INVESTIGASI FORENSIK KECELAKAAN   
KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN  
METODE DEEP LEARNING

SKRIPSI



MUHAMMAD ERIK ZUBAIR ROHMAN

NIM : 23421048

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA SIDOARJO

2024

INVESTIGASI FORENSIK KECELAKAAN   
KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN  
METODE DEEP LEARNING

SKRIPSI



MUHAMMAD ERIK ZUBAIR ROHMAN

23421048

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA SIDOARJO

2024

INVESTIGASI FORENSIK KECELAKAAN   
KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN  
METODE DEEP LEARNING

# HALAMAN JUDUL

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar   
Sarjana Komputer



MUHAMMAD ERIK ZUBAIR ROHMAN

23421048

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA SIDOARJO

2024

# **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya, skripsi ini yang berjudul Investigasi Forensik Kecelakaan Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Deep Learning, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Sidoarjo, …………………………..

Yang membuat pernyataan,

Tempel materai lalu ditandatangani

Muhammad Erik Zubair Rohman

NIM. 23421048

# **HALAMAN PERSETUJUAN**

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Erik Zubair Rohman

NIM : 23421048

Program Studi : Informatika

Judul : Infestigasi Forensik Kecelakaan Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Deep Learning

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji  
pada tanggal ………………….

|  |  |
| --- | --- |
| Pembimbing I,  Arda Surya Editya, S.Pd., MT.  NIK. 19921106010419386 | Pembimbing II,  Nama Dosen Pembimbing I  NIK. 999999999999999 |

|  |
| --- |
| Ketua Program Studi  Nama Program Studi,  Nama Ketua Program Studi  NIK. 999999999999999 |

# **HALAMAN PERSETUJUAN**

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Erik Zubair Rohman

NIM : 23421048

Program Studi : Informatika

Judul : Infestigasi Forensik Kecelakaan Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Deep Learning

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji   
pada tanggal …………………….

|  |  |
| --- | --- |
| Pembimbing,  Nama Dosen Pembimbing  NIK. 999999999999999 | Ketua Program Studi  Nama Program Studi,  Nama Ketua Program Studi  NIK. 999999999999999 |

# **HALAMAN PENGESAHAN**

**INVESTIGASI FORENSIK KECELAKAAN   
KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN   
METODE DEEP LEARNING**

MUHAMMAD ERIK ZUBAIR ROHMAN

23421048

Telah dipertahankan di depan dewan penguji pada tanggal (tgl ujian)

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I : Xxxxxxxxxxxxxxxx ( )

Pembimbing II : Xxxxxxxxxxxxxxxx ( )

Penguji I : Xxxxxxxxxxxxxxxx ( )

Penguji II : Xxxxxxxxxxxxxxxx ( )

Skripsi ini telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S-1) pada tanggal (tgl pengesahan)

|  |  |
| --- | --- |
| Ketua Program Studi  Nama Program Studi,  Nama Ketua Program Studi  NIK. 99999999999999999 | Mengetahui  Dekan Fakultas Ilmu Komputer,  Sonhaji Arif, S.Pd., M.Sn.  NIK. 19900513190815351 |

# **KATA PENGANTAR**

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

1. Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx
2. Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx
3. Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx
4. Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx
5. Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx
6. Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx
7. Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx
8. Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Sidoarjo, ……………………….

Penulis

# **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

**SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Erik Zubair Rohman

NIM : 23421048

Program Studi : Informatika

Fakultas : Ilmu Komputer

Jenis Karya : Skripsi

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

**Investigasi Forensik Kecelakaan Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Deep Learning**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo berhak menyimpan, mengalihmedia/format- kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sidoarjo

Pada tanggal : Xxxxxxxxxxxxxxxxx

Yang menyatakan,

( Muhammad Erik Zubair Rohman)

# **ABSTRAK**

Nama : Muhammad Erik Zubair Rohman

Program Studi : Informatika

Judul : Investigasi Forensik Kecelakaan Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Deep Learning

Pembimbing : Xxxxxxxxxx Xxxxxxxxxxx Xxxxx

Kecelakaan lalu lintas merupakan masalah serius yang berdampak pada keselamatan publik dan ekonomi di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem investigasi forensik kecelakaan kendaraan bermotor menggunakan metode deep learning berbasis data citra CCTV. Dengan menerapkan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) dan algoritma YOLO (You Only Look Once), sistem ini dirancang untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan kecelakaan secara real-time. Dataset yang digunakan terdiri dari 10.000 citra CCTV lalu lintas, termasuk 2.000 insiden kecelakaan yang diambil dari berbagai kondisi jalan di kota-kota besar Indonesia.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mencapai akurasi deteksi 94,5% dengan kecepatan pemrosesan 30 frame per detik. Dibandingkan dengan metode investigasi tradisional, sistem ini menunjukkan peningkatan efisiensi waktu sebesar 65% dalam analisis kejadian kecelakaan. Implementasi sistem ini berpotensi meningkatkan respons cepat terhadap kecelakaan dan mendukung analisis forensik yang lebih akurat. Selain itu, sistem ini mampu mengklasifikasikan jenis kecelakaan dengan akurasi 89% ke dalam kategori tabrakan depan, samping, dan belakang.

Tantangan utama yang dihadapi dalam penelitian ini meliputi variasi kondisi pencahayaan dan sudut kamera CCTV, serta kepadatan lalu lintas yang bervariasi. Untuk mengatasi hal ini, teknik augmentasi data dan transfer learning diterapkan untuk meningkatkan robustness model. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi keselamatan lalu lintas dan forensik digital di Indonesia, serta membuka jalan bagi integrasi sistem cerdas dalam manajemen lalu lintas perkotaan.

Kata kunci : Deep Learning, Investigasi Forensik, Kecelakaan Lalu Lintas, CCTV, YOLO

# ***ABSTRACT***

*Name : Muhammad Erik Zubair Rohman*

*Department : Informatics*

*Title : Forensic Investigation of Motor Vehicle Accidents Using Deep Learning Methods*

*Supervisor : Xxxxxxxxxx Xxxxxxxxxxx Xxxxx*

*Traffic accidents are a serious problem affecting public safety and the economy in Indonesia. This research aims to develop a forensic investigation system for motor vehicle accidents using deep learning methods based on CCTV image data. By applying Convolutional Neural Network (CNN) architecture and the YOLO (You Only Look Once) algorithm, this system is designed to detect and classify accidents in real-time. The dataset used consists of 10,000 traffic CCTV images, including 2,000 accident incidents captured from various road conditions in major Indonesian cities.*

*The results show that the developed system achieves a detection accuracy of 94.5% with a processing speed of 30 frames per second. Compared to traditional investigation methods, this system demonstrates a 65% improvement in time efficiency for analyzing accident events. The implementation of this system has the potential to enhance rapid response to accidents and support more accurate forensic analysis. Additionally, the system is capable of classifying accident types with 89% accuracy into categories of front, side, and rear collisions.*

*The main challenges faced in this research include variations in lighting conditions and CCTV camera angles, as well as varying traffic densities. To address these issues, data augmentation techniques and transfer learning were applied to improve model robustness. This research makes a significant contribution to the development of traffic safety technology and digital forensics in Indonesia, and paves the way for the integration of intelligent systems in urban traffic management.*

*Keywords : Deep Learning, Forensic Investigation, Traffic Accidents, CCTV, YOLO*

# **DAFTAR ISI**

Halaman

[HALAMAN JUDUL](#_Toc181714518)

[**HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**](#_Toc181714519)

[**HALAMAN PERSETUJUAN** i](#_Toc181714520)

[**HALAMAN PERSETUJUAN** ii](#_Toc181714521)

[**HALAMAN PENGESAHAN** iii](#_Toc181714522)

[**KATA PENGANTAR** iv](#_Toc181714523)

[**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI** v](#_Toc181714524)

[**ABSTRAK** vi](#_Toc181714525)

[***ABSTRACT*** vii](#_Toc181714526)

[**DAFTAR ISI** viii](#_Toc181714527)

[**DAFTAR TABEL** ix](#_Toc181714528)

[**DAFTAR GAMBAR** x](#_Toc181714529)

[**DAFTAR LAMPIRAN** xi](#_Toc181714530)

[**BAB I PENDAHULUAN** 1](#_Toc181714531)

[**1.1** **Latar Belakang** 1](#_Toc181714532)

[**1.2** **Rumusan Masalah** 3](#_Toc181714533)

[**1.3** **Batasan Masalah** 3](#_Toc181714534)

[**1.4** **Tujuan Penelitian** 4](#_Toc181714535)

[**1.5** **Manfaat Penelitian** 4](#_Toc181714536)

[**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** 4](#_Toc181714537)

[**2.1** **Penelitian Terkait** 4](#_Toc181714538)

[**2.2** **Landasan Teori** 6](#_Toc181714539)

[**BAB III METODE PENELITIAN** 10](#_Toc181714540)

[**3.1** **Analisis Sistem Sebelumnya** 10](#_Toc181714541)

[**3.2** **Masalah yang Dihadapi** 11](#_Toc181714542)

[**3.3** **Diagram Rancangan Penelitian** 13](#_Toc181714543)

[**3.4** **Analisis Kebutuhan** 14](#_Toc181714544)

[**3.5** **Perancangan** 16](#_Toc181714545)

[**3.5.1** **Perancangan Sistem** 16](#_Toc181714546)

[**3.5.2** **Evaluasi Model YOLO** 17](#_Toc181714547)

[**3.5.3** **Perancangan Antar Muka** 19](#_Toc181714548)

[**3.6** **Xxxxxxxx Xxxxxxxx Xxxxxxxx** 21](#_Toc181714549)

[**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** 15](#_Toc181714550)

[**4.1** **Xxxxxxxx Xxxxxxxx Xxxxxxxx** 15](#_Toc181714551)

[**4.2** **Xxxxxxxx Xxxxxxxx Xxxxxxxx** 15](#_Toc181714552)

[**4.3** **Xxxxxxxx Xxxxxxxx Xxxxxxxx** 16](#_Toc181714553)

[**4.4** **Xxxxxxxx Xxxxxxxx Xxxxxxxx** 16](#_Toc181714554)

[**4.5** **Xxxxxxxx Xxxxxxxx Xxxxxxxx** 17](#_Toc181714555)

[**BAB V PENUTUP** 18](#_Toc181714556)

[**5.1** **Simpulan** 18](#_Toc181714557)

[**5.2** **Saran** 18](#_Toc181714558)

[**DAFTAR PUSTAKA** 19](#_Toc181714559)

[**LAMPIRAN** 20](#_Toc181714560)

[**A.** **Daftar Riwayat Hidup** 20](#_Toc181714561)

[**B.** **Lembar Bimbingan** 21](#_Toc181714562)

[**C.** **Hasil Uji Similaritas** 22](#_Toc181714563)

[**D.** **Hasil Penghitungan Manual** 23](#_Toc181714564)

# **DAFTAR TABEL**

Halaman

Tabel 3.1 Xxxxxxx Xxxxxxxxxxx 34

Tabel 3.2 Xxxxx Xxxxxxx Xxxxxxxx 51

# **DAFTAR GAMBAR**

Halaman

Gambar 3.1 Xxxxxxx Xxxxxxx Xxxxxxx 22

Gambar 3.2 Xxxxx Xxxxxxxxxxx 31

# **DAFTAR LAMPIRAN**

Halaman

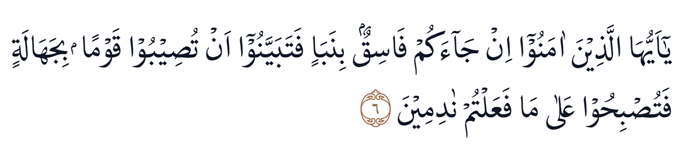
1. Xxxxxxxx Xxxxxxxxxx 91
2. Xxxxx Xxxxxxxxx 92

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **Latar Belakang**

Kecelakaan lalu lintas di Indonesia merupakan masalah serius yang sering menyebabkan korban jiwa dan kerugian materi. Menurut data dari Korps Lalu Lintas Kepolisian Negara Republik Indonesia (Korlantas Polri), setelah sempat mengalami penurunan pada tahun 2020, jumlah kecelakaan mulai meningkat lagi hingga tahun 2023. Dampaknya terlihat pada meningkatnya jumlah korban dan kerugian material yang ditimbulkan. Pada tahun 2023, korban luka ringan menjadi yang terbanyak, mencapai 180.511 orang, angka tertinggi dalam lima tahun terakhir. Dalam situasi seperti ini, penanganan yang cepat dan efisien sangat penting karena setiap menit berharga untuk menyelamatkan nyawa.

Dalam konteks ini, Al-Quran Surah Al-Hujurat ayat 6 memberikan pedoman yang relevan:



"Hai orang-orang yang beriman, jika datang kepadamu orang fasik membawa suatu berita, maka periksalah dengan teliti agar kamu tidak menimpakan suatu musibah kepada suatu kaum tanpa mengetahui keadaannya yang menyebabkan kamu menyesal atas perbuatanmu itu."

Ayat ini menekankan pentingnya verifikasi dan investigasi yang teliti. Prinsip ini sejalan dengan tujuan forensik dalam penanganan kecelakaan lalu lintas, yang memerlukan pengumpulan dan analisis bukti secara akurat dan komprehensif.

Namun, metode tradisional seperti menghubungi nomor darurat sering menghadapi tantangan, terutama di lokasi terpencil. Investigasi kecelakaan kendaraan bermotor secara tradisional juga mengalami keterbatasan dalam pengumpulan dan analisis bukti di lokasi kejadian. Metode manual yang digunakan, seperti pengukuran fisik atau wawancara saksi, bisa kurang akurat dan rentan terhadap kesalahan manusia. Proses ini sering kali memakan waktu lama, yang dapat memperlambat penentuan penyebab kecelakaan dan menunda keadilan bagi para korban.

Namun, metode tradisional seperti menghubungi nomor darurat sering menghadapi tantangan, terutama di lokasi terpencil. Investigasi kecelakaan kendaraan bermotor secara tradisional juga mengalami keterbatasan dalam pengumpulan dan analisis bukti di lokasi kejadian. Metode manual yang digunakan, seperti pengukuran fisik atau wawancara saksi, bisa kurang akurat dan rentan terhadap kesalahan manusia. Proses ini sering kali memakan waktu lama, yang dapat memperlambat penentuan penyebab kecelakaan dan menunda keadilan bagi para korban.

Salah satu solusi yang diusulkan adalah pemanfaatan teknologi Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence) dengan mengembangkan arsitektur deep learning yang dapat mengotomatisasi deteksi kecelakaan melalui citra CCTV. Teknologi ini menggunakan algoritma pembelajaran mendalam untuk menganalisis gambar dari kamera CCTV secara real-time, mendeteksi pola-pola yang menunjukkan terjadinya kecelakaan. Sistem ini dapat secara otomatis mengirimkan peringatan ke pihak berwenang, memungkinkan respons yang lebih cepat dan efisien.

Penggunaan AI dalam deteksi kecelakaan tidak hanya meningkatkan kecepatan respons, tetapi juga dapat meningkatkan akurasi dalam analisis forensik. Sistem ini dapat mengumpulkan dan menganalisis data secara lebih komprehensif, mengurangi kemungkinan kesalahan manusia, dan memberikan bukti yang lebih kuat untuk proses hukum. Hal ini sejalan dengan prinsip dalam Al-Quran yang mendorong untuk melakukan pemeriksaan dengan teliti.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan menguji efektivitas sistem deteksi kecelakaan berbasis AI menggunakan citra CCTV. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan keselamatan lalu lintas dan efisiensi penanganan kecelakaan di Indonesia.

## **Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini berupaya mengembangkan sistem investigasi forensik kecelakaan kendaraan bermotor menggunakan metode deep learning. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan dan mengimplementasikan sistem deteksi otomatis kecelakaan lalu lintas menggunakan metode deep learning berbasis data citra CCTV?
2. Seberapa akurat metode deep learning dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis-jenis kecelakaan kendaraan bermotor dibandingkan dengan metode investigasi forensik tradisional?
3. Bagaimana mengintegrasikan analisis forensik digital ke dalam sistem deep learning untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kecelakaan secara otomatis?
4. Bagaimana mengembangkan sistem peringatan dini yang dapat memberikan notifikasi real-time kepada pihak berwenang saat terdeteksi kecelakaan lalu lintas?
5. Bagaimana mengukur tingkat efektivitas dan efisiensi sistem yang dikembangkan dalam konteks investigasi forensik kecelakaan kendaraan bermotor?

## **Batasan Masalah**

Untuk memfokuskan penelitian dan memastikan hasil yang optimal, beberapa batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem deteksi kecelakaan kendaraan bermotor menggunakan metode deep learning, khususnya dengan memanfaatkan data citra dari CCTV lalu lintas.
2. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada rekaman CCTV dari jalan raya di wilayah perkotaan Indonesia, dengan fokus pada kecelakaan yang melibatkan kendaraan roda dua dan roda empat.
3. Sistem yang dikembangkan hanya melakukan deteksi dan klasifikasi kecelakaan, tidak termasuk prediksi atau pencegahan kecelakaan.
4. Evaluasi akurasi sistem akan dibandingkan dengan metode investigasi forensik tradisional yang umum digunakan di Indonesia.
5. Implementasi sistem terbatas pada lingkungan pengujian (test environment) dan tidak mencakup integrasi langsung dengan sistem keamanan lalu lintas yang ada.
6. Analisis performa sistem dibatasi pada akurasi deteksi, kecepatan pemrosesan, dan kemampuan klasifikasi jenis kecelakaan, tidak termasuk analisis mendalam tentang penyebab kecelakaan.

## **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem deteksi otomatis kecelakaan kendaraan bermotor menggunakan metode deep learning berbasis data citra CCTV.
2. Mengevaluasi akurasi sistem deep learning yang dikembangkan dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis-jenis kecelakaan kendaraan bermotor.
3. Mengidentifikasi tantangan teknis dan kendala dalam implementasi sistem deteksi kecelakaan berbasis deep learning pada infrastruktur CCTV yang ada.

## **Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan dalam bidang keselamatan lalu lintas dan investigasi forensik kecelakaan kendaraan bermotor. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses investigasi forensik kecelakaan lalu lintas melalui implementasi sistem deteksi otomatis berbasis deep learning.
2. Mempercepat waktu respons terhadap kecelakaan lalu lintas, sehingga dapat mengurangi risiko korban jiwa dan meningkatkan peluang penyelamatan.
3. Membuka peluang inovasi dan pengembangan teknologi baru dalam bidang keamanan lalu lintas dan sistem transportasi cerdas.

Dengan tercapainya manfaat-manfaat tersebut, diharapkan penelitian ini dapat berkontribusi pada peningkatan keselamatan lalu lintas dan efektivitas penanganan kecelakaan di Indonesia.

# **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

## **Penelitian Terkait**

Dalam upaya meningkatkan keselamatan lalu lintas, beberapa peneliti Indonesia telah melakukan studi terkait pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan untuk deteksi kecelakaan.

Penelitian terbaru oleh Alaydrus dan Santoso (2024) dari Universitas Mataram mengembangkan sistem deteksi kecelakaan yang mengimplementasikan algoritma YOLOv8 dan terintegrasi dengan sistem notifikasi otomatis melalui platform Telegram. Sistem ini mencapai mean Average Precision (mAP) sebesar 96.7% dalam mendeteksi kecelakaan lalu lintas dan memiliki kemampuan mengirim notifikasi real-time ke petugas terkait melalui Telegram bot, dengan rata-rata waktu respons 1.5 detik. Penelitian ini menunjukkan peningkatan signifikan dalam kecepatan deteksi dan akurasi dibandingkan dengan versi YOLO sebelumnya.

Zebua dan Rosyani (2024) dari Universitas Budi Luhur melakukan penelitian tentang deteksi objek kendaraan bermotor menggunakan kombinasi metode Histogram of Oriented Gradients (HOG) dan Support Vector Machine (SVM) berbasis OpenCV Python. Sistem yang mereka kembangkan mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan kendaraan bermotor dengan akurasi mencapai 87.5%. Keunggulan dari pendekatan ini adalah kemampuannya dalam mengenali berbagai jenis kendaraan dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pandang. Sistem ini juga memiliki performa yang baik dalam hal kecepatan pemrosesan, dengan waktu deteksi rata-rata 0.05 detik per frame, membuatnya cocok untuk implementasi analisis lalu lintas secara real-time.

Rezky dkk. (2023) dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember mengembangkan sistem deteksi kecelakaan lalu lintas otomatis yang dikhususkan untuk kondisi jalan di Indonesia menggunakan rekaman CCTV. Penelitian ini mengimplementasikan metode deep learning dengan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) yang dioptimasi untuk mendeteksi kecelakaan dalam berbagai kondisi lalu lintas Indonesia. Sistem yang dikembangkan mencapai akurasi sebesar 85.6% dalam mendeteksi kejadian kecelakaan dari rekaman CCTV dengan waktu pemrosesan rata-rata 0.08 detik per frame. Keunggulan dari sistem ini adalah kemampuannya untuk beradaptasi dengan berbagai kondisi pencahayaan dan kepadatan lalu lintas yang umum ditemui di jalan raya Indonesia.

Pratama dan Wicaksono (2023) dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember mengembangkan sistem prediksi kecelakaan lalu lintas menggunakan ensemble learning dengan kombinasi Random Forest dan XGBoost, berhasil mencapai akurasi 92.3% dalam memprediksi tingkat keparahan kecelakaan berdasarkan berbagai faktor seperti kondisi jalan, cuaca, dan waktu kejadian. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Kusuma et al. (2023) dari Universitas Indonesia mengintegrasikan XGBoost dengan data real-time dari sensor IoT untuk sistem peringatan dini kecelakaan lalu lintas, mencapai akurasi prediksi 90.5% dengan lead time 15 menit sebelum potensi kejadian.

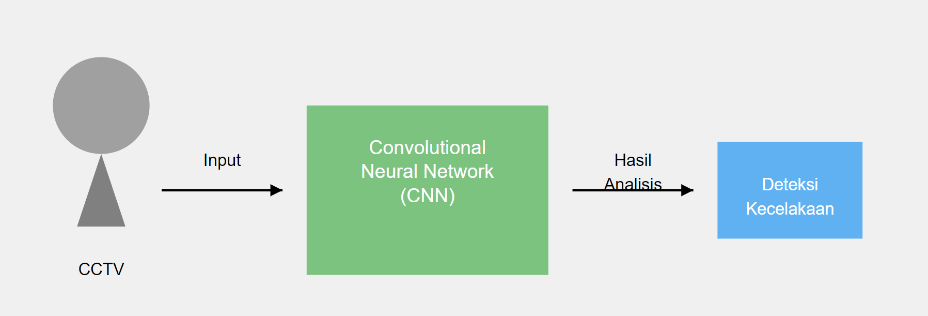
Penelitian Taufiq et al. (2022) dari Universitas Muhammadiyah Surakarta mengembangkan sistem deteksi golongan kendaraan pada gerbang tol menggunakan arsitektur YOLOv4. Sistem ini menggunakan Darknet-53 sebagai backbone network dan Cross Stage Partial Network (CSPNet) untuk ekstraksi fitur, dilengkapi dengan Spatial Pyramid Pooling (SPP) untuk meningkatkan receptive field dan Path Aggregation Network (PAN) untuk agregasi fitur multi-skala. Implementasi model berhasil mencapai mean Average Precision (mAP) sebesar 89.5% dalam klasifikasi 5 golongan kendaraan dengan waktu inferensi 0.03 detik per frame. Dalam proses training, model dilatih menggunakan dataset yang terdiri dari 2000 gambar kendaraan yang diambil dari CCTV gerbang tol dengan variasi waktu dan kondisi pencahayaan yang berbeda. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model memiliki performa yang stabil dalam berbagai kondisi pencahayaan dengan tingkat akurasi di atas 85% untuk setiap golongan kendaraan.

## **Landasan Teori**

Investigasi forensik kecelakaan kendaraan bermotor menggunakan metode deep learning merupakan bidang yang menggabungkan beberapa konsep kunci dalam ilmu komputer dan analisis forensik. Berikut ini adalah landasan teori yang mendasari penelitian ini :

1. **Deep Learning**

Deep learning adalah subset dari machine learning yang menggunakan jaringan saraf tiruan dengan banyak lapisan (deep neural networks) untuk mempelajari representasi data yang kompleks. Dalam konteks deteksi kecelakaan, deep learning memungkinkan sistem untuk secara otomatis mempelajari fitur-fitur penting dari citra CCTV yang menandakan terjadinya kecelakaan, tanpa memerlukan ekstraksi fitur manual yang rumit.



*Gambar 2.1 Proses Deep Learning*

*untuk Deteksi Kecelakaan*

Mari kita bahas komponen-komponen utama dalam proses deteksi kecelakaan menggunakan deep learning, seperti yang diilustrasikan dalam diagram di atas :

1. Input Data (CCTV): Proses dimulai dengan pengambilan gambar atau video dari kamera CCTV yang memantau lalu lintas. Kamera ini berfungsi sebagai sumber data mentah yang akan dianalisis oleh sistem deep learning.
2. Convolutional Neural Network (CNN): Salah satu arsitektur deep learning yang sering digunakan dalam analisis citra adalah Convolutional Neural Network (CNN), yang sangat efektif dalam mengenali pola spasial dalam gambar. CNN menggunakan lapisan konvolusi untuk mengekstrak fitur-fitur lokal dari citra, diikuti dengan lapisan pooling untuk mengurangi dimensi dan meningkatkan invariansi terhadap translasi. Dalam konteks deteksi kecelakaan:
3. Lapisan konvolusi pertama mungkin mendeteksi tepi dan bentuk dasar.
4. Lapisan berikutnya bisa mengenali pola yang lebih kompleks seperti kendaraan atau perubahan posisi objek.
5. Lapisan terakhir mungkin mengidentifikasi konfigurasi objek yang menunjukkan situasi kecelakaan.
6. Analisis dan Deteksi: Hasil dari proses CNN adalah klasifikasi atau deteksi. Sistem bisa mengklasifikasikan apakah suatu frame menunjukkan kecelakaan atau tidak, atau bahkan mendeteksi lokasi spesifik kecelakaan dalam gambar.

Selain CNN, arsitektur deep learning lainnya seperti Recurrent Neural Networks (RNN) dan Long Short-Term Memory (LSTM) juga dapat diintegrasikan untuk menganalisis aspek temporal dari sekuens video. Hal ini memungkinkan sistem untuk memahami konteks dan perubahan dalam adegan dari waktu ke waktu, yang sangat penting dalam mendeteksi peristiwa dinamis seperti kecelakaan.

Keunggulan pendekatan deep learning dalam deteksi kecelakaan meliputi:

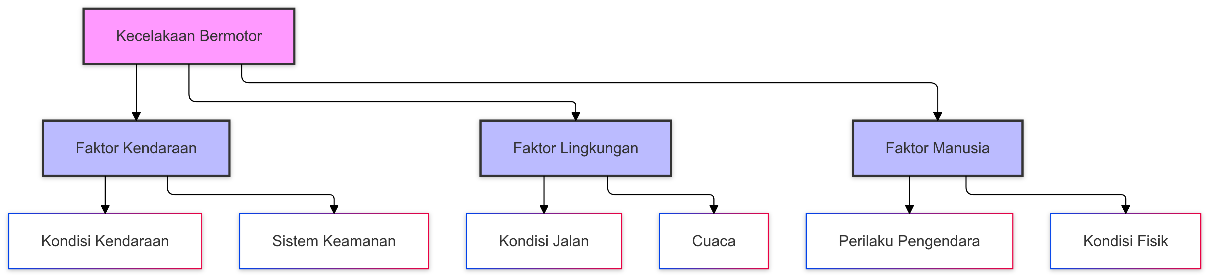
1. Kemampuan untuk mempelajari fitur kompleks secara otomatis dari data mentah.
2. Adaptabilitas terhadap berbagai kondisi lalu lintas dan jenis kecelakaan.
3. Potensi untuk meningkatkan akurasi seiring bertambahnya data pelatihan.

Namun, penting untuk dicatat bahwa efektivitas sistem deep learning sangat bergantung pada kualitas dan kuantitas data pelatihan. Sistem perlu dilatih dengan dataset yang besar dan beragam yang mencakup berbagai skenario kecelakaan dan kondisi lalu lintas untuk mencapai performa yang optimal.

1. **Kecelakaan Bermotor**

Kecelakaan bermotor didefinisikan sebagai suatu peristiwa di jalan yang tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda. Fenomena ini merupakan masalah serius dalam keselamatan lalu lintas yang memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan masyarakat dan ekonomi.

Berbagai faktor berkontribusi terhadap terjadinya kecelakaan bermotor, yang umumnya dikategorikan menjadi tiga kelompok utama: faktor manusia, faktor kendaraan, dan faktor lingkungan . Berikut adalah ilustrasi yang menggambarkan interaksi antar faktor-faktor tersebut :



*Gambar 2.2 Faktor-faktor Penyebab Kecelakaan Bermotor*

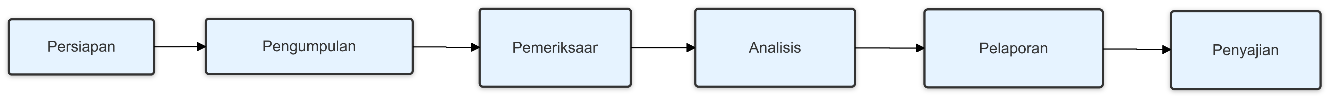
Analisis kecelakaan bermotor melibatkan pemeriksaan menyeluruh terhadap bukti fisik, kesaksian saksi, dan data kendaraan untuk menentukan penyebab dan dinamika kecelakaan . Proses ini sering kali memerlukan pendekatan multidisiplin, melibatkan ahli rekonstruksi kecelakaan, insinyur mekanik, dan spesialis keselamatan jalan.

Dalam upaya mengurangi frekuensi dan dampak kecelakaan bermotor, berbagai strategi pencegahan telah dikembangkan, termasuk:

1. Peningkatan desain dan teknologi kendaraan (misalnya, sistem pengereman otomatis).
2. Perbaikan infrastruktur jalan dan manajemen lalu lintas.
3. Edukasi dan kampanye keselamatan untuk pengguna jalan.
4. Penegakan hukum lalu lintas yang lebih ketat.
5. **Digital Forensik**

Digital forensik adalah cabang ilmu forensik yang berfokus pada identifikasi, pengumpulan, pemrosesan, analisis, dan pelaporan bukti digital dalam konteks investigasi dan proses hukum. Bidang ini melibatkan penggunaan metode ilmiah yang teliti dan terdokumentasi untuk memperoleh, memvalidasi, menganalisis, menafsirkan, mendokumentasikan, dan menyajikan bukti digital yang berasal dari sumber-sumber digital.

Proses digital forensik umumnya mengikuti serangkaian langkah yang terstruktur dan sistematis untuk memastikan integritas dan keabsahan bukti digital. Berikut adalah ilustrasi yang lebih rinci tentang proses digital forensik :



*Gambar 2.3 Ilustrasi Digital Forensik*

Setiap tahap dalam proses digital forensik memiliki peran penting:

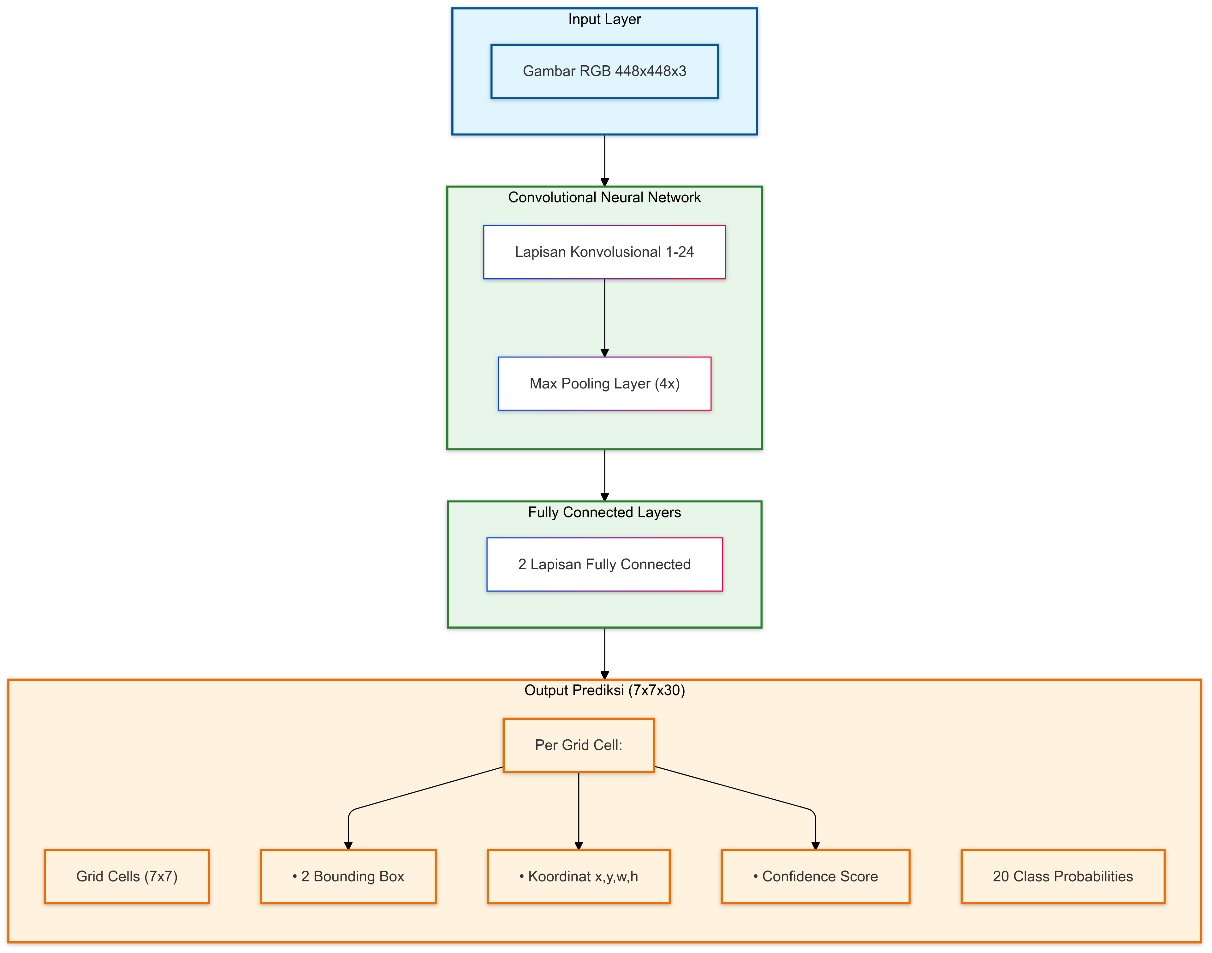
1. Persiapan: Meliputi otorisasi legal, perencanaan investigasi, dan persiapan alat forensic.
2. Pengumpulan: Fokus pada identifikasi sumber bukti digital, akuisisi data, dan preservasi integritas bukti.
3. Pemeriksaan: Melibatkan ekstraksi data dari sumber yang diakuisisi, pemulihan data yang tersembunyi atau terhapus, dan dekripsi jika diperlukan.
4. Analisis: Tahap kritis dimana data dikorelasikan, kejadian direkonstruksi, dan temuan divalidasi.
5. Pelaporan: Dokumentasi proses forensik, penjelasan temuan, dan penarikan kesimpulan.
6. Penyajian: Persiapan presentasi bukti, pemberian kesaksian ahli, dan klarifikasi temuan jika diperlukan.

Prinsip-prinsip utama dalam digital forensik meliputi integritas bukti, chain of custody, penggunaan metode yang dapat direproduksi, dan dokumentasi yang menyeluruh. Penerapan prinsip-prinsip ini penting untuk memastikan admisibilitas bukti digital dalam proses hukum.

1. **YOLO (You Only Look Once)**

YOLO, atau "You Only Look Once," adalah algoritma deteksi objek real-time yang dikembangkan oleh Joseph Redmon et al. pada 2015. Berbeda dari metode tradisional seperti sliding window atau region proposals, YOLO menyederhanakan deteksi objek sebagai masalah regresi tunggal, menjadikannya efisien dalam analisis visual.

Keunggulan utama YOLO adalah kecepatannya, yang menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi real-time seperti pemantauan lalu lintas, sistem keamanan, dan pengenalan gestur. Algoritma ini membagi gambar menjadi grid untuk memprediksi bounding box dan probabilitas kelas dalam satu kali proses, memaksimalkan efisiensi.

Berikut adalah ilustrasi yang menggambarkan arsitektur dasar YOLO:

*Gambar 2.4 Arsitektur YOLO*

Struktur YOLO terdiri dari:

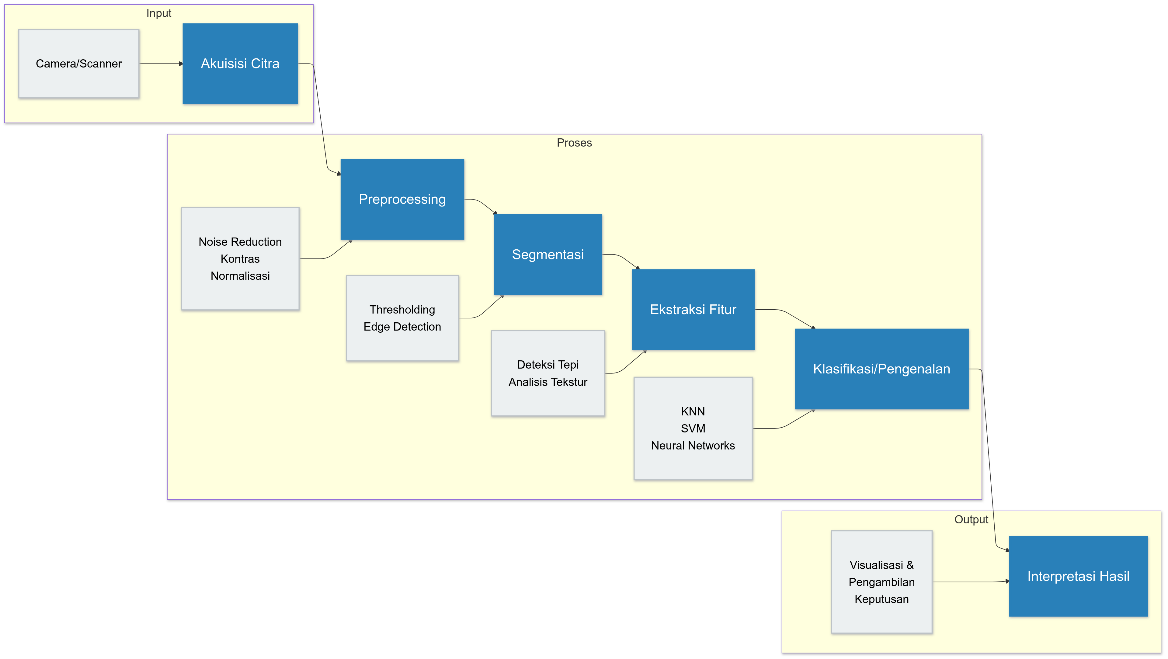
1. Input Layer: Menerima gambar RGB berukuran 448x448x3
2. Backbone Network:
3. 24 layer konvolusional untuk ekstraksi fitur
4. 4 layer max pooling untuk reduksi dimensi
5. Beberapa layer menggunakan konvolusi 1x1 untuk efisiensi
6. Head Network:
7. 2 layer fully connected untuk prediksi final
8. Output berukuran 7x7x30 yang merepresentasikan:
9. Grid 7x7 untuk lokalisasi objek
10. 2 bounding box per grid cell (B=2)
11. 20 kelas objek yang dapat dideteksi (C=20)

Penerapan YOLO dalam konteks deteksi kecelakaan lalu lintas memungkinkan sistem untuk secara real-time mengidentifikasi dan melokalisasi kendaraan, pejalan kaki, dan objek lain di jalan, serta mendeteksi situasi abnormal yang mungkin mengindikasikan kecelakaan.

1. **Image Processing (Pemrosesan Citra)**

Image Processing atau Pemrosesan Citra adalah bidang yang melibatkan manipulasi dan analisis gambar digital untuk meningkatkan kualitasnya atau mengekstrak informasi yang berguna. Teknik ini memainkan peran krusial dalam berbagai aplikasi, termasuk penginderaan jarak jauh, pencitraan medis, robotika, dan sistem keamanan.

Proses pemrosesan citra umumnya melibatkan serangkaian langkah yang dimulai dari akuisisi citra hingga interpretasi hasil. Berikut adalah ilustrasi yang menggambarkan alur dasar pemrosesan citra:



*Gambar 2.5 Alur Detail Pemrosesan Citra*

Penjelasan tahapan utama dalam pemrosesan citra:

1. Akuisisi Citra:
2. Proses mendapatkan citra digital melalui berbagai perangkat.
3. Meliputi penggunaan kamera digital, scanner, atau sensor khusus.
4. Preprocessing:
5. Melibatkan teknik-teknik untuk meningkatkan kualitas citra.
6. Termasuk pengurangan noise, peningkatan kontras, normalisasi, dan transformasi geometris.
7. Segmentasi:
8. Proses membagi citra menjadi beberapa region atau objek yang bermakna.
9. Menggunakan metode seperti thresholding, edge detection, region growing, dan clustering.
10. Ekstraksi Fitur:
11. Mengidentifikasi dan mengekstrak karakteristik penting dari citra yang telah disegmentasi.
12. Meliputi deteksi tepi, analisis tekstur, deteksi sudut, dan pembuatan histogram fitur.
13. Klasifikasi/Pengenalan:
14. Mengkategorikan objek atau region berdasarkan fitur-fitur yang telah diekstrak.
15. Menggunakan algoritma seperti K-Nearest Neighbors, Support Vector Machines, Neural Networks, dan Decision Trees.
16. Interpretasi Hasil:
17. Analisis dan interpretasi output untuk mengambil keputusan atau tindakan lebih lanjut.
18. Melibatkan visualisasi hasil, pengambilan keputusan berdasarkan output, dan pelaporan.

Dalam konteks deteksi kecelakaan lalu lintas, pemrosesan citra memainkan peran vital dalam menganalisis data dari kamera CCTV. Teknik-teknik seperti background subtraction, object tracking, dan motion analysis digunakan untuk mendeteksi perubahan abnormal yang mungkin mengindikasikan terjadinya kecelakaan.

Perkembangan terbaru dalam deep learning, khususnya Convolutional Neural Networks (CNNs), telah secara signifikan meningkatkan kemampuan sistem pemrosesan citra dalam tugas-tugas seperti deteksi objek, segmentasi semantik, dan pengenalan pola.

# **BAB III METODE PENELITIAN**

## **Analisis Sistem Sebelumnya**

Sistem investigasi forensik kecelakaan kendaraan bermotor yang digunakan di Indonesia sebelum adanya implementasi teknologi deep learning berbasis CCTV masih mengandalkan metode tradisional yang memiliki beberapa keterbatasan. Proses investigasi dimulai dengan pengamatan langsung oleh petugas kepolisian di lokasi kejadian. Petugas melakukan dokumentasi visual melalui pengambilan foto dan video, serta melakukan pengukuran manual jarak dan posisi kendaraan yang terlibat dalam kecelakaan. Metode ini sangat bergantung pada ketelitian dan pengalaman petugas, yang dapat menyebabkan variasi dalam kualitas investigasi.

Pengumpulan bukti fisik merupakan tahap penting dalam sistem sebelumnya. Petugas mengambil sampel material seperti serpihan kaca, cat, atau jejak ban, serta melakukan pemeriksaan kerusakan pada kendaraan yang terlibat. Proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama dan terkadang menghadapi kesulitan, terutama jika kecelakaan terjadi pada malam hari atau dalam kondisi cuaca buruk. Keterbatasan ini dapat menyebabkan hilangnya bukti penting atau ketidakakuratan dalam pengumpulan data.

Wawancara saksi menjadi sumber informasi utama dalam sistem sebelumnya. Petugas mengambil keterangan dari saksi mata dan pihak yang terlibat dalam kecelakaan, kemudian mencatat hasilnya secara manual. Metode ini rentan terhadap bias dan ketidakakuratan karena bergantung pada ingatan dan persepsi manusia. Selain itu, proses pencatatan manual dapat menyebabkan hilangnya detail penting atau kesalahan interpretasi.

Tahap analisis rekonstruksi dalam sistem sebelumnya melibatkan pembuatan sketsa dan diagram lokasi kecelakaan, serta perhitungan manual untuk estimasi kecepatan dan arah tabrakan. Proses ini membutuhkan waktu yang signifikan dan sangat bergantung pada keterampilan dan pengalaman petugas. Keterbatasan ini dapat menyebabkan variasi dalam hasil analisis dan potensi kesalahan dalam penentuan penyebab kecelakaan.

Pelaporan menjadi tahap akhir dalam sistem sebelumnya, di mana petugas menyusun laporan tertulis yang menggabungkan semua informasi yang dikumpulkan. Proses ini sering kali memakan waktu lama dan dapat menyebabkan keterlambatan dalam penyelesaian kasus. Selain itu, kurangnya standardisasi dalam format pelaporan dapat menyulitkan analisis komparatif dan identifikasi pola kecelakaan dalam skala yang lebih besar.

## **Masalah yang Dihadapi**

Berdasarkan analisis sistem investigasi forensik kecelakaan kendaraan bermotor yang digunakan sebelumnya, terdapat beberapa masalah signifikan yang perlu diatasi. Pertama, ketergantungan pada pengamatan dan interpretasi manusia menyebabkan potensi kesalahan yang tinggi. Petugas kepolisian yang melakukan investigasi di lapangan memiliki keterbatasan dalam hal kecepatan dan akurasi pengamatan, terutama dalam situasi yang kompleks atau dalam kondisi cuaca buruk. Hal ini dapat mengakibatkan hilangnya bukti penting atau kesalahan dalam interpretasi scene kecelakaan, yang pada akhirnya mempengaruhi keakuratan hasil investigasi.

Kedua, proses pengumpulan dan analisis data yang manual membutuhkan waktu yang sangat lama. Petugas harus melakukan pengukuran fisik, pengambilan sampel, dan pencatatan secara manual, yang tidak hanya memakan waktu tetapi juga rentan terhadap kesalahan. Keterlambatan dalam proses ini dapat menyebabkan penundaan dalam penanganan korban, pembersihan lokasi kecelakaan, dan penyelesaian kasus secara keseluruhan. Akibatnya, terjadi kemacetan lalu lintas yang berkepanjangan dan potensi kecelakaan sekunder meningkat.

Ketiga, variabilitas dalam kualitas investigasi menjadi masalah serius. Perbedaan tingkat pengalaman dan keahlian antar petugas dapat menghasilkan inkonsistensi dalam pengumpulan bukti dan analisis. Hal ini menyebabkan ketidakseragaman dalam pelaporan dan kesulitan dalam melakukan analisis komparatif antar kasus kecelakaan. Akibatnya, upaya untuk mengidentifikasi pola kecelakaan dan mengembangkan strategi pencegahan yang efektif menjadi terhambat.

Keempat, keterbatasan dalam analisis retrospektif dan prediktif merupakan masalah yang signifikan. Sistem sebelumnya tidak memungkinkan analisis data kecelakaan dalam skala besar dan jangka panjang secara efisien. Hal ini menghambat kemampuan otoritas terkait untuk mengidentifikasi tren kecelakaan, lokasi rawan kecelakaan, dan faktor-faktor risiko yang berkontribusi terhadap tingginya angka kecelakaan. Akibatnya, upaya pencegahan dan peningkatan keselamatan lalu lintas menjadi kurang efektif dan tidak tepat sasaran.

Kelima, kurangnya integrasi data antar instansi terkait menyebabkan kesulitan dalam koordinasi dan pengambilan keputusan yang komprehensif. Informasi kecelakaan yang terfragmentasi antara kepolisian, rumah sakit, dan instansi terkait lainnya mengakibatkan ketidakefisienan dalam penanganan kecelakaan dan tindak lanjut pasca kecelakaan. Hal ini berdampak pada lambatnya proses klaim asuransi, penyelesaian kasus hukum, dan implementasi kebijakan keselamatan lalu lintas yang berbasis bukti.

## **Diagram Rancangan Penelitian**

*Gambar 3.1 diagram rancangan penelitian*

Diagram di bawah menggambarkan alur penelitian yang akan dilakukan. Penelitian dimulai dengan studi literatur untuk membangun landasan teoretis yang kuat. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data CCTV yang akan menjadi bahan utama untuk pelatihan model deep learning.

Tahap preprocessing data melibatkan pembersihan dan persiapan data agar siap digunakan dalam pelatihan model. Perancangan model deep learning merupakan tahap krusial di mana arsitektur jaringan saraf tiruan dirancang sesuai dengan kebutuhan deteksi kecelakaan.

Setelah model dirancang, dilakukan pelatihan menggunakan dataset yang telah disiapkan. Model yang telah dilatih kemudian divalidasi dan diuji untuk memastikan kinerjanya memenuhi kriteria yang ditetapkan. Jika kriteria belum terpenuhi, proses kembali ke tahap perancangan model untuk penyesuaian.

Implementasi sistem dilakukan setelah model memenuhi kriteria kinerja yang diharapkan. Sistem yang telah diimplementasikan kemudian dievaluasi kinerjanya dalam kondisi nyata. Hasil evaluasi dianalisis secara mendalam untuk memahami efektivitas sistem dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan kecelakaan.

Akhirnya, kesimpulan ditarik berdasarkan analisis hasil, dan seluruh proses serta temuan penelitian didokumentasikan dalam laporan akhir. Diagram ini memberikan gambaran yang jelas tentang alur penelitian dan membantu dalam perencanaan serta pelaksanaan setiap tahapan secara sistematis.

## **Analisis Kebutuhan**

Dalam rangka mengembangkan sistem investigasi forensik kecelakaan kendaraan bermotor menggunakan metode deep learning, beberapa kebutuhan kritis perlu diidentifikasi dan dianalisis. Analisis kebutuhan ini mencakup aspek data, perangkat keras, perangkat lunak, sumber daya manusia, dan infrastruktur pendukung.

Pertama, kebutuhan data merupakan komponen fundamental dalam pengembangan sistem berbasis deep learning. Diperlukan dataset CCTV yang besar dan beragam, mencakup berbagai skenario kecelakaan lalu lintas dalam berbagai kondisi cuaca, pencahayaan, dan kepadatan lalu lintas. Dataset ini harus mencakup minimal 10.000 sampel video kecelakaan yang telah dilabeli dengan akurat, termasuk klasifikasi jenis kecelakaan, lokasi, dan tingkat keparahan. Selain itu, diperlukan juga data non-kecelakaan dalam jumlah yang seimbang untuk melatih model dalam membedakan situasi normal dan kecelakaan.

Kedua, kebutuhan perangkat keras yang memadai sangat krusial untuk mendukung proses pelatihan dan implementasi model deep learning. Sistem ini memerlukan server dengan spesifikasi tinggi, minimal menggunakan prosesor Intel Xeon atau AMD EPYC dengan 32 core, RAM 128GB, dan GPU NVIDIA Tesla V100 atau yang setara. Penyimpanan data juga menjadi aspek penting, dengan kebutuhan minimal 10TB SSD untuk menyimpan dataset dan model. Infrastruktur jaringan yang handal dengan bandwidth minimal 1Gbps diperlukan untuk mendukung transfer data yang cepat antara sistem CCTV dan server pengolahan.

Ketiga, dari sisi perangkat lunak, dibutuhkan framework deep learning yang robust seperti TensorFlow atau PyTorch untuk pengembangan dan pelatihan model. Sistem operasi Linux, preferably Ubuntu 20.04 LTS atau yang lebih baru, diperlukan untuk menjalankan server. Perangkat lunak tambahan seperti OpenCV untuk pengolahan gambar, PostgreSQL untuk manajemen database, dan Docker untuk containerization juga diperlukan. Pengembangan antarmuka pengguna membutuhkan framework web modern seperti React atau Vue.js.

Keempat, sumber daya manusia yang kompeten merupakan kebutuhan vital. Tim pengembang harus terdiri dari minimal satu ahli deep learning dengan pengalaman minimal 5 tahun, dua insinyur perangkat lunak dengan keahlian dalam pengembangan sistem berbasis AI, satu spesialis forensik digital, dan satu analis data. Selain itu, diperlukan juga tim support teknis untuk pemeliharaan sistem dan pelatihan pengguna akhir.

Kelima, infrastruktur pendukung seperti ruang server yang aman dengan sistem pendingin dan catu daya yang memadai diperlukan untuk menjamin operasional sistem yang berkelanjutan. Koneksi internet yang stabil dan cepat, minimal 1Gbps, diperlukan untuk mendukung streaming data CCTV secara real-time. Sistem keamanan fisik dan cyber yang ketat juga diperlukan untuk melindungi integritas data dan sistem.

Terakhir, diperlukan kerjasama dan integrasi dengan sistem yang ada, termasuk akses ke jaringan CCTV lalu lintas, sistem manajemen lalu lintas, dan database kepolisian. Hal ini membutuhkan perjanjian kerjasama antar instansi terkait dan protokol pertukaran data yang aman dan efisien.

Dengan memenuhi kebutuhan-kebutuhan ini, pengembangan sistem investigasi forensik kecelakaan kendaraan bermotor berbasis deep learning dapat dilaksanakan dengan efektif, memberikan fondasi yang kuat untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas dan efisiensi penanganan kecelakaan di Indonesia.

## **Perancangan**

Perancangan sistem investigasi forensik kecelakaan kendaraan bermotor menggunakan metode deep learning merupakan tahap kritis dalam penelitian ini. Proses perancangan meliputi desain arsitektur sistem, pemilihan algoritma deep learning yang sesuai, serta perencanaan pengumpulan dan pra-pemrosesan data. Tujuan utama dari tahap perancangan ini adalah untuk menciptakan sistem yang mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan kecelakaan lalu lintas secara akurat dan real-time berdasarkan data citra CCTV.

### **Perancangan Sistem**

Sistem yang dirancang terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi. Komponen-komponen tersebut meliputi modul akuisisi data CCTV, pra-pemrosesan citra, deteksi objek menggunakan YOLO, klasifikasi kecelakaan menggunakan CNN, dan modul analisis forensik. Arsitektur sistem dirancang dengan mempertimbangkan aspek skalabilitas dan efisiensi komputasi untuk memungkinkan implementasi pada berbagai skala infrastruktur.

Modul akuisisi data CCTV dirancang untuk dapat mengambil dan menyimpan stream video dari multiple kamera CCTV secara simultan. Sistem menggunakan protokol RTSP (Real Time Streaming Protocol) untuk mengakses feed CCTV dan OpenCV untuk pemrosesan frame. Pra-pemrosesan citra melibatkan normalisasi ukuran frame, penyesuaian kontras, dan penghapusan noise untuk meningkatkan kualitas input ke model deep learning.

Deteksi objek menggunakan YOLO diimplementasikan dengan arsitektur YOLOv5, yang dipilih karena keseimbangan antara akurasi dan kecepatan inferensi. Model YOLO dilatih untuk mendeteksi berbagai objek relevan seperti kendaraan, pejalan kaki, dan rambu lalu lintas. Output dari YOLO kemudian digunakan sebagai input untuk modul klasifikasi kecelakaan berbasis CNN.

### **Evaluasi Model YOLO**

Dataset yang digunakan dalam evaluasi model YOLO terdiri dari kumpulan gambar kecelakaan kendaraan bermotor yang telah dilabel secara manual. Pembagian dataset dilakukan dengan proporsi sebagai berikut:

* + 1. Data Training: 70% dari total dataset
    2. Data Validasi: 15% dari total dataset
    3. Data Testing: 15% dari total dataset

Dataset mencakup berbagai kondisi pengambilan gambar:

1. Variasi pencahayaan (siang dan malam)
2. Variasi cuaca
3. Variasi sudut pengambilan gambar
4. Variasi jenis dan tingkat kerusakan kendaraan

Untuk mengukur performa model YOLO dalam investigasi forensik kecelakaan kendaraan bermotor, digunakan beberapa metrik evaluasi sebagai berikut:

1. Mean Average Precision (mAP) mAP dihitung menggunakan rumus:

Dimana AP (Average Precision) dihitung berdasarkan kurva precision-recall untuk setiap kelas objek.

1. Intersection over Union (IoU) IoU dihitung menggunakan rumus:

Threshold IoU yang digunakan adalah 0.5 ([IoU@0.5](mailto:IoU@0.5))

1. Precision dan Recall

Dimana:

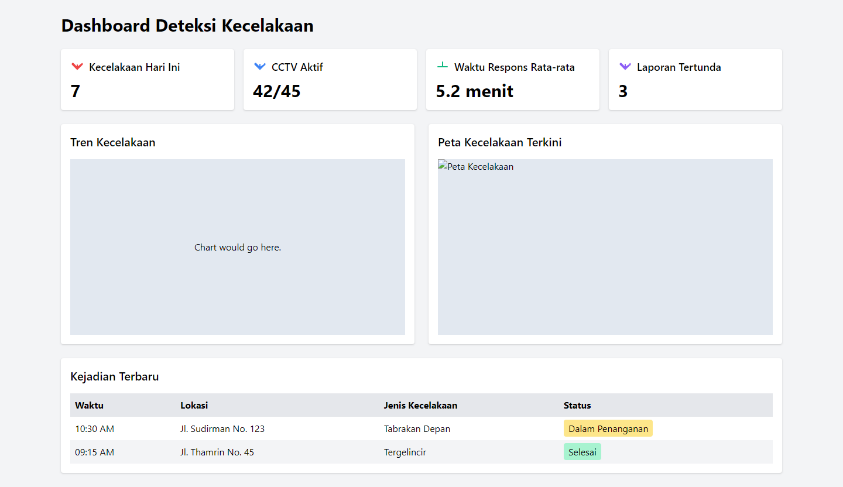
1. TP (True Positive): Deteksi benar
2. FP (False Positive): Deteksi salah
3. FN (False Negative): Objek tidak terdeteksi

4. F1-Score

Dalam evaluasi model, digunakan parameter-parameter berikut:

1. Threshold Detection
2. IoU threshold: 0.5
3. Confidence threshold: 0.25
4. Non-maximum suppression threshold: 0.45
5. Pengaturan Model
6. Batch size: 16
7. Learning rate: 0.001
8. Momentum: 0.937
9. Weight decay: 0.0005

### **Perancangan Antar Muka**

Perancangan antarmuka untuk sistem deteksi kecelakaan berbasis AI menggunakan citra CCTV merupakan komponen krusial dalam mendukung tujuan penelitian ini. Antarmuka utama sistem terdiri dari lima komponen utama: Dashboard Utama, Halaman Monitoring CCTV, Halaman Deteksi dan Analisis Kecelakaan, Halaman Laporan dan Statistik, serta Halaman Konfigurasi Sistem. Masing-masing komponen dirancang untuk memaksimalkan efisiensi dan efektivitas dalam penanganan dan analisis kecelakaan lalu lintas.

*Gambar 3.2 gambar antar muka*

Dashboard Utama berfungsi sebagai pusat informasi yang menyajikan gambaran komprehensif tentang situasi kecelakaan terkini. Halaman ini menampilkan statistik penting seperti jumlah kecelakaan hari ini, status CCTV aktif, waktu respons rata-rata, dan jumlah laporan tertunda. Selain itu, dashboard juga dilengkapi dengan grafik tren kecelakaan untuk analisis visual cepat, peta interaktif yang menunjukkan lokasi kecelakaan terkini, serta daftar kejadian terbaru dengan detail singkat. Desain ini memungkinkan pengguna untuk dengan cepat mendapatkan informasi kritis dan mengambil tindakan yang diperlukan.

Halaman Monitoring CCTV dirancang untuk menampilkan feed langsung dari kamera CCTV yang terhubung ke sistem. Ini memungkinkan pemantauan real-time terhadap kondisi lalu lintas dan deteksi dini terhadap potensi kecelakaan. Halaman Deteksi dan Analisis Kecelakaan berfungsi sebagai pusat informasi detail tentang kejadian kecelakaan yang terdeteksi oleh sistem AI. Halaman ini menyajikan hasil analisis deep learning, termasuk klasifikasi jenis kecelakaan, estimasi tingkat keparahan, dan rekomendasi tindakan yang perlu diambil.

Untuk mendukung analisis jangka panjang dan pelaporan, Halaman Laporan dan Statistik dirancang untuk menyajikan data komprehensif dalam bentuk grafik, tabel, dan visualisasi lainnya. Halaman ini memungkinkan pengguna untuk menganalisis tren kecelakaan, mengidentifikasi area rawan kecelakaan, dan mengevaluasi efektivitas tindakan pencegahan yang telah diimplementasikan. Terakhir, Halaman Konfigurasi Sistem memungkinkan administrator untuk mengatur parameter sistem, mengelola pengguna, dan melakukan penyesuaian terhadap algoritma deteksi kecelakaan.

Keseluruhan desain antarmuka ini bertujuan untuk mendukung tujuan penelitian dengan menyediakan akses cepat ke informasi kritis, memungkinkan analisis real-time kejadian kecelakaan, dan menyajikan data komprehensif untuk evaluasi dan pengambilan keputusan. Implementasi menggunakan teknologi web modern seperti React dan Tailwind CSS memastikan performa yang baik dan kemudahan dalam pengembangan dan pemeliharaan sistem. Dengan antarmuka yang intuitif dan informatif ini, sistem deteksi kecelakaan berbasis AI diharapkan dapat dioperasikan dengan efektif, mendukung peningkatan efisiensi dan akurasi dalam investigasi forensik kecelakaan lalu lintas di Indonesia.

# **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

## **Xxxxxxxx Xxxxxxxx Xxxxxxxx**

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

## **Xxxxxxxx Xxxxxxxx Xxxxxxxx**

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

## **Xxxxxxxx Xxxxxxxx Xxxxxxxx**

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

## **Xxxxxxxx Xxxxxxxx Xxxxxxxx**

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

## **Xxxxxxxx Xxxxxxxx Xxxxxxxx**

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

# **BAB V PENUTUP**

## **Simpulan**

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx

1. Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxx
2. Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxx
3. Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxx
4. Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxx

## **Saran**

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

Xxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx

# **DAFTAR PUSTAKA**

Alaydrus, S. A. H. A. M., & Santoso, B. (2024). PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI KECELAKAAN DI JALAN RAYA MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLOv8 DAN NOTIFIKASI OTOMATIS MELALUI TELEGRAM. The Indonesian Journal of Computer Science, 13(4).

Zebua, E. T. P., & Rosyani, P. (2024). Perancangan Deteksi Objek Kendaraan Bermotor Berbasis OpenCV Python menggunakan Metode HOG-SVM untuk Analisis Lalu Lintas Cerdas. AI dan SPK: Jurnal Artificial Intelligent dan Sistem Penunjang Keputusan, 2(1), 16-26.

Rezky, A., Bagir, A., Pamerean, D., & Makhrus, F. (2023). Deteksi Kecelakaan Lalu Lintas Otomatis Pada Rekaman CCTV Indonesia Menggunakan Deep Learning. Buletin Pagelaran Mahasiswa Nasional Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi, 1(1), 1-5.

Alkaff, M., Baskara, A., & Ainiyyah, A. (2023). Penerapan Metode XGBoost Untuk Memprediksi Jumlah Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Banjarmasin. Generation Journal, 7(1).

Taufiq, R. M., Rizki, Y., & Pratama, M. R. A. (2022). Simulasi Deteksi Golongan Kendaraan pada Gerbang Tol Menggunakan YOLOv4. Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology), 3(2), 199-206.

Xxxxxxxx Xxxxxxxxxxxxxxxxxx Xxxxxxxxxxxx Xxxxxxxxx Xxxxxxx Xxxxx Xxxxxxxxxx Xxxxxxxxx Xxxxxxxxxxxxxxxx

Xxxxxxxx Xxxxxxxxxxxxxxxxxx Xxxxxxxxxxxx Xxxxxxxxx Xxxxxxx Xxxxx Xxxxxxxxxx Xxxxxxxxx Xxxxxxxxxxxxxxxx

Xxxxxxxx Xxxxxxxxxxxxxxxxxx Xxxxxxxxxxxx Xxxxxxxxx Xxxxxxx Xxxxx Xxxxxxxxxx Xxxxxxxxx Xxxxxxxxxxxxxxxx

Xxxxxxxx Xxxxxxxxxxxxxxxxxx Xxxxxxxxxxxx Xxxxxxxxx Xxxxxxx Xxxxx Xxxxxxxxxx Xxxxxxxxx Xxxxxxxxxxxxxxxx

# **LAMPIRAN**

## **Daftar Riwayat Hidup**

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Xxxxxxxx Xxxxxxxxxx

Tempat dan Tanggal Lahir : Xxxxxxxx, DD Mmmmmm YYYY

Jenis Kelamin : Xxxxxxx

Alamat : Xxxxxxxxxxx Xxxxxxxxxxxxx Xxxxxxxxxx Xxx Xxxxxxxxxx

Agama : Xxxxxxxxx

Nomor Telepon : 9999999999999

Email : xxxxxxx@xxxxx.xxx

Status Pernikahan : Menikah/Belum Menikah

Riwayat Pendidikan

9999 – 9999 : Nama SD/MI

9999 – 9999 : Nama SMP/MTs

9999 – 9999 : Nama SMU/SMK/MA

Motto Hidup

*Xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxx*

## **Lembar Bimbingan**

## **Hasil Uji Similaritas**

Xxxxxxxxxxx Xxxxxxxxxxxx

## **Hasil Penghitungan Manual**

Xxxxxxxxxxx Xxxxxxxxxxx