

A photograph of a silver sedan driving on a road that has suffered significant damage, with large potholes and deep cracks visible. A vibrant rainbow reflection is visible on the asphalt surface.

Pothole Detection System Proof of Concept (Poc)

Computer Vision & System Integration
Project
18 Januari 2026

Meet the Team



Giar

AI Researcher Model



Giar



Joe Yuan Mambu

AI Project Management



Joe Yuan Mambu



Muhammad Arif Budiman

AI Engineer



Muhammad Arif Budiman

Background & Study Case

- Kerusakan jalan seperti lubang berdampak langsung terhadap keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, menyebabkan kecelakaan dan kerusakan kendaraan.
- Proses inspeksi manual memakan biaya dan waktu yang besar, serta sulit menjaga konsistensi dalam pelaporannya.

Masalah yang di hadapi:

1. **Inspeksi manual yang mahal dan lambat**

- Dinas perlu mengirim tim survei ke lapangan untuk memetakan kerusakan
- Biaya operasional tinggi (BBM, tenaga, waktu)

2. **Data tidak lengkap dan tidak terstruktur**

- Banyak kerusakan tidak terdokumentasi dengan koordinat
- Penjadwalan perbaikan sulit karena tidak ada prioritas berbasis data

3. **Respon reaktif, bukan proaktif**

- Perbaikan baru dilakukan setelah ada laporan atau insiden
- Risiko kecelakaan dan kerusakan kendaraan meningkat



Objectives & Scope

Project ini dikembangkan sebagai ***Proof of Concept (PoC)***

Objectives (Tujuan)

1. Membuktikan Sistem End-to-End

- Menunjukkan bahwa sistem pendekripsi pothole dapat dibangun secara menyeluruh dari awal hingga akhir.

2. Integrasi Pipeline Lengkap

- Mengintegrasikan frontend, backend, dan AI inference dalam satu alur kerja yang kohesif.

3. Demonstrasi Deployment Realistik

- Menyajikan alur deployment yang praktis dan memiliki potensi pengembangan lebih lanjut.

Scope

- Alur unggah video dan GPS
- Sistem berbasis job (pemrosesan asinkron)
- Integrasi AI ke dalam backend
- Penyimpanan metadata hasil inference

Pipeline Overview

Sistem AI kami menggunakan dua model utama untuk mensegmentasi dan mendeteksi lubang (pothole):



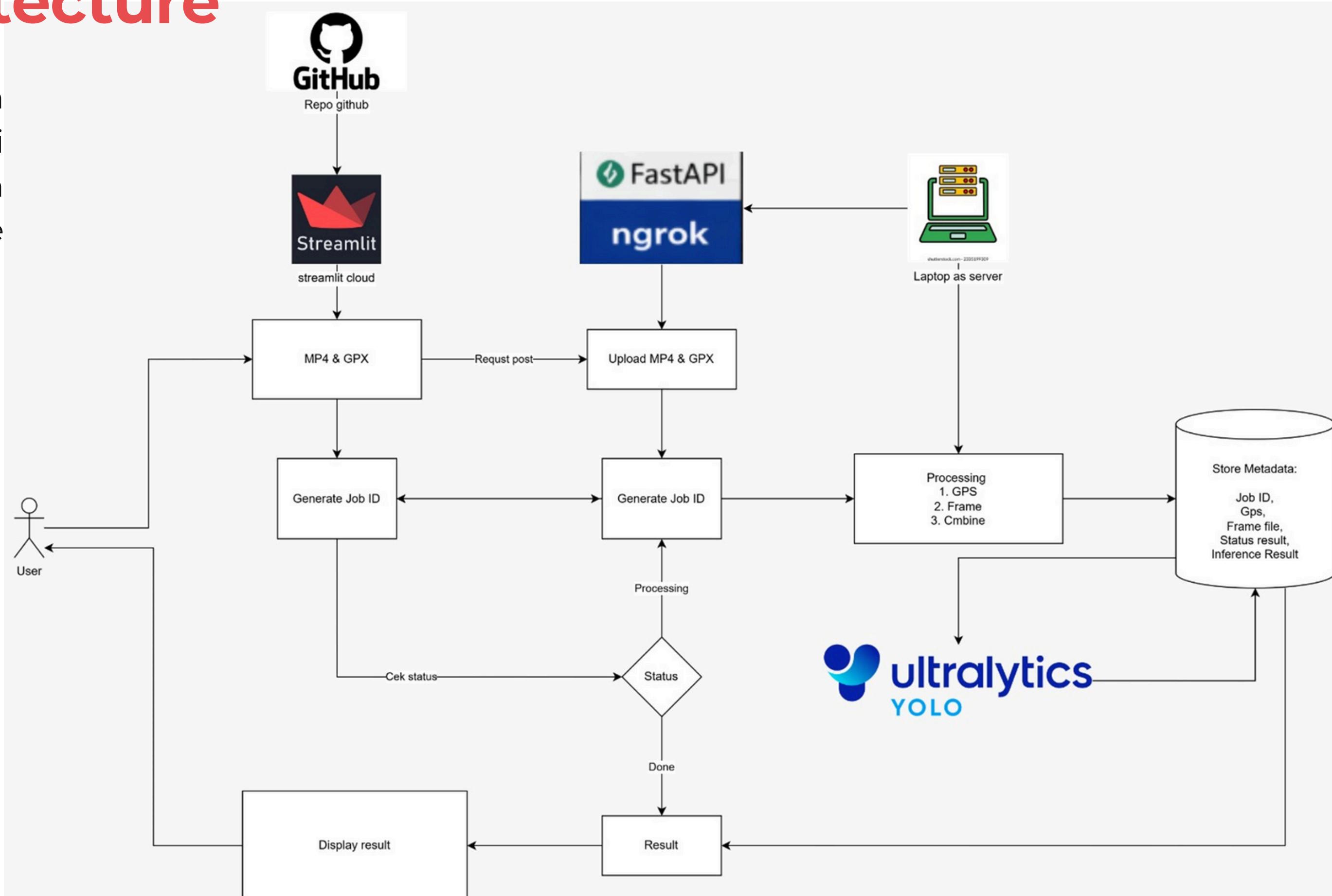
Digunakan untuk mendeteksi **pothole secara cepat dalam bentuk bounding box pada video**, memberikan deteksi awal yang efisien.



Digunakan untuk anotasi secara otomatis dengan **segmentasi yang lebih presisi**.

System Architecture

Diagram ini menunjukkan alur lengkap sistem, mulai dari user mengunggah data hingga hasil inference ditampilkan kembali.



Frontend

Frontend dibangun menggunakan Streamlit dan di-deploy melalui Streamlit Cloud dengan source code dari GitHub.



Tugas utama frontend:

- Mengunggah file video (MP4)
- Mengunggah data GPS (GPX)
- Mengirim request ke API
- Menampilkan status dan hasil akhir

A screenshot of a Streamlit application interface. On the left, there is a sidebar with a navigation menu containing 'main' (selected), 'page1', 'page2', and 'page3'. The main content area shows two separate pages. The top page is titled 'Video + GPS AI Analysis' and features a video camera icon, a location pin icon, and the text 'Video + GPS AI Analysis'. Below this, it says 'This tool processes:' with a list: '• Video (.mp4)' and '• GPS track (.gpx)'. It also includes the note 'Using job-based background inference.' and a 'Start Processing →' button. The bottom page is titled 'Video + GPX Processing' and features a video camera icon, a cloud icon, and the text 'Video + GPX Processing'. It has sections for 'Upload Video (.mp4)' with a 'Drag and drop file here' input field and a 'Browse files' button; 'Upload GPS Track (.gpx)' with a similar input field and button; and a 'Start Processing' button at the bottom. Both pages have a dark theme with light-colored text and icons.



Backend Service (API)

Backend service API menggunakan **FastAPI** dan dijalankan pada server lokal (laptop) sebagai bagian dari PoC.



Ngrok digunakan:

- Ekspos API menggunakan internet
- Gateway frontend dengan service lokal FastAPI

Backend bertugas:

1. Manajemen Request
2. Pembuatan Job ID
3. Pengecekan Status Proses
4. Orkestrasi proses



Job Based Processing

Setiap request yang masuk akan menghasilkan Job ID unik. Pendekatan berbasis job ini memberikan beberapa keuntungan:

Proses Asynchronous

Memungkinkan operasi latar belakang tanpa memblokir interaksi pengguna.

Penanganan Proses Besar

Menangani proses besar tanpa waktu tunggu response untuk *Frontend*

Pengecekan Status Non-Blocking

Pengguna dapat memeriksa status pekerjaan kapan saja tanpa menunggu proses selesai.

Processing Server

Processing server adalah jantung dari sistem ini, menjalankan pipeline utama untuk mendeteksi pothole.

Parsing Data GPS

Menguraikan informasi lokasi dari file GPX untuk koordinasi spasial.

Ekstraksi Frame Video

Mengambil gambar individu dari stream video untuk analisis.

Penggabungan Hasil

Mengintegrasikan hasil data gps dan frame

Proses Inference AI

Menerapkan model AI untuk mendeteksi pothole pada setiap frame.

- Pada tahap PoC, processing server masih menggunakan laptop, namun desain sistem memungkinkan migrasi ke server atau cloud yang lebih scalable.

Results - Output System

<https://pothole-detection-maps.streamlit.app>

Sistem yang kami kembangkan menghasilkan output yang komprehensif, penting untuk analisis dan tindak lanjut. Output ini dirancang untuk memberikan informasi yang jelas dan terstruktur:

Video Hasil Inference

- Video yang diproses menampilkan bounding box di sekitar setiap pothole yang terdeteksi.
- Setiap pothole juga dilengkapi dengan mask segmentasi yang presisi, menunjukkan area kerusakan secara detail.
- Video ini menjadi bukti visual dari kemampuan deteksi sistem.

Selain video, setiap hasil dilengkapi dengan metadata kaya untuk analisis lebih lanjut.



Job ID

Identifikasi unik untuk setiap sesi pemrosesan.



Koordinat GPS

Lokasi geografis akurat dari setiap deteksi pothole.



Frame & Timestamp

Informasi waktu dan urutan frame untuk pelacakan yang tepat.



Status Proses

Indikator kemajuan dan hasil pemrosesan.

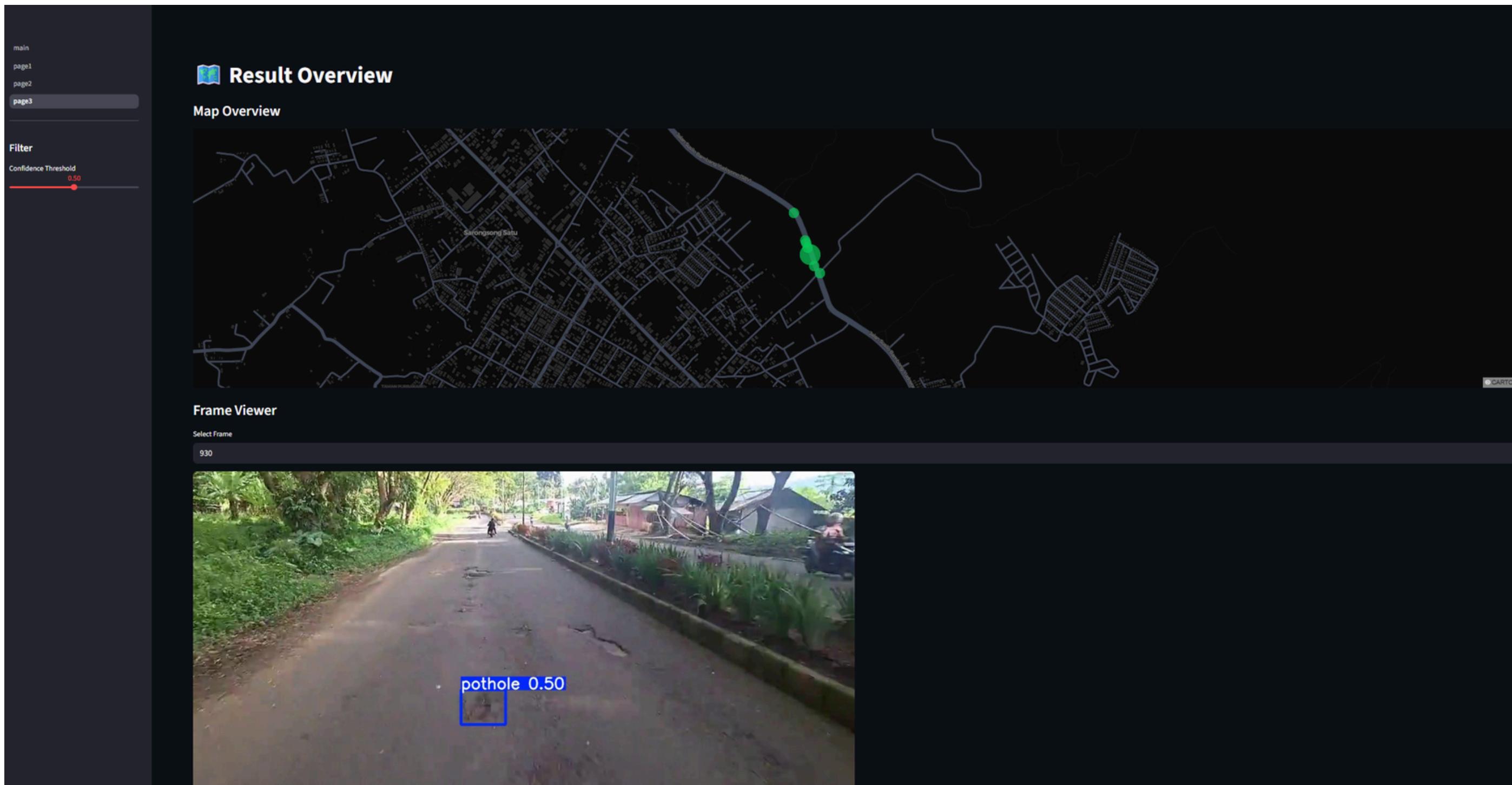


Hasil Inference

Detail tentang deteksi pothole, termasuk skor kepercayaan dan ukuran.

Results

- Memberikan visual Maps di streamlit lokasi pothole
- Potongan frame yang diberikan ditunjukan lokasi dari lubang di jalannya



Real-world Strategic

Project Proof of Concept (PoC) ini memberikan nilai strategis yang signifikan, melampaui sekadar demonstrasi teknologi. Ini adalah fondasi kuat untuk implementasi di masa depan.

Validasi Integrasi AI

Project ini berhasil memvalidasi kemampuan integrasi teknologi AI ke dalam sistem yang lebih besar dan berfungsi secara real-time. Ini menunjukkan bahwa AI bukan hanya model di atas kertas, tetapi solusi yang dapat diterapkan.

Arsitektur Modular & Fleksibel

Kami membangun sistem dengan arsitektur modular yang memungkinkan fleksibilitas tinggi. Setiap komponen dapat diperbarui atau diganti tanpa mengganggu keseluruhan sistem, memfasilitasi pengembangan dan pemeliharaan yang efisien.

Pipeline Siap Produksi

Dengan validasi integrasi dan desain modular, pipeline ini siap untuk dikembangkan lebih lanjut menuju tahap produksi. Ini mengurangi waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk implementasi skala penuh.

Nilai inti dari project ini adalah penekanannya pada AI sebagai bagian integral dari sistem secara keseluruhan, bukan entitas yang terisolasi. Ini adalah langkah maju menuju solusi yang lebih holistik dan fungsional.



PENGEMBANGAN SELANJUTNYA

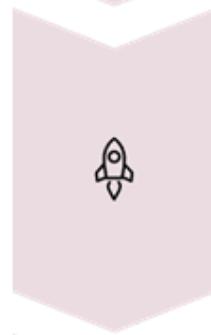
Setelah keberhasilan PoC ini, ada banyak peluang untuk pengembangan lebih lanjut yang akan meningkatkan kapabilitas dan efisiensi sistem secara signifikan. Tahap lanjutan ini akan membawa sistem ke tingkat yang lebih canggih dan robust.



Optimasi & Perluasan Dataset



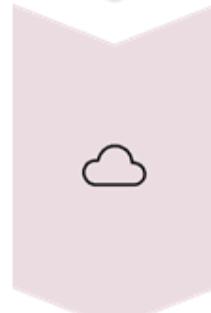
Memperbesar dan memperkaya dataset untuk meningkatkan akurasi dan ketahanan model terhadap variasi kondisi jalan dan jenis pothole.



Peningkatan Performa Model



Melakukan riset dan implementasi model-model AI yang lebih baru dan efisien untuk kecepatan inference yang lebih tinggi dan deteksi yang lebih baik.



Penggunaan Queue System & Cloud Infrastructure



Mengimplementasikan antrian pesan dan manfaatkan infrastruktur cloud untuk skalabilitas, ketahanan, dan pemrosesan data yang lebih besar.



Visualisasi Peta Berbasis GPS



Mengembangkan antarmuka visual untuk menampilkan deteksi pothole secara langsung pada peta, mempermudah pemantauan dan perencanaan perbaikan.



Dashboard Analytics & Reporting



Membangun dashboard interaktif untuk memvisualisasikan data, tren, dan menghasilkan laporan yang berguna bagi pengambilan keputusan.

Conclusion

Sebagai sebuah Proof of Concept (PoC), proyek ini telah mencapai tujuannya dengan gemilang. Kami berhasil mendemonstrasikan bahwa sistem pendekripsi pothole berbasis AI dapat diintegrasikan secara efektif ke dalam sebuah pipeline aplikasi yang lengkap dan fungsional.



Integrasi AI Berhasil

Sistem ini membuktikan bahwa teknologi AI dapat menjadi bagian yang tak terpisahkan dari solusi praktis, memberikan hasil yang akurat dan relevan.



Desain Modular

Arsitektur modular yang diterapkan menjamin fleksibilitas tinggi, memungkinkan penyesuaian dan pengembangan komponen di masa depan tanpa hambatan.



Siap Dikembangkan

PoC ini bukan akhir, melainkan awal yang kuat. Pipeline yang sudah ada siap untuk diperluas dan ditingkatkan ke tahap produksi, membawa manfaat nyata bagi pemeliharaan infrastruktur.

Dengan hasil ini, kami optimis bahwa sistem deteksi pothole berbasis AI akan menjadi alat yang sangat berharga dalam upaya menjaga kualitas jalan dan meningkatkan keselamatan berkendara.



Terima Kasih

