

**SKRIPSI**  
**DESAIN APLIKASI DETEKSI DAN ESTIMASI**  
**DIMENSI LUBANG BERBASIS FLUTTER DAN *DEEP***  
***LEARNING***



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

**OLEH:**  
**ADITYA ERLANGGA WIBOWO**  
**03041282025055**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**DESAIN APLIKASI DETEKSI DAN ESTIMASI DIMENSI  
LUBANG BERBASIS FLUTTER DAN DEEP LEARNING**



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

**OLEH:**

**ADITYA ERLANGGA WIBOWO  
03041282025055**

**Palembang, 15 Juli 2024**

**Menyetujui,  
Pembimbing Utama**

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro**


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

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

## HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa 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. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., IPM

Tanggal

: 15/Juli/2024

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

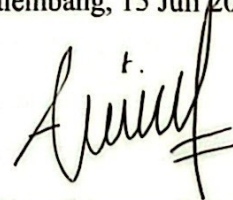
Nama : Aditya Erlangga Wibowo  
NIM : 03041282025055  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 9%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian Saya yang berjudul “**Desain Aplikasi Deteksi Dan Estimasi Dimensi Lubang Berbasis Flutter Dan Deep Learning**” 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, 15 Juli 2024



Aditya Erlangga Wibowo

NIM. 03041282025055



**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aditya Erlangga Wibowo  
NIM : 03041282025055  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**DESAIN APLIKASI DETEKSI DAN ESTIMASI DIMENSI LUBANG  
BERBASIS FLUTTER DAN *DEEP LEARNING***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang

Pada tanggal: 15 Juli 2024

Yang menyatakan,



Aditya Erlangga Wibowo

NIM. 03041282025055

## KATA PENGANTAR

Puji syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan ridha dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian “Desain Aplikasi Deteksi Dan Estimasi Dimensi Lubang Berbasis Flutter dan *Deep Learning*”

Penyusunan skripsi ini tidak mungkin selesai dengan baik tanpa arahan, bimbingan, kritik, saran, dukungan, serta semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua yang telah berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini. Dengan penuh rasa hormat dan kerendahan hati diucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis, Alm. Riyanto dan Nurlela, yang selalu memberikan doa dan kasih sayang, serta menjadi sumber utama penulis mendedikasikan dan menyelesaikan karya tulis ini.
2. Saudara penulis, Agus Setiawan, Andi Devi Irawan, Saptian, Almh. Meilinda Aryani, Arie Kusuma Winata, Alm. Angga, dan Apriliyanti, yang telah memberikan doa dan semangat serta dukungan berbentuk moril maupun materil sehingga penulis bisa menyelesaikan studi di Universitas Sriwijaya.
3. Saudara ipar dan keponakan penulis, Rika, Cakra, Yudha, Aisyah, Rara, Arafah, Rayyan, Raziq, Adji Rosiana, Nasha Atthaya, dan Arcilla, yang selalu menjadi sumber semangat dan kebahagiaan penulis.
4. Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., IPM dan Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM, selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan kontribusi dalam bentuk tenaga, waktu, dan pikiran dalam membimbing, mendukung, serta memberikan arahan dalam penelitian ini.
5. Teman seperjuangan penelitian dengan topik “*Pothole Detection*”, Hildiana Humairoh, Rischantika Br. Manurung, dan Putri Salma Ningayu, yang telah berkontribusi baik tenaga, waktu, dan pikiran dalam menyelesaikan penelitian.
6. Teman-teman angkatan 2020 konsentrasi teknik kendali dan komputer yang telah memberikan semangat serta dukungan dalam mendukung keberhasilan penelitian ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah dengan tulus ikhlas memberikan doa dan motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

8. Terakhir, kepada seseorang yang namanya telah tertulis jelas di *lauhul mahfuz*, yang akan dan selalu dicintai oleh penulis sepanjang hayatnya. Terima kasih telah menjadi sumber cinta dan semangat bagi penulis.

Akhir kata, semoga dengan segala kebaikan dan pengorbanan yang telah diberikan dapat menjadi amal baik dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT.

Palembang, 15 Juli 2024

Penulis

Aditya Erlangga Wibowo

## ABSTRAK

### DESAIN APLIKASI DETEKSI DAN ESTIMASI DIMENSI LUBANG BERBASIS FLUTTER DAN *DEEP LEARNING*

(Aditya Erlangga Wibowo, 03041282025055, 2024, 54 Halaman)

---

Kerusakan jalan terutama jalan berlubang dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan meningkatkan risiko kecelakaan. Identifikasi kondisi jalan yang cepat dan akurat sangat diperlukan untuk perbaikan segera. Akan tetapi, identifikasi jalan berlubang masih dilakukan secara manual sehingga otomatisasi deteksi lubang sangat diperlukan dengan memanfaatkan pengolahan citra digital dan deep learning untuk mendeteksi dan mengestimasi dimensi lubang jalan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang aplikasi deteksi dan estimasi dimensi lubang berbasis Flutter dan deep learning yang diberi nama POTION AI. Aplikasi ini menggunakan algoritma YOLOv8 dan Mask R-CNN untuk mendeteksi lubang dan mengukur dimensi lubang tersebut. Data pelatihan untuk model ini diambil menggunakan kamera GoPro Hero 8 di Sumatera Selatan, termasuk Jl. Ariodillah, Jl. Kaca Piring, Jl. Swakarya I, Jl. Swakarya II, Jl. Dwikora II, dan Jl. Kampung Bali. Proses pelatihan dilakukan di Google Colaboratory dengan menggunakan YOLOv8x-seg, model terbesar dari YOLOv8, yang memiliki 71 juta parameter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model YOLOv8 dan Mask R-CNN mampu mendeteksi lubang dengan confidence score di atas 92,22%. Hasil yang diperoleh juga konsisten, baik pada sistem lokal maupun aplikasi mobile. Pengujian aplikasi dilakukan dengan mengintegrasikan kedua model, yaitu YOLOv8 dan Mask R-CNN ke dalam aplikasi berbasis Flutter untuk melakukan pendeteksian dan pengestimasian dimensi lubang. Aplikasi ini juga menggunakan Leaflet JS untuk menampilkan peta interaktif yang menunjukkan lokasi lubang yang terdeteksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi POTION AI dapat berfungsi dengan baik pada berbagai perangkat dan memberikan informasi yang akurat tentang kondisi jalan, dengan nilai skor akhir 4,8875 pada pengujian usability aplikasi POTION AI. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu dalam mempercepat perbaikan jalan dan mengurangi kecelakaan yang disebabkan oleh jalan berlubang.

Kata kunci: Aplikasi Deteksi Lubang, Estimasi Dimensi Lubang, Segmentasi, YOLO, Mask R-CNN



## ABSTRACT

### ***DESIGN OF POTHOLE DETECTION AND DIMENSION ESTIMATION***

### ***APPLICATION USING FLUTTER AND DEEP LEARNING***

(Aditya Erlangga Wibowo, 03041282025055, 2024, 54 page)

---

*Road damage, particularly potholes, can cause discomfort and increase the risk of accidents. Rapid and accurate identification of road conditions is essential for immediate repairs. However, pothole identification is still performed manually, necessitating the automation of pothole detection using digital image processing and deep learning to detect and estimate pothole dimension. This research aims to design a pothole detection and dimension estimation application based on Flutter and deep learning, namely POTION AI. The application uses YOLOv8 and Mask R-CNN algorithms to detect potholes and measure their dimensions. Training data for the model were collected using a GoPro Hero 8 camera in Sumatra Selatan, including Jl. Ariodillah, Jl. Kaca Piring, Jl. Swakarya I, Jl. Swakarya II, Jl. Dwikora II, and Jl. Kampung Bali. The training process was conducted on Google Colaboratory using YOLOv8x-seg, the largest model of YOLOv8, with 71 million parameters. Research results show that the YOLOv8 and Mask R-CNN models can detect potholes with high accuracy, achieving a confidence score above 92.22%, and performing consistently well on both local systems and mobile applications. The application testing was carried out by integrating both models, YOLOv8 and Mask R-CNN, into a Flutter-based application to detect and estimate pothole dimensions. The application also uses Leaflet JS to display an interactive map showing the detected pothole locations. Testing results indicate that the POTION AI application functions well on various devices and provides accurate information about road conditions, achieving a final usability score of 4.8875. This application is expected to help expedite road repairs and reduce accidents caused by potholes.*

*Keyword: Pothole Detection Application, Pothole Dimension Estimation, Segmentation, YOLO, Mask R-CNN*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN DOSEN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Keaslian Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1. <i>State of The Art</i> .....	7
2.2. Pengolahan Citra Digital .....	10
2.3. You Only Look Once (YOLO).....	11
2.4. Tensorflow Lite .....	12
2.5. Flutter .....	13
2.6. Google Firebase .....	14
2.7. Leaflet JS.....	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>16</b>
3.1. Studi Literatur .....	17
3.2. Pengumpulan <i>Dataset</i> .....	17
3.3. Perancangan Sistem .....	18
3.3.1. Perancangan Model Pendeteksian Lubang.....	18
3.3.2. Perancangan Aplikasi .....	20
3.4. Pengujian Sistem.....	25

3.4.1.	Pengujian Model Pendeteksian Lubang.....	25
3.4.2.	Pengujian <i>Usability</i> .....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>28</b>
4.1.	Pengumpulan Data.....	28
4.2.	<i>Training Model</i> .....	29
4.2.1.	<i>Training Model</i> YOLOv8.....	29
4.2.2.	<i>Training Model</i> Mask R-CNN.....	31
4.3.	Aplikasi POTION AI.....	33
4.3.1.	Pendeteksian dan Estimasi Dimensi Lubang.....	35
4.3.2.	Proses Pothole Maps.....	36
4.3.3.	Analisis Kondisi Jalan Menggunakan Perhitungan SDI (Surface Distress Index).....	37
4.3.4.	Website Realtime Pothole Maps.....	39
4.4.	Pengujian Aplikasi POTION AI secara Simulasi.....	43
4.5.	Pengajuan Aplikasi POTION AI ke Google Play.....	47
4.6.	Pengujian <i>Usability</i> Aplikasi.....	49
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>53</b>
5.1.	Kesimpulan.....	53
5.2.	Saran.....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>55</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Deteksi dengan jaringan syaraf tiruan <i>backpropagation</i> [10].....	8
Gambar 2.2 Flutter <i>real-time object detection</i> [11].....	9
Gambar 2.3 Aplikasi kerusakan jalan Watchout [8].....	10
Gambar 2.4 Arsitektur YOLO.....	12
Gambar 2.5 Contoh hasil deteksi YOLO.....	12
Gambar 2.6 Arsitektur Flutter.....	13
Gambar 2.7 Arsitektur Firebase.....	14
Gambar 2.8 <i>Interface</i> Leafleat JS.....	15
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> penelitian.....	16
Gambar 3.2 Contoh data jalan berlubang.....	18
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> perancangan model pendeteksian lubang.....	19
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> aplikasi.....	20
Gambar 3.5 Halaman <i>splash screen</i> .....	21
Gambar 3.6 Halaman <i>register</i> .....	21
Gambar 3.7 Halaman <i>login</i> .....	22
Gambar 3.8 Halaman <i>home</i> .....	22
Gambar 3.9 Halaman <i>pothole detection</i> .....	23
Gambar 3.10 Halaman <i>pothole maps</i> .....	24
Gambar 3.11 Halaman <i>profile</i> .....	24
Gambar 4.1 Contoh gambar data latih.....	28
Gambar 4.2 <i>Summary</i> model YOLOv8.....	29
Gambar 4.3 Grafik hasil <i>training model</i> YOLOv8.....	30
Gambar 4.4 Grafik <i>loss</i> pada pelatihan.....	32
Gambar 4.5 Aplikasi POTION AI.....	34
Gambar 4.6 Hasil deteksi dan estimasi dimensi lubang YOLOv8.....	36
Gambar 4.7 <i>Pothole Maps</i> .....	36
Gambar 4.8 Hasil pendeteksian lubang pada <i>website</i> POTION AI.....	39
Gambar 4.9 <i>Dashboard</i> Google Play Console.....	48
Gambar 4.10 Aplikasi POTION AI pada Google Playstore.....	49

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Confusion Matrix</i> .....	26
Tabel 3.2 Skala Likert .....	27
Tabel 3.3 Kategori Kelayakan Perangkat Lunak.....	27
Tabel 4.1 Nilai <i>Metrics</i> setiap variasi <i>epochs</i> model YOLOv8.....	30
Tabel 4.2 Parameter <i>training model</i> Mask R-CNN.....	31
Tabel 4.3 Nilai <i>loss</i> setiap variasi iterasi model Mask R-CNN.....	33
Tabel 4.4 Jenis kerusakan jalan dan perhitungan <i>surface distress index</i> (SDI)	37
Tabel 4.5 Kondisi jalan dan kondisi kemantapan jalan berdasarkan nilai SDI	38
Tabel 4.6 Hasil komparasi <i>local computer</i> dan <i>website real-time</i> .....	40
Tabel 4.7 Komparasi <i>real-time delay</i> pada <i>local computer</i> dan <i>cloud server</i> ..	43
Tabel 4.8 Hasil komparasi <i>local computer</i> dan aplikasi POTION AI.....	43
Tabel 4.9 Tabel Kuisisioner pada Aspek <i>Learnability</i> .....	50
Tabel 4.10 Tabel Kuisisioner pada Aspek <i>Flexibility</i> .....	50
Tabel 4.11 Tabel Kuisisioner pada Aspek <i>Effectiveness</i> .....	50
Tabel 4.12 Tabel Kuisisioner pada Aspek <i>Attitude</i> .....	51
Tabel 4.13 Hasil Rata-rata Pengujian <i>Usability</i> pada Setiap Aspek.....	51

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jalan memiliki peran penting untuk mendukung aktivitas masyarakat. Sehingga, kualitas jalan harus diperhatikan dan dipelihara agar terhindar dari kecelakaan. Salah satu faktor utama penyebab kecelakaan yang disebabkan oleh kondisi jalan adalah jalan yang berlubang. Berdasarkan data BPS Sumatera Selatan tahun 2022, Provinsi Sumatera Selatan termasuk ke dalam kategori salah satu provinsi dengan jumlah jalanan rusak terbanyak pada jalan nasional, provinsi, dan kabupaten. Jumlah jarak kerusakan tersebut terbagi dalam beberapa kategori kerusakan diantaranya 225,29 kilometer kondisi rusak berat, 56,67 kilometer kondisi rusak, 222,78 kilometer kondisi sedang dan 1.609,92 kilometer kondisi baik dari total ruas jalan yang ada di Provinsi Sumatera Selatan sepanjang 2.113,76 kilometer [1].

Kerusakan jalan, khususnya jalan berlubang tentu dapat menimbulkan ketidaknyamanan dalam berkendara bahkan dapat mengakibatkan kecelakaan. Pengidentifikasian data jalan yang termasuk kategori rusak ringan, sedang, atau berat sebenarnya telah dilakukan oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melalui pelaporan, dimana masyarakat sebagai *user* mengunggah laporan mengenai kerusakan tersebut. Namun, sistem pelaporan tersebut masih memiliki beberapa kekurangan, mulai dari pencatatan yang kurang baik karena informasi yang ditampilkan belum lengkap dan laporan belum diterapkan secara *real-time*. Oleh karena itu, sistem yang dapat memproses pengidentifikasian kondisi jalan yang cepat sangat dibutuhkan. Sistem ini dapat dilakukan dengan pemrosesan citra digital menjadi alat untuk mendeteksi dan mengidentifikasi kondisi jalan, khususnya jalan yang berlubang. Pemrosesan citra digital adalah metode yang melakukan berbagai operasi pada gambar dengan tujuan mengekstrak informasi penting dari gambar tersebut. Dalam penelitian yang menggunakan pemrosesan citra digital konvensional, warna hitam pada citra lubang dapat dianggap sebagai area objek lubang karena kontras antara daerah jalanan yang tidak berlubang dan yang berlubang.



Informasi warna ini menjadi fitur penting yang diekstraksi dalam pengembangan pendeteksian lubang jalan. Namun, akurasi yang diperoleh masih belum memadai karena keterbatasan jarak dan variasi sudut yang mempengaruhi hasil. Oleh karena itu, para peneliti mengembangkan metode *machine learning* untuk meningkatkan akurasi [1]. Penelitian sebelumnya oleh Muhammad Rafly Tharhan telah membahas aplikasi deteksi lubang dengan berbagai fitur untuk mendeteksi kerusakan jalan, terutama lubang dan retakan jalan [2]. Aplikasi berbasis Android ini memungkinkan pengguna untuk menangkap gambar jalan. Gambar yang diambil kemudian diunggah dan diproses oleh sistem menggunakan algoritma *you only look once* (YOLO)v3 untuk mendeteksi lubang atau retakan pada gambar tersebut. Pengguna juga dapat melihat hasil kondisi jalan dalam bentuk metrik yang rinci, seperti jumlah lubang dan retakan jalan, melalui aplikasi tersebut. Namun, penelitian ini menunjukkan bahwa laporan hasil deteksi tidak menyediakan informasi lengkap mengenai dimensi lubang. Selain itu, proses pengambilan dan deteksi data citra masih menggunakan metode unggah dan belum menerapkan deteksi secara *real-time* menggunakan kamera.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Madarapu Sathvik dkk membahas mengenai implementasi *convolutional neural network* (CNN) berbasis YOLO-v7 untuk mendeteksi lubang di jalan [2]. Dalam penelitian ini, *dataset* sebanyak 184 gambar digunakan untuk melatih model YOLO-v7 untuk deteksi objek. Hasil pengujian menunjukkan bahwa meskipun menggunakan *dataset* yang relatif kecil, model yang dihasilkan berhasil mendeteksi lubang di jalan dengan akurasi yang cukup tinggi dengan tingkat akurasi F1 *score* sebesar 0,51. Dalam upaya untuk meningkatkan akurasi model, teknik data *augmentation* dan *transfer learning* juga diterapkan dalam penelitian ini. Penelitian ini menyarankan untuk pengembangan lebih lanjut dibutuhkan penerapan sebuah aplikasi perangkat lunak berbasis *smartphone* yang dapat memanfaatkan kamera dan *global positioning system* (GPS) untuk memantau kondisi jalan dalam keadaan *real time*.

Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Ivan Besando Pakpahan dkk yang membahas tentang deteksi lubang pada jalan dengan menggunakan metode pemrosesan citra digital dan teknik *deep learning* menggunakan arsitektur SSD-MobileNet [3]. Penelitian ini menguji tiga jenis *dataset*, yaitu *dataset* normal, *dataset dashboard*, dan *dataset closeup*. Ketiga *dataset* tersebut dikombinasikan untuk mendapatkan hasil model yang beragam. Hasil dari penelitian ini ditunjukkan oleh *bounding box* pendeteksian dan skor *confusion matrix* masing-masing model *dataset*. Meskipun demikian, data yang digunakan masih berasal dari sumber sekunder dan bukan pengukuran langsung di jalan. Selain itu, hasil akurasi yang didapat pada penelitian ini masih belum baik. Dari beberapa kali pengujian pendeteksian, akurasi yang didapat mencapai skor 44% sampai dengan 76% sehingga algoritma yang dapat meningkatkan keakurasian dari hasil pendeteksian lubang pada jalan sangat dibutuhkan.

Penelitian lainnya adalah Au Yang Her dkk berfokus pada pengembangan sistem deteksi lubang secara *real-time* pada kendaraan di Malaysia menggunakan teknologi *computer vision* dan model *deep learning* YOLOv5 [4]. YOLOv5 memiliki ketepatan prediksi yang tinggi dengan *mean average precision (threshold 0,5)* sebesar 80,8%, 82,2% dan 82,5% pada YOLOv5m6, YOLOv5s6 dan YOLOv5n6 secara berturut-turut. YOLOv5n6 dipilih sebagai model utama untuk pemrosesan gambar karena kinerjanya yang cukup baik dalam rasio ukuran. Penelitian ini diterapkan pada kendaraan sehingga memberikan keuntungan dalam mendeteksi lubang secara *real-time* dan membantu pengemudi untuk menghindari kerusakan kendaraan dan kecelakaan akibat terjatuh oleh lubang. Namun, hasil pendeteksian lubang bisa dipengaruhi oleh cahaya saat pengujian sehingga mampu mendeteksi *manhole*, *trees*, dan bayangan sebagai lubang serta hasil pendeteksian jarak belum akurat pada *long distance object detection*.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, pengambilan dan pendeteksian kondisi jalan terutama untuk mendapatkan data lubang masih belum menerapkan konsep pendeteksian lubang secara *real-time* dan tingkat akurasi dari algoritma yang digunakan masih di bawah 80%. Selain

itu, hasil pendeteksian dari beberapa penelitian tersebut masih belum lengkap karena hanya terbatas pada kondisi lubang dan tidak memiliki hasil pengukuran dimensi lubang dan detail lokasi (*latitude, longitude*). Berdasarkan hal tersebut dibutuhkan sebuah sistem yang dapat mengidentifikasi kondisi jalan khususnya jalan berlubang sehingga dapat segera terdeteksi secara *real-time* agar dapat dilakukan pengambilan langkah segera untuk memperbaiki kondisi jalan yang rusak tersebut.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Saat ini, penelitian yang berkaitan dengan aplikasi deteksi jalan berlubang masih terbatas dengan menggunakan data sekunder dan belum merepresentasikan kondisi *real* dari jalan tersebut. Selain itu, penelitian-penelitian yang dilakukan masih belum mengukur dimensi dari lubang dan lokasi tempat jalan berlubang yang sangat dibutuhkan oleh Dinas PUPR untuk memperkirakan dimensi yang harus diperbaiki.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah merancang aplikasi pendeteksian lubang jalan secara realtime dengan menggunakan algoritma YOLO dan Mask R-CNN, kemudian melakukan penentuan titik lokasi serta pengukuran dimensi lubang.

### **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Sistem ini diimplementasikan dalam bentuk aplikasi android
2. Pengumpulan data citra dilakukan di Jl. Ariodillah, Jl. Kaca Piring, Jl. Swakarya I, Jl. Swakarya II, Jl. Dwikora II dan Jl. Kampung Bali, Sungai Dua sampai Jl. Sungai Kundur, Sungai Kedukan, Kec. Banyuasin I, Kab. Banyuasin, Sumatera Selatan dengan menggunakan *action camera*
3. Deteksi kerusakan jalan hanya berfokus pada kondisi jalan yang berlubang
4. Menggunakan bahasa pemrograman Python, model YOLO Versi 8 dan model Mask R-CNN untuk mendeteksi lubang jalan

5. Menggunakan *framework* bahasa pemrograman Dart, yaitu Flutter untuk membangun aplikasi android

### 1.5. Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai pendeteksian lubang pada jalan telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh Ivan Besando Pakpahan dkk membahas pendeteksian lubang jalanan menggunakan metode arsitektur SSD-MobileNet. Kelebihan dari metode ini adalah mampu mendeteksi lubang dengan beragam variasi tanpa mengurangi akurasi dari hasil pelatihan. Namun, metode ini memiliki keterbatasan jarak dan variasi sudut yang mempengaruhi akurasi sehingga performa maksimal tidak dapat dicapai. Kekurangan lainnya terletak pada kesulitan dalam melatih model *dataset dashboard* dikarenakan ukuran objek yang kecil sehingga hasil anotasi pada *ground truth* kurang baik dan dapat mengurangi akurasi dari model [3].

Pada penelitian lainnya, Priyanto Hidayatullah dkk mengembangkan teknologi pengolahan citra untuk mendeteksi lubang di jalan secara semi-otomatis dengan bantuan operator. Pendeteksian dan perhitungan luas lubang dilakukan dengan menggunakan citra digital, dan hasilnya telah teruji pada sebuah aplikasi yang dapat mendeteksi dan menghitung luas *patch* lubang jalan dengan persentase *error* rata-rata sebesar 7,58%. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini berbeda dari pendekatan lain yang menggunakan teknologi seperti penggunaan sensor suhu atau *accelerometer*. Dengan adanya aplikasi ini, pencatatan kondisi jalan menjadi lebih cepat dengan tingkat kesalahan relatif rendah. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi pengolahan citra dapat diaplikasikan dalam bidang infrastruktur jalan dengan hasil yang cukup baik [5].

Penelitian yang dilakukan oleh Bandi Sasmito, Bagus Hario Setiadji, dan Rizal Isnanto membahas pendeteksian lubang jalan menggunakan pengolahan citra dengan metode *deep learning*, yaitu algoritma YOLOv4-Tiny. Algoritma ini berhasil mendapatkan model yang dapat mengidentifikasi kerusakan jalan dengan nilai *overall accuracy* sebesar 88% dan nilai *kappa accuracy* sebesar 86%. Algoritma YOLO mampu mendeteksi objek secara *real-time* pada gambar atau video. Pada penelitian tersebut, citra dibagi menjadi beberapa bagian dan

memprediksi batas wilayah dan probabilitas setiap bagian sehingga hasil prediksi YOLO lebih cepat dari model *convolution neural network* (CNN) lainnya. Kelebihan metode ini adalah dapat meminimalkan frekuensi kecelakaan yang disebabkan oleh kerusakan jalan dan efisiensi dalam hal waktu dan sumberdaya. Akan tetapi, model ini memiliki besaran *mean Average Precision* (mAP) yang masih perlu ditingkatkan [6].

Selanjutnya, Eshta Ranyal, dkk dalam penelitiannya menggunakan metode CNN khususnya menggunakan arsitektur RetinaNet untuk mendeteksi lubang pada permukaan jalan. Kelebihan RetinaNet adalah sangat baik dalam melakukan filter *noise* dan invarian terhadap translasi, sehingga dapat memperoleh hasil *training model* yang baik. Selain itu, penelitian ini juga melakukan perhitungan kedalaman lubang menggunakan struktur fotogrametri dari citra video *pavement*, yang meliputi pengolahan dan perhitungan berdasarkan 3D *point cloud*. Namun teknik ini memiliki kekurangan karena hanya menggunakan 2 gambar sehingga tidak memungkinkan untuk mendapatkan representasi morfologis yang sangat detail dari lubang pada permukaan jalan [7].

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Rafly Tharhan pada tahun 2020 bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah aplikasi deteksi kerusakan jalan menggunakan algoritma YOLO. Metode yang digunakan merupakan *framework* Darknet-53. *Dataset* yang digunakan terdiri dari 200 citra kerusakan jalan yang diambil dari situs Kaggle. Kelas atau label pada citra ditentukan berdasarkan dua jenis kerusakan jalan, yaitu lubang jalan dan retak jalan. Aplikasi yang dibangun berbasis Android. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem deteksi yang berhasil dibangun mampu mengenali objek kerusakan jalan dengan tingkat akurasi 96,43% [8].

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Sumatera Selatan, “Panjang Jalan Menurut Kondisi Jalan (km), 2020-2022.” Accessed: Nov. 15, 2023. [Online]. Available: <https://sumsel.bps.go.id/indicator/17/547/1/panjang-jalan-menurut-kondisi-jalan.html>
- [2] M. Sathvik, G. Saranya, and S. Karpagaselvi, “An Intelligent Convolutional Neural Network based Potholes Detection using Yolo-V7,” *Int. Conf. Autom. Comput. Renew. Syst. ICACRS 2022 - Proc.*, no. Icacrs, pp. 813–819, 2022, doi: 10.1109/ICACRS55517.2022.10029263.
- [3] I. B. Pakpahan and I. C. Dewi, “Pendeteksian Lubang Pada Jalanan Menggunakan Metode SSD-MobileNet,” *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.*, vol. 11, no. 2, p. 213, Oct. 2021, doi: 10.22146/ijeis.60157.
- [4] A. Yang Her, W. Kean Yew, P. Jia Yew, and M. Chong Jia Ying, “Real-time pothole detection system on vehicle using improved YOLOv5 in Malaysia,” *IECON Proc. (Industrial Electron. Conf.*, vol. 2022-Octob, no. December, pp. 1–5, 2022, doi: 10.1109/IECON49645.2022.9968423.
- [5] P. Hidayatullah, F. Ferizal, R. H. Ramadhan, B. Qadarsih, and F. Mulyawan, “Pendeteksian Lubang Di Jalan Secara Semi-Otomatis,” *Sigma-Mu*, vol. 4, pp. 41–51, 2012.
- [6] B. Sasmito, B. H. Setiadji, and R. Isnanto, “Deteksi Kerusakan Jalan Menggunakan Pengolahan Citra Deep Learning di Kota Semarang,” *Teknik*, vol. 44, no. 1, pp. 7–14, 2023, doi: 10.14710/teknik.v44i1.51908.
- [7] E. Ranyal, A. Sadhu, and K. Jain, “AI assisted pothole detection and depth estimation,” *2023 Int. Conf. Mach. Intell. GeoAnalytics Remote Sensing, MIGARS 2023*, vol. 1, pp. 1–4, 2023, doi: 10.1109/MIGARS57353.2023.10064547.
- [8] M. R. Tharhan, “Rancang Bangun Aplikasi Deteksi Kerusakan Jalan Menggunakan Algoritma YOLO,” *Politek. Negeri Jakarta*, 2020.



- [9] A. Mahardika, Y. Arum Sari, and C. Dewi, “Sistem Temu Kembali Citra Lubang Jalan Aspal Berdasarkan Tingkat Kerusakan Menggunakan Ekstraksi Fitur Gray Level Co-occurrence Matrix Identifying Quality of Patchouli Leaves through Its Leave Image Using Learning Vector Quantization View project Smart Wh,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. July, pp. 3811–3821, 2018, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/2761>
- [10] P. Yusuf Budiarto and Sutikno, “Deteksi Objek Lubang Pada Citra Jalan Raya Menggunakan Pengolahan Citra Digital,” *J. Komput. Terap.*, vol. 3, no. 2, pp. 109–118, 2017, [Online]. Available: <http://jurnal.pcr.ac.id>
- [11] A. Yadav, D. Thakran, and D. R. Gupta, “Real-Time Image Processing Using Flutter and Tflite Packages,” *Int. J. Innov. Res. Comput. Sci. Technol.*, vol. 9, no. 5, pp. 38–40, 2021, doi: 10.21276/ijirest.2021.9.5.6.
- [12] F. Zammetti, *Practical Flutter*. Pottstown, USA, 2019. doi: 10.1007/978-1-4842-4972-7.
- [13] Y. A. B. Kristanto, “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Makanan Banyak Objek Menggunakan YOLOv5 pada Aplikasi Mobile Berbasis Flutter,” *Univ. Indones.*, 2022.
- [14] T. Fatimah, H., “Perancangan Aplikasi Penentuan Rute Tercepat dalam Proses Pengiriman Barang oleh Kurir,” *Univ. Islam Negeri Alauddin*, vol. 10, p. 6, 2021.
- [15] F. A. Ardandy and S. Dwijayanti, “Deteksi Objek dan Jalan Secara Real Time untuk Kendali Kemudi pada Autonomous Electric Vehicle Berbasis Deep Learning,” 2023.
- [16] P. Paul, “Object Detection and Distance Measurement.” [Online]. Available: <https://github.com/paul-pias/Object-Detection-and-Distance-Measurement>