

## **TUGAS AKHIR**

### **IMPLEMENTASI DETEKSI OBJEK PADA JALAN RUSAK MENGUNAKAN METODE YOLOv8**



**Oleh :**

**San Gabriel Vanness Kenrick Erwi      2024250019**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN REKAYASA  
UNIVERSITAS MULTI DATA PALEMBANG  
PALEMBANG  
2024**

# Fakultas Ilmu Komputer dan Rekayasa Universitas Multi Data Palembang

---

Program Studi Informatika  
Tugas Akhir Sarjana Komputer  
Semester Genap Tahun 2023/2024

## IMPLEMENTASI DETEKSI OBJEK PADA JALAN RUSAK MENGUNAKAN METODE YOLOv8

San Gabriel Vanness Kenrick Erwi 2024250019

### Abstrak

Jalan merupakan suatu prasarana transportasi yang menghubungkan satu tempat ke tempat lainnya. Jalan juga berpengaruh besar terhadap perkembangan suatu daerah dikarenakan transportasi darat menggunakan jalan sebagai prasarana untuk mengangkut kebutuhan pokok yang dibutuhkan oleh masyarakat seperti sandang dan pangan. Dataset yang digunakan memiliki jumlah sebanyak 26.336 citra yang dibagi menjadi data latih sebesar 80%, data validasi sebesar 10% dan data uji sebesar 10%. Pengembangan perangkat lunak ini dilakukan untuk mendeteksi jenis jalan rusak menggunakan algoritma *YOLOv8*. Hasil dari pengujian yang dilakukan menunjukkan akurasi terbaik yang dihasilkan pada pengujian skenario ketiga dengan menggunakan 100 *epoch* dengan akurasi sebesar 43.98%. Lalu akurasi pengujian terendah dihasilkan pada skenario pertama dengan menggunakan 10 *epoch* dengan akurasi sebesar 22.71%.

**Kata kunci:** Deteksi Objek, Jalan, Jalan Rusak, YOLOv8

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Jalan merupakan suatu prasarana transportasi yang menghubungkan satu tempat ke tempat lainnya. Jalan juga berpengaruh besar terhadap perkembangan suatu daerah dikarenakan transportasi darat menggunakan jalan sebagai prasarana untuk mengangkut kebutuhan pokok yang dibutuhkan oleh masyarakat seperti sandang dan pangan (Utomo & Lestari, 2021). Kondisi jalan yang baik akan memudahkan mobilitas dalam melakukan kegiatan. Sedangkan jika terjadi kerusakan jalan akan berakibat terhalangnya kegiatan yang dapat dilakukan oleh penduduk (Farhan, 2022).

Pada periode 2020 - 2022, terdapat kenaikan dalam panjang jalan yang rusak maupun rusak berat di Sumatera Selatan. Data tersebut mencatat peningkatan rata – rata sebesar 74.82% dalam jumlah panjang jalan rusak di Sumatera Selatan (BPS, 2022). Namun, kenaikan ini tidak hanya mencakup peningkatan jumlah panjang jalan rusak secara umum, tetapi juga memiliki relevansi dengan klasifikasi menurut kondisi jalan rusak. Data peningkatan panjang jalan menurut kondisi jalan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Panjang Jalan Menurut Kondisi Jalan (KM), 2020 -2022

Wilayah	Panjang Jalan Menurut Kondisi Jalan (km)											
	Baik			Sedang			Rusak Ringan			Rusak Berat		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Indonesia	19003,64	16753,92	17684,25	23859,63	26362,7	25616,8	2707,37	2646,43	2556,95	1393,36	1201,72	1105,96
Sumatera Selatan	870,52	1322,02	1609,02	400,64	99,89	222,78	61,40	30,74	56,67	63,71	61,00	225,29

Sumber : (BPS, 2022), (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022)

Pada Tabel 1.1 menunjukkan bahwa pada tahun 2022, ada 1.105,96 km jalan yang mengalami rusak berat di seluruh Indonesia. Lebih spesifik, Provinsi Sumatera Selatan memiliki 225,29 km jalan yang tercatat mengalami rusak berat yang berarti sekitar 20,4% dari jalan yang rusak berat di Indonesia terdapat di Sumatera Selatan pada tahun 2022. Namun semakin banyaknya jalan yang mengalami kerusakan menjadi tantangan dalam pengelolaan yang dilakukan oleh pemerintah. Pengelolaan yang dilakukan masih dilakukan oleh penilik jalan sehingga lamanya proses survei kondisi jalan sebelum dilakukannya penanganan jalan rusak tersebut.

Untuk mendukung pernyataan – pernyataan yang telah dikatakan di atas, penulis melakukan survei wawancara dengan beberapa instansi yang bertanggung jawab langsung dalam perencanaan dan pengelolaan jalan nasional

di beberapa provinsi di Indonesia. Wawancara dilakukan untuk memastikan dan mencari tahu bahwa masalah dan kesulitan dalam melakukan survei kondisi jalan pada instansi sering mengalami kesalahan pelaporan dan memakan waktu yang cukup lama. Pada Direktorat Jendral Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat di Provinsi Jakarta Utara menyatakan bahwa proses survei kondisi jalan yang dilakukan oleh penilik jalan memakan waktu yang lama dikarenakan kurangnya tenaga kerja, ruas jalan yang begitu luas, dan juga faktor keselamatan penilik jalan menjadi kendala pada instansi. Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Sumatera Selatan mengalami hal yang sedikit berbeda dikarenakan pada instansi ini mengalami kesulitan saat melakukan pelaporan kondisi jalan yang dilakukan dua kali dalam setahun dikarenakan terjadinya kesalahan pelaporan. Lalu pada Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Sumatera Barat terdapat perbedaan hasil pelaporan yang dilakukan oleh penilik jalan yang melakukan survei di jalan yang sama sehingga menjadi kendala sehingga survei kondisi jalan akan dilakukan lagi. Kemudian pada Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Aceh mengalami kesulitan dalam pelaporan yang dilakukan oleh manajer ruas dan setiap penilik jalan harus mengumpulkan pelaporan yang didapat dari hasil survei ke kantor sehingga terkadang menjadi kendala dikarenakan waktu yang dibutuhkan cukup lama dan memperlambat proses penanganan kerusakan jalan. Pada Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Bangka Belitung mengalami kurangnya tenaga ahli yang menyebabkan kesulitan dalam

melakukan survei kondisi jalan dengan tenaga kerja yang terbatas sehingga waktu yang dibutuhkan semakin lama.

Penelitian terkait berjudul "Deteksi Sampah pada Real-time Video Menggunakan Metode Faster R-CNN" yang dilakukan oleh (Fadhilur Rahman, 2020). Pada penelitian ini peneliti mengumpulkan dataset secara manual menggunakan objek sampah yang ada di sekitar lokasi penelitian. Penelitian ini mendapatkan hasil akurasi sebesar 74%. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Sahertian & Sanjaya, 2017), yang berjudul "Deteksi Buah Pada Pohon Menggunakan Metode SVM dan Fitur Tekstur". Penelitian ini mengambil dataset yang berasal dari ImageNet terdapat 457 citra latih positif, 970 citra latih negatif, dan 20 citra uji. Penelitian ini berhasil memperoleh akurasi sebesar 76% dan memiliki tingkat kesalahan sebesar 24%. Lalu pada penelitian yang dilakukan oleh (Sri Wisna et al., 2020) membahas mengenai "Deteksi Kendaraan Secara Real Time Menggunakan Metode YOLO Berbasis Android". Dalam pengujian yang dilakukan menggunakan dataset yang berjumlah 200 dan menggunakan 20 epoch yang berarti dilakukannya 4000 step. Penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 83,33%. Penelitian berikutnya yang dilakukan oleh (Budiyanta et al., 2021), yang berjudul "Sistem Deteksi Kemurnian Beras Berbasis Computer Vision dengan Pendekatan Algoritma YOLO". Penelitian ini berfokus pada algoritma deteksi objek batu atau kerikil pada proses produksi beras. Penelitian ini berhasil mendapatkan nilai rata-rata akurasi sebesar 86.11%. Lalu penelitian yang dilakukan oleh (Sanubari & Puriyanto, 2022) membahas mengenai "Deteksi Bola dan Gawang dengan Metode YOLO Menggunakan

Kamera Omnidirectional pada Robot KRSBI-B". Penelitian ini membagi pengujian performa menjadi 2 yaitu pada frame 320 x 320 dan frame 416x416 yang mendapatkan hasil akurasi secara berurutan sebesar 81,8% dan 93,2%.

Oleh karena itu, solusi yang digunakan pada project ini adalah Implementasi Deteksi Objek Pada Jalan Rusak Menggunakan Metode Yolov8 agar instansi dapat menjaga akurasi dan efisiensi dalam melakukan survei kondisi jalan dan pelaporan kondisi jalan dikarenakan jumlah jalan rusak yang meningkat pesat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, rumusan masalah yang dapat ditemukan adalah dibutuhkan suatu sistem perangkat lunak untuk dapat mendeteksi dan mengategorikan berbagai jenis jalan rusak yaitu lubang, retak melintang, retak memanjang, dan retak buaya.

## **1.3 Analisis Terhadap Batasan**

### **1.3.1 Analisis dari Aspek Ekonomis**

Sebelum memulai pengembangan perangkat lunak ini telah dilakukan wawancara terhadap 5 (lima) instansi dan 1 (satu) *software house*. Dengan menjelaskan model yang akan dikembangkan kepada 5 (lima) instansi, didapat beberapa pendapat dari narasumber mengenai range harga yang dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Hasil Survei Aspek Ekonomis

Instansi	Range Harga
Instansi 1 (Direktorat Jendral Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta Utara)	Rp 50.000.000
Instansi 2 (Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Sumatera Selatan)	Rp 40.000.000 – Rp 45.000.000
Instansi 3 (Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Sumatera Barat)	Rp 40.000.000 – Rp 50.000.000
Instansi 4 (Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Aceh)	Rp 50.000.000 – Rp 100.000.000
Instansi 5 (Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Bangka Belitung)	Rp 30.000.000 – Rp 40.000.000

Berdasarkan survei yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari kelima instansi tersebut, sistem yang akan dibuat memiliki rata-rata jangkauan harga dari Rp. 42.000.000 – Rp 57.000.000. Sedangkan menurut hasil survei kepada *software house* untuk pengembangan perangkat lunak ini dihargai senilai Rp 4.980.000 dapat dilihat pada Tabel 1.3.



*Tabel 1.3 Biaya Pengembangan Aplikasi*

Deskripsi	Harga
System Analysis	Rp 130.000
Wireframe & User Flow	Rp 190.000
UI/ UX Design	Rp 330.000
Fronted Development	Rp 1.760.000
Backend Development	Rp 1.950.000
Server Configuration & Optimizing	Rp 290.000
UAT & Debugging	Rp 330.000
Admin Training & Deployment	Free
Detail Tutorial	Free
Domain .com dan Hosting (1 Tahun)	Rp 4.300.000
System Maintenance (1 Tahun)	Free
Total	Rp 9.280.000

### 1.3.2 Analisis dari Aspek Manufakturabilitas

*Tabel 1.4 Analisis Aspek Manufakturabilitas*

Aspek	Organisasi 1	Organisasi 2	Organisasi 3	Organisasi 4	Organisasi 5
Keakuratan deteksi Kategori	OK	OK	OK	OK	OK

Jenis Jalan Rusak (4 Minggu)					
Dapat digunakan pencahayaannya yang normal (4 Minggu)	OK	OK	OK	OK	OK
Kemudahan pengoperasian (4 Minggu)	OK	OK	OK	OK	OK
Total = 12 Minggu					

Berdasarkan Tabel 1.4, dapat disimpulkan bahwa proses pengembangan perangkat lunak dalam jangka waktu 12 (dua belas) minggu dapat diterima oleh pengguna.

### 1.3.3 Analisis dari Aspek Sustainability

Tabel 1.5 Analisis Aspek Sustainability

#### 1.4 Analisis Terhadap Karakteristik Solusi

Beberapa masalah pada perusahaan konstruksi telah diselesaikan dalam

Aspek	Organisasi 1	Organisasi 2	Organisasi 3	Organisasi 4	Organisasi 5
Perangkat lunak dapat mendeteksi kategori jenis jalan rusak (1s)	OK	OK	OK	OK	OK

berbagai macam solusi, seperti ditunjukkan oleh Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Analisis Karakteristik Solusi

No.	Masalah	Fungsi
1.	Sering mengalami kesalahan pelaporan jenis jalan rusak dikarenakan penilik jalan yang memiliki hasil laporan yang berbeda.	Perangkat lunak mampu mendeteksi jenis jalan rusak sekaligus.

2.	Lamanya waktu dalam melakukan survei kondisi jalan dikarenakan kurangnya tenaga kerja dan tenaga ahli.	Perangkat lunak dapat memproses mendeteksi jalan rusak secara real-time
----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

### 1.5 Pemilihan Solusi

Penelitian oleh (Santoso, 2015) membahas mengenai Deteksi Boraks Pada Bakso Berbasis Image Dengan Menggunakan Gaussian Classifier yang bertujuan untuk membedakan bakso yang mengandung boraks dan yang tidak mengandung boraks. Dengan mengubah dataset menjadi grayscale didapatkan hasil training yang menunjukkan ada 4 fungsi diskriminan untuk mendeteksi boraks pada bakso. Hasil penelitian dari 70 sampel didapat akurasi sebesar 71,4286%. Penelitian yang dilakukan oleh (Swastika et al., 2019) membahas mengenai Monitoring Ruangan Untuk Deteksi Manusia Berbasis CNN Dengan Fitur Push Notification yang bertujuan untuk melakukan deteksi pergerakan manusia. Dengan dataset yang diambil dari <http://mmlab.ie.cuhk.edu.hk> yang berisikan 1604 gambar portrait dimana ukuran panjang citra lebih kecil dibandingkan lebarnya. Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan akurasi sebesar 71%. Penelitian oleh (Astuti et al., 2022) membahas mengenai Deteksi Objek Daun Semanggi Secara Real Time Menggunakan CNN-Single Shot Multibox Detector (SSD). Pada penelitian ini menggunakan dataset berjumlah 180 citra dengan 3 rasio yaitu 60:40, 70:30, dan

80:20 untuk data train dan data test. Hasil akurasi tertinggi yang dihasilkan adalah pada rasio 80:20 dengan akurasi sebesar 86,6%. Penelitian oleh (Puspaningrum & Maulana, 2020) membahas mengenai Penerapan Metode SVM Untuk Deteksi Manusia Secara Realtime. Pada penelitian ini didapatkan hasil akurasi untuk penggunaan algoritma SVM dan HOG yaitu 74,2% Penelitian oleh (Rahma et al., 2021) membahas mengenai Objek Deteksi Makanan Khas Palembang Menggunakan Algoritma YOLO (You Only Look Once). Pada penelitian ini menggunakan dataset berupa makanan khas Palembang dan mendapatkan hasil rata-rata akurasi sebesar 96%.

Solusi pendekatan pertama yang dipilih adalah metode SVM dan HOG. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Puspaningrum & Maulana, 2020) membahas mengenai Penerapan Metode SVM Untuk Deteksi Manusia Secara Realtime. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma SVM dan HOG berhasil mencapai akurasi sebesar 74,2%. Solusi pendekatan kedua yaitu metode CNN-Single Shot Multibox Detector(SSD). Dalam penelitian oleh (Astuti et al., 2022) membahas mengenai Deteksi Objek Daun Semanggi Secara Real Time Menggunakan CNN-Single Shot Multibox Detector (SSD). Metode SSD mampu memberikan hasil dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Metode SSD menggunakan metode Non-Maximum Suppression. Terbukti dengan menggunakan metode SSD didapatkan akurasi yang tinggi sebesar 86,6%. Solusi pendekatan ketiga yaitu metode YOLO (*You Only Look Once*). Dalam penelitian oleh (Rahma et al., 2021) membahas mengenai Objek Deteksi Makanan Khas Palembang Menggunakan Algoritma YOLO (*You Only Look Once*). YOLO dipilih karena

mampu menghasilkan kinerja yang sangat baik dalam mendeteksi objek pada makanan khas Palembang dengan akurasi mencapai 96%, Selain itu, YOLO dapat melakukan pendeteksian sebuah objek secara *real-time*. Sistem pendeteksian yang dilakukan dengan menggunakan *repurpose classifier* atau *localizer* dalam melakukan deteksi.

Pemilihan metode dilakukan berdasarkan batasan masalah dan memilih alternatif solusi yang dijelaskan pada subbab ini. Sistem pendeteksi jalan rusak berdasarkan jenis jalan rusak membutuhkan suatu sistem yang dapat digunakan secara *real-time* dan dapat memberikan kinerja yang canggih dengan pendekatan yang mudah dalam implementasi algoritma kecerdasan buatan serta nilai akurasi yang tinggi. Maka solusi yang tepat yaitu dengan menggunakan metode *YOLO*. Metode *YOLO* merupakan metode yang cepat dan akurat pada pendeteksian objek yang melebihi metode atau algoritma lainnya, akurasi tinggi, serta kemudahan dalam penggunaannya.

### **1.6 Skenario Pemanfaatan Produk oleh Pengguna**

Perangkat lunak yang dibuat merupakan sistem untuk mendeteksi jalan rusak berdasarkan jenis jalan rusak. Sistem akan digunakan melalui laptop atau komputer. Sistem dilakukan dengan cara menginput foto, video, atau secara *real-time* menggunakan kamera, maka hasil deteksi akan ada di bagian output.

### **1.7 Tujuan**

Tujuan dari perancangan produk pada project ini adalah merancang sistem yang mampu mendeteksi jalan rusak berdasarkan jenis jalan rusak secara langsung

maupun melalui video atau foto sehingga sistem dapat digunakan secara langsung menggunakan kamera ataupun dilakukan input video atau foto.



## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, I., Ariestya, W. W., & Solehudin, B. (2022). Deteksi Objek Daun Semanggi Secara Real Time Menggunakan CNN-Single Shot Multibox Detector (SSD). *Jurnal Ilmiah FIFO*, 14(1), 47. <https://doi.org/10.22441/fifo.2022.v14i1.005>
- BPS. (2022). *Panjang Jalan Menurut Kondisi Jalan (km), 2020-2022*.
- Budiyanta, N. E., Mulyadi, M., & Tanudjaja, H. (2021). Sistem Deteksi Kemurnian Beras berbasis Computer Vision dengan Pendekatan Algoritma YOLO.
- Fadhilur Rahman, M. (2020). Deteksi Sampah pada Real-time Video Menggunakan Metode Faster R-CNN. In *Applied Technology and Computing Science Journal* (Vol. 3, Issue 2).
- Farhan, M. (2022). Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus : Ruas Jalan Lintas Pantai Timur Sumatera). In *Ilmuteknik.org* (Vol. 2, Issue 2).
- Fuady, S., Nehru, N., & Anggraeni, G. (2020). Deteksi Objek Menggunakan Metode Single Shot Multibox Detector Pada Alat Bantu Tongkat Tunanetra Berbasis Kamera. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, 3(2), 39. <https://doi.org/10.33087/jepca.v3i2.38>
- Kang, X., Zhang, H., Jiang, G., Chen, H., Meng, X., & Yoshihira, K. (2018). Measurement, Modeling, and Analysis of Internet Video Sharing Site Workload: A Case Study.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2022). *Kondisi Permukaan Jalan Nasional*.
- Kritiawan, Diamanta, D., Atmaja, T., Widjaja, A. (2020). *Deteksi Buah Menggunakan Supervised Learning dan Ekstraksi Fitur untuk Pemeriksa Harga*.
- Minarno, A. E., Munarko, Y., Kurniawanrdhani, A., & Bimantoro, F. (2014). *Texture Feature Extraction Using Co-Occurrence Matrices of Sub-Band Image For Batik Image Classification*.
- Mulyana, D. I., & Zikri, M. (2022). Optimasi Mendeteksi Klasifikasi Citra Digital Logo Mobil Indonesia Dengan Metode Single Shot Multibox Detector. *Explore: Jurnal Sistem Informasi Dan Telematika*, 13(2), 88. <https://doi.org/10.36448/jsit.v13i2.2660>



- Muslimah, E., Djunaedi, M., & Obor, G. N.(2012). Aspek Pencahayaan Dalam Pekerjaan Pemeriksaan Visual.
- Nafis Alfarizi, D., Agung Pangestu, R., Aditya, D., Adi Setiawan, M., & Rosyani, P. (2023). Penggunaan Metode YOLO Pada Deteksi Objek: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis. In *Jurnal Artificial Inteligent dan Sistem Penunjang Keputusan* (Vol. 1, Issue 1). <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/aidanspk>
- Pestana, D., Miranda, P. R., Lopes, J. D., Duarte, R. P., Vestias, M. P., Neto, H. C., & De Sousa, J. T. (2021). *A Full Featured Configurable Accelerator for Object Detection with YOLO*.
- Pramestya, R. H. (2018). *Deteksi Dan Klasifikasi Kerusakan Jalan Aspal Menggunakan Metode YOLO Berbasis Citra Digital*.
- Puspaningrum, E. Y., & Maulana, H. (2020). *Penerapan Metode SVM Untuk Deteksi Manusia Secara Realtime*.
- Putra, A. I. A., Firnanda, Firdaus, J. A., Achmad, N., Bachtiar, F. A., & Yudistira, N. (2021). *Pengaruh Resolusi Video Terhadap Akurasi Menggunakan Algoritma YOLOv4 Dalam Deteksi Citra Objek Pada CCTV*.
- Putra, A. P., Andriyanto, F., Dewi Muji Harti, T., & Puspitasari, W. (2020). *PENGUJIAN APLIKASI POINT OF SALE BERBASIS WEB MENGGUNAKAN BLACK BOX TESTING*.
- Rahma, L., Syaputra, H., Mirza, A. H., & Purnamasari, S. D. (2021). Objek Deteksi Makanan Khas Palembang Menggunakan Algoritma YOLO (You Only Look Once). In *Jurnal Nasional Ilmu Komputer* (Vol. 2, Issue 3).
- Sahertian, J., & Sanjaya, A. (2017). *DETEKSI BUAH PADA POHON MENGGUNAKAN METODE SVM DAN FITUR TEKSTUR*.
- Santoso, I. B. (2015). *DETEKSI BORAKS PADA BAKSO BERBASIS IMAGE DENGAN MENGGUNAKAN GAUSSIAN CLASSIFIER*
- Sanubari, F. F., & Puriyanto R. (2022). *DETEKSI BOLA DAN GAWANG DENGAN METODE YOLO MENGGUNAKAN KAMERA OMNIDIRECTIONAL PADA ROBOT KRSBI-B*.
- Shianto, K. A., Gunadi, K., Setyati, E. (2019). *Deteksi Jenis Mobil Menggunakan Metode YOLO Dan Faster R-CNN*.

- Sri Wisna, J. H., Matulatan, T., Hayaty, N., Informatika, J., Teknik, F., Maritim Raja Ali Haji Jl Politeknik Senggarang, U., & Author, C. (2020). *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan*. 09(01), 8–14.
- Swastika, W., Nur, A. W., & Kelana, O. H. (2019). Monitoring Ruangan Untuk Deteksi Manusia Berbasis CNN Dengan Fitur Push Notification. *Teknika*, 8(2), 92–96. <https://doi.org/10.34148/teknika.v8i2.166>
- Utomo, A. N., & Lestari, N. (2021). *APLIKASI DETEKSI KERUSAKAN JALAN RAYA MENGGUNAKAN ALGORITMA K-NN (K-NEAREST NEIGHBOUR) ROAD DETECTION APPLICATION USING K-NN ALGORITHM (K-NEAREST NEIGHBOUR)*. 10(1).