaan <i>Confusion Metric</i> .....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program Python pengambilan data menggunakan 4 Webcam .....	92
Lampiran 2. Program Python pengujian hasil <i>training</i> pada kamera depan .....	94
Lampiran 3. Program Python pengujian hasil <i>training</i> pada kamera kanan, kiri, dan belakang .....	96
Lampiran 4. Program Python pengujian hasil <i>training real-time</i> .....	98
Lampiran 5. Pengujian kamera depan kondisi siang.....	100
Lampiran 6. Pengujian kamera kanan kondisi siang.....	104
Lampiran 7. Pengujian kamera belakang kondisi siang.....	107
Lampiran 8. Pengujian kamera kiri kondisi siang.....	111
Lampiran 9. Pengujian kamera depan kondisi pagi .....	114

## ABSTRAK

### DETEKSI OBJEK SEKITAR MENGGUNAKAN ALGORITMA *YOU ONLY LOOK ONCE* (YOLO) UNTUK *AUTONOMOUS ELECTRIC VEHICLE*

(Muhammad Harun Alrasyid Nasution, 03041381621090, 2020, xv + 88 halaman + Lampiran)

Kondisi jalan Indonesia yang bervariasi dibanding negara lain menuntut *autonomous electric vehicle* untuk mengetahui kondisi sekitarnya. Sehingga, *autonomous vehicle* perlu memiliki kemampuan untuk mendeteksi objek dengan akurasi dan kecepatan mendeteksi yang tinggi. Selain itu, *autonomous vehicle* juga perlu mengetahui jarak objek di sekitar terhadap kendaraan tersebut. Penelitian ini mengembangkan metode menggunakan kamera untuk menangkap citra dan diproses dengan teknologi *image processing* yaitu algoritma cerdas *You Only Look Once* (YOLO) berbasis *Convolutional Neural Network*(CNN) yang mampu mendeteksi beberapa objek dengan simultan secara *real-time*. Pada penelitian ini, performansi model Tiny YOLO VOC dan Tiny YOLOv2 diuji dalam mendeteksi objek berupa mobil, motor, pohon, bentor, manusia, tiang, tanda jalan, serta bangunan. Sedangkan untuk mengukur jarak objek terhadap kendaraan secara *real-time* dilakukan dengan menggunakan metode *depth information*. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kondisi jalan di sekitar lingkungan Fakultas Teknik hingga gedung rektorat Universitas Sriwijaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model terbaik Tiny YOLOv2 adalah pada *batch* 16, 100 *epoch* dengan nilai *loss* 4,48 dan model terbaik Tiny YOLO VOC adalah pada *batch* 32, 300 *epoch* dengan nilai *loss* 3,70. Hasil pengujian menunjukkan bahwa performansi model Tiny YOLO VOC memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan model Tiny YOLOv2 dengan akurasi mencapai 93,45%. Pada saat diuji dengan menggunakan data berbeda yang memiliki saturasi tinggi secara *real-time*, model tersebut memiliki akurasi sebesar 47,45%. Akurasi yang rendah diakibatkan oleh kualitas pencahayaan dan kamera yang tidak stabil. Penelitian ini juga membandingkan deteksi objek YOLO dengan pengukuran jarak *depth information* dan deteksi objek HSV dengan OpenCV dimana hasilnya deteksi objek YOLO lebih baik dengan akurasi yang tinggi sebesar 85,36% dan pengukuran jarak yang baik pada jarak dekat.

**Kata kunci :** *Autonomous Electric Vehicle, YOLO, Deteksi Objek, Image Processing*

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Palembang, 21 Desember 2020  
Menyetujui,  
Pembimbing Utama



  
**Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S.**  
NIP : 198407302008122001

## ABSTRACT

### **SURROUNDING OBJECT DETECTION USING YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) ALGORITHM FOR AUTONOMOUS ELECTRIC VEHICLE**

(Muhammad Harun Alrasyid Nasution, 03041381621090, 2020, xv + 88 pages + Appendix)

---

Road conditions in Indonesia have various types compared to other countries. Thus, an autonomous electric vehicle needs to know its surrounding well, such as object detection with a high accuracy and distance of nearby objects. In this research, a method was developed using a camera to capture images and processed with image processing technology, namely You Only algorithm Look Once (YOLO) based on Convolutional Neural Network (CNN). This method is able to detect multiple objects simultaneously in real-time. This study examined the performance of the Tiny YOLO VOC and Tiny YOLOv2 models in detecting objects, including cars, motorbikes, trees, bentors, humans, poles, road signs, and buildings. In addition, the depth information method was also performed to measure the distance of objects to vehicles in real-time. Data used in this study were taken from road around Engineering faculty of Universitas Sriwijaya to rectorate building. The results showed that the best Tiny YOLOv2 model was obtained in batch 16 and 100 epochs with loss of 4.48. Meanwhile, the best model Tiny YOLO VOC was in batch 32 and 300 epochs with loss of 3.70. The test results showed that performance of the Tiny YOLO VOC model had better accuracy compared to Tiny YOLOv2. The accuracy of the Tiny YOLOv2 model was 93.45%. When it was tested using high saturation data, the model had an accuracy of 47.45%. Such low accuracy was caused by lack of light and unstable cameras. This study also compared YOLO object detection with depth information distance measurement and HSV object detection with OpenCV and the results showed that YOLO object detection were better than HSV with OpenCV, with high accuracy reach 85,35% and good distance measurement at close range.

**Keywords:** *Autonomous Electric Vehicle, Yolo, Object Detection, Image Processing*

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro**



**Palembang, 21 Desember 2020  
Menyetujui,  
Pembimbing Utama**

**Dr. Eng. Suci Dwijavanti, S.T., M.S.  
NIP : 198407302008122001**



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

*Autonomous electric vehicle* adalah kendaraan *otonom* atau tanpa awak yang akan mengendalikan diri sendiri untuk mencegah kecelakaan lalu lintas dan memungkinkan mengemudi ramah lingkungan dengan efisiensi tinggi[1]. Konsep dasar *autonomous vehicle* mengacu pada penggantian tenaga manusia sebagian atau semua untuk mengemudi dengan perangkat elektronik. Teknologi dari berbagai bidang teknik harus diintegrasikan dengan berbagai sensor seperti radar, lidar, sonar, *Global Positioning System*(GPS), odometri, dan deteksi objek untuk mengetahui keadaan di sekitar *autonomous electric vehicle*.

Saat ini, penggunaan *autonomous electric vehicle* dikalangan masyarakat Indonesia masih tergolong baru sehingga masyarakat yang menggunakannya masih sangat jarang. Dalam pengaplikasiannya, *autonomous electric vehicle* memiliki tantangan tersendiri yaitu regulasi pemerintah dan ketenagakerjaan karena sebagian pekerjaan terkait mengemudi akan hilang. Namun, kendaraan tersebut akan sangat bermanfaat bagi disabilitas dan lansia.

Dalam penggunaannya, *autonomous electric vehicle* harus mengetahui kondisi sekitar melalui sistem navigasi yang dapat bekerja sebagai *vision* seperti mata manusia agar tidak mengalami kecelakaan. Salah satu faktor penting bagi *autonomous electric vehicle* adalah kemampuan untuk mendeteksi objek di sekitar seperti kendaraan lain, bangunan, dan lain sebagainya yang sangat diperlukan ketika kendaraan tersebut beroperasi. Deteksi objek merupakan suatu proses dalam *digital image processing* yang penggunaannya adalah dengan menentukan objek tertentu dalam suatu citra digital [2].

Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mendeteksi objek sekitar *autonomous vehicle* seperti *Coarse-to-fine algorithm*[3] yang menggabungkan deteksi objek berdasarkan 2 tahap kasar ke halus pada objek bergerak. Namun, akurasi yang didapat relatif tidak terlalu tinggi. Selain itu, metode deteksi objek yang lain menggunakan *K-NN algorithm*[4] tetapi hasil penelitian menunjukkan

bahwa deteksi objek yang berada di jalan kurang akurat. Pada penelitian lain, Jeongmin Jeon et al. menggunakan berbagai fitur ekstraksi yang berbeda untuk deteksi yang berbeda. *Histogram of Gradients* (HOG) digunakan sebagai fitur ekstraksi untuk mengklasifikasikan pejalan kaki dengan menggunakan *Support Vector Machine* (SVM) dan hasil yang diperoleh cukup akurat [5]. Sedangkan, ketika mendeteksi objek berupa rambu lalu lintas dan lampu lalu lintas digunakan fitur berupa *principle component analysis* (PCA) dan *canny edge detection*. Kedua fitur tersebut dijadikan *input* untuk pengklasifikasi berupa jaringan syaraf tiruan. Hasil yang diperoleh untuk kedua objek tersebut juga cukup akurat. Meskipun demikian, kecepatan proses dalam deteksi objek di sekitar *autonomous electric vehicle* masih rendah karena adanya variasi dalam ekstraksi fitur dan pengklasifikasi.

Penelitian- penelitian di atas menunjukkan bahwa permasalahan utama dari metode deteksi objek untuk *autonomous electric vehicle* adalah nilai akurasi yang masih belum optimal dan kecepatan proses yang masih rendah sebagai akibat penggunaan fitur ekstraksi yang berbeda untuk setiap objek yang berbeda. Selain itu, deteksi objek harus dapat dilakukan secara *real-time*. Sehingga, pada penelitian ini dikembangkan suatu metode untuk mendeteksi objek sekitar *autonomous electric vehicle* dengan menggunakan algoritma cerdas *You Only Look Once* (YOLO).

YOLO merupakan salah satu algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam bidang *image processing* seperti pengklasifikasian gambar. Dari algoritma CNN [6] dikembangkan beberapa algoritma lain, diantaranya R-CNN [7], Fast R-CNN [8], Faster R-CNN [9], dan algoritma YOLO[10].

Penelitian yang menggunakan YOLO telah dilakukan oleh Chengji Liu et al.[11]. Pada penelitian tersebut, YOLO digunakan untuk mendeteksi objek berupa rambu-rambu jalan dengan kualitas citra yang kurang baik. Hasil penelitian menunjukkan algoritma YOLO mampu mendeteksi dengan akurasi sebesar 74%. Selain itu, penelitian Susanto et al.[12] juga menggunakan YOLO untuk mendeteksi objek bola pada *humanoid robot soccer* secara *real time* dengan akurasi sebesar 60%. Berdasarkan penelitian tersebut, maka YOLO memiliki kelebihan

yang dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi objek sekitar termasuk pada *autonomous electric vehicle*.

### **1.2. Perumusan Masalah**

*Autonomous electric vehicle* dalam beroperasi membutuhkan informasi untuk mendeteksi objek yang berada di sekitarnya. Namun, metode yang digunakan sekarang pada umumnya belum diterapkan secara *real time*. Selain itu, metode-metode tersebut masih memiliki akurasi dan kecepatan proses yang rendah. Sehingga, metode yang efektif dan dapat mendeteksi objek sekitar dengan akurat serta memiliki kecepatan dalam proses deteksi sangat diperlukan oleh *autonomous electric vehicle* untuk meminimalkan kemungkinan kecelakaan. Selain itu, objek yang menghalangi *autonomous vehicle* dapat mengganggu operasi dari kendaraan tersebut.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah menunjukkan performansi dari metode YOLO dalam mendeteksi objek di sekitar *autonomous vehicle* secara *real-time*.

### **1.4. Pembatasan Masalah**

Lingkup pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek yang dideteksi meliputi bangunan, kendaraan (mobil, motor, bentor), orang, tiang baik tiang listrik dan tanda jalan, serta pohon
2. Objek yang dideteksi oleh *autonomous electric vehicle* berada di kampus Unsri Indralaya.
3. Pengambilan citra objek dilakukan dengan menggunakan *webcam*.
4. Algoritma YOLO akan diimplemtasikan dengan menggunakan *platform* Python.

### **1.5. Keaslian Penelitian**

Pada penelitian ini dikembangkan suatu metode untuk mendeteksi objek sekitar dengan menggunakan algoritma *You Only Look Once* (YOLO). Sebelumnya, beberapa penelitian telah dilakukan untuk mendeteksi objek. Zhipeng

Xiao et al. menggunakan *coarse-to-fine algorithm* [3]. Pada metode ini, objek diam dianggap negatif. Pendeteksian objek dilakukan dengan memberi *bounding box* dengan warna yang berbeda, dimana *bounding box* hijau adalah objek 3 dimensi, *bounding box* merah merupakan hasil deteksi objek *bounding box* dengan warna cyan, dan kotak dengan warna gelap untuk segmentasi objek. Metode ini dapat menangkap objek dengan cukup tepat. Namun, *coarse-to-fine algorithm* tidak mempunyai *dataset* yang cocok dan perbedaan pencahayaan dapat menyebabkan objek yang tidak terdeteksi karena dianggap menyerupai objek diam.

Abdelkader Dairi et al. membahas tentang penggunaan *KNN Algorithm* [4] untuk mendeteksi objek di sekitar *autonomous vehicle*. Penelitian ini menunjukkan efektifitas *deep encoder* dalam meng-*encoder* model yang dijadikan *input* untuk metode *KNN*. Hasil *real-time* sebesar 12 frame per second (fps) didapatkan dengan menggunakan *deep-stacked auto encoder* (DSA). Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan performansi ketika menggunakan DSA-KNN namun deteksi objek yang dihasilkan menunjukkan *bounding box* yang kurang akurat.

Pada penelitian lain, Jeongmin Jeon et al. membahas tentang deteksi objek di sekitar *autonomous vehicle* dengan *monocular camera* [5]. Objek tersebut meliputi rambu-rambu lalu lintas, lampu merah, dan pejalan kaki. Kecepatan deteksi yang didapat adalah 24 fps. Fitur HOG dan *support vector machine* (SVM) digunakan untuk mendeteksi pejalan kaki dari INRIA *dataset* yang dinormalisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi yang didapat cukup baik dengan *bounding box* yang tepat. Sedangkan untuk mendeteksi rambu-rambu lalu lintas digunakan fitur ekstraksi berupa *principle component analysis* (PCA) dan deteksi tepi *canny* sebagai fitur untuk lampu merah. Kedua objek itu diklasifikasi dengan menggunakan jaringan syaraf. Hasil deteksi objek memiliki akurasi yang cukup baik. Namun, penelitian ini memiliki kelemahan pada hari gelap karena pemisahan objek dengan latar belakang objek tersebut akan menjadi sulit pada saat gelap. Selain itu, fitur ekstraksi yang berbeda-beda untuk setiap objek membuat waktu komputasi lebih lama.

Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan penelitian di atas maka pada penelitian ini digunakan metode YOLO untuk mendeteksi objek di sekitar

*autonomous electric vehicle*. Dalam penelitian Chengji Liu et al.[11], YOLO mampu untuk mendeteksi objek berupa tanda lalu-lintas dimana objek tersebut dibuat *original, blur, noise*, diputar, dan dipotong dengan keakuratan 74%. Tetapi penelitian ini belum dilakukan secara *real-time*. Penelitian lain yang dilakukan Susanto et al. membahas tentang pendeteksian objek berupa bola dan mendeteksi gawang pada *humanoid robot soccer* secara *real-time* dengan metode YOLO [12]. Sistem YOLO dimanfaatkan dapat mendeteksi bola dan gawang dengan cepat dan akurat. Sistem ini mengkombinasikan objek *Leave One Out* (LOO) validasi silang dengan metode yang diusulkan dalam aplikasi *real-time*. Hasil menunjukkan bahwa objek terdeteksi dengan baik walaupun presisi berkurang jika objek berada di atas garis putih pada penempatan *bounding box*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] I. Y. Kim, K. S. Yang, J. Baek, and S. Hwang, "Development of Intelligent Electric Vehicle for Study of Unmanned Autonomous Driving Algorithm," *2013 Conf. World Electr. Veh. Symp. Exhib.*, pp. 1–6, 2013.
- [2] D. Nagataries, S. Hardirianto, M. H. Purnomo, and A. A. G. Klasik, "Deteksi Objek pada Citra Digital Menggunakan Algoritma Genetika untuk Studi Kasus Sel Sabit," *J. Electr. Eng.*, 2012.
- [3] Z. Xiao, B. I. N. Dai, T. A. O. Wu, L. Xiao, and T. Chen, "Dense Scene Flow Based Coarse-to-Fine Rigid Moving Object Detection for Autonomous Vehicle," *IEEE Access J. Electr. Eng.*, vol. 5, 2017.
- [4] A. Dairi, F. Harrou, Y. Sun, and M. Senouci, "Obstacle Detection for Intelligent Transportation Systems Using Deep Stacked Autoencoder and k-Nearest Neighbor Scheme," *IEEE J. Sensors*, vol. 18, no. 12, pp. 5122–5132, 2018.
- [5] J. Jeon, S. Hwang, and H. Moon, "Monocular Vision-based Object Recognition for Autonomous Vehicle Driving in a Real Driving Environment," *2016 13th Int. Conf. Ubiquitous Robot. Ambient Intell.*, pp. 393–399, 2016.
- [6] C. Hu, Y. Wang, G. Yu, Z. Wang, and A. Lei, "Embedding CNN-Based Fast Obstacles Detection for Autonomous Vehicles," *Intell. Connect. Veh. Symp.*, pp. 1–11, 2018.
- [7] R. Girshick, J. Donahue, S. Member, and T. Darrell, "Region-based Convolutional Networks for Accurate Object Detection and Segmentation," *IEEE J. Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 8828, no. c, pp. 1–16, 2015.
- [8] H. Mao, S. Member, S. Yao, S. Member, T. Tang, and S. Member, "Towards Real-Time Object Detection on Embedded Systems," *IEEE J. Trans. Emerg. Top. Comput.*, vol. 6750, no. 61373026, pp. 1–15, 2016.
- [9] G. Prabhakar and B. Kailath, "Obstacle Detection and Classification using Deep Learning for Tracking in High-Speed Autonomous Driving," *2017 IEEE Reg. 10 Symp.*, pp. 3–8, 2017.

- [10] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You Only Look Once : Unified , Real-Time Object Detection," *2016 IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, 2016.
- [11] C. Liu, Y. Tao, J. Liang, K. Li, and Y. Chen, "Object Detection Based on YOLO Network," *2018 IEEE 4th Inf. Technol. Mechatronics Eng. Conf.*, no. Itoec, pp. 799–803, 2018.
- [12] E. Rudiawan, R. Analia, D. S. P, and H. Soebakti, "The Deep learning Development for Real-Time Ball and Goal Detection of Bareleng-FC," *2017 Conf. Int. Electron. Symp. Eng. Technol. Appl.*, pp. 146–151, 2017.
- [13] J. Doubek, "Study Backs Getting Driverless Cars On The Road, As Waymo Ditches Backup Drivers," 2017. [Online]. Available: <https://www.wyomingpublicmedia.org/post/study-backs-getting-driverless-cars-road-waymo-ditches-backup-drivers#stream/0>. [Accessed: 08-Dec-2019].
- [14] D. G. Bailey, *Design for Embedded Image Processing on FPGAs*, 1st ed. Wiley-IEEE Press, 2011.
- [15] A. Lai, "How do Self-Driving Cars See?," 2018. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/how-do-self-driving-cars-see-13054aee2503>. [Accessed: 08-Dec-2019].
- [16] D. Garg, "A Deep Learning Approach for Face Detection using YOLO," *2018 IEEE Conf. Punecon*, pp. 1–4.
- [17] Logitech, "Logitech c922 pro stream webcam," 2016. [Online]. Available: <https://www.logitech.com/id-id/product/c922-pro-stream-webcam>. [Accessed: 25-Sep-2020].
- [18] P. Pias, "Object Detection and Distance Measurement." [Online]. Available: <https://github.com/paul-pias/Object-Detection-and-Distance-Measurement>. [Accessed: 24-Oct-2020].
- [19] B. Y. Suprpto, A. Ghaida, H. Hikmarika, and S. Dwijayanti, "Road and Vehicles Detection System Using HSV Color Space for Autonomous Vehicle," *J. Ilm. Tek. Elektro Komput. dan Inform.*, vol. 6, no. 1, p. 42, 2020.