

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN SISTEM UNTUK PENILAIAN
TINGKAT KERUSAKAN JALAN ASPAL BERBASIS
MASK R-CNN PADA BINA MARGA KOTA
DENPASAR**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Gede Krisna Astika Nanda
NIM. 2115354064

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERANGKAT LUNAK
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Bina Marga PUPR Denpasar memiliki tanggung jawab untuk memelihara dan meningkatkan kualitas jalan di wilayah Denpasar. Salah satu tantangan utama adalah penilaian tingkat kerusakan jalan yang selama ini masih dilakukan secara manual, sehingga memerlukan waktu yang cukup lama dan cenderung subjektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem otomatis berbasis *deep learning* dengan algoritma *Mask R-CNN* guna mendeteksi dan menilai tingkat kerusakan jalan aspal secara efisien. Sistem dikembangkan menggunakan model *Waterfall*, mencakup tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian. *Backend* sistem dibangun menggunakan *framework Flask* sebagai *API* untuk proses inferensi dan pengelolaan data, sekaligus sebagai platform web admin. Sementara itu, *React Native* digunakan untuk membangun aplikasi mobile yang memungkinkan petugas lapangan mengirimkan data citra kerusakan jalan secara langsung ke server. Hasil deteksi kemudian ditampilkan pada aplikasi mobile dan *dashboard* admin dalam bentuk data visual dan rekapitulasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi jenis kerusakan seperti lubang dan retakan, namun akurasi masih perlu ditingkatkan. Nilai mAP yang diperoleh mencapai 11.375%, yang menunjukkan adanya peningkatan dibandingkan model awal dengan mAP sebesar 2.6%. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan jumlah dan kualitas dataset serta jumlah iterasi pelatihan yang masih rendah. Penambahan dataset yang lebih representatif serta pelatihan dengan konfigurasi yang lebih baik menggunakan hardware yang lebih mumpuni terbukti dapat meningkatkan performa model, terutama dalam mengklasifikasikan jenis kerusakan minor seperti retak melintang dan ambles. Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil dibangun secara terintegrasi dengan tiga komponen utama, yakni aplikasi mobile untuk teknisi lapangan, *RESTful API* sebagai penghubung, serta website admin. Seluruh komponen telah diuji menggunakan metode *blackbox* dan berfungsi sesuai perancangan. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi proses penilaian kerusakan jalan dengan mempermudah teknisi dalam pengumpulan data dan memungkinkan admin untuk memantau hasil deteksi secara *real-time* melalui *dashboard web*.

Kata kunci: Bina Marga, kerusakan jalan, Mask R-CNN, Flask, React Native, Waterfall, segmentasi citra, deep learning.

ABSTRACT

Bina Marga PUPR Denpasar is responsible for maintaining and improving the quality of roads in the Denpasar area. One of the main challenges is the assessment of road damage, which is still carried out manually, requiring considerable time and often resulting in subjective evaluations. This study aims to develop an automated system based on deep learning using the Mask R-CNN algorithm to efficiently detect and assess the level of asphalt road damage. The system was developed using the Waterfall model, which includes the stages of requirements analysis, system design, implementation, and testing. The backend was built using the Flask framework to serve as the API for inference processes and data management, as well as a web platform for administrators. Meanwhile, React Native was used to develop a mobile application that allows field officers to send road damage images directly to the server. The detection results are then displayed in both the mobile app and the admin dashboard in the form of visual data and summary reports. The test results show that the system is capable of detecting types of road damage such as potholes and cracks; however, its accuracy still needs improvement. The obtained mAP value reached 11.375%, indicating an improvement compared to the initial model which had an mAP of 2.6%. This limitation is mainly due to the insufficient quantity and quality of the dataset, as well as the relatively low number of training iterations. Enhancing the dataset and retraining the model with better configurations and more powerful hardware has proven to improve performance, especially in classifying minor damage types such as transverse cracks and depressions. Based on the system's design, implementation, and testing, it can be concluded that the system was successfully built and integrated with three main components: a mobile application for field technicians, a RESTful API as the connector, and a web-based admin platform. All components were tested using blackbox testing methods and functioned as intended. The system improves the efficiency of road damage assessment by simplifying data collection for field technicians and allowing administrators to monitor detection results in real-time through a web dashboard.

Keywords: *Bina Marga, road damage, Mask R-CNN, Flask, React Native, Waterfall, image segmentation, deep learning.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABLE.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Peniltian Sebelumnya	6
2.2 Landasan Teori	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Objek dan Metode Pengumpulan Data.....	19
3.2 Analisis Kondisi Eksisting	20
3.3 Rancangan Penelitian	21
3.4 Pengujian Penelitian	37
BAB IV	39
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1. Hasil implementasi Sistem	39
4.2. Hasil Pengujian Sistem.....	58
4.3. Analisis Pengujian Sistem	66
BAB V PENUTUP.....	68
5.1. KESIMPULAN	68

5.2. SARAN.....	69
DAFTAR PUSTAKA	70

DAFTAR TABLE

Tabel 3. 1 Kondisi Eksiting Penilaian Kerusakan Jalan	20
Tabel 3. 2 Spesifikasi Usecase Register	27
Tabel 3. 3 Spesifikasi Use Case Login	29
Tabel 3. 4 Spesifikasi Use Case Tambah Jalan.....	30
Tabel 3. 5 Spesifikasi Use Case Deteksi Gambar	32
Tabel 3. 6 Spesifikasi Use Case Form Penilaian Jalan	33
Tabel 3. 7 Spesifikasi Use Case Rekapitulasi Penilaian	34
Tabel 3. 8 Confusion Matrix	37
Tabel 4. 1 Pengujian Blackbox Teting Web	59
Tabel 4. 2 Pengujian Blackbox Testing Web (lanjutan)	60
Tabel 4. 3 Pengujian Blackbox Testing Mobile.....	61
Tabel 4. 4 Pengujian Blackbox testing dengan postman	62
Tabel 4. 5 Evaluasi Model 1	64
Tabel 4. 6 Evaluasi Model 2	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gambar Arsitektur dalam <i>CNN</i>	10
Gambar 2. 2 Model <i>Deep Learning</i>	11
Gambar 2. 3 Teknik <i>RoIAlign</i>	12
Gambar 2. 4 Arsitektur <i>Faster RCNN</i>	12
Gambar 2. 5 Arsitektur <i>Resnet-101</i>	13
Gambar 2. 6 Arsitektur <i>Detectron2</i>	14
Gambar 2. 7 Tahapan <i>Waterfall Model</i>	15
Gambar 3. 1 Arsitektur Sistem.....	23
Gambar 3. 2 Arsitektur Sistem.....	23
Gambar 3. 3 Gambar Flowmap Sistem manual	25
Gambar 3. 4 Rancangan <i>Flowmap</i> sistem baru	26
Gambar 3. 5 <i>Use Case Diagram</i>	27
Gambar 3. 6 Entity Relationship Diagram	35
Gambar 4. 1 Halaman Login Mobile	39
Gambar 4. 2 Halaman Dashboard Petugas	40
Gambar 4. 3 Akses Galeri Petugas	40
Gambar 4. 4 Menampilkan Gambar Pilihan	41
Gambar 4. 5 Form Deteksi Jalan.....	42
Gambar 4. 6 Hasil Deteksi	42
Gambar 4. 7 Perbesar Gambar Deteksi.....	43
Gambar 4. 8 Code <i>__Init__.py</i>	44
Gambar 4. 9 Code <i>Api Login.py</i>	44
Gambar 4. 10 Kode <i>API</i> Daftar Jalan	45
Gambar 4. 11 Kode <i>API Detect</i> Jalan	46
Gambar 4. 12 Halaman Login Admin.....	48
Gambar 4. 13 Halaman Dashboard Admin.....	49
Gambar 4. 14 Halaman Data Jalan	50
Gambar 4. 15 Halaman Tambah Akun	50
Gambar 4. 16 Tahapan pembuatan Model mask R-CNN	51
Gambar 4. 17 Proses Anotasi dengan <i>Labelme</i>	52
Gambar 4. 18 Hasil Anotasi dengan <i>Labelme</i>	53
Gambar 4. 19 Persiapan <i>Library</i> dan <i>Mount Drive</i>	53

Gambar 4. 20 <i>Code</i> Konversi <i>Labeme</i> Ke <i>COCO</i>	54
Gambar 4. 21 Kode Konfigurasi Model	55
Gambar 4. 22 Kode <i>Solver Steps</i> Dan <i>Gamma</i>	56
Gambar 4. 23 Gambar Relasi Database	57
Gambar 4. 24 Gambar <i>Confusion Matrix</i>	63
Gambar 4. 25 Gambar <i>Confusion Matrix</i> Model 2	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bina Marga PUPR Denpasar memiliki tanggung jawab untuk memelihara dan meningkatkan kualitas jalan di wilayah Denpasar. Salah satu fokus penting adalah menentukan tingkat kerusakan jalan secara tepat agar prioritas perbaikan dapat dilakukan dengan efisien. Menurut dinas pekerjaan umum, proses perbaikan jalan melalui tiga tahapan antara lain pencatatan, proses lelang proyek, dan pelaksanaan perbaikan. Dan langkah pertama dari proses perbaikan merupakan salah satu penyebab lamanya proses perbaikan kerusakan jalan. Pada proses pencatatan, setiap kerusakan jalan harus dideteksi dan dicatat, dimana proses ini masih dilakukan secara manual. Proses manual ini digunakan karena adanya keterbatasan infrastruktur digital di daerah yang belum terdigitalisasi, seperti ketiadaan alat pemantauan berbasis sensor seperti *Hawkeye*. Karena proses yang masih konvensional dan manual, tentunya proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama dengan tingkat akurasi yang rendah. Sebagai contoh, untuk pencatatan kerusakan jalan sepanjang 1 kilometer membutuhkan waktu hingga dua minggu.[3]. Pendekatan ini mengakibatkan proses yang kurang efisien karena membutuhkan waktu dan usaha yang lebih besar, yang berpotensi memperlambat pengambilan keputusan perbaikan.

Dimana dalam proses penilaian dengan metode manual umumnya dilakukan setiap 1 tahun sekali dimana konsultan akan melakukan *road condition survey (RCS)* atau survei kondisi jalan yang biasanya dilakukan dengan menggunakan roll meter dan cat pilox untuk menandai dan mengukur daerah yang mengalami kerusakan atau penurunan kondisi. Dalam pengolahan data pada perhitungan *SDI* tahapan pengolahan data dilakukan melalui 2 (dua) tahapan yaitu pengumpulan data mentah (*raw data*) dari alat survei lapangan yang dimana survei tersebut akan dimasukkan ke formulir survei jalan aspal dalam 200m, dan pengelolaan data *SDI* dengan menggunakan program berbasis *spreadsheet (Microsoft Excel)*. [13].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penerapan sistem untuk menentukan tingkat kerusakan jalan dengan algoritma *mask region-based convolutional neural network (Mask R-CNN)* dapat menjadi solusi di Bina Marga PUPR Denpasar.

Algoritma Mask R-CNN sebuah update dari region convolutional neural network (*R-CNN*) dengan memasukan mask untuk memprediksi *branch parallel* dengan label kelas dan *bounding box* untuk mendeteksi kelas dari objek yang dideteksi[4]. Dimana *CNN* umumnya digunakan untuk mendeteksi kelas objek dengan *bounding box* untuk menentukan lokasinya, yang dikenal sebagai *Classification + Localization*. Namun, metode ini memiliki kelemahan ketika terdapat lebih dari satu objek dalam sebuah citra. *Mask R-CNN* hadir untuk mengatasi kelemahan tersebut dengan melakukan *instance segmentation*, yaitu metode yang melabeli setiap piksel dalam citra secara detail. Hal ini memungkinkan *Mask R-CNN* untuk membedakan objek bahkan dalam kelas yang sama, sehingga memberikan hasil yang lebih presisi dibandingkan metode deteksi berbasis *bounding box* saja.

Proses penentuan tingkat kerusakan jalan yang dibantu oleh sistem ini memerlukan teknologi mampu melakukan deteksi objek dan *segmentasi instance* secara presisi. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan algoritma *mask region-based convolutional neural network (Mask R-CNN)* yang dimana model ini tidak hanya mendeteksi lokasi kerusakan tetapi juga menghasilkan *mask* segmen yang memungkinkan pendeteksian luas, bentuk, dan pola kerusakan, yang sangat penting untuk menentukan tingkat keparahannya, seperti baik, kerusakan ringan, sedang, atau berat. Selain itu, *Mask R-CNN* mendukung identifikasi beragam jenis kerusakan, seperti retakan longitudinal, lubang, dan bekas ban, yang dapat dilatih melalui dataset khusus. Data hasil analisisnya, seperti luas atau jumlah kerusakan dapat diintegrasikan ke dalam sistem untuk memprioritaskan tindakan perbaikan jalan, sehingga mendukung pemeliharaan jalan berskala besar dengan kecepatan dan akurasi tinggi.

Sistem ini dapat mengotomatisasi proses deteksi objek kerusakan jalan, seperti retak, lubang, dan bekas ban melalui perangkat mobile dan datanya akan diteruskan melalui website sehingga hasil analisis menjadi lebih cepat, objektif, dan konsisten. Dengan algoritma *Mask R-CNN*, sistem akan mengklasifikasikan dan memberikan tingkat kerusakan jalan sesuai dengan skala penilaian yang ditetapkan oleh Bina Marga PUPR Kota Denpasar yang dapat menentukan prioritas perbaikan dengan lebih objektif dan efisien. Penerapan metode ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pengambilan keputusan terkait perbaikan jalan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa algoritma *Mask R-CNN* mampu memberikan hasil deteksi kerusakan dengan akurasi tinggi namun memerlukan resource dan juga kecepatan yang besar [1]. Dengan sistem ini, proses seleksi dan

analisis tingkat kerusakan jalan di Bina Marga PUPR Kota Denpasar dapat dilakukan dengan lebih baik dibandingkan pengamatan manual, terutama dalam mengatasi ketidakonsistenan akibat faktor manusia yang sering terjadi pada metode manual. Dan juga mengurangi ketergantungan pada pengelolaan data metode manual dengan *Excel*, sehingga dapat membuat pengelolaan data lebih komprehensif untuk pengambilan keputusan nantinya.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dituliskan sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan diantaranya sebagai berikut:

- a. Bagaimana perancangan dan pembangunan sistem untuk penilaian tingkat kerusakan jalan?
- b. Bagaimana proses pelatihan dan evaluasi algoritma *Mask R-CNN* dalam sistem untuk penilaian tingkat kerusakan jalan pada Bina Marga PUPR Kota Denpasar?
- c. Bagaimana akurasi dan efisiensi waktu model sistem dalam menghasilkan penilaian tingkat kerusakan jalan pada Bina Marga PUPR Kota Denpasar?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam sistem untuk menentukan tingkat kerusakan jalan ini dibatasi sebagai berikut:

- a. Sistem ini dibuat untuk ruang lingkup jalan kawasan Kota Denpasar
- b. Penilaian tingkat kerusakan jalan aspal ditentukan sesuai dengan skala penilaian yang ditetapkan Bina Marga PUPR Kota Denpasar
- c. Penelitian ini hanya akan menggunakan algoritma *Mask Region-based Convolutional Neural Network (MASK R-CNN)* sebagai pendekatan utama untuk deteksi kerusakan.
- d. Sistem yang dikembangkan hanya akan mencakup proses deteksi kerusakan berdasarkan data gambar yang sudah ada dan memberikan nilai sesuai dengan skala penilaian yang ditetapkan oleh Bina Marga PUPR Kota Denpasar.
- e. Metode pengambilan data diperoleh menggunakan wawancara dan studi literatur

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

- a. Mengetahui bagaimana perancangan dan pembangunan dari sistem untuk penilaian tingkat kerusakan jalan,
- b. Mengetahui bagaimana penerapan algoritma *Mask R-CNN* dalam sistem untuk penilaian tingkat kerusakan jalan pada Bina Marga PUPR Kota Denpasar
- c. Mengetahui hasil akurasi dan efisiensi waktu dari model sistem untuk penilaian tingkat kerusakan jalan pada Bina Marga PUPR Kota Denpasar

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini ditinjau dari 2 hal antara lain:

- a. Manfaat akademik
 - 1) Penelitian ini menambah referensi tentang penerapan algoritma *Mask R-CNN* dalam deteksi kerusakan infrastruktur, khususnya jalan, yang masih jarang diterapkan di lingkungan pemerintah daerah.
 - 2) Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan atau mengombinasikan algoritma *Mask R-CNN* dengan metode lain untuk peningkatan akurasi atau efisiensi deteksi kerusakan.
- b. Manfaat aplikatif
 - 1) Dengan penerapan sistem berbasis *Mask R-CNN*, proses identifikasi tingkat kerusakan jalan dapat dilakukan secara otomatis, mengurangi ketergantungan pada penilaian manual yang memakan waktu
 - 2) Dengan prioritas perbaikan yang didasarkan pada data akurat, Bina Marga PUPR Denpasar dapat mengalokasikan sumber daya dengan lebih tepat sasaran untuk perbaikan jalan.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini memuat tentang latar belakang, rumusan masalah dan batasan masalah, tujuan, manfaat serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini memuat tentang uraian dari kutipan buku-buku, teori-teori atau bahan Pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan sebagai dasar dan landasan dalam penyelesaian perancangan dan pembangunan sistem serta masalah yang dihadapi.

BAB III: PERANCANGAN SISTEM

Bab ini memuat tentang analisis sistem yang sedang berjalan pada tempat penelitian. Disertai dengan perancangan Flowmap. Entity Relationship Diagram (ERD), Unified Modeling Language Diagram (UML) seperti Use case Diagram, Class Diagram. Activity Diagram, Sequence Diagram, rancangan basis data atau database, serta desain tampilan antarmuka sistem yang merupakan hasil akhir dari penelitian ini.

BAB IV: ANALYSIS DATA DAN PENGUJIAN

Bab ini memuat tentang pengujian sistem yang telah dibangun, disertai hasil pengujian dan pengoprasian sistem yang telah dilaksanakan.

BAB IV: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat tentang uraian mengenai kessimpulan dan saran yang perlu disampaikan mengenai tugas akhir yang telah dilaksanakan.

BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian sistem penilaian kerusakan jalan menggunakan metode *Mask R-CNN* yang terintegrasi antara *backend Flask*, *frontend mobile React Native*, dan sistem web admin, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Sistem berhasil dibangun secara terintegrasi, dengan tiga komponen utama, yaitu: aplikasi mobile untuk teknisi lapangan, *RESTful API* sebagai penghubung, serta website untuk admin. Setiap komponen berhasil diuji melalui metode *blackbox* dan dapat berjalan sesuai fungsinya, mulai dari input data, pemrosesan gambar, hingga penyimpanan dan penampilan hasil deteksi.

Model *Mask R-CNN* dapat digunakan secara efektif untuk mendeteksi jenis kerusakan jalan, seperti retakan memanjang, retak melintang, lubang, amblas, dan sebagainya. Model pertama memberikan hasil awal yang cukup baik, namun masih terdapat kesalahan klasifikasi pada beberapa kelas minor.

Penambahan dataset dan penyesuaian konfigurasi pelatihan pada model kedua terbukti meningkatkan performa model. Berdasarkan confusion matrix, model kedua menunjukkan akurasi prediksi yang lebih baik, terutama pada kelas lubang dan retak melintang. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas dan jumlah data sangat berpengaruh terhadap performa sistem deteksi. Model kedua juga berhasil mencapai nilai mAP sebesar 11.375%, yang lebih tinggi dibandingkan mAP model pertama sebesar 2.6%.

Sistem ini memberikan efisiensi dalam proses penilaian kerusakan jalan, terutama untuk teknisi lapangan yang kini dapat langsung mengirim gambar dan informasi jalan melalui aplikasi mobile tanpa harus mencatat manual di lapangan. Selain itu, hasil deteksi langsung tersimpan dalam database dan dapat dipantau oleh admin melalui website. Secara keseluruhan, waktu rata-rata penilaian kerusakan jalan juga menjadi lebih cepat, yaitu sekitar 10.1 detik per gambar.

5.2. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem ke depannya:

1. Penambahan Data Pelatihan yang Lebih Merata

Disarankan untuk menambah jumlah data pelatihan, khususnya pada kelas kerusakan yang masih memiliki akurasi rendah seperti cacat tepi, retak kulit buaya, dan pelepasan butir. Keseimbangan data antar kelas akan membantu meningkatkan kemampuan model dalam mengenali berbagai jenis kerusakan jalan.

2. Pengembangan Metode Penilaian yang Lebih Komprehensif

Untuk meningkatkan akurasi dalam menentukan tingkat kerusakan jalan, sistem dapat dikembangkan dengan mengadopsi metode penilaian lain seperti *PCI (Pavement Condition Index)* atau *SDI (Surface Distress Index)* yang mempertimbangkan tingkat keparahan dan luas kerusakan.

3. Penambahan Fitur Penentuan Prioritas Perbaikan Jalan

Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur untuk menentukan prioritas perbaikan jalan berdasarkan tingkat kerusakan yang terdeteksi. Hal ini akan membantu pihak terkait dalam pengambilan keputusan yang lebih efektif dan efisien terhadap kondisi jalan.

4. Peningkatan Kualitas Antarmuka dan *User Experience*

Disarankan untuk terus menyempurnakan tampilan dan alur antarmuka aplikasi mobile maupun web, sehingga pengguna (baik teknisi maupun admin) dapat menjalankan tugasnya dengan lebih mudah dan cepat di lapangan maupun di kantor.

5. Pengelolaan Riwayat Deteksi dan Laporan Otomatis

Penambahan fitur seperti riwayat deteksi kerusakan dan pembuatan laporan otomatis secara berkala akan mendukung sistem dokumentasi yang lebih baik dan mempermudah pelaporan ke instansi terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Khairunisa, "ANALISA PERBANDINGAN ALGORITMA CNN DAN YOLO," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, 2024.
- [2] A. W. Mulia, "KLASIFIKASI KERUSAKAN JALAN PADA CITRA JALAN RAYA," *Jurnal Komputer dan Aplikasi*, pp. 11-20, 223.
- [3] A. P. Sanusi, "Klasifikasi Tinggi Badan Menggunakan Metode Mask R-CNN," *Indonesian Journal of Computer Science*, 2023.
- [4] D. Indra, "Implementasi Sistem Penghitung Kendaraan Otomatis Berbasis Computer Vision," *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, pp. 53-62, 2023.
- [5] Sumartha, "Klasifikasi Citra Lubang Pada Permukaan Jalan Beraspal dengan Metode Convolutional Neural Network," *J-COSINE (Journal of Computer Science and Informatics Engineering)*, 2024.
- [6] G. W. Wicaksono, "ResNet101 Model Performance Enhancement in Classifying Rice Diseases with Leaf Images," *Jurnal RESTI*, 2023.
- [7] Muttaqin, Pengantar Sistem Cerdas, Medan: Yayasan Kita Menulis, 2023.
- [8] P. Norvig, Artificial Intelligence A Modern Approach Fourth Edition, London: Pearson Education, 2021.
- [9] F. Chollet, Deep Learning with Python, Second Edition, New York: Manning Publications, 2021.
- [10] Arnita, COMPUTER VISION AN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL, Medan: PUSTAKA AKSARA, 2022.
- [11] A. Obi-Obuoha, "Real-time traffic object detection using detectron 2 with faster R-CNN," *World Journal of Advanced Research and Review*, 2024.
- [12] Levi, "Cara Asyik Bikin Aplikasi Mobile Pake React Native," *codepolitan.com*, 12 Juli 2023. [Online]. Available:

<https://www.codepolitan.com/blog/cara-asyik-bikin-aplikasi-mobile-pake-react-native/>.

- [13] D. A. Anugrah, "ANALISA PENILAIAN KONDISI JALAN RAYA DENGAN METODE SURFACE DISTRESS INDEX (SDI) DAN PRESENT SERVICEABILITY INDEX (PSI) STUDI KASUS: DURI KECAMATAN MANDAU," in *Universitas Islam Riau*, Pekanbaru, 2021.
- [14] R. R. Putri, "Deteksi Pelanggaran pada Bahu Jalan Tol Menggunakan Algoritma Mask R-CNN," *e-Proceeding of Engineering*, 2023.
- [15] D. A. Anugrah, "ANALISA PENILAIAN KONDISI JALAN RAYA DENGAN METODE SURFACE DISTRESS INDEX (SDI) DAN PRESENT SERVICEABILITY INDEX (PSI) STUDI KASUS: DURI KECAMATAN MANDAU," in *Univertaas Islam Riau*, Pekanbaru, 2021.
- [16] I. K. K. M. Putra, "Rancang Bangun Sistem Informasi Outsourcing Berbasis Mobile Menggunakan," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 10, 2024.
- [17] Pengenalan Ms. Visio, Brebes: MITRA KARYA MANDIRI.