



**MODEL JARINGAN DEEP LEARNING DALAM *ROAD DAMAGE  
DETECTION (RDD)* BERBASIS ARTIFICIAL INTELEGENCE  
MENGUNAKAN CITRA PEMANDANGAN JALAN PERKOTAAN**

**SEMINAR BIDANG KAJIAN**

**DYNA PRASETYA RIANI**

**99222004**

PROGRAM DOKTOR TEKNOLOGI INFORMASI

UNIVERSITAS GUNADARMA

Desember, 2023

## DAFTAR ISI

	Halaman
1 PENDAHULUAN .....	3
1.1 Latar Belakang .....	3
1.2 Batasan dan Tujuan .....	6
1.3 Kontribusi .....	7
2 TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Road Damage Detection .....	8
2.2 Artificial Intelligence (AI).....	8
2.3 Model YOLOv5 .....	10
2.4 Klasifikasi Kerusakan Jalan.....	12
2.5 Perbandingan Tinjauan.....	13
3 METODE PENELITIAN .....	18
3.1 Motivasi .....	18
3.2 Framework Riset.....	19
3.3 Pendekatan .....	20
DAFTAR PUSTAKA .....	20

# **1 PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara besar dengan tingkat pertumbuhan kendaraan yang sangat tinggi namun tidak sejalan dengan perkembangan pembangunan jalan yang memadai, sehingga banyak kendaraan dan jalan yang rusak dan menyebabkan kemacetan hingga kecelakaan lalu lintas yang bahkan dapat menghilangkan nyawa seseorang. Selain itu, banyaknya kerusakan aksesibilitas wilayah untuk mobilitas kendaraan merupakan salah satu faktor yang merugikan dalam kegiatan perekonomian suatu negara. Analisis tingkat kerusakan jalan menjadi hal yang diperlukan untuk mengatur strategi pemeliharaan jalan terkait dengan terbatasnya sumber daya dan biaya pemeliharaan. Evaluasi perkerasan jalan yang seharusnya dilakukan secara teratur terkadang terhambat kendala akan biaya besar dan waktu yang tidak sedikit, sehingga diperlukannya suatu cara yang lebih efektif dan efisien dengan menghasilkan data yang lebih akurat.

Metode konvensional terdahulu dilakukan untuk mendeteksi kerusakan perkerasan jalan sangat bergantung terhadap pengalaman staf pemeliharaan jalan yang menggunakan pengukuran lapangan dan sistem inspeksi multi-sensor yang dipasang pada kendaraan untuk mengetahui kondisi perkerasan. Pendekatan ini sangat tidak efektif dan efisien dikarenakan menghambat laju lalu lintas dan akibatnya tidak cocok untuk memantau berbagai permukaan jalan (Pan et al, 2017).

Dengan adanya teknologi AI atau Artificial Intelligence yang berkolaborasi dengan ilmu konstruksi sangat berpengaruh terhadap waktu, biaya, kualitas, dan lingkungan sosial dalam pengembangannya. Banyak implementasi kecerdasan buatan dalam manajemen infrastruktur contohnya visualisasi prediksi kondisi jalan, identifikasi kondisi jalan, dan klasifikasi kendaraan.

Dari segi keilmuan, usulan penelitian ini memberikan kontribusi keilmuan untuk bidang teknik sipil dalam pendataan guna perbaikan jalan yang lebih efektif dan efisien bagi pemerintah terutama pada Direktorat Jenderal Bina Marga dalam menuju PUPR 4.0. Data kondisi jalan yang diperoleh dari survei lapangan di tiap semester menggunakan peralatan konvensional seperti kendaraan survei kondisi

jalan untuk menghasilkan data keluaran berupa IRI (International Roughness Index) dan PCI (Pavement Condition Index) yang masih mengalami keterbatasan dalam metode operating yang tergolong manual (frame per frame) sehingga memerlukan waktu yang cukup lama dalam pengolahan data. Maka daripada itu, penelitian ini diharapkan dapat meminimalisir dengan inovasi dan pemanfaatan teknologi dalam mengurangi segala kekurangan dengan bantuan kecerdasan buatan (Artificial intelligence/AI) dalam mendeteksi kerusakan jalan dengan lebih efisien dan akurat.

Pada dasarnya pendeteksian objek akan bermanfaat untuk mendeteksi objek sebuah gambar berdasarkan warna, bentuk, dan dari dataset yang dikumpulkan (Lin et al. 2020). Terdapat beberapa macam dalam membuat aplikasi pendeteksian objek seperti metode Convolutional Neural Network (CNN), metode SSD, dan metode You Only Look Once (YOLO) (Chakurkar et al. 2023). Terbukti bahwa YOLO menjadi salah satu metode yang jauh lebih cepat dan akurat dalam mendeteksi objek pada gambar atau citra sehingga paling sesuai dengan tujuan penelitian jika diterapkan secara real-time pendeteksian objek. Dalam real-time pendeteksian objek kecepatan sangat penting dalam pendeteksian objek dikarenakan berbeda pada sebuah gambar, pada suatu video dapat mengolah lebih dari 24 frame per second (FPS) atau 24 frame per detik. Jika proses pendeteksian objek terlalu lama maka video yang dihasilkan kurang baik, akan mengalami delay pada setiap frame sehingga video menjadi patah-patah (Ding et al. 2019)

Analisa fungsional dilakukan melalui pemeriksaan kondisi jalan dengan dua cara, mekanikal maupun visual. Secara garis besar kerusakan dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu kerusakan struktural, mencakup kegagalan perkerasan atau kerusakan dari satu atau lebih komponen perkerasan yang mengakibatkan perkerasan tidak dapat lagi menanggung beban lalu lintas; dan kerusakan fungsional yang mengakibatkan keamanan dan kenyamanan pengguna jalan menjadi terganggu sehingga biaya operasi kendaraan semakin meningkat (Sulaksono, 2001)

Masalah yang muncul di dalam menentukan kondisi perkerasan visual bersifat subjektif karena pemahaman mengenai jenis kerusakan jalan dapat berbeda sehingga hasil penilaian menjadi kurang akurat. Melihat kelemahan dari metode penilaian kerusakan jalan secara visual, perlu dibuat suatu algoritma atau metode

untuk mendeteksi dan menentukan jenis kerusakan jalan secara cepat dan tepat berdasarkan citra digital. Langkah awal dari proses algoritma berupa pengambilan gambar dengan jenis kamera digital, sehingga dihasilkan citra digital untuk kemudian diproses dan akan diperoleh jenis kerusakan jalan dari ruas jalan tersebut (Angreni, dkk. 2018).

Penelitian yang pernah dilakukan dalam hal pengolahan citra digital untuk analisis citra maupun kerusakan jalan menggunakan metode yang beragam. Pendeteksian kerusakan jalan dapat dilakukan dengan menggunakan sensor yang dipasang pada transportasi publik (Brewer dan Saif, 2007), mobile sensor network (Eriksson *et al.*, 2008), deteksi kerusakan perkerasan aspal menggunakan neural networks (Saar dan Talvik, 2010), pendeteksian semi-otomatis dengan kamera video dan GPS (Hidayatullah *et al.*, 2012), k-nearest neighbour untuk klasifikasi jenis kerusakan jalan (Angreni *et al.*, 2019).

Menurut (Kavitha and Nivetha 2021) dalam penelitiannya yang berjudul “Pothole and Object Detection for an Autonomous Vehicle Using YOLO” “Mendeteksi lubang di jalan India membantu kendaraan otonom untuk bergerak dengan mulus tanpa terkena lubang. Pada bagian dua dari metode yolo diimplementasikan pada Raspberry pi4 papan komputer tertanam yang populer mengeksplorasi kesesuaian untuk objek yang sedang berjalan.

Menurut (Ruifang, Tianyi, and Feng 2020) dalam penelitiannya yang berjudul “Lightweight face detection network improved based on YOLO target detection algorithm” “Hasil percobaan menunjukkan bahwa model jaringan yang dirancang dalam makalah ini memaksimalkan kecepatan deteksi sambil memastikan bahwa akurasi deteksi adalah kurang lebih tidak berubah. Dibandingkan dengan YOLOV3 tradisional struktur jaringan, efisiensi deteksi sangat meningkat, dan sangat cocok untuk sistem deteksi wajah waktu nyata yang memiliki persyaratan tinggi untuk kecepatan deteksi.

Menurut (Wang, Wang, and Liu 2020) dalam penelitiannya yang berjudul “X-YOLO: A deep learning based toolset with multiple optimization strategies for contraband detection” Untuk mengatasi masalah bahwa Intersection over Union (IoU) tidak dapat menangani dua objek yang tidak tumpang tindih, kami menerapkan

Generalized Intersection over Union (GIoU) sebagai kotak pembatas kerugian. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa X-YOLO mencapai mAP hingga 96,02% dan mengingat hingga 98,55%, melampaui Faster RCNN, SSD, YOLOv1, YOLOv2, Tiny-YOLO, YOLOv3, YOLOv3-tiny, YOLOv3- spp dan YOLOv3 dengan beberapa strategi optimasi.

Majidifard dkk. (2020) menggunakan kumpulan data yang terdiri dari gambar yang diekstraksi dari gambar Google street-view, menerapkan model terintegrasi YOLO dan U-Net untuk mendeteksi kerusakan perkerasan dan membuat indeks kondisi perkerasan untuk mengevaluasi kondisi kerusakan perkerasan. Sedangkan gambar tampilan jalan sebagian besar merupakan gabungan gambar pandangan lebar dan gambar pandangan mata burung, dan gambar tersebut memiliki distorsi dan ketidaksejajaran yang besar, sehingga membatasi penggunaan pendekatan ini.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini akan melakukan pendekatan terbaru untuk menganalisa kerusakan jalan berdasarkan modifikasi model YOLO dan gambar tampilan jalan. Diharapkan dengan menggunakan model jaringan deep learning menggunakan algoritma YOLOV5 dengan citra pemandangan jalan perkotaan dapat berkontribusi dalam pengembangan pengelolaan jalan nasional dengan teknologi AI. Penelitian ini memungkinkan adanya Jaringan yang diusulkan ini memungkinkan pertukaran informasi yang cukup antara lapisan tinggi dan rendah, sehingga meningkatkan perpaduan informasi fitur lemah dari lapisan fitur pada berbagai skala, dan meningkatkan presisi deteksi kerusakan perkerasan. Sampel pelatihan penutup lubang akan ditambahkan dalam kumpulan sampel pelatihan, yang secara efektif akan meningkatkan kemampuan pendeteksian lubang. Gambar pemandangan jalan perkotaan akan digunakan untuk menunjukkan kegunaan jaringan yang diusulkan, sehingga menunjukkan kemudahan dan kepraktisan dari metode yang diusulkan.

## **1.2 Batasan dan Tujuan**

Batasan masalah pada penulisan ini menggunakan beberapa variasi parameter, seperti lokasi penelitian dan jenis alat yang digunakan. Tujuan penulisan

ini adalah untuk mengembangkan perangkat lunak dengan input data berdasarkan foto yang dapat menghasilkan output analisis tingkat kerusakan jalan, serta model yang dapat dikembangkan dalam menunjukkan data kerusakan untuk perencanaan perbaikan jalan yang layak.

### **1.3 Kontribusi**

Dari segi keilmuan, usulan penelitian ini memberikan kontribusi keilmuan untuk bidang teknik sipil dalam pendataan guna perbaikan jalan yang lebih efektif dan efisien bagi pemerintah terutama pada Direktorat Jenderal Bina Marga dalam menuju PUPR 4.0. Data kondisi jalan yang diperoleh dari survei lapangan di tiap semester menggunakan peralatan konvensional seperti kendaraan survei kondisi jalan untuk menghasilkan data keluaran berupa IRI (International Roughness Index) dan PCI (Pavement Condition Index) yang masih mengalami keterbatasan dalam metode operating yang tergolong manual (frame per frame) sehingga memerlukan waktu yang cukup lama dalam pengolahan data. Maka daripada itu, penelitian ini diharapkan dapat meminimalisir dengan inovasi dan pemanfaatan teknologi dalam mengurangi segala kekurangan dengan bantuan kecerdasan buatan (Artificial intelligence/AI) dalam mendeteksi kerusakan jalan dengan lebih efisien dan akurat. Solusi ini diharapkan dapat membantu penyelenggara jalan dan jembatan seperti pemerintah pusat (Kementerian PUPR-DJBM), pemerintah daerah, badan pengusahaan jalan tol (BUJT) dalam mendeteksi kerusakan jalan dengan lebih efisien dan biaya yang lebih rendah daripada metode sebelumnya. Model yang dikembangkan dapat dijadikan acuan untuk pengembangan selanjutnya.

## **2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini merupakan studi literatur tentang materi – materi yang berhubungan dengan proses penelitian.

## **2.1 Road Damage Detection**

Road Damage atau kerusakan jalan sangat mempengaruhi kenyamanan berkendara, mengancam keselamatan berkendara, hingga menyebabkan kecelakaan lalu lintas yang membahayakan nyawa manusia. Direktorat Jenderal Bina Marga secara konvensional menangkap informasi kerusakan jalan menggunakan peralatan manual yang dipasang pada kendaraan, yang dirasa kurang efektif dan efisien dalam mendeteksi kerusakan jalan dengan skala besar. Tampilan jalan hanya dapat diberikan secara berkala oleh perusahaan layanan peta navigasi.

## **2.2 Artificial Intelligence (AI)**

Artificial intelligence atau kecerdasan buatan menjadi salah satu istilah yang terus berkembang dan hadir di kehidupan masyarakat. Rekayasa teknologi yang memungkinkan system komputer, software, yang dibuat dan diprogram untuk dapat berpikir seperti manusia dan meniru Tindakan mereka. Karakteristik AI inilah yang dalam merasionalisasi dan mengambil Tindakan yang memiliki peluang terbaik untuk mencapai tujuan tertentu. Tujuan kecerdasan buatan umumnya digunakan untuk pembelajaran, penalaran, dan lain sebagainya. Beragam industry mulai mencoba menerapkan hal ini terutama pada industri ekonomi, keuangan, kesehatan, hingga pembangunan daerah. Artificial intelligence sendiri dibuat oleh manusia lewat algoritme pemrograman yang kompleks.

Kategori Strong AI akan digunakan dalam menjalankan perintah/ tugas semirip dengan manusia. System ini lebih rumit dan diprogram untuk menangani situasi dimana AI difungsikan untuk menyelesaikan masalah. Perkembangan AI begitu pesat seiring dengan kemajuan dari perangkat keras, algoritma perangkat lunak, dan ketersediaan dataset. AI akan terus dikembangkan dan diterapkan untuk pendekatan deteksi kerusakan jalan baik dengan sistem berbasis kontak, non-kontak, atau berbasis respons dengan peningkatan dan kinerja yang konsisten. Adanya implementasi AI yang terus berkembang dan mengikuti tren,



memanfaatkan AI dalam perkembangan negara tentu menjadi hal yang penting, terutama dalam pemeliharaan infrastruktur.

Teknologi berbasis Artificial Intelligence (AI) menawarkan pendekatan yang lebih canggih untuk deteksi retakan, yang dapat menjalankan berbagai tugas (seperti klasifikasi atau regresi) dengan kinerja luar biasa. Fitur Crack berbasis AI dapat diekstraksi menggunakan rekayasa fitur buatan tangan dengan computer vision dan ekstraksi fitur otomatis dengan pendekatan deep learning—kategori deteksi crack berbasis AI sebagai deteksi crack berbasis computer vision dan deteksi crack berbasis deep learning. Operasi morfologi, algoritme deteksi tepi, mesin vektor pendukung (SVM), dan hutan terstruktur acak (RSF) adalah pendekatan klasik yang digunakan dalam literatur untuk mengekstraksi fitur buatan tangan dari perkerasan aspal/gambar jalan.

Metode ekstraksi fitur retakan berbasis gambar otomatis dapat dibagi menjadi pembelajaran mendalam dan pendekatan tradisional. Sistem konvensional terutama mencakup pendekatan ambang batas, transformasi wavelet, jalur minimum, dll. Metode visual tradisional terutama mengandalkan fitur kerajinan tangan, dengan kemampuan membedakan dalam gambar, seperti cacat skala abu-abu, tekstur, dan bentuk kontur, karena kerumitan jalan, variasi topologi, bentuk dan ukuran yang acak, serta noda oli, noda gulma, dan gangguan signifikan lainnya. Fitur kerajinan tangan cenderung gagal, dan algoritme perlu didesain ulang. Oleh karena itu, metode ekstraksi fitur retakan tradisional memiliki kemampuan generalisasi yang lemah dan efisiensi yang rendah untuk berbagai citra jalan dalam situasi kompleks. Oleh karena itu, kebutuhan penelitian masih aktif karena rendahnya ketahanan dan lingkungan yang berfluktuasi. Pembelajaran mendalam dapat menyelesaikan masalah kompleks secara otomatis dengan bantuan AI. Berbagai metode pendeteksi retakan jalan menggunakan deep learning telah diklasifikasikan menurut keakuratannya:

1. Deteksi retakan tingkat patch – kemungkinan berupa klasifikasi biner atau multi-retak.
2. Tingkat Objek-Kemungkinan merupakan regresi kotak batas.

### 3. Deteksi retakan tingkat piksel - mungkin merupakan tugas segmentasi semantik

Dalam penelitian terbaru, beberapa metode untuk mendeteksi retakan telah diusulkan menggunakan pembelajaran mendalam. Prosesnya mungkin didasarkan pada pendeteksian objek atau segmentasi blok gambar. Proses deteksi retakan berbasis AI terdiri dari empat langkah: pengumpulan data, pra-pemrosesan data, pemodelan kumpulan data, dan klasifikasi retakan.

Yu dkk. (2022) mengusulkan teknik pemrosesan gambar berbantuan pembelajaran mendalam. Pendekatan ini melibatkan penggunaan filter topeng untuk menghilangkan tanda tulisan tangan dan filter rasio untuk menghilangkan noise linier bintang dari gambar masukan. Kegunaan algoritma deep learning adalah mengklasifikasikan citra, mengidentifikasi wilayah yang diminati, kemudian melakukan segmentasi citra menggunakan teknik ambang batas, dan melakukan kuantifikasi retakan menggunakan fitur citra. Metode yang diusulkan bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan deteksi dan kuantifikasi retakan pada jembatan beton.

Studi ini mengusulkan model fusi pembelajaran mendalam yang canggih (Feng et al., 2020) untuk deteksi dan segmentasi retakan perkerasan jalan yang lebih tepat. Prosesnya dimulai dengan penerapan filter median dan bilateral untuk menghilangkan noise, diikuti dengan peningkatan kontras untuk meningkatkan kualitas gambar dengan menyorot informasi retakan. Model fusi menggabungkan jaringan saraf konvolusional dan jaringan yang terhubung sepenuhnya untuk mencapai hasil yang lebih baik. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi deteksi retak perkerasan dan algoritma segmentasi.

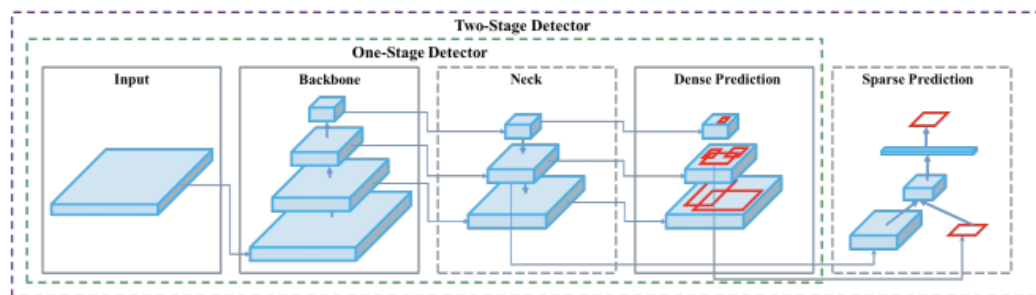
## 2.3 Model YOLOv5

YOLO merupakan model dalam rangkaian model visi komputer You Only Look Once (YOLO) yang digunakan untuk mendeteksi objek. YOLO memiliki berbagai versi dalam perkembangan memproses beberapa gambar dengan masing-masing menawarkan tingkat akurasi dan kecepatan yang semakin tinggi disetiap

keterbaruannya. Algoritma YOLO adalah pendekatan deteksi objek real-time yang memungkinkan untuk mendeteksi objek dalam satu kali pengamatan sekaligus, tanpa perlu proses komputerisasi yang berulang-ulang. YOLOv5 dalam kasus pendeteksian objek melibatkan pembuatan fitur dari gambar masukan. Fitur ini akan dimasukkan melalui sistem prediksi untuk menggambar kotak disekitar objek dan memprediksi klasnya.

Model YOLO adalah pendeteksi objek pertama yang menghubungkan prosedur memprediksi kotak pembatas dengan label kelas dalam jaringan terdiferensiasi ujung ke ujung. Jaringan YOLO terdiri dari tiga bagian utama, yaitu:

1. Backbone merupakan jaringan neural konvolusional yang mengumpulkan dan membentuk fitur gambar pada granulasitas berbeda.
2. Leher merupakan serangkaian lapisan untuk mencampur dan menggabungkan fitur gambar untuk meneruskannya ke prediksi.
3. Kepala menggunakan fitur dari leher dan mengambil langkah prediksi kotak dan kelas.



Gambaran lain dari proses pendeteksian objek

Berdasarkan ketiga bagian utama maka akan ada banyak pendekatan yang didapatkan dilakukan untuk menggabungkan arsitektur berbeda pada setiap komponen utama. Pada prosesnya YOLO dilakukan untuk melatih model dengan berbagai faktor terhadap performa akhir dari sistem pendeteksian objek. Terdapat dua prosedur pelatihan utama, Augmentasi data dan perhitungan kerugian. Augmentasi data dilakukan untuk transformasi pada data pelatihan dasar untuk mengekspos model ke variasi semantik yang lebih luas daripada set pelatihan

secara terpisah. Perhitungan kerugian dilakukan YOLO dengan fungsi kerugian GloU, obj, dan kelas. Fungsi ini dapat dibangun dengan hati-hati untuk memaksimalkan tujuan presisi rata-rata.

YOLO akan meneruskan data pelatihan memulai pemuat data secara online. Pemuat data membuat tiga jenis augmentasi seperti penskalaan, penyesuaian ruang warna, dan augmentasi mosaik. Pemilihan model YOLO akan bergantung akan kebutuhan, kapasitas memori, kecepatan processor, dan juga memori CUDA untuk dilatih. Sebelum memodifikasi apapun, YOLO diwajibkan untuk dilatih terlebih dahulu dengan pengaturan default untuk menetapkan garis dasar kinerja.

## **2.4 Klasifikasi Kerusakan Jalan**

Pada dasarnya kerusakan jalan dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu kerusakan struktural yang mencakup kegagalan perkerasan atau kerusakan dari satu atau lebih komponen perkerasan yang mengakibatkan kerusakan jalan dan kerusakan pada fungsional. Kerusakan dapat menyebabkan keamanan dan kenyamanan pengguna jalan menjadi terganggu sehingga biaya operasi kendaraan semakin meningkat. Deteksi kerusakan dilakukan pada rigid pavement maupun flexible pavement. Jenis kerusakan yang dideteksi minimal terdiri dari 5 bagian, yaitu *Distortion*/ perubahan bentuk, *Cracking*/ retak (retak buaya, retak memanjang, retak melintang), *Disintergration*/ rusak permukaan, *Surface treatment*/ Akibat penggunaan jalan, lubang, penutup lubang, tambalan, dan *Slippery surface*/ permukaan licin. Panjang ruas jalan uji coba dilakukan minimum 5 km.

## 2.5 Perbandingan Tinjauan

Berikut beberapa hasil dari penelitian terdahulu.

Tabel 2.1 Studi Penelitian yang Pernah Dilakukan

No	Nama	Judul	Tujuan Penelitian	Parameter/ Variabel	Metode yang digunakan	Hasil Penelitian
1	Chakurkar, et al 2023	Data-Driven approach for AI-Based Crack detection: techniques, challenges, and future scope	Artikel ini menyoroti kelebihan dan kekurangan setiap pendekatan dan memberikan gambaran umum tentang berbagai model deteksi retakan, teknik ekstraksi fitur, kumpulan data, potensi masalah, dan arah masa depan.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Deep learning</li><li>2. Computer vision</li><li>3. Crack detection</li><li>4. Image processing</li><li>5. segmentation</li></ol>	Deep learning methods	Penelitian menyimpulkan bahwa metode berbasis deep learning digunakan untuk crack klasifikasi, lokalisasi dan segmentasi telah menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan teknik visi komputer tradisional, terutama dalam hal akurasi

2.	Mulyana, D., & Rofik, M. 2022	Implementasi Deteksi Real Time Klasifikasi Jenis Kendaraan Di Indonesia Menggunakan Metode YOLOV5	Pada penelitian ini penulis membuat sistem pendeteksi objek memakai metode YOLOV5 untuk mendeteksi jenis kendaraan di jalan raya.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengolahan citra digital</li> <li>2. Deteksi jenis kendaraan</li> <li>3. YoloV5</li> </ol>	Metode YOLOv5	Pada hasil penelitian menggunakan metode YOLOV5 yang dapat mengenali objek secara konsisten dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi dan memiliki nilai akurasi 90%.
3	Nasution, et al. 2023	Pedestrian Detection System using YOLOv5 for Advanced Driver Assistance System (ADAS)	mengusulkan sistem deteksi untuk mengenali pejalan kaki menggunakan kamera dan komputer mini.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pedestrian detection system</li> <li>2. ADAS</li> <li>3. Intelligent transportation system</li> <li>4. Object detection</li> <li>5. YOLOv5</li> </ol>	YOLOv5	Sistem yang diusulkan ini diimplementasikan menggunakan Raspberry Pi4 dan kamera monokuler dan hanya mampu mendeteksi objek sebanyak 0,9 frame per detik

4	Li, et al, 2023	Automated classification and detection of multiple pavement distress images based on deep learning	To achieve automatic, fast, efficient and high-precision pavement distress classification and detection, road surface distress image classification and detection models based on deep learning are trained.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pavement distress</li> <li>2. Deep learning</li> <li>3. Multi-label classification</li> <li>4. Distress detection</li> <li>5. Single shot multibox detector</li> <li>6. Convolutional neural network</li> </ol>	Deep learning	To locate and quantify the distress areas in the images, the single shot multibox detector (SSD) model is developed, in which the ResNet 50 is used as the base network to extract features. When the intersection over union (IoU) is set to 0,
4	(Saar dan Talvik, 2010)	Automatic Asphalt Pavement Crack Detection and Classification using Neural Networks	Mendeteksi kerusakan jalan aspal dan mengklasifikasinya menggunakan neural network	Citra/Gambar	Neural Network	Tingkat akurasi pendeteksian citra/gambar kerusakan jalan menggunakan NN memiliki tingkat kebenaran 98% dan tingkat keberhasilan klasifikasi kerusakan jalan mencapai 95%. Secara

						umum tingkat akurasi keduanya jika digabungkan mencapai 89,3%
5	(Hidayatullah <i>et al.</i> , 2012)	Pendeteksian Lubang di Jalan Secara Semi-Otomatis		Kontras warna video/citra	Random sample consensus (RANSAC)	Patch lubang yang dibuat oleh aplikasi sudah mengikuti distorsi perspektif. Untuk metode penghitungan luas patch lubang digunakan regresi polinomial orde 2 dengan persentase error rata-rata 7,58%.
7	(Angreni <i>et al.</i> , 2019)	Pengaruh Nilai K pada Metode K-Nearest Neighbor (KNN) Terhadap Tingkat Akurasi Identifikasi Kerusakan Jalan	Tujuan penelitian adalah berapa besar pengaruh nilai k dari metode KNN terhadap tingkat	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kerusakan jalan</li> <li>2. Pengolahan citra</li> <li>3. KNN</li> <li>4. Tingkat akurasi</li> </ol>	Metode KNN	Hasil yang diperoleh yaitu jenis kerusakan jalan yang dapat diidentifikasi meliputi retak dan retak kulit



			akurasi jenis kerusakan retak dan retak kulit buaya			buaya. Ditemukan bahwa dengan uji coba nilai k yang berbeda-beda, yaitu 1, 8, dan 15, menghasilkan tingkat akurasi yang berbeda untuk tiap jenis kerusakan.
--	--	--	---	--	--	---

### **3 METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Motivasi**

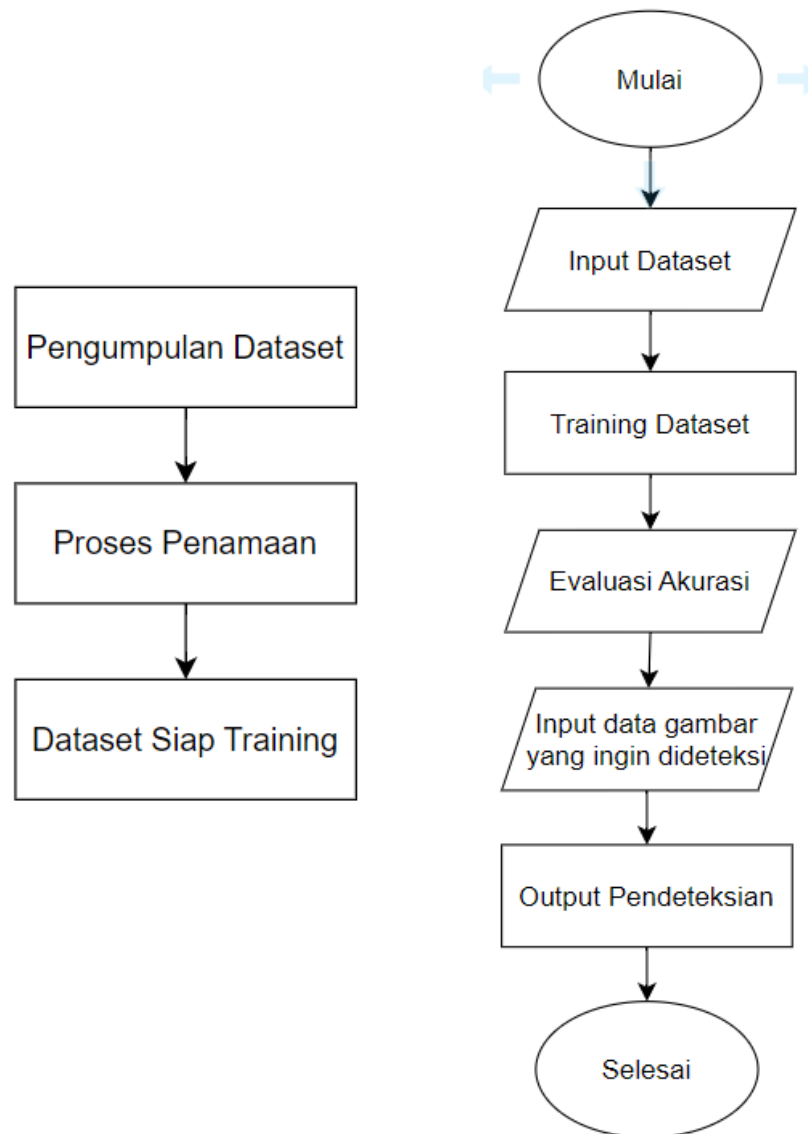
Penelitian ini dilakukan di wilayah jalur non tol dengan objek penelitian ini yaitu kerusakan jalan meliputi berbagai jenis kerusakan dan dimensi kerusakan jalan. Pengambilan data menggunakan Kamera dan menerapkan metode YOLOV5. YOLO merupakan jaringan untuk mendeteksi objek sedangkan YOLOv5 adalah metode versi terbaru yang dikembangkan metode YOLO (TAN et al. 2021). Dalam pendeteksian objek untuk menentukan tempat pada sebuah gambar atau citra pada objek yang hadir dan mengklasifikasikan jenis objeknya. Sebuah gambar atau citra menjadi inputan, kemudian membuat vektor kotak pembatas dan prediksi kelas dalam outputnya (Wei, He, and Lu. 2020)

Dalam penelitian ini peneliti akan menggunakan dataset private yang dikumpulkan secara pribadi. Untuk mempersiapkan dataset dalam proses training peneliti akan memakai data yang didownload dari internet dan dari video yang diambil sendiri dan dalamnya terdapat gambar berbagai jenis kerusakan jalan. Pengumpulan dataset adalah proses pengumpulan data citra berupa gambar atau image yang didapatkan dari google image dan video yang diambil di jalan raya. Proses penamaan atau pelabelan adalah tahap dimana semua gambar diberikan nama atau keterangan. Dalam pemberian nama dilakukan dengan cara membuat nama kelas dan bounding box dan pada setiap objek gambar. Kemudian lakukan perubahan ukuran gambar untuk meningkatkan akurasi metode YOLOv5 dalam pendeteksian. Data set siap training merupakan dataset yang telah selesai tahap sebelumnya dan sudah diberikan keterangan pada setiap citra dan siap digunakan menggunakan metode YOLOv5.

Peneliti akan menentukan parameter penelitian dengan komputer/ CPU Intel®Xeon®Silver 4116, RAM 128 GB, dan 4 Kartu grafis NVIDIA GeForce RTX dan mengolah data hasil survey lapangan berupa data foto menggunakan kamera, LHR (Lalu Lintas Harian Rencana), dan PCI (Pavement Condition Index).

### 3.2 Framework Riset

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan. Mulai dari tahapan pencarian literatur hingga pemodelan dan perhitungan. Hasil pengujian diharapkan dapat memenuhi persyaratan tertentu guna menjawab tujuan dari penelitian ini. Tahapan metode penelitian dalam bentuk diagram alir dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Alir Metode Penelitian

### 3.3 Pendekatan

Penelitian disertasi ini menggunakan pendekatan deskriptif analisis. Metode Deskriptif Analisis merupakan suatu metode penelitian dengan cara mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap suatu objek penelitian yang diteliti melalui sampel atau data yang telah terkumpul dan membuat kesimpulan yang berlaku umum (Sugiyono, 2009). Jenis data yang digunakan merupakan data primer.

## DAFTAR PUSTAKA

Angreni, I. A. *et al.* (2019) “Pengaruh Nilai K Pada Metode K-Nearest Neighbor (Knn) Terhadap Tingkat Akurasi Identifikasi Kerusakan Jalan,” *Rekayasa Sipil*, 7(2), hal. 63. doi: 10.22441/jrs.2018.v07.i2.01.

Brewer, E. dan Saif, U. (2007) “A Public Transport System Based Sensor Network for Road Surface Condition Monitoring,” *University of Colombo School of Computing*.

Chakurkar, P. S. *et al* (2023) “Data-driven approach for AI-based crack detection: techniques, challenges, and future scope,” *Front. Sustain. Cities*, 25 October 2023 Sec. Smart Technologies and Cities. Vol 5. <https://doi.org/10.3389/frsc.2023.1253627> [online: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsc.2023.1253627/full>]

Eriksson, J. *et al.* (2008) “The Pothole Patrol: Using a mobile sensor network for road surface monitoring,” *MobiSys '08 - Proceedings of the 6th International*

Feng, X., Xiao, L., Li, W., Pei, L., Sun, Z., Ma, Z., *et al.* (2020). Pavement crack detection and segmentation method based on improved deep learning fusion model. *Mathematic. Prob. Eng.* 2020, 1–22. doi: 10.1155/2020/8515213

Hidayatullah, P. *et al.* (2012) “Pendeteksian Lubang Di Jalan Secara SemiOtomatis,” *Sigma-Mu*, 4, hal. 41–51.

Rangasamy, K.,

Kavitha, R., and S. Nivetha. 2021. "Pothole and Object Detection for an Autonomous Vehicle Using YOLO." *Proceedings - 5th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems, ICICCS 2021 (Iciccs)*: 1585–89.

Li, Deru. Et al (2023). Automated classification and detection of multiple pavement distress images based on deep learning. *Journal of traffic and transportation engineering*. Vol 10(2) 276-290.

Lin, X., Zhang, J., Wu, D., Meng, E., Liu, M., Li, M., et al. (2023). Intelligent identification of pavement cracks based on PSA-Net. *Front. Environ. Sci.* 11, 17. doi: 10.3389/fenvs.2023.1105467

Majidifard, H., Jin, P., Adu-Gyamfi, Y., et al., 2020a. Pavement image datasets: a new benchmark dataset to classify and densify pavement distresses. *Transportation Research Record* 2674, 328e339.

Mulyana, D. I., Rofik, M. A., 2022. Implementasi Deteksi Real Time Klasifikasi Jenis Kendaraan Di Indonesia Menggunakan Metode YOLOV5. DOI:10.31004/jptam.v6i3.4825.

Nasution, S., M. dan Dirgantara M., F. 2023. Pedestrian Detection System Using YOLOv5 for Advanced Driver Assistance System (ADAS). *Information Technology Articles* Vol.7 No 3. DOI: <https://doi.org/10.29207/resti.v7i3.4884>.

Pan, Y., Zhang, X., Tian, J., Jin, X., Luo, L., Yang, K., 2017. Mapping asphalt pavement aging and condition using multiple endmember spectral mixture analysis in Beijing. China. *J. Appl. Remote Sens.* 11, 016003.

Ruifang, Zhang, Ji Tianyi, and Dong Feng. 2020. "Lightweight Face Detection Network Improved Based on YOLO Target Detection Algorithm." *ACM International Conference Proceeding Series*: 415–20

Saar, T. dan Talvik, O. (2010) "Automatic asphalt pavement crack detection and classification using neural networks," *BEC 2010 - 2010 12th Biennial Baltic Electronics Conference, Proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference*, hal. 345–348. doi: 10.1109/BEC.2010.5630750.

Sugiyono.(2009). Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung : Alfabeta.

Sulaksono, S., 2001, Rekayasa Jalan, ITB, Bandung. T. Saar, O. Talvik, 2010, Automatic asphalt pavement Crack detection and Classification using Neural Network. Biennial Baltic Electronics Conference (BEC)

Wang, Haoyue, Wei Wang, and Yao Liu. 2020. “X-YOLO: A Deep Learning Based Toolset with Multiple Optimization Strategies for Contraband Detection.” ACM International Conference Proceeding Series: 127–32.

Wei, Runchen, Ning He, and Ke Lu. 2020. “YOLO-Mini-Tiger: Amur Tiger Detection.” ICMR 2020 - Proceedings of the 2020 International Conference on Multimedia Retrieval: 517–24.

