

Program Studi S1 Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Jakarta



Sidang Skripsi

Deteksi Pelanggaran Kendaraan Lawan Arah Berbasis Citra Video Menggunakan Algoritma *You Only Look Once* (YOLO)

SALMA MARDHIYAH
1306621061

Dosen Pembimbing I

Dr. Rer. Nat. Bambang Heru, M.Si

Dosen Pembimbing II

Med Irzal, M.Kom



Latar Belakang

Manfaat Infrastruktur Jalan



Penghubung antar wilayah

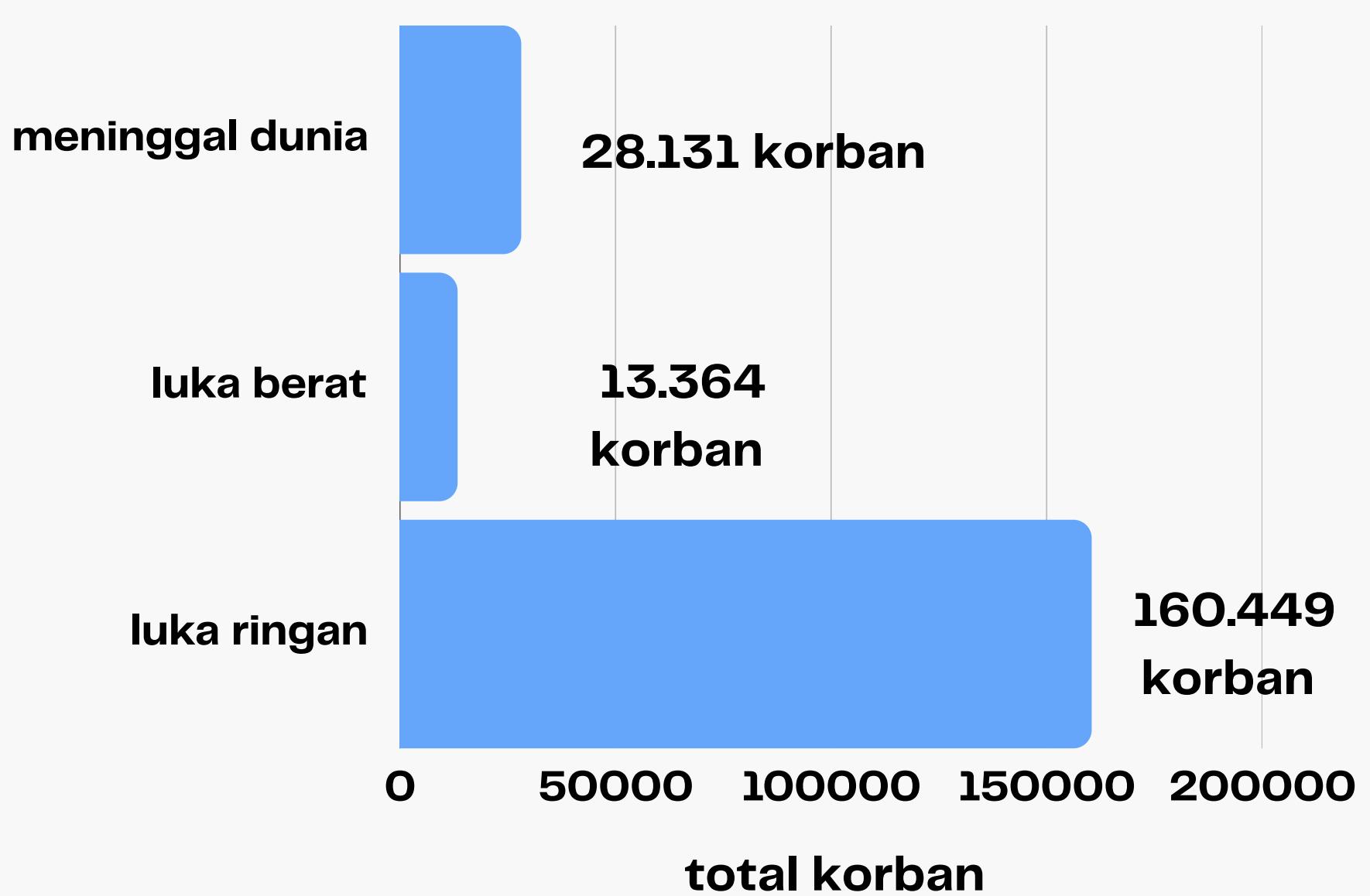


Mempermudah distribusi barang

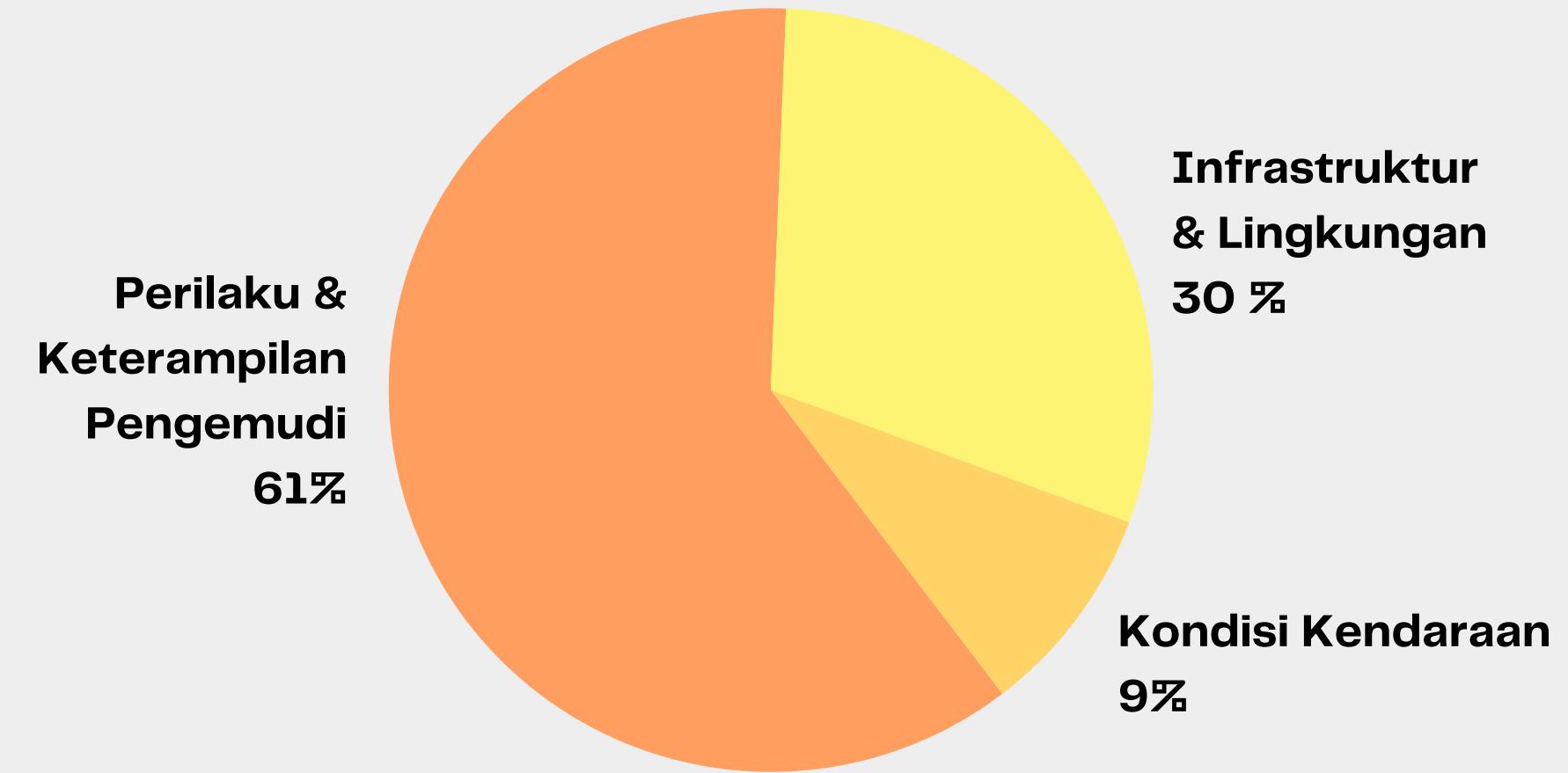
Latar Belakang



Angka Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan Raya tahun 2022



Penyebab kecelakaan di Indonesia



Sumber: data Badan Pusat Statistik (BPS)



Latar Belakang

ITS

Intelligent
Transportation
System

Menghemat biaya
operasional

Kemudahan Instalasi

Peningkatan Keamanan
Lalu Lintas



Model deteksi kebakaran FireNet oleh He et al. (2024)

Model FireNet dirancang untuk mengatasi tantangan deteksi kebakaran tradisional, seperti kebisingan latar belakang, perubahan pencahayaan, dan kesulitan dalam mendekati objek kecil.

Metode	mAP@0.5 (%)	Recall (%)	Presisi (%)	Time (ms)
Fast R-CNN	69.4	72	75.7	27.2
RetinaNet	70.4	69.6	68.7	31.8
YOLOv7	73.6	72.2	74.2	27.2
YOLOv7x	74.1	73.1	75.9	28.8
YOLOv8	74.3	72.1	76.8	25.3
BF_MB-YOLOv5	79.3	78.2	76.8	26.5
YOLOv11	80.3	78.5	82.7	27.0
FireNet	80.2	78.4	82.6	26.7

Rumusan Masalah

1. Bagaimana performa model YOLOv1In dalam deteksi kendaraan?
2. Bagaimana performa model YOLOv1In-seg dalam segmentasi jalan raya?
3. Bagaimana performa sistem dalam mendeteksi pelanggaran kendaraan lawan arah pada citra video dengan kondisi pencahayaan yang berbeda-beda?

Tujuan Umum Penelitian

Tujuan umum penelitian ini adalah mengembangkan sistem deteksi pelanggaran lalu lintas di jalan berbasis citra video menggunakan detector objek dan segmentasi YOLOv11, image enhancement CLAHE, dan object tracking ByteTrack.

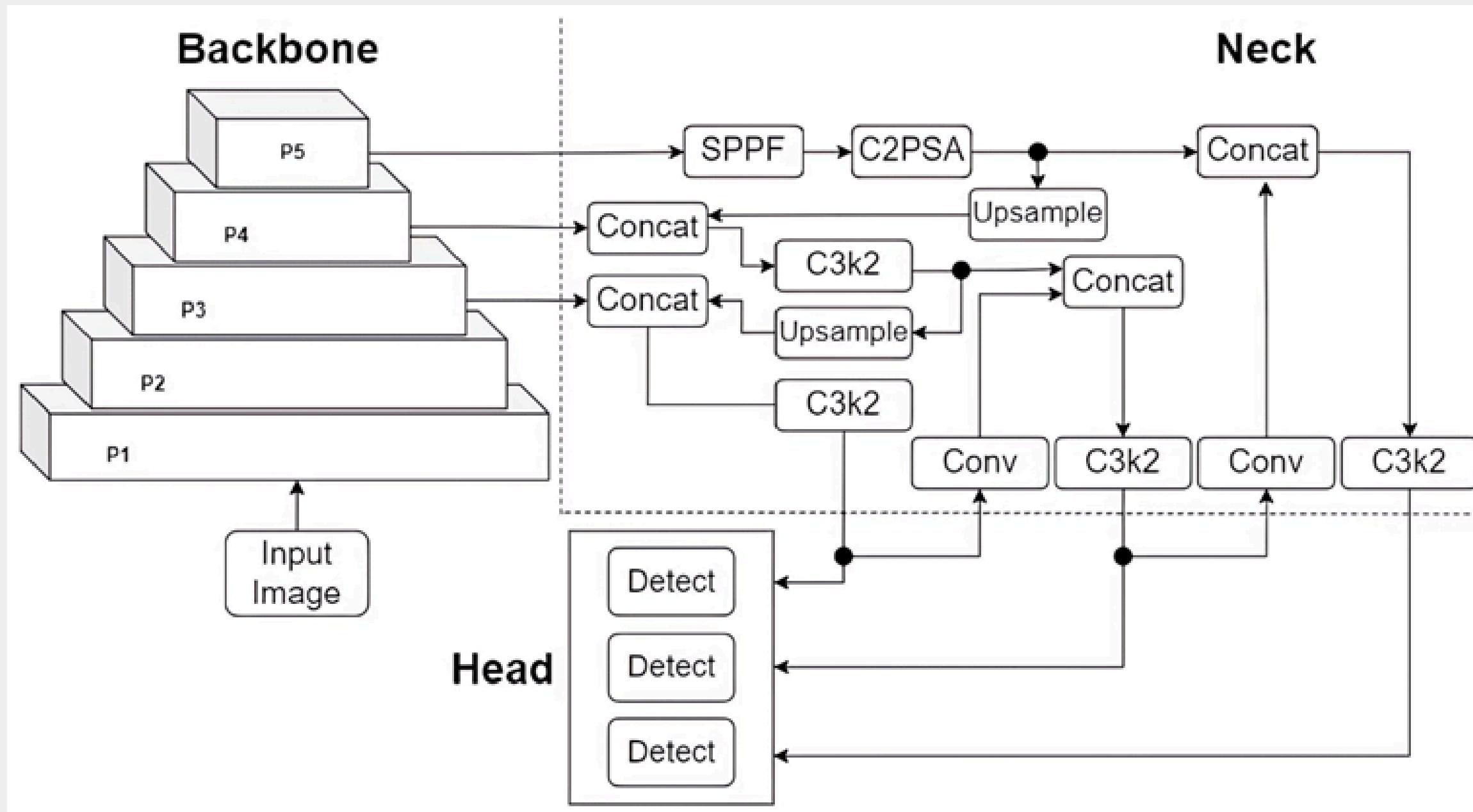
Tujuan Operasional Penelitian

1. Mengevaluasi performa model YOLOv11n-seg dalam segmentasi jalan.
2. Mengevaluasi performa model YOLOv11n dalam deteksi kendaraan.
3. Menganalisis pengaruh variasi kondisi pencahayaan. terhadap performa sistem dalam mendeteksi pelanggaran kendaraan lawan arah pada citra video.

Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pengawasan lalu lintas yang lebih efisien dan efektif dalam mendeteksi pelanggaran khususnya lawan arah di jalan
2. Meningkatkan keselamatan di jalan dengan mendeteksi pelanggaran yang berpotensi berbahaya dan mengganggu lalu lintas.
3. Menambah literatur ilmiah dan menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dalam bidang pengawasan lalu lintas dan penerapan algoritma pembelajaran mesin untuk aplikasi serupa

Kajian Pustaka

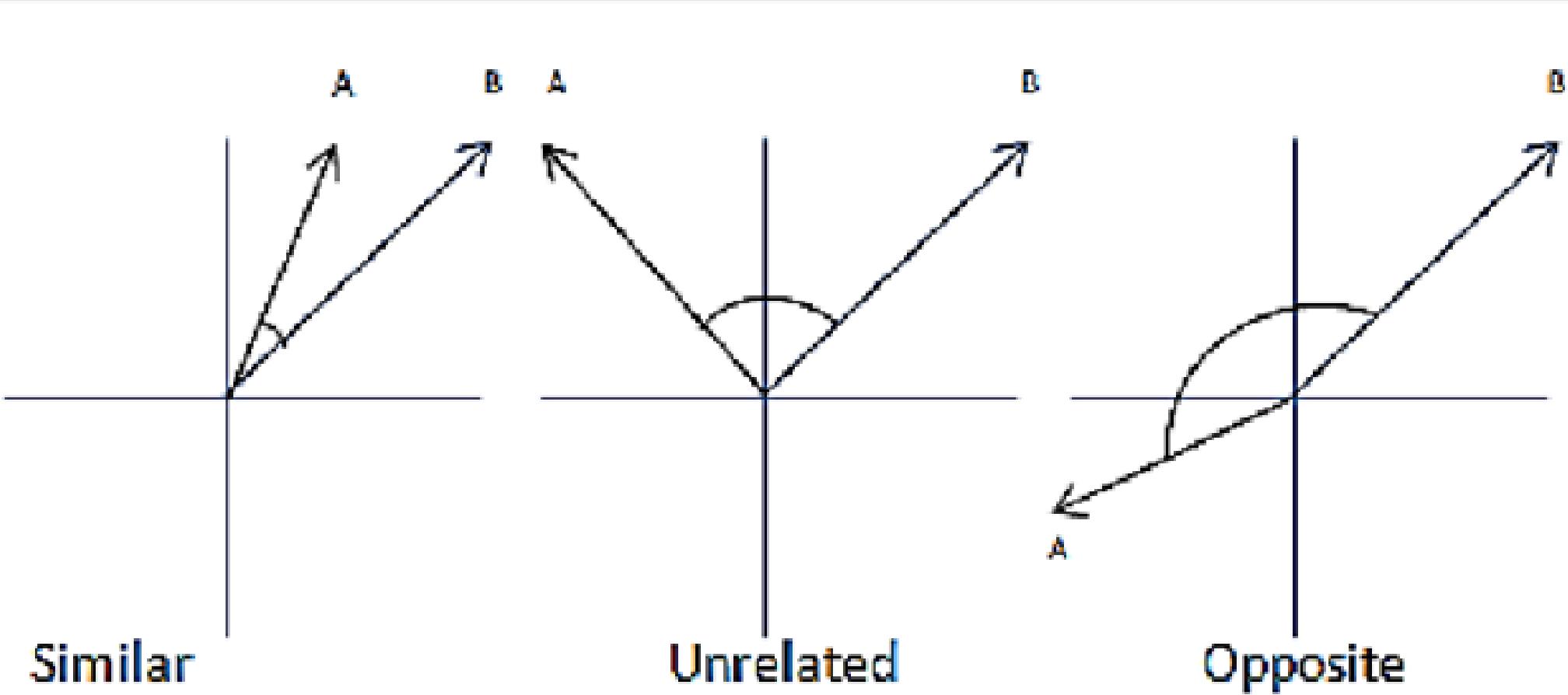


YOLOv11

- YOLOv11 dirilis oleh Ultralytics pada 30 September 2024.
- YOLO bekerja dengan pendekatan mengubah deteksi objek menjadi masalah regresi dari piksel gambar

Kajian Pustaka

Q Cosine Similarity



algoritma pelacakan objek yang dirancang untuk efisiensi dan akurasi dalam melacak objek pada video secara real-time

Kajian Pustaka

Rumus

$$\cos(\theta) = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{\|\vec{a}\| \|\vec{b}\|}$$

Keterangan

- 1 = Sangat serupa atau identik arahnya
- 0 = Tidak ada kesamaan arah (vektor tegak lurus)
- -1 = Berlawanan arah secara sempurna (opposite)

Dot product

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = \sum_i ab = a_x b_x + a_y b_y + \dots$$

Magnitude vektor

$$\|\vec{a}\| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + \dots}$$

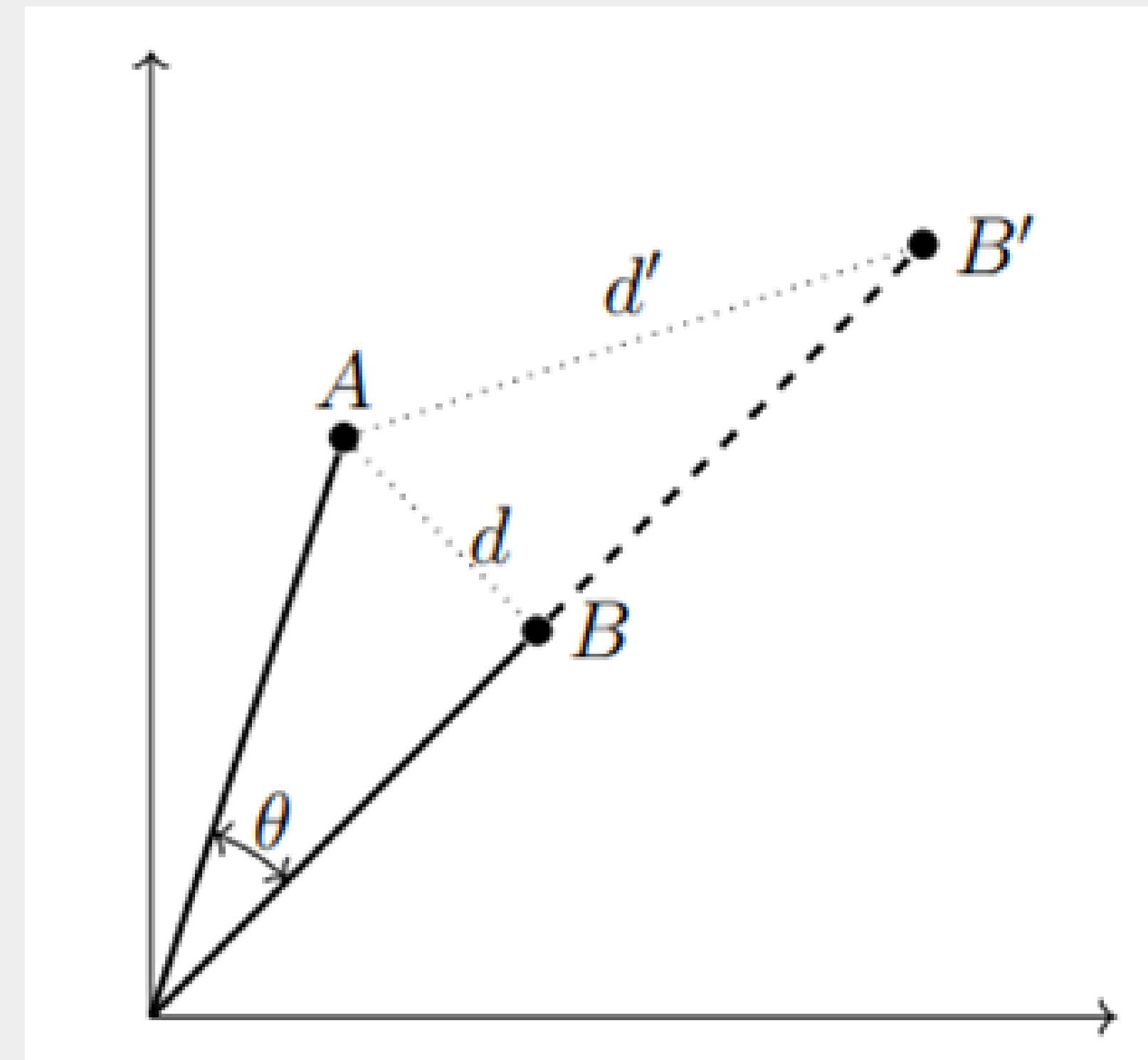
$$\|\vec{b}\| = \sqrt{b_x^2 + b_y^2 + \dots}$$

Kajian Pustaka

Q Euclidean Distance

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - y_{jk})^2}$$

metode perhitungan jarak terpendek antar dua titik yang dihubungkan melalui garis lurus



Cosine similarity vs euclidean distance

Kajian Pustaka

Metrik Evaluasi

Frame per Second

$$\text{FPS} = \frac{\text{jumlah total frame}}{\text{waktu pemrosesan total}}$$

Recall

$$\text{Recall} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}}$$

False Positive Rate

$$\text{FPR} = \frac{\text{FP}}{\text{FP} + \text{TN}}$$

Presisi

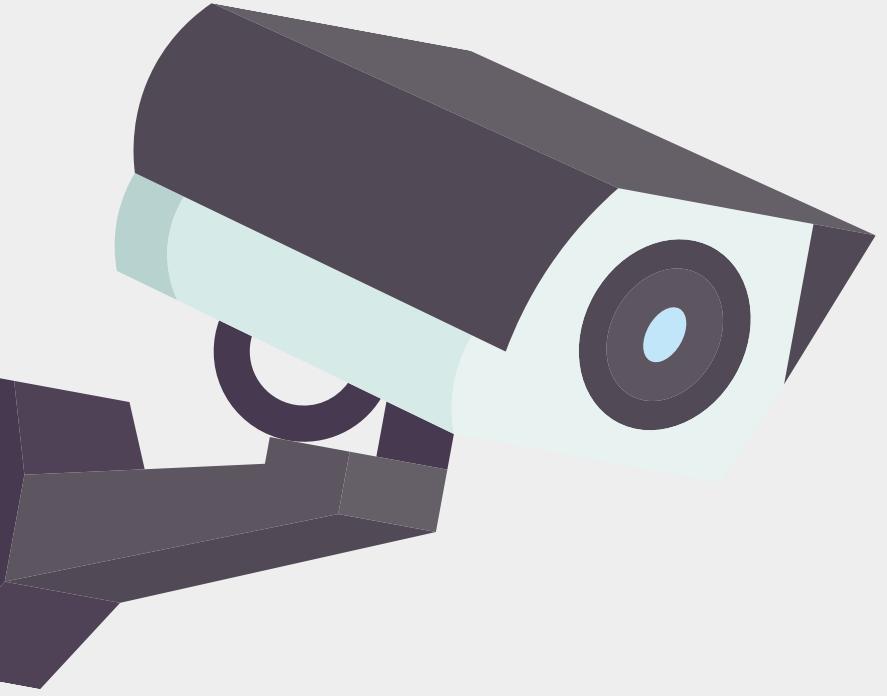
$$\text{Presisi} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FP}}$$

mean Average Precision

$$mAP = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AP_i$$

Akurasi

$$\text{akurasi} = \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}}$$



Bab III

Metodologi Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian



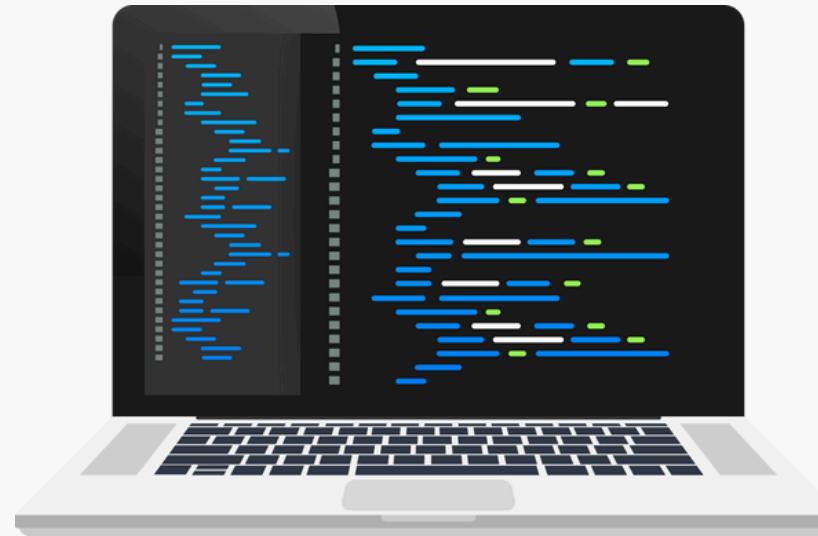
Laboratorium Komputer, Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam, Universitas Negeri Jakarta

Tabel Rencana Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan ke-					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengumpulan dataset						
2	Pra-pemrosesan dataset						
3	Konfigurasi dan pelatihan model YOLOv11						
4	Pengujian model						
5	Pelacakan objek dalam video menggunakan model YOLOv11						
6	Evaluasi kinerja model YOLOv11						
7	Deployment						
8	Analisis dan evaluasi hasil						
9	Penyusunan laporan dan publikasi						

Alat dan Bahan

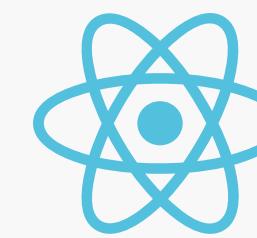
Q Hardware



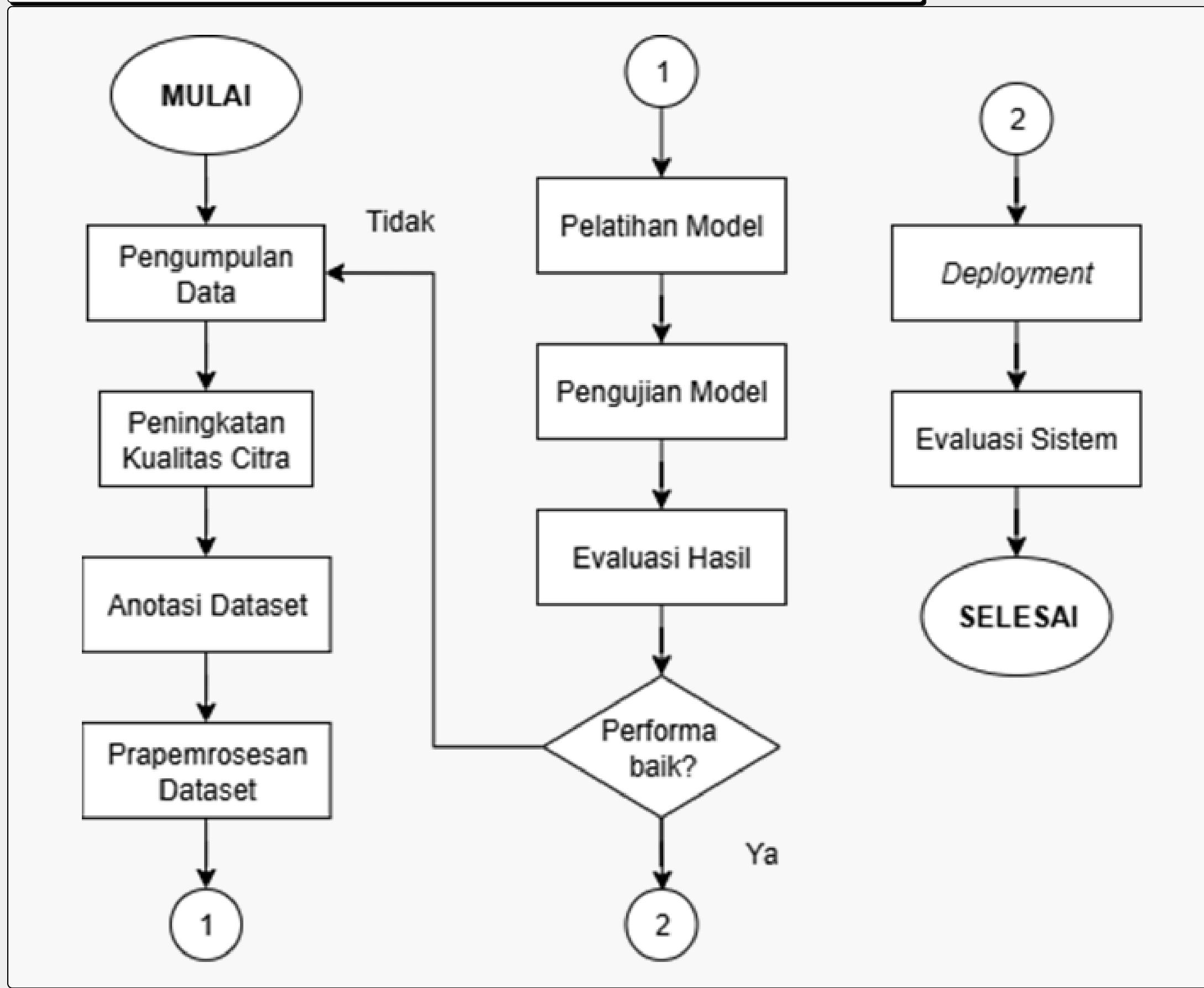
Laptop Infinix Inboox X1

Q Software

- Open Broadcaster Software
- Python
- OpenCV
- Roboflow
- Visual Studio Code
- Ultralytics
- Google Colab
- FastAPI
- Vite Js
- React Js
- MySQL



Q Diagram Alir Penelitian



Prosedur
Penelitian

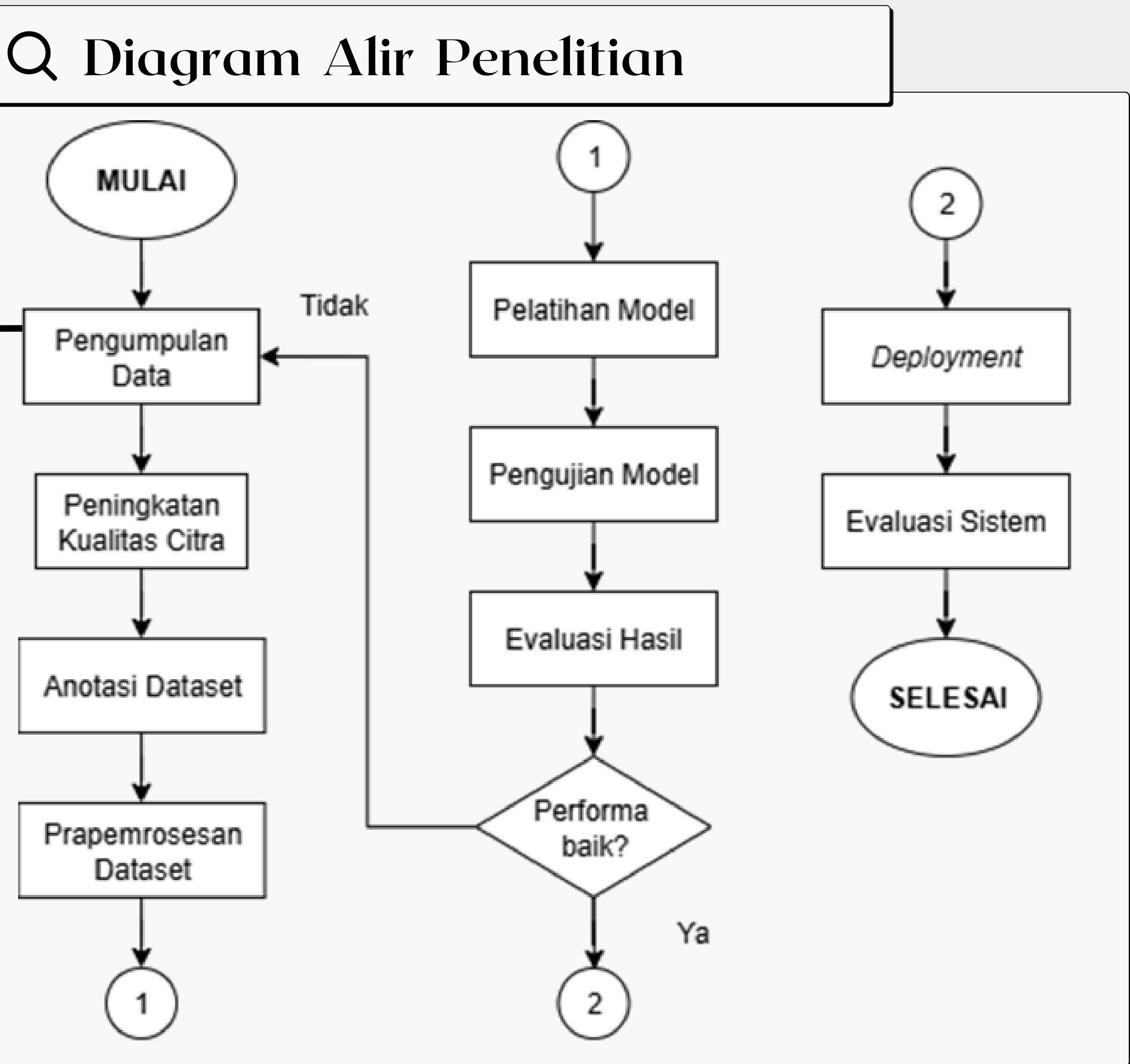
- Rekaman CCTV
- Roboflow
- VeRI dataset

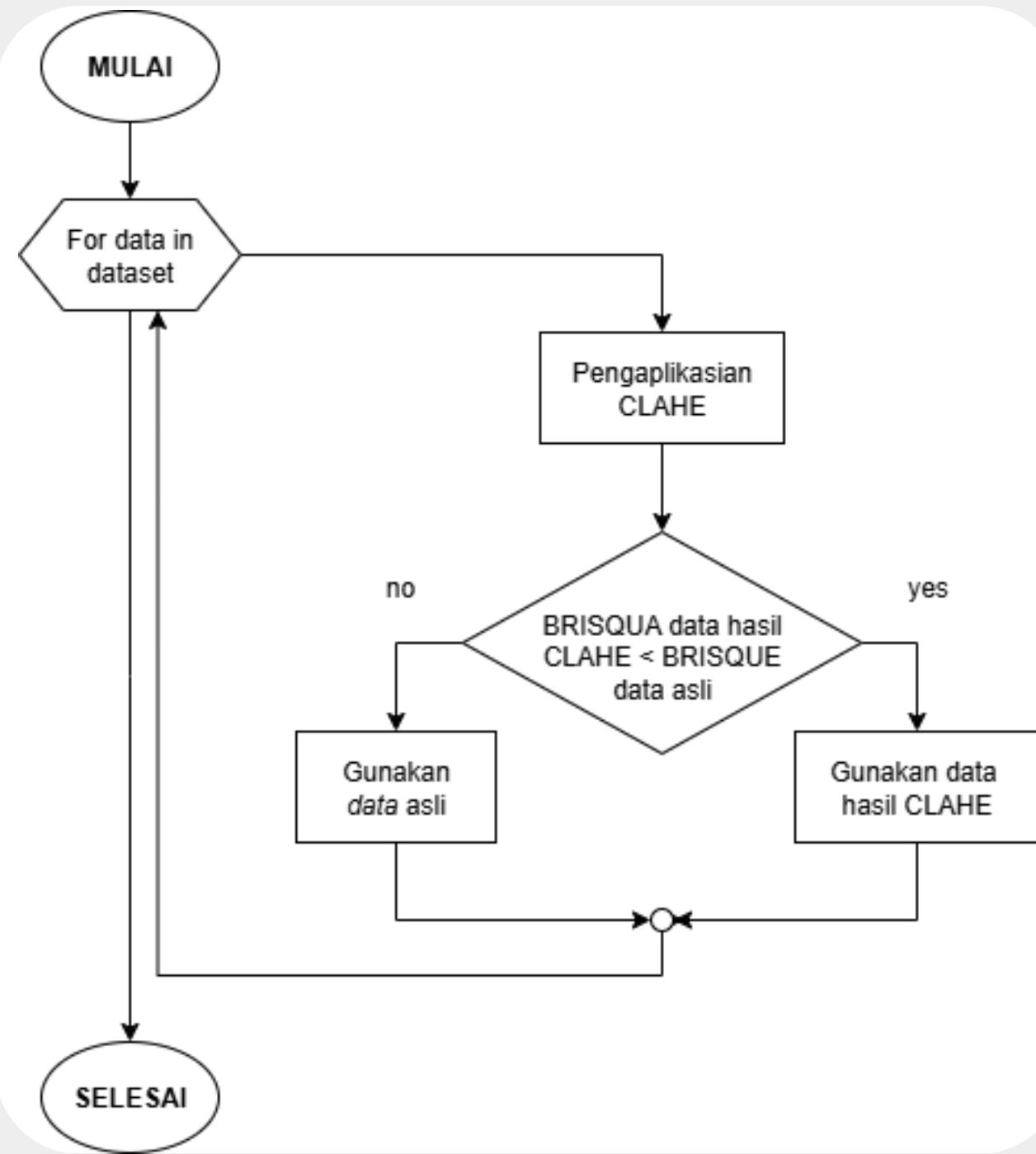
Q Akuisisi Data

1. Membuat code ekstraksi frame video dengan OpenCV
2. Rekaman video diekstraksi frame per detik
3. Disimpan dalam format JPG dengan resolusi asli
4. Memilih frame yang sesuai



CCTV di Lampu Merah Pasar Gading (Timur), Yogyakarta





Keterangan

- Clip Limit antara 0,01, 0,1, dan 0,2 – 1,0 dengan step 0,2
- Number of tiles antara 4x4, 8x8, dan 16x16

SUMBER: Fawzi et al. (2021)
Huang et al. (2019)
Cahyani et al. (2024)

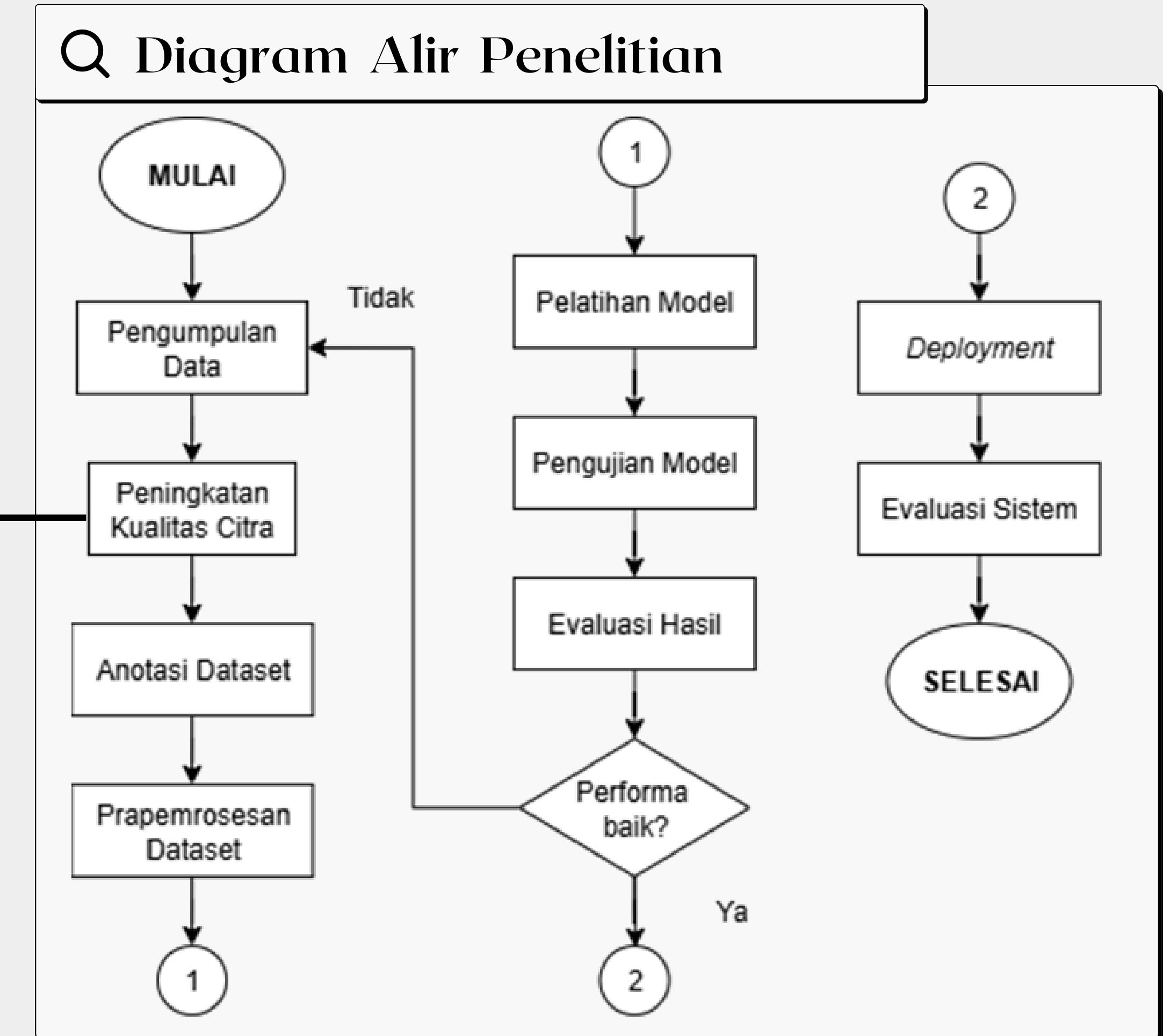
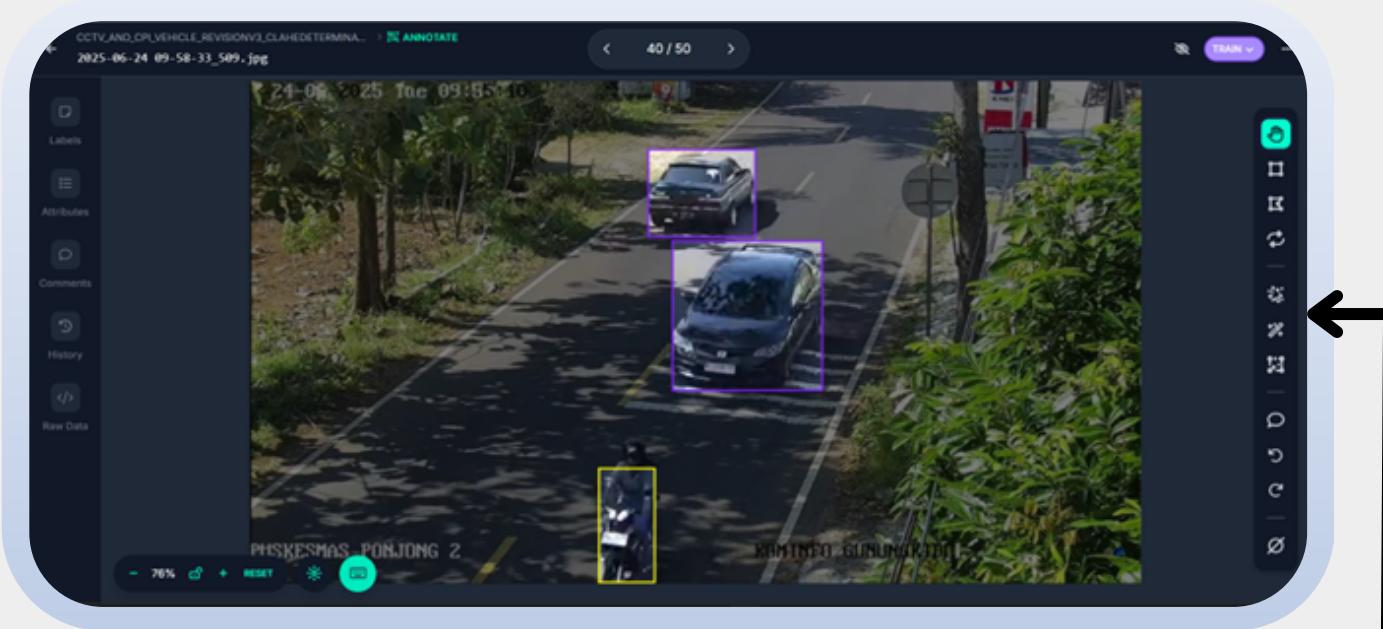


Diagram Alir Penelitian

Anotasi Dataset Deteksi Kendaraan



Anotasi Dataset Segmentasi Jalan

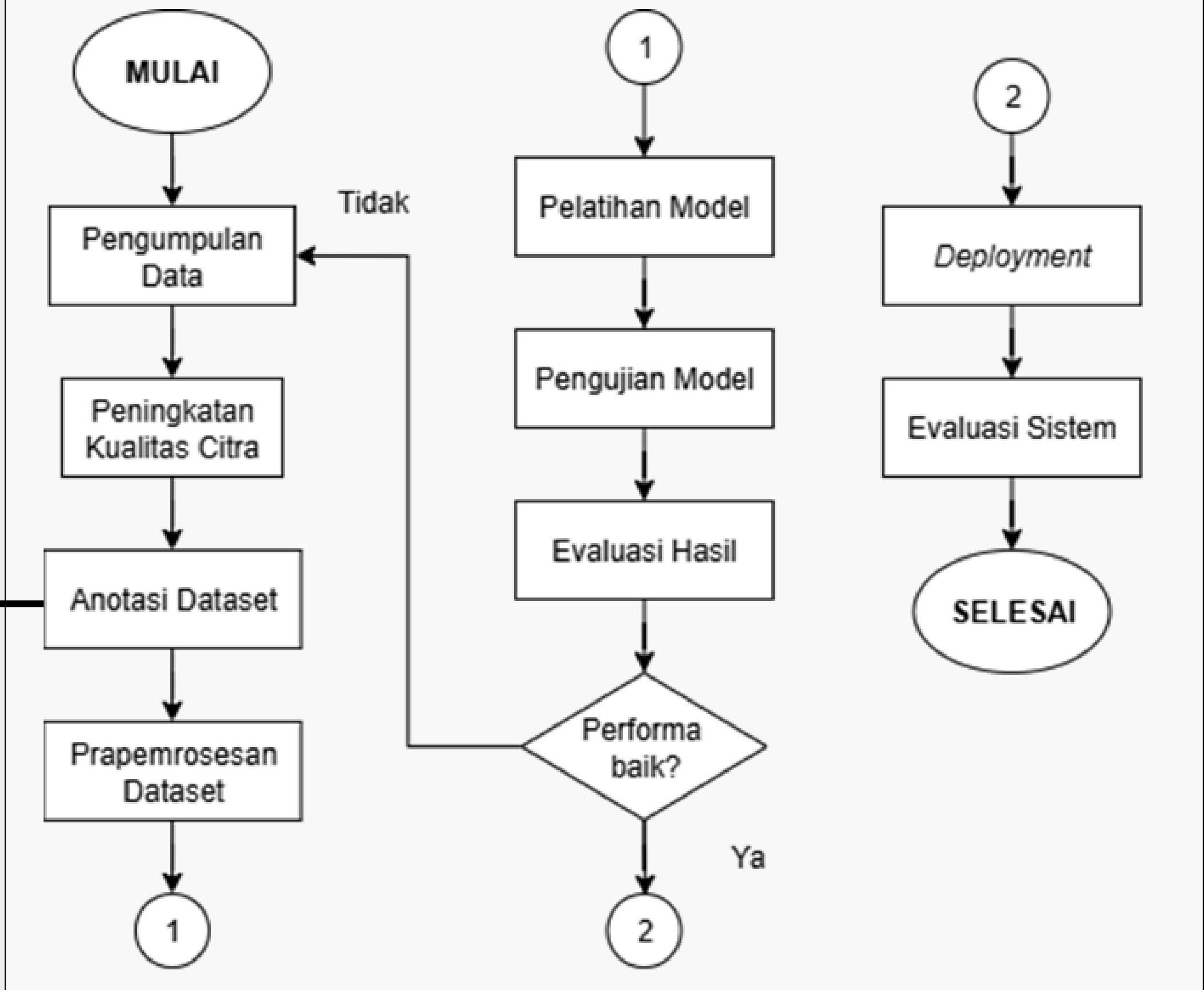
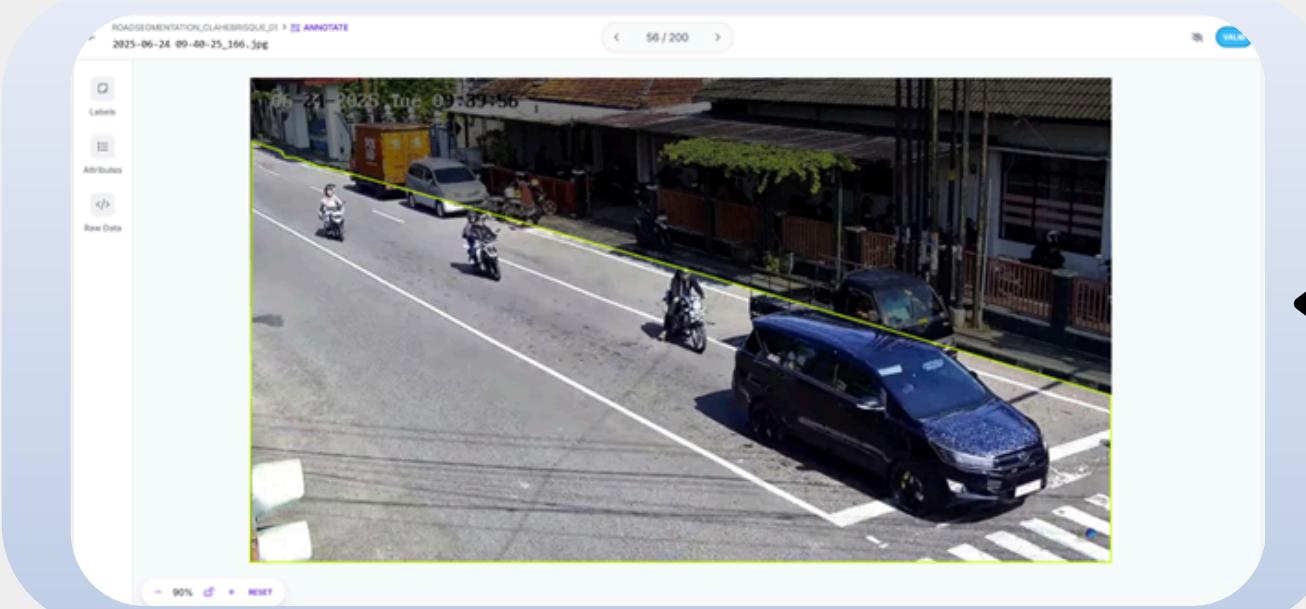
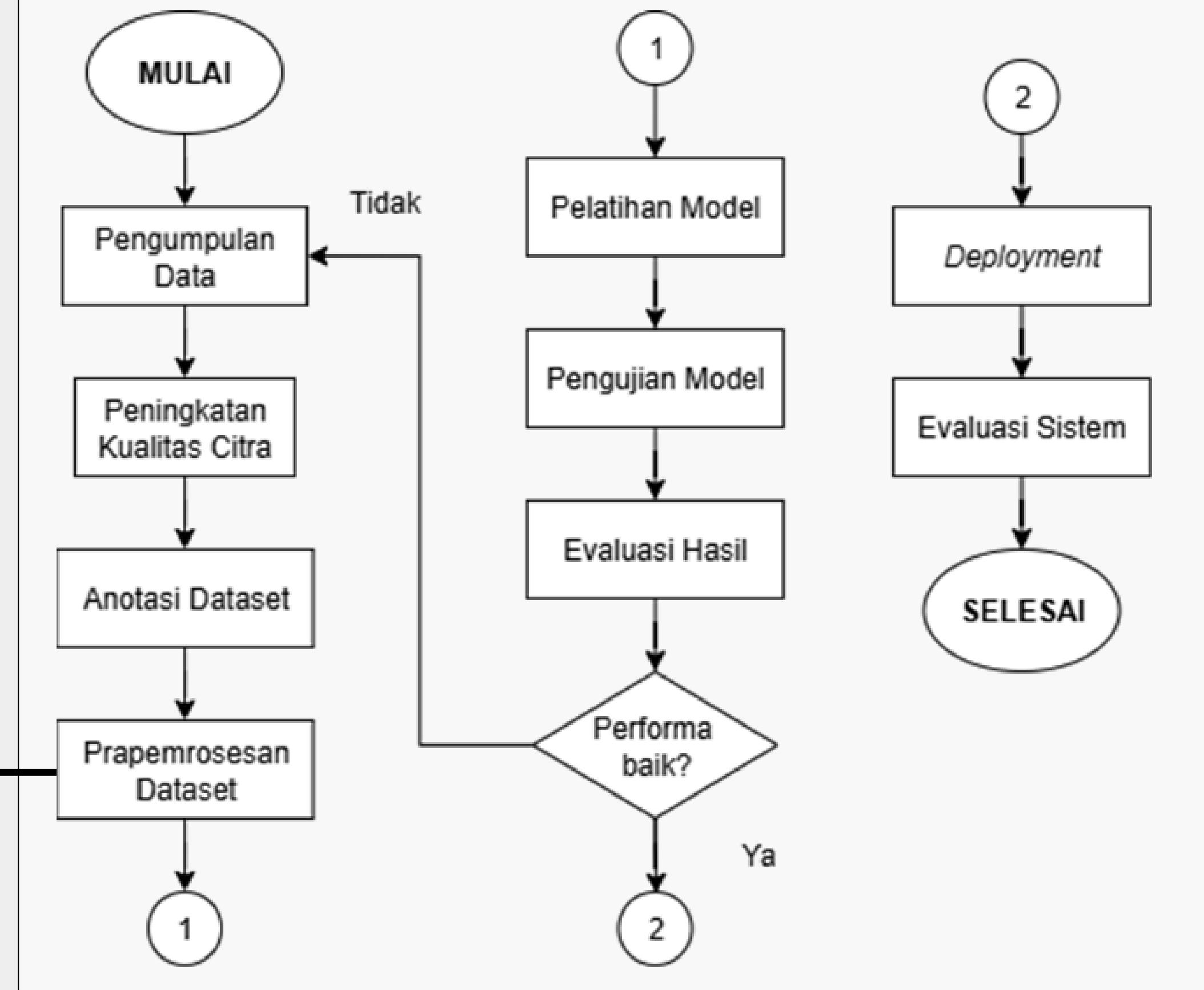


Diagram Alir Penelitian



Prapemrosesan

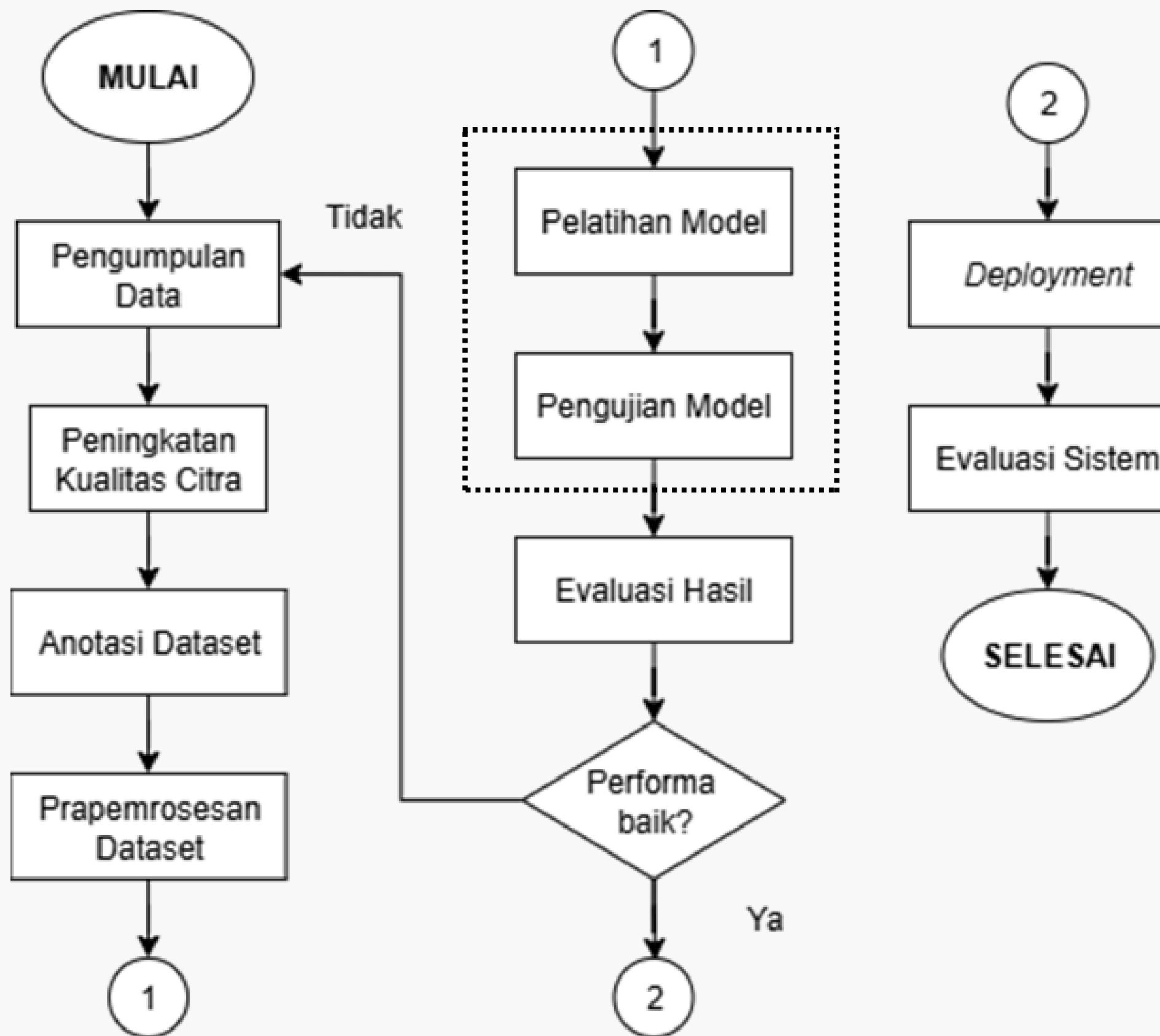
Membagi dataset

- 75% data pelatihan
- 15% data validasi
- 10% data uji

Resize Dataset

- Mengubah data ke ukuran 640×640 piksel

Q Diagram Alir Penelitian



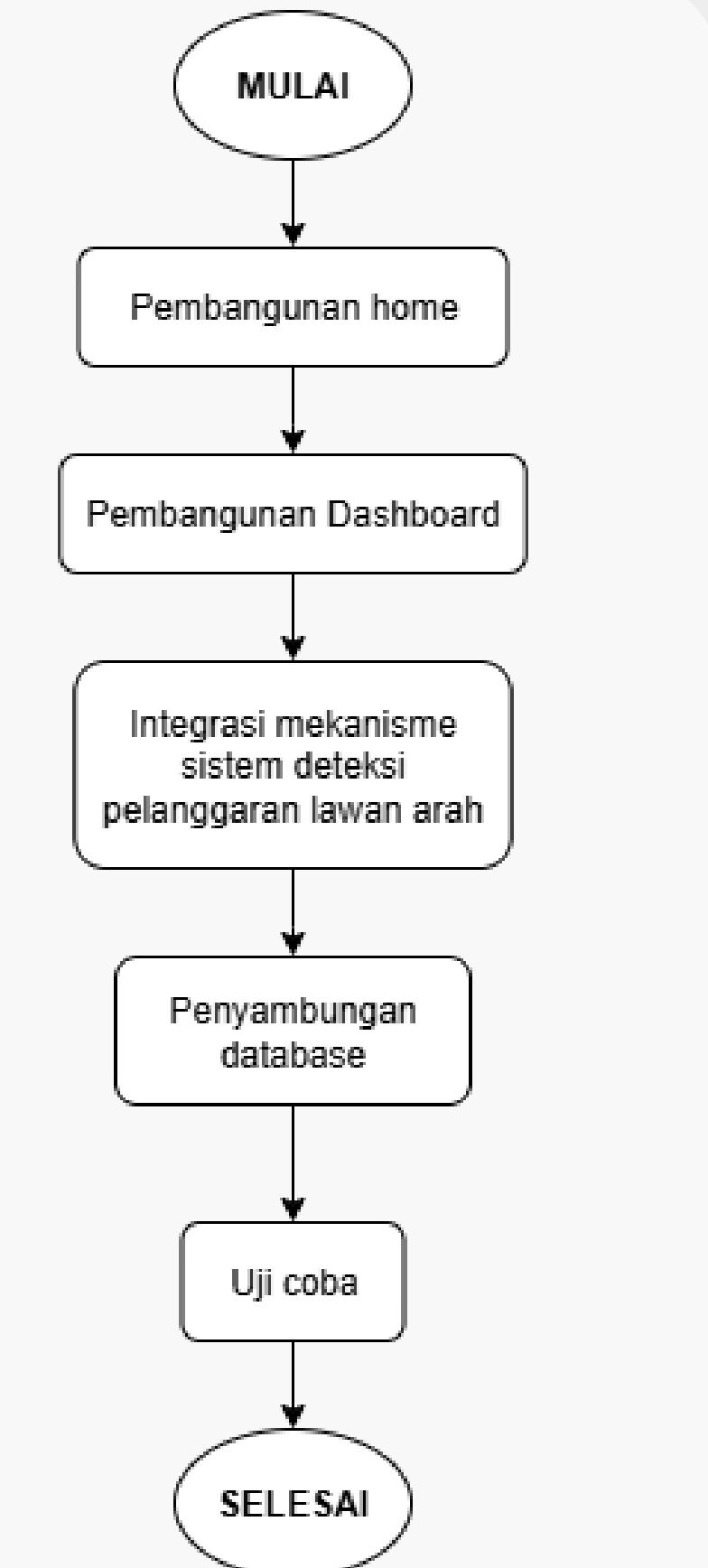
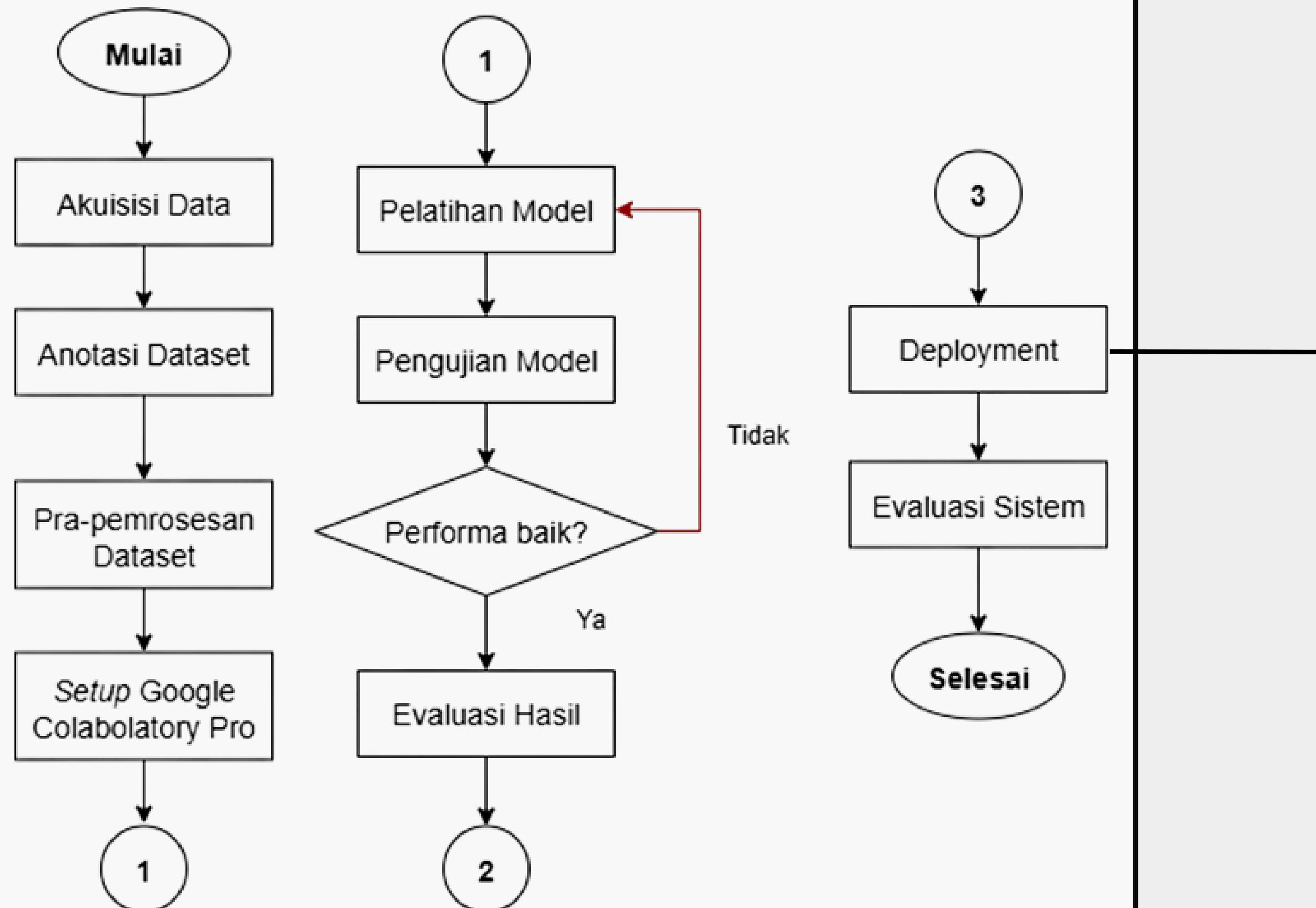
Q Setup Google Colab

- GPU T4 - free
- GPU L4 - paid

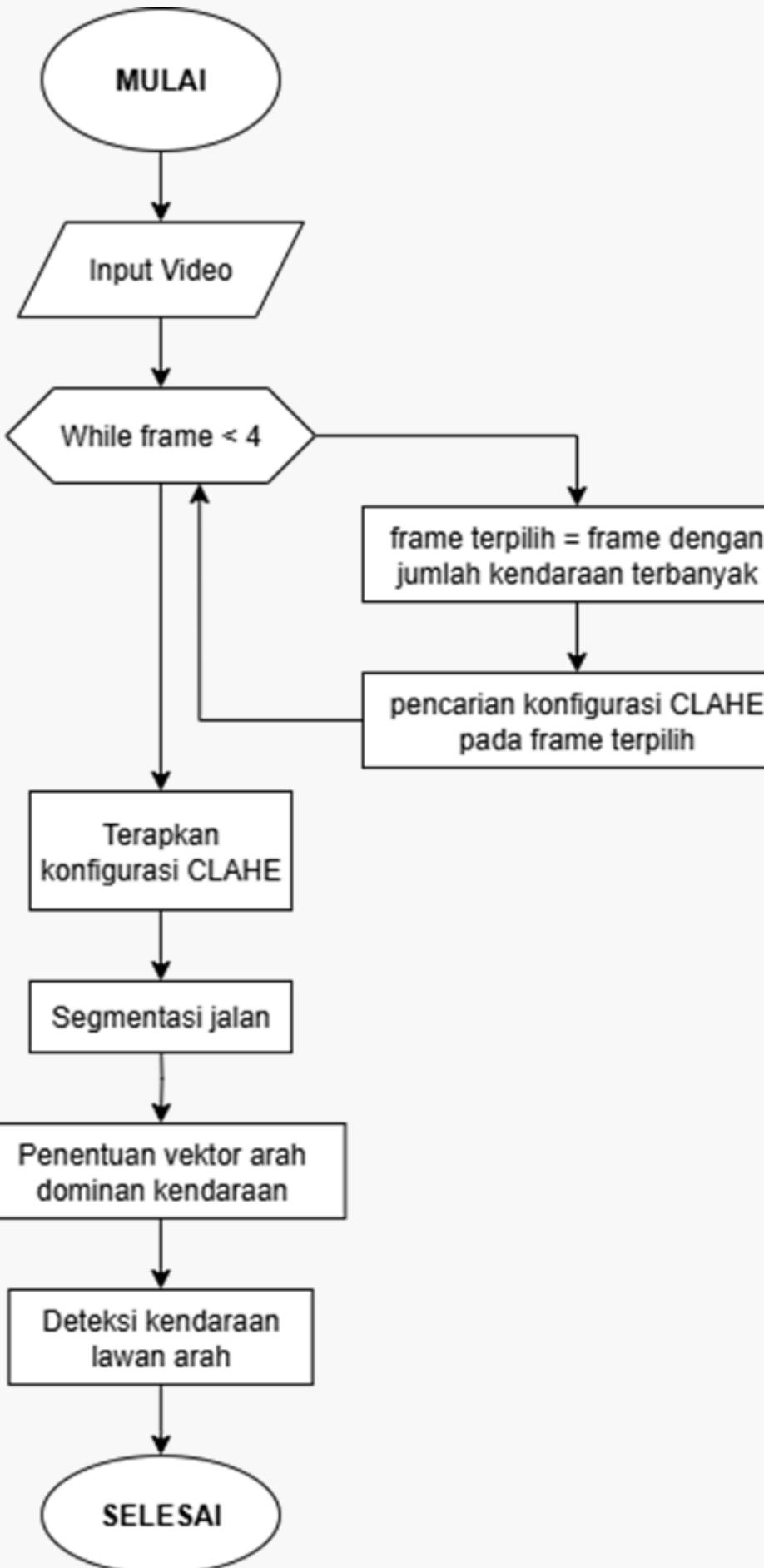
Q Pelatihan Model

- Epoch: 500
- EarlyStopping: 15
- Learning Rate: 0,01
- Weight Decay: 0,0005

Q Diagram Alir Penelitian



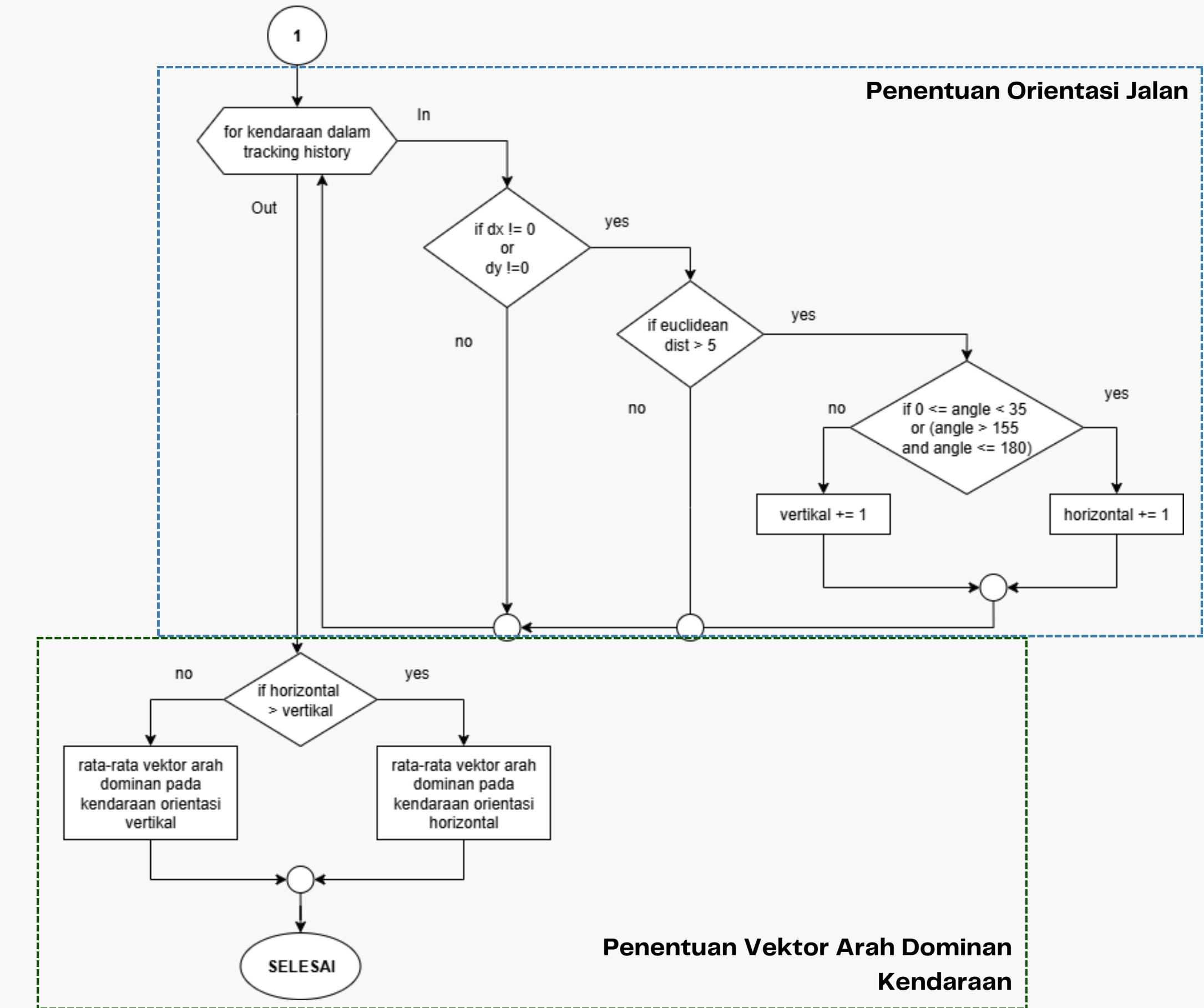
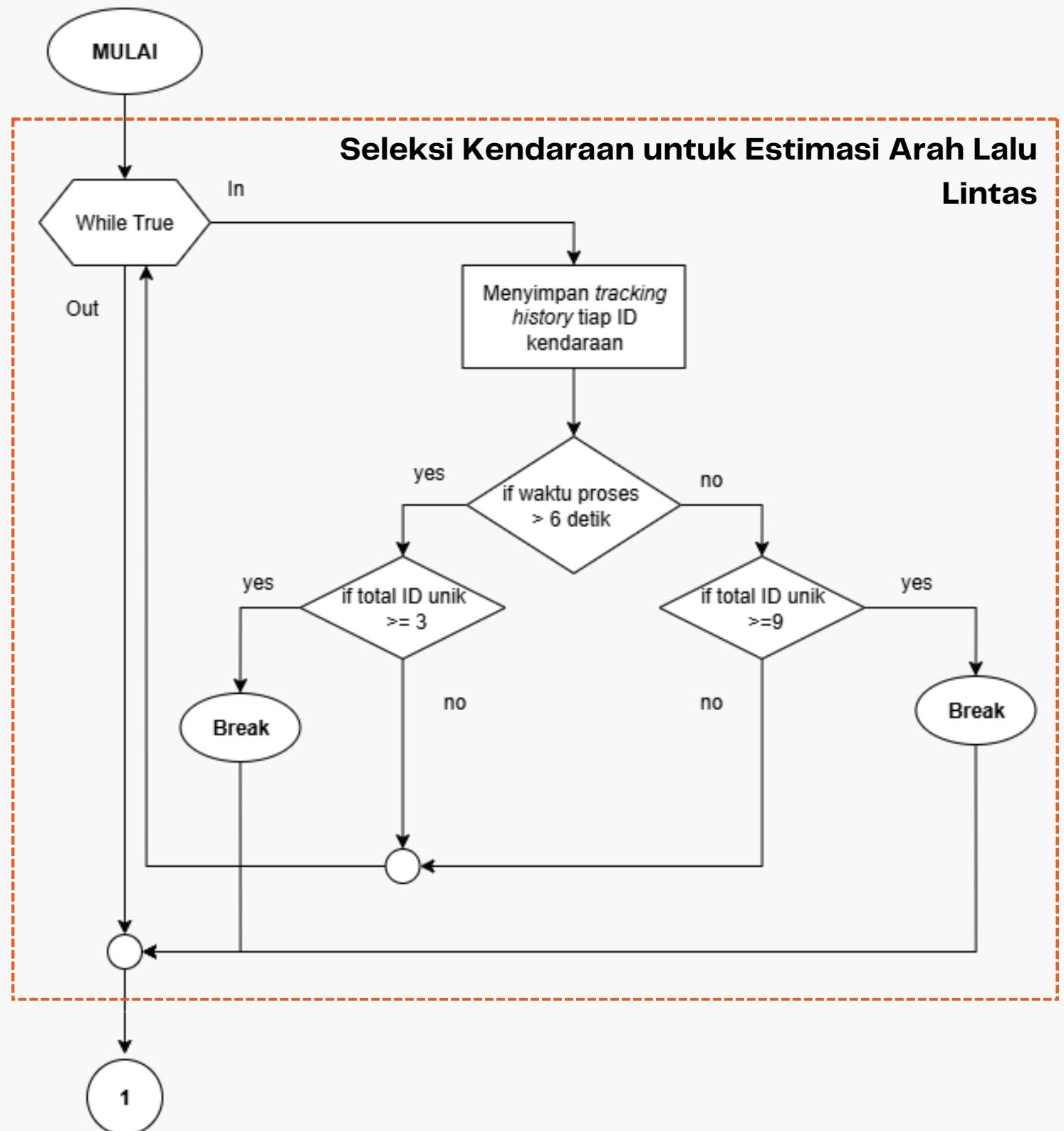
Q Mekanisme Deteksi Pelanggaran Kendaraan Lawan Arah



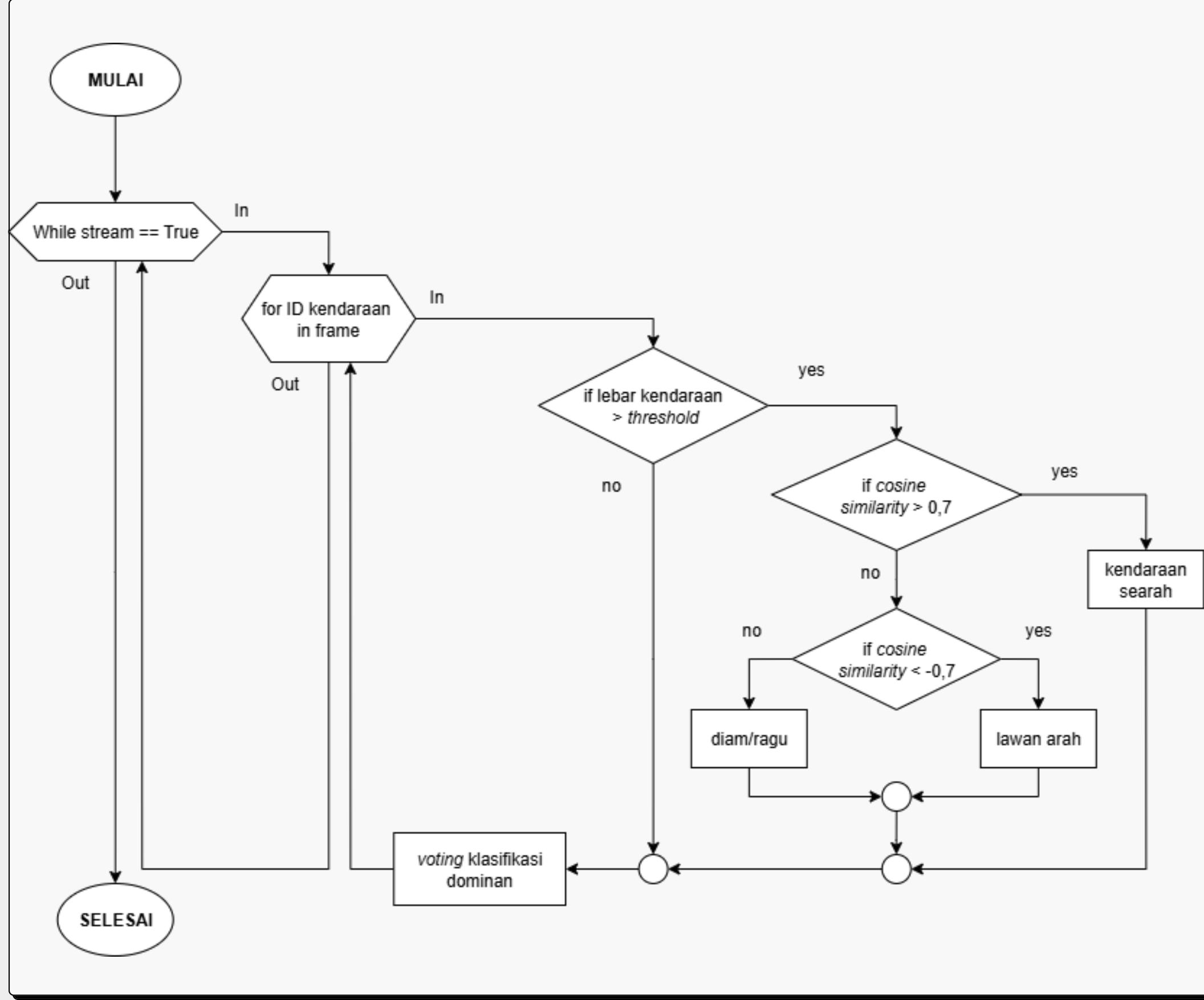
Segmentasi Jalan

- **Model:** Menggunakan YOLOv11n-seg.pt terlatih
- **Tujuan:** Menentukan area jalan agar fokus deteksi pelanggaran hanya pada wilayah relevan.
- **Pemilihan Frame:** Gunakan 3 frame awal dengan sedikit kendaraan untuk hasil segmentasi jalan yang utuh.
- **Kombinasi Mask:** Hasil segmentasi tiap frame dibandingkan dua-dua dengan $\text{IoU} > 0,5 \rightarrow$ digabung menjadi 1 mask komposit.
- **Finalisasi Mask:** Mask dengan IoU tertinggi dipilih sebagai representasi akhir area jalan.
- **Filtering:** Eliminasi kontur < 200 piksel untuk cegah kesalahan segmentasi (misalnya trotoar, bayangan, marka).
- **Efisiensi:** Segmentasi hanya dilakukan sekali di awal, hasil disimpan untuk frame selanjutnya guna percepat sistem.

Q Diagram alir penentuan vektor arah dominan kendaraan

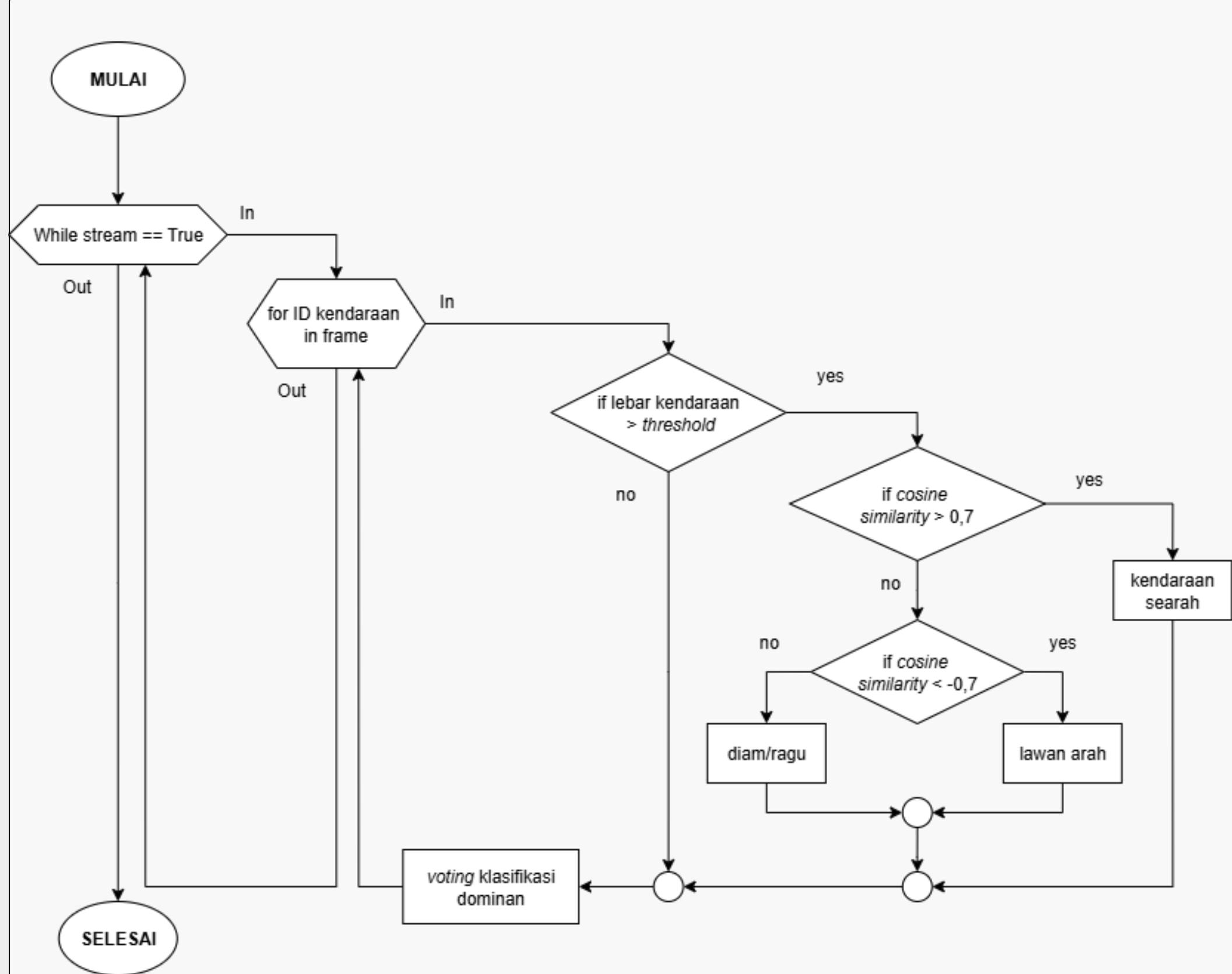


Q Diagram alir klasifikasi pelanggaran kendaraan lawan arah



- **Arah Dominan:** Ditetapkan dari hasil pelacakan awal sebagai acuan orientasi lalu lintas.
- **Optimalisasi CLAHE:** Diterapkan hanya pada area jalan hasil segmentasi untuk menjaga FPS sistem tetap tinggi.
- **Deteksi & Pelacakan:** Kendaraan dideteksi (YOLOv11) pada area jalan, lalu dilacak; hanya yang terpantau ≥ 7 frame diproses.
- **Metode Klasifikasi:**
 1. Cosine similarity antara vektor kendaraan vs arah dominan.
 2. Jarak Euclidean dihitung jika perpindahan > 5 piksel.

Q Diagram alir klasifikasi pelanggaran kendaraan lawan arah



- **Kategori Arah:**

1. Searah: similarity $> 0,7$
2. Melawan arah: similarity $< -0,7$
3. Diam/ragu-ragu: similarity antara $-0,7$ s/d $0,7$ atau perpindahan < 5 piksel

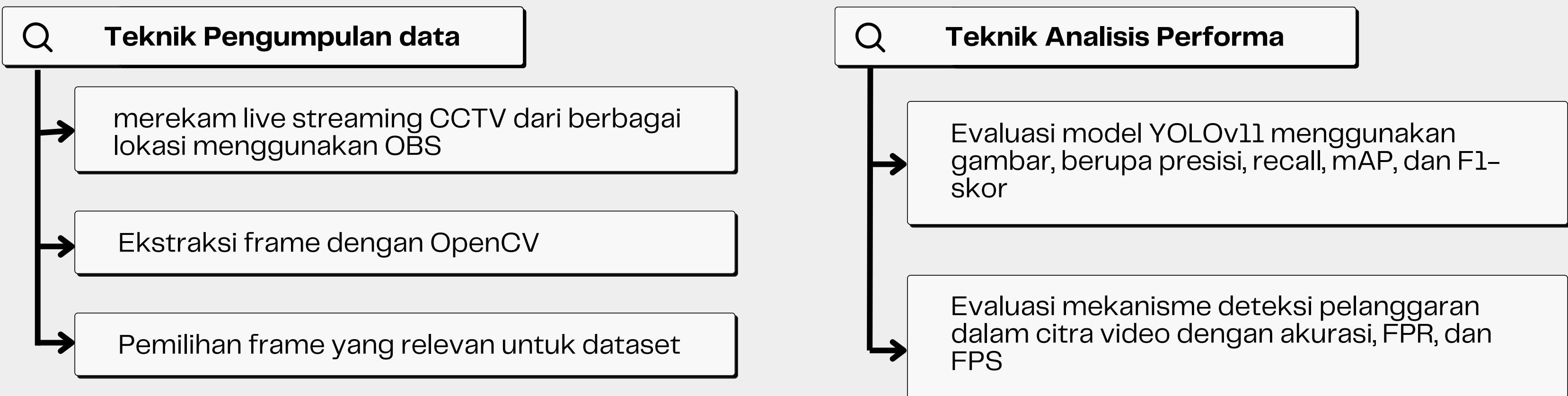
- **Filter Ukuran Objek:** Kendaraan kecil (motor < 15 px, mobil < 20 px) diabaikan untuk hindari kesalahan pelacakan.

- **Riwayat Klasifikasi:**

1. Panjang riwayat = $\text{FPS} \times 2$ detik (min. 15 entri jika $\text{FPS} < 15$)
2. Voting berdasarkan dominasi label dalam riwayat

- **Tujuan:** Menghindari keputusan pelanggaran dari deteksi yang tidak stabil atau noise visual.

Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Performa





Bab IV

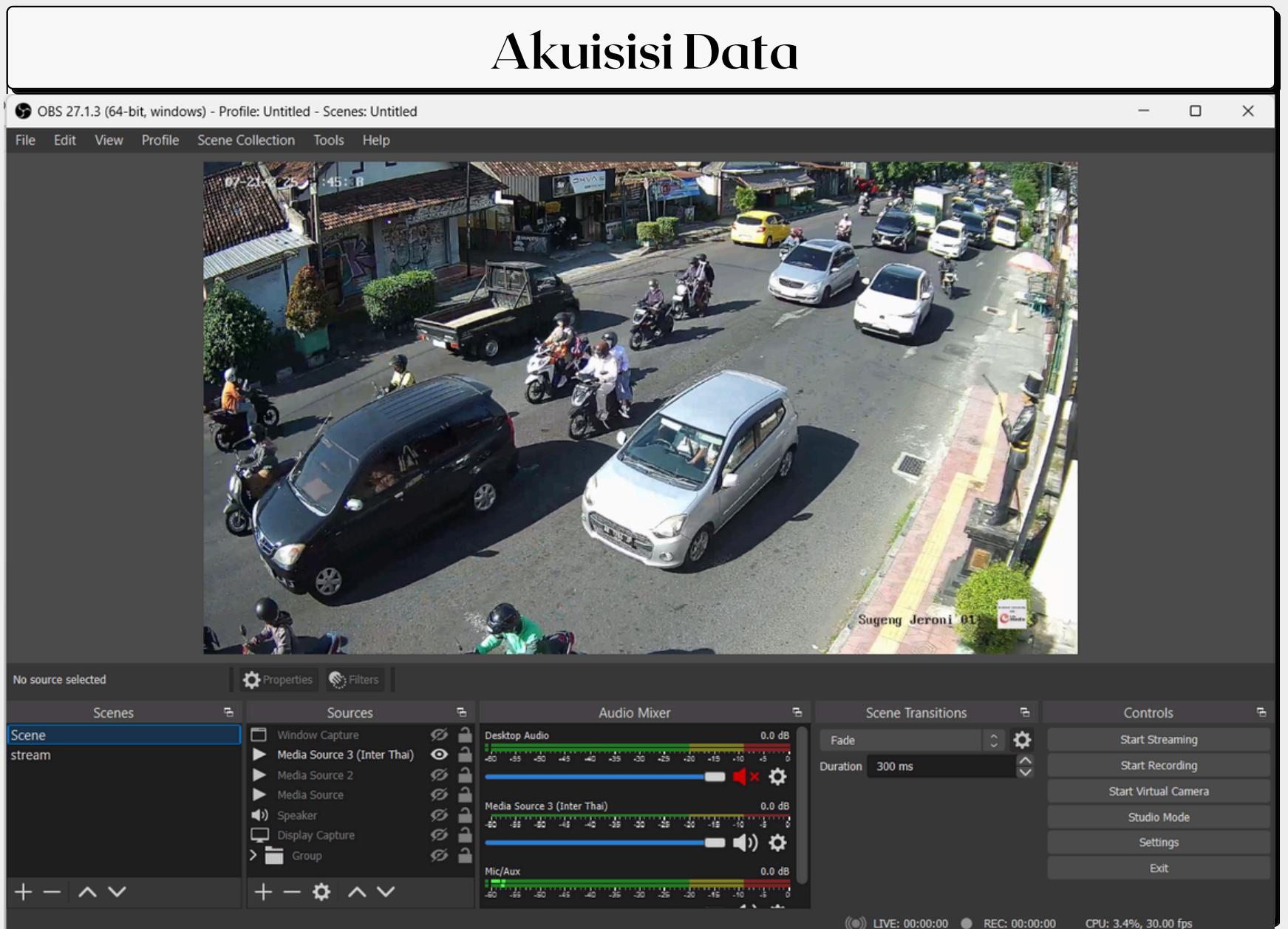
Hasil & Pembahasan

Akuisisi dan Deskripsi
Umum Dataset

Evaluasi Performa
Model

Pengujian Sistem Deteksi
Pelanggaran Lawan Arah

Akuisisi Data



Alat :



Q Sumber

1. Rekaman CCTV oleh PT Citra Persada Infrastruktur
2. Rekaman CCTV melalui OBS Studio dari
3. Dataset tambahan
 - Roboflow Universe
 - VeRI dataset jurnal oleh X. Liu et al. (2016)

Jenis Dataset



Dataset Jalan



Dataset Kendaraan

Deskripsi Dataset

Q DATASET DETEKSI KENDARAAN

Pagi cuaca cerah	Sore cuaca hujan
Sore cuaca cerah	Malam cuaca cerah
Sumber	Jumlah Gambar
Rekaman CCTV PT CPI pada Gerbang akses Jalan Tol Pamulihan	2.878
Rekaman CCTV kota Bekasi	1.200
Rekaman CCTV kota Yogyakarta	580
Rekaman CCTV kabupaten Gunung Kidul	100
VeRI Dataset	580
Roboflow Universe	1.364
TOTAL	6.700

Q DATASET SEGMENTASI JALAN

Jalan Tol		Jalan Umum	
Tipe Jalan	Sumber	Jumlah Gambar	
Jalan Tol	Rekaman CCTV oleh Badan Usaha Jalan Tol	230	
Jalan Umum	Rekaman CCTV kota Bekasi	80	
	Rekaman CCTV kota Yogyakarta	490	
	Rekaman CCTV kota Bandung	30	
	Rekaman CCTV kota Bogor	30	
	Rekaman CCTV kota Demak	10	
	Rekaman CCTV kabupaten Gunung Kidul	30	
	Campuran	Roboflow Universe	500
TOTAL		1.400	

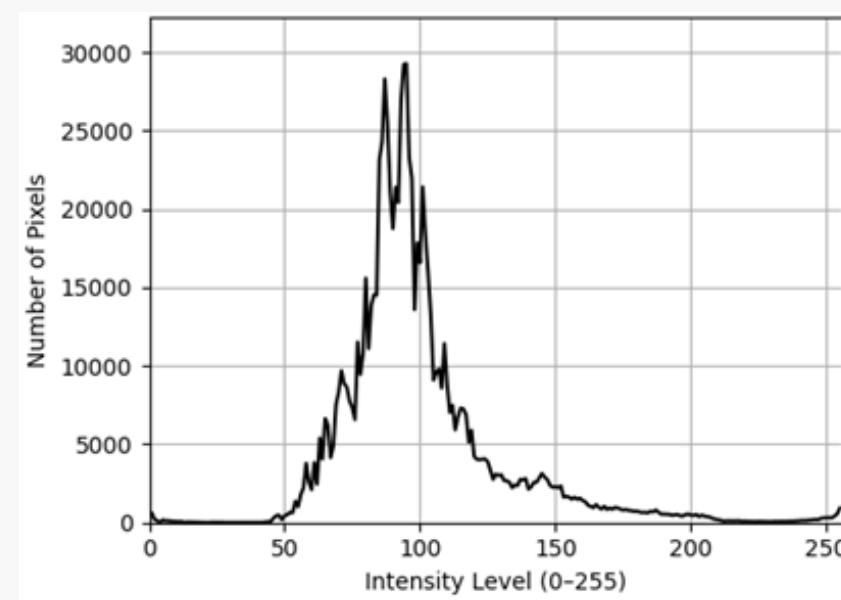
Q Sebelum CLAHE



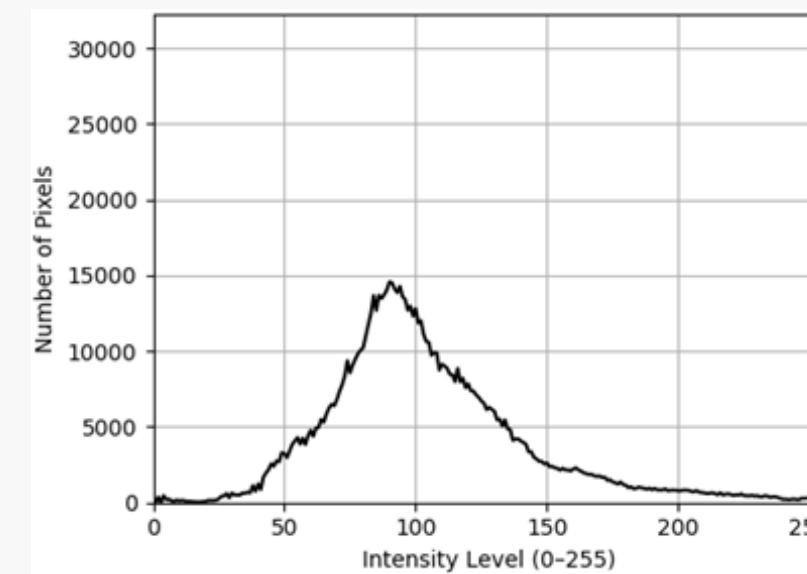
Q Setelah CLAHE



Histogram *channel L* sebelum CLAHE



Histogram *channel L* sebelum CLAHE



Peningkatan Kualitas Citra

Teknik	Dataset Kendaraan	Dataset Jalan
Gambar dengan CLAHE	6.613	1.215
Gambar tanpa CLAHE	87	185

Hasil Anotasi

Distribusi objek pada dataset kendaraan

Sumber	Total objek	Persentase
bus	2.001	2,959%
motor	26.428	39,081%
mobil	22.117	32,706%
pikap	2.200	3,253%
truk	14.878	22,001%
TOTAL	67.426	100%

** dari total 6.700 gambar

Distribusi objek pada dataset jalan

Objek	Total objek
Jalan	1.805

** dari total 1.400 gambar

Pelatihan Model

Rincian distribusi dataset siap digunakan

Pembagian dataset	Dataset deteksi kendaraan	Dataset segmentasi jalan
dataset pelatihan	10.046	3.153
dataset validasi	1.021	214
dataset pengujian	656	135

- Dataset akhir dikompilasi dalam format YOLOv11.
- Dataset tersebut diunduh melalui tautan unik dari Roboflow.
- Setelah diunduh, file dataset secara otomatis diekstraksi (unzip) di lingkungan Google Colab.
- Dataset yang telah diekstraksi tersebut langsung siap digunakan dalam proses pelatihan model.

Hyperparamater model YOLOv11n

Hyperparameter	Nilai
Epoch	500
EarlyStopping	15
Learning Rate	0,01
Weight Decay	0,0005

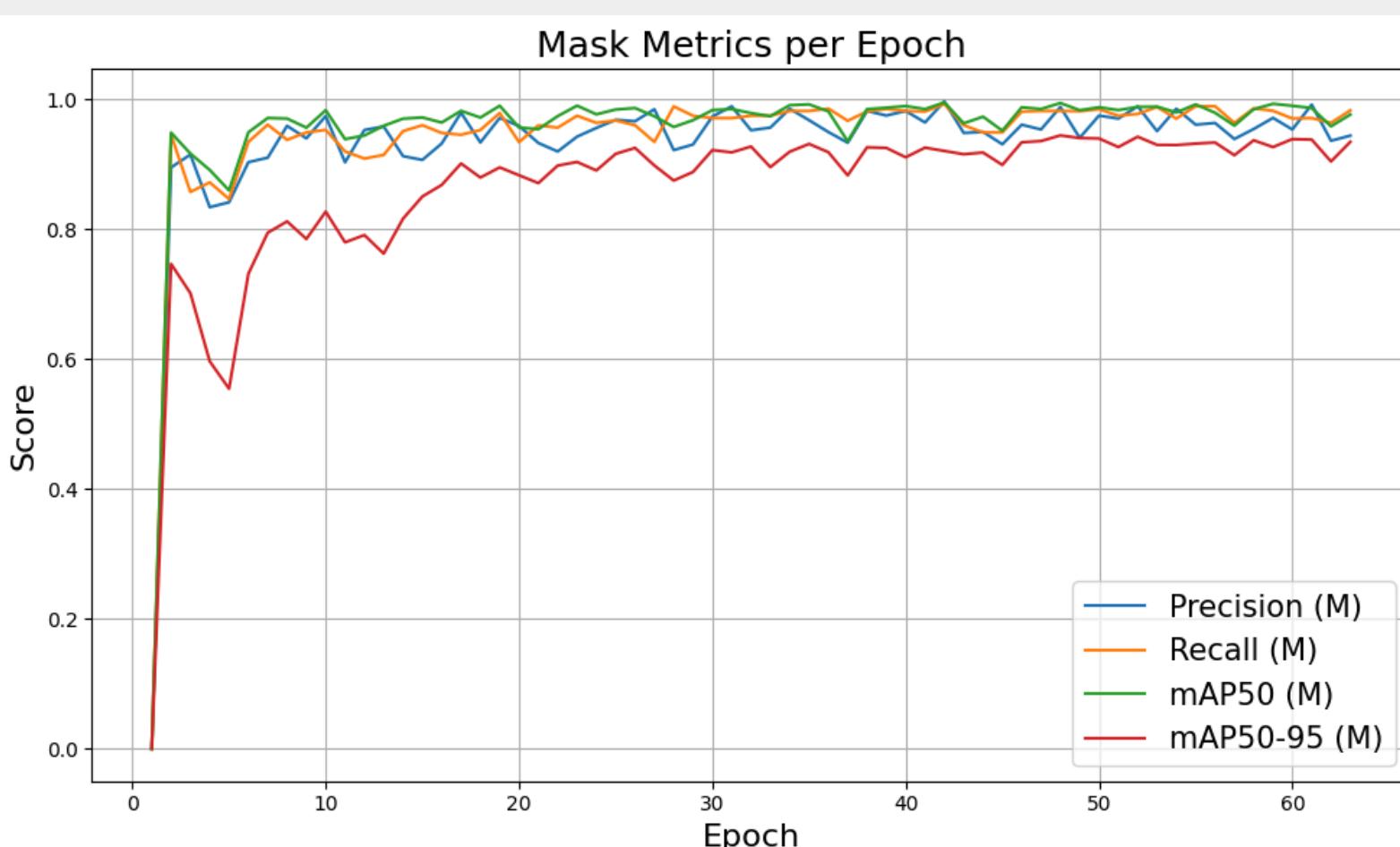
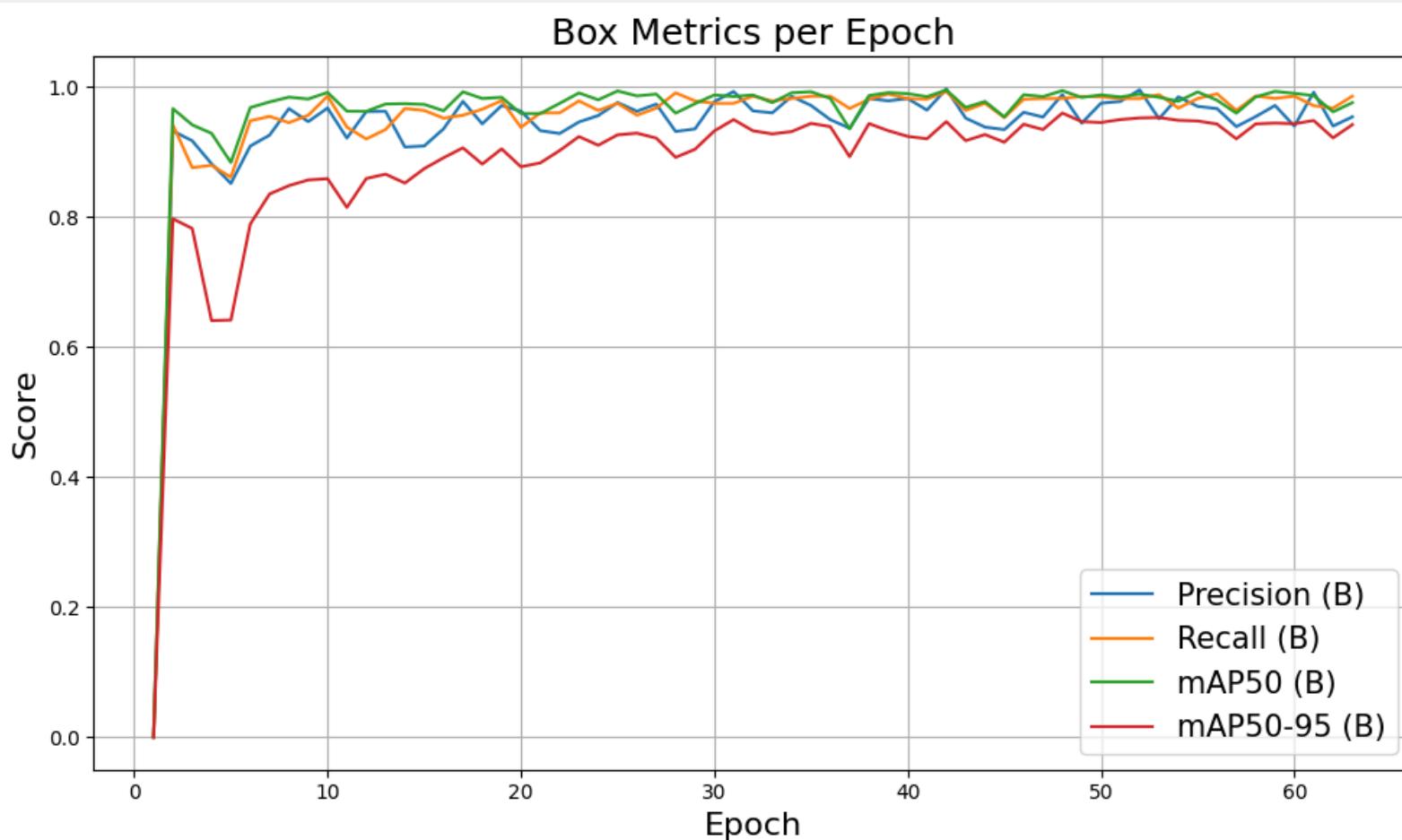
- Model: YOLOv11n untuk deteksi, YOLOv11n-seg untuk segmentasi.
- Tujuan: Optimalkan akurasi & efisiensi, adaptif terhadap data kendaraan & jalan.
- Pelatihan menggunakan konfigurasi hyperparameter default dari Ultralytics yang telah diuji pada dataset COCO dan VOC

Evaluasi Performa Yolov1n

MODEL SEGMENTASI

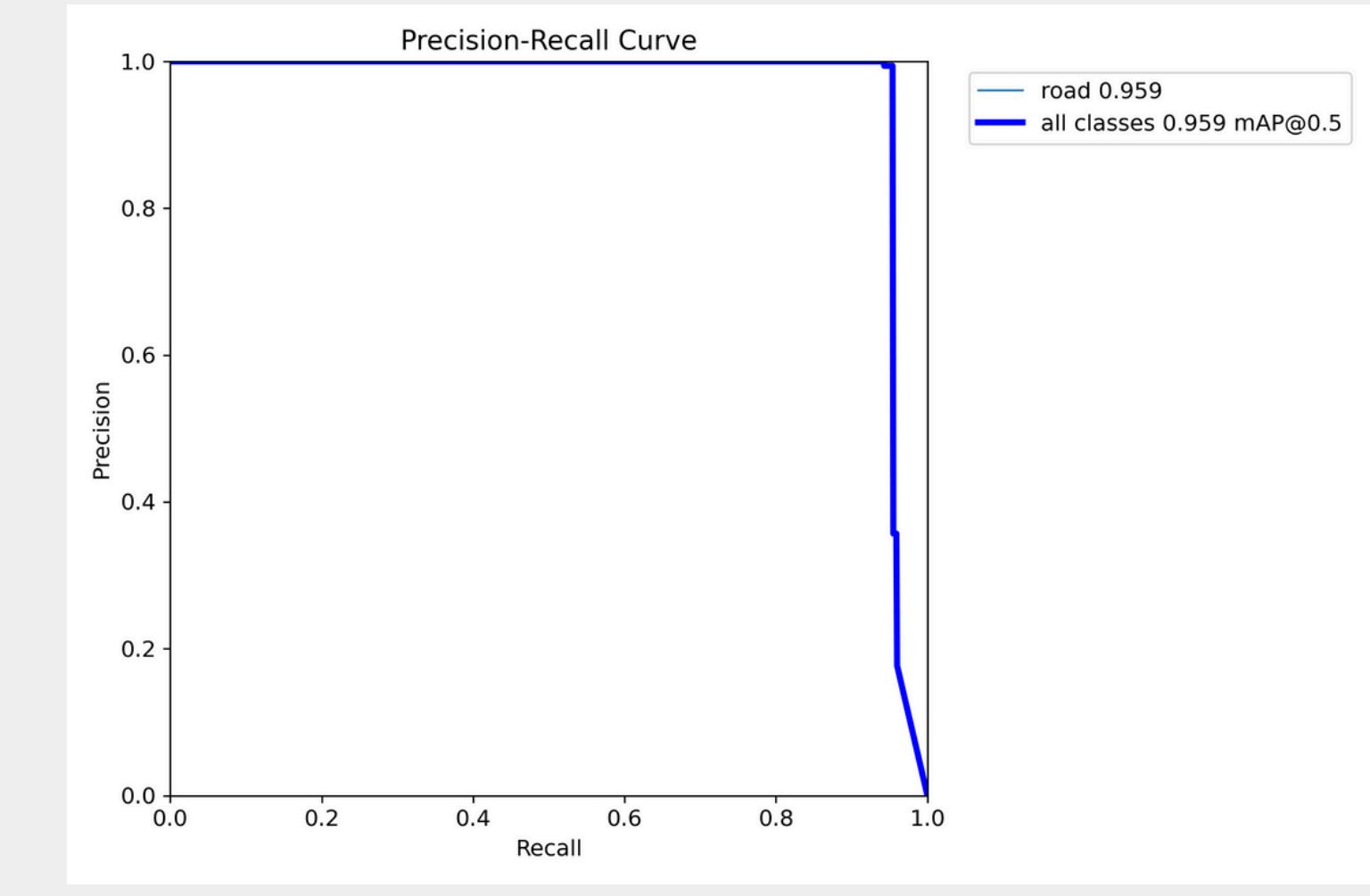
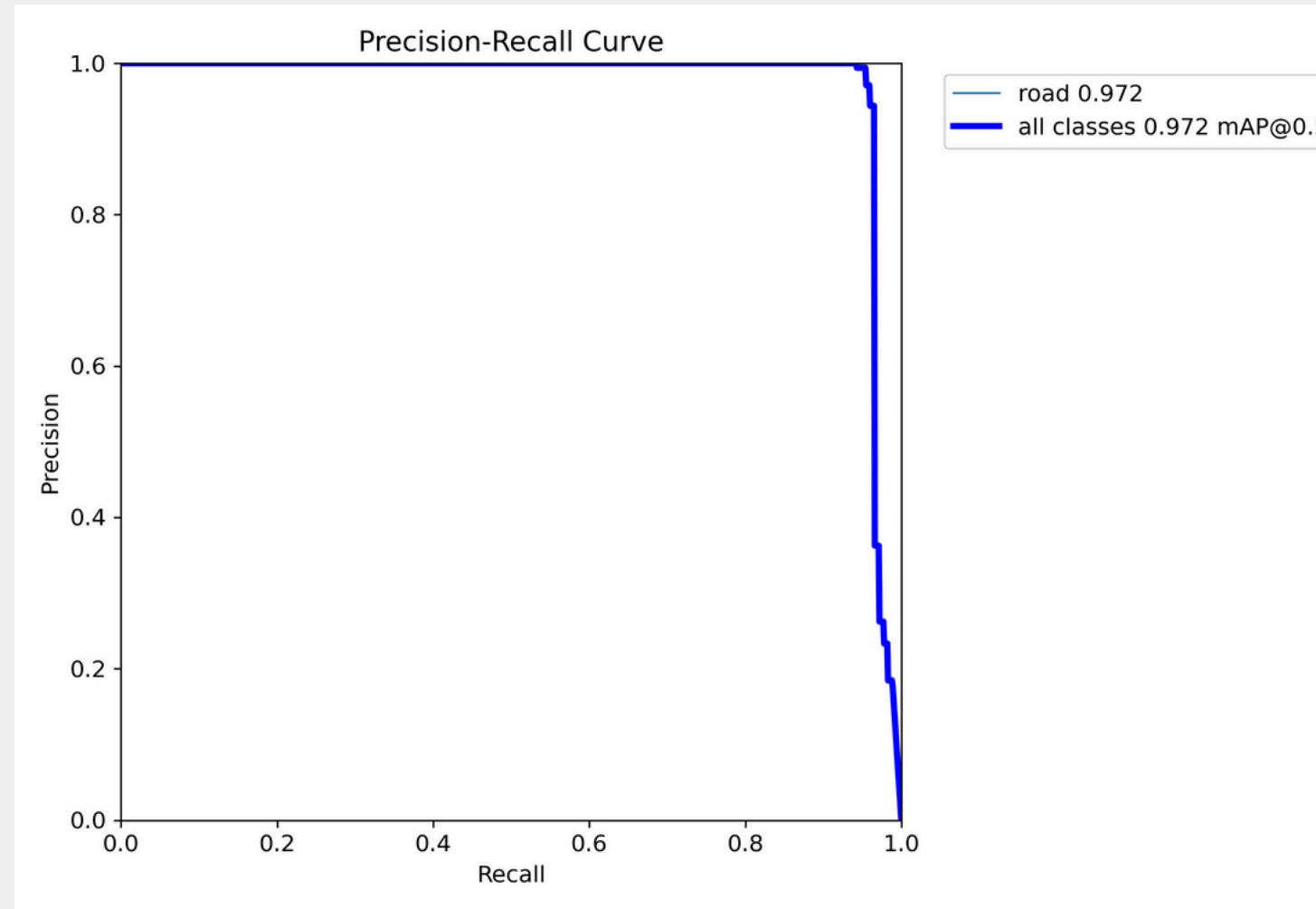
Performa data pengujian model YOLOv1n-segmentasi

Metrik Evaluasi	Dataset deteksi kendaraan	Nilai
Presisi	Box	0,994
	Mask	0,994
Recall	Box	0,953
	Mask	0,953
mAP50	Box	0,979
	Mask	0,959



Evaluasi Performa Yolov1n

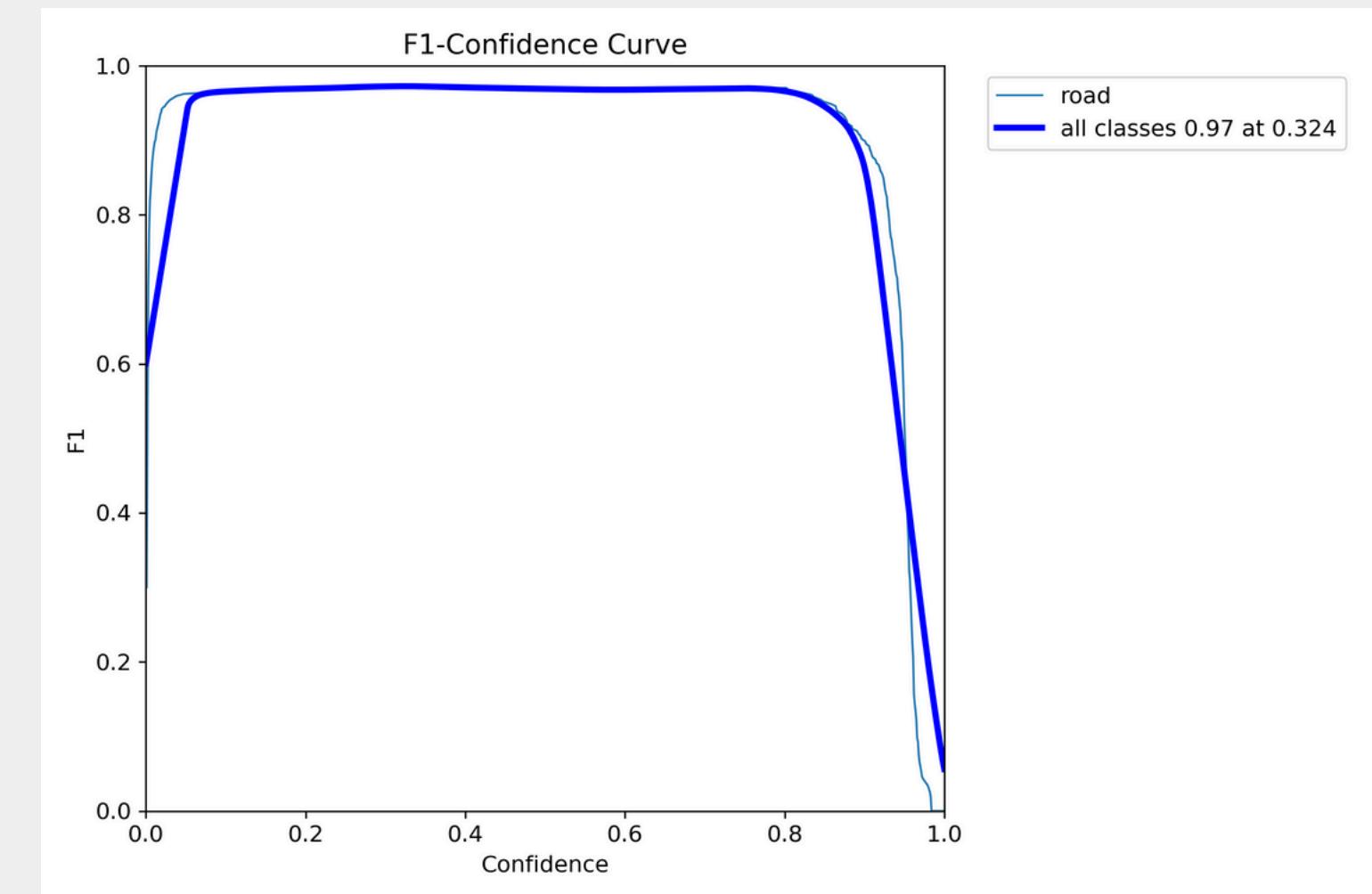
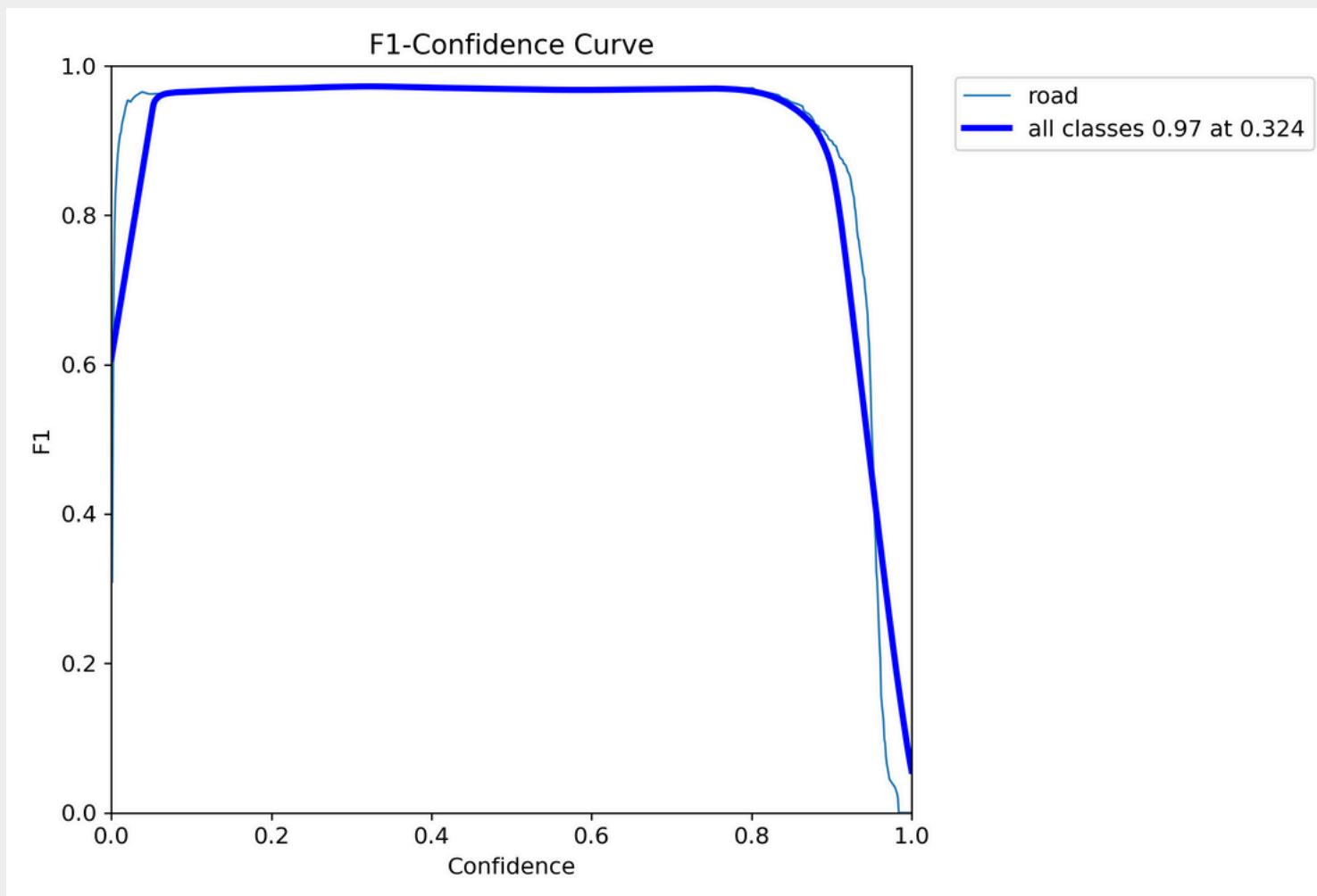
MODEL SEGMENTASI



Kurva Precision-Recall menunjukkan bahwa model memiliki keseimbangan performa yang baik antara presisi dan recall, yang mencerminkan kemampuan deteksi dan segmentasi jalan raya yang akurat serta stabil, baik pada bounding box maupun mask.

Evaluasi Performa Yolov11n

MODEL SEGMENTASI



Kurva F1-Confidence menunjukkan bahwa titik keseimbangan optimal antara presisi dan recall dicapai pada confidence threshold 0,324 dengan F1-score maksimum 0,97; namun, setelah threshold melebihi 0,8, F1-score menurun tajam karena peningkatan presisi tidak diiringi oleh recall, sehingga terjadi trade-off antara kedua metrik.

Evaluasi Performa Yolov1ln

MODEL SEGMENTASI



Gambar perbandingan hasil prediksi segmentasi (hijau) dengan ground truth (biru) pada data uji siang hari citra
model_siang_bekasi_fajarmasmurni_083.jpg



Gambar perbandingan hasil prediksi segmentasi (hijau) dengan ground truth (biru) pada data uji malam hari citra
model_malam_bekasi_fajarmasmurni_244.jpg

Evaluasi Performa YOLOv1n

MODEL DETEKSI OBJEK

Hasil pelatihan model YOLOv1n

Kelas	Presisi	Recall	mAP50
Semua	0,93	0,885	0,945
Bus	0,943	0,889	0,941
Mobil	0,931	0,919	0,961
Motor	0,945	0,863	0,951
Pikap	0,893	0,802	0,897
Truk	0,941	0,95	0,974

Pelatihan model menunjukkan performa tinggi, dengan deteksi paling akurat pada objek berukuran besar dan bentuk konsisten seperti truk dan bus, serta tantangan pada objek kecil atau mirip seperti motor dan pikap.

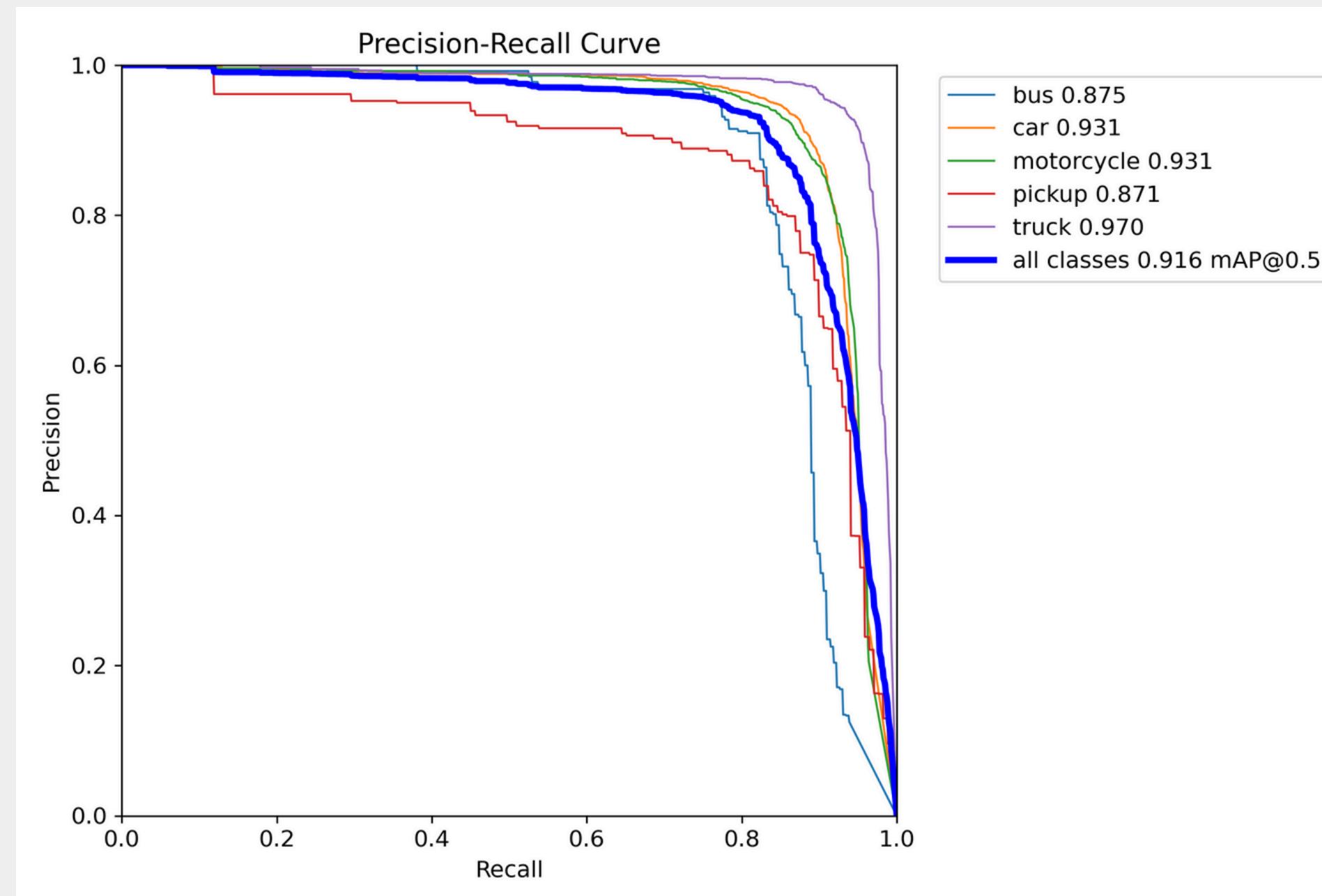
Performa data pengujian model YOLOv1n

Kelas	Presisi	Recall	mAP50
Semua	0,91	0,859	0,916
Bus	0,902	0,824	0,875
Mobil	0,934	0,865	0,931
Motor	0,94	0,841	0,931
Pikap	0,893	0,831	0,871
Truk	0,934	0,936	0,97

Tabel diatas menunjukkan bahwa meskipun terjadi penurunan performa pada data pengujian akibat variasi kondisi nyata yang lebih kompleks, model tetap menunjukkan kemampuan deteksi yang baik

Evaluasi Performa Yolov1n

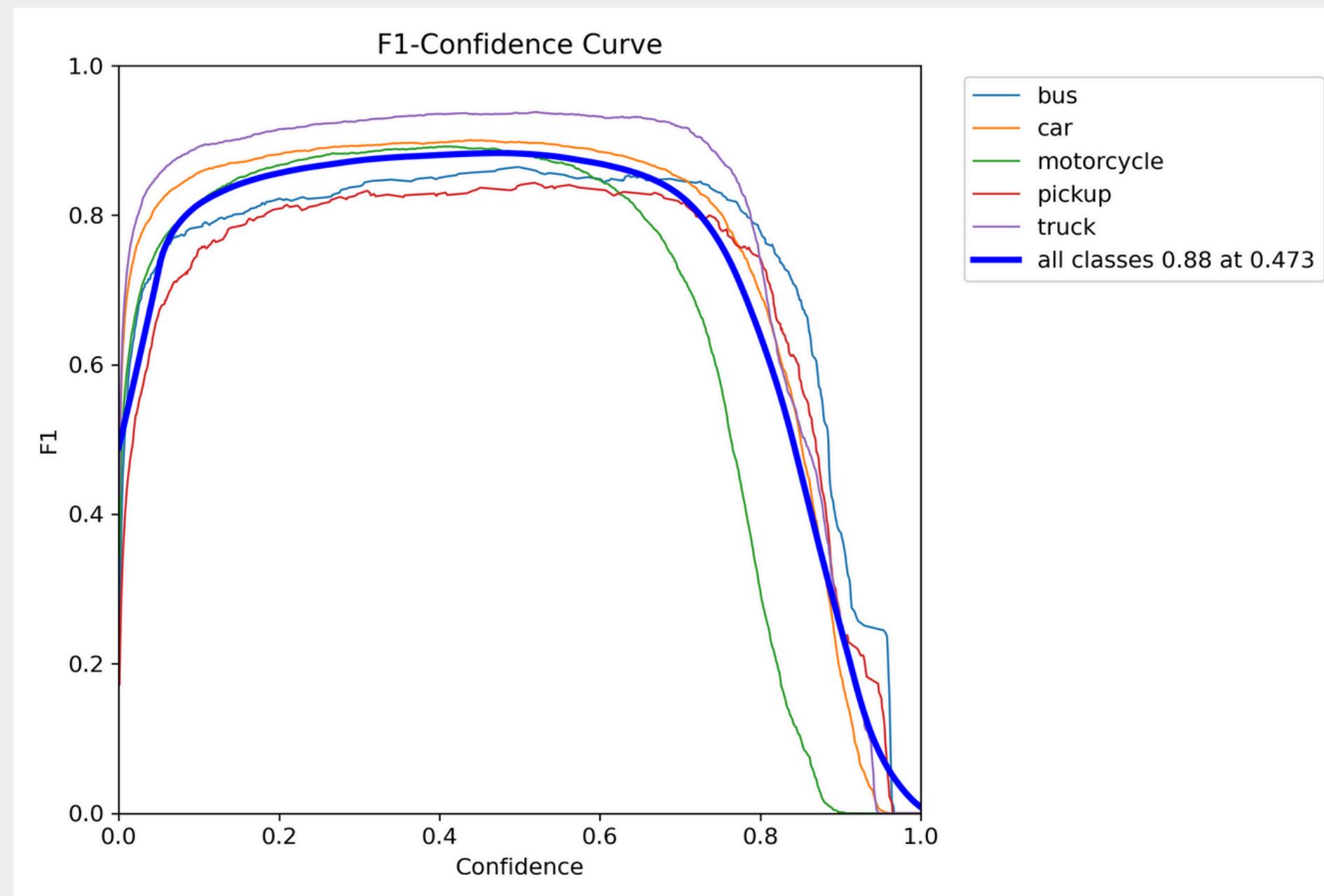
MODEL DETEKSI OBJEK



- Kurva Precision–Recall menunjukkan performa terbaik pada kelas truk, mobil, dan motor, dengan keseimbangan presisi dan recall yang tinggi.
- Kelas pikap dan bus mengalami penurunan presisi saat recall meningkat, menandakan trade-off yang lebih besar dan deteksi yang kurang stabil pada kedua kelas tersebut.

Evaluasi Performa Yolov1ln

MODEL DETEKSI OBJEK



- Kurva F1-Confidence menunjukkan bahwa titik optimum tercapai pada threshold tertentu yang dapat dijadikan acuan untuk menghasilkan deteksi yang lebih akurat dan seimbang antara presisi dan recall.
- Kelas truk menunjukkan performa paling stabil di berbagai nilai confidence, sementara pikap dan bus tetap memiliki F1-score terendah.
- Kelas motor menunjukkan penurunan tajam F1-score saat confidence meningkat, menandakan sensitivitas tinggi terhadap threshold yang terlalu besar.

Evaluasi Performa Yolov1ln

MODEL DETEKSI OBJEK



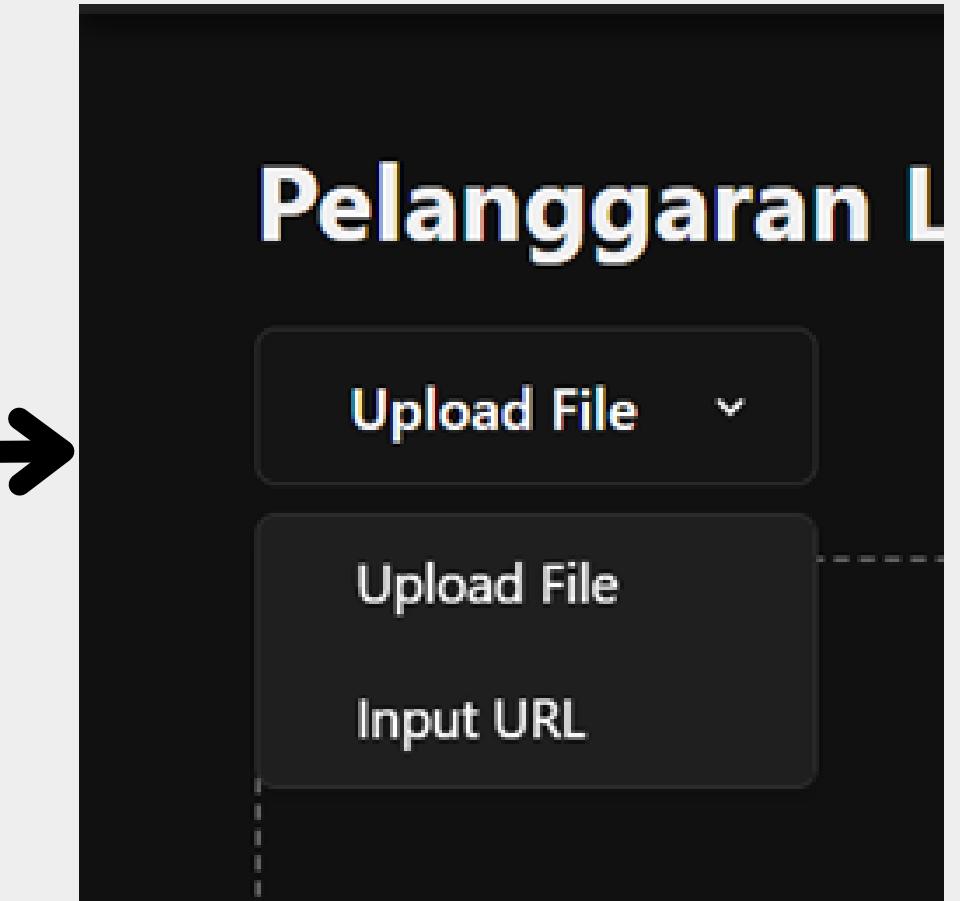
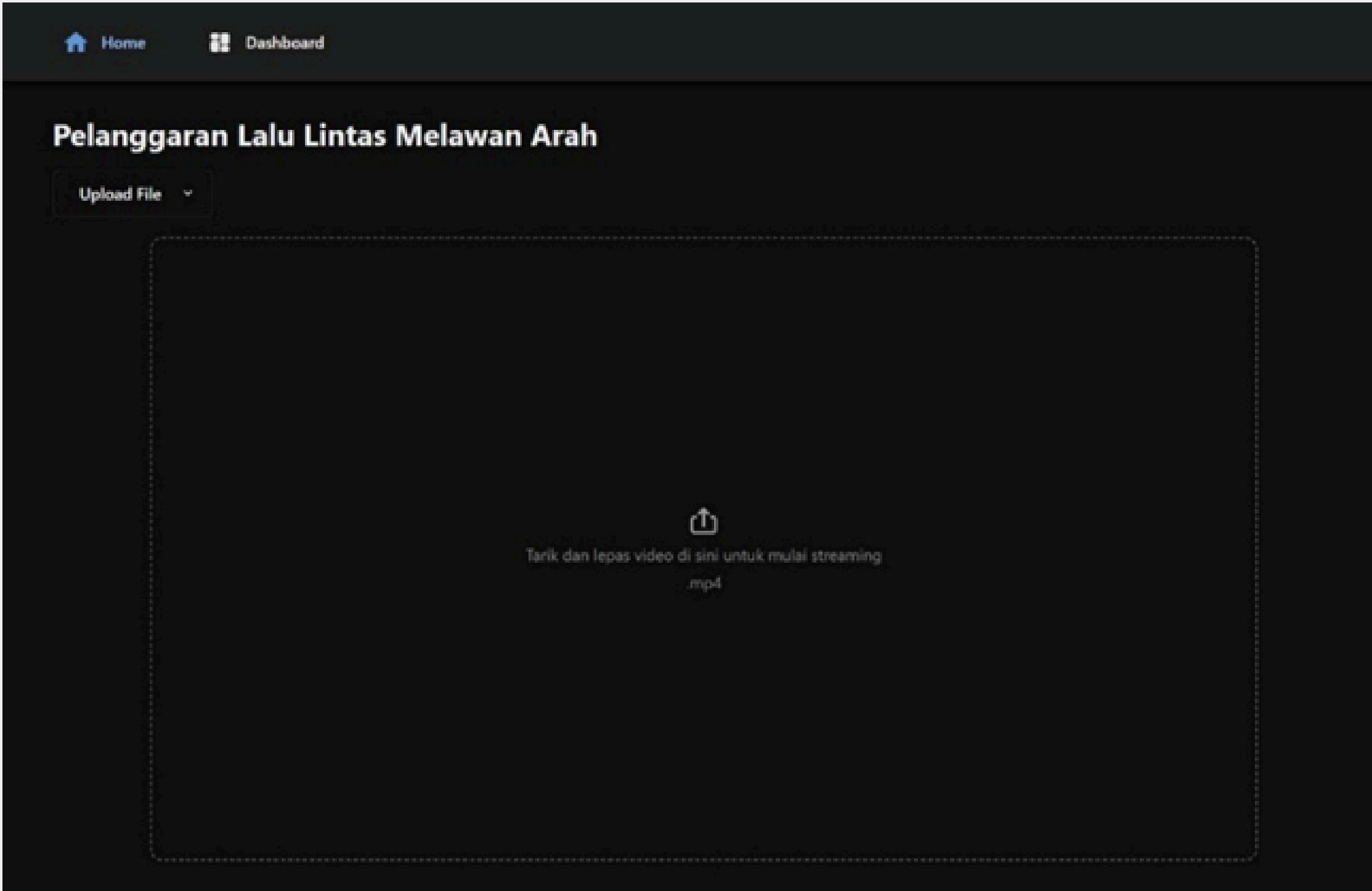
Perbandingan hasil prediksi dengan ground truth pada
data uji malam hari dari
model_malam_bekasi_ngopibah_564.jpg



Perbandingan hasil prediksi dengan ground truth pada
data uji kondisi hujan dari model-221024-15-hujan-V2-
frame_591.jpg

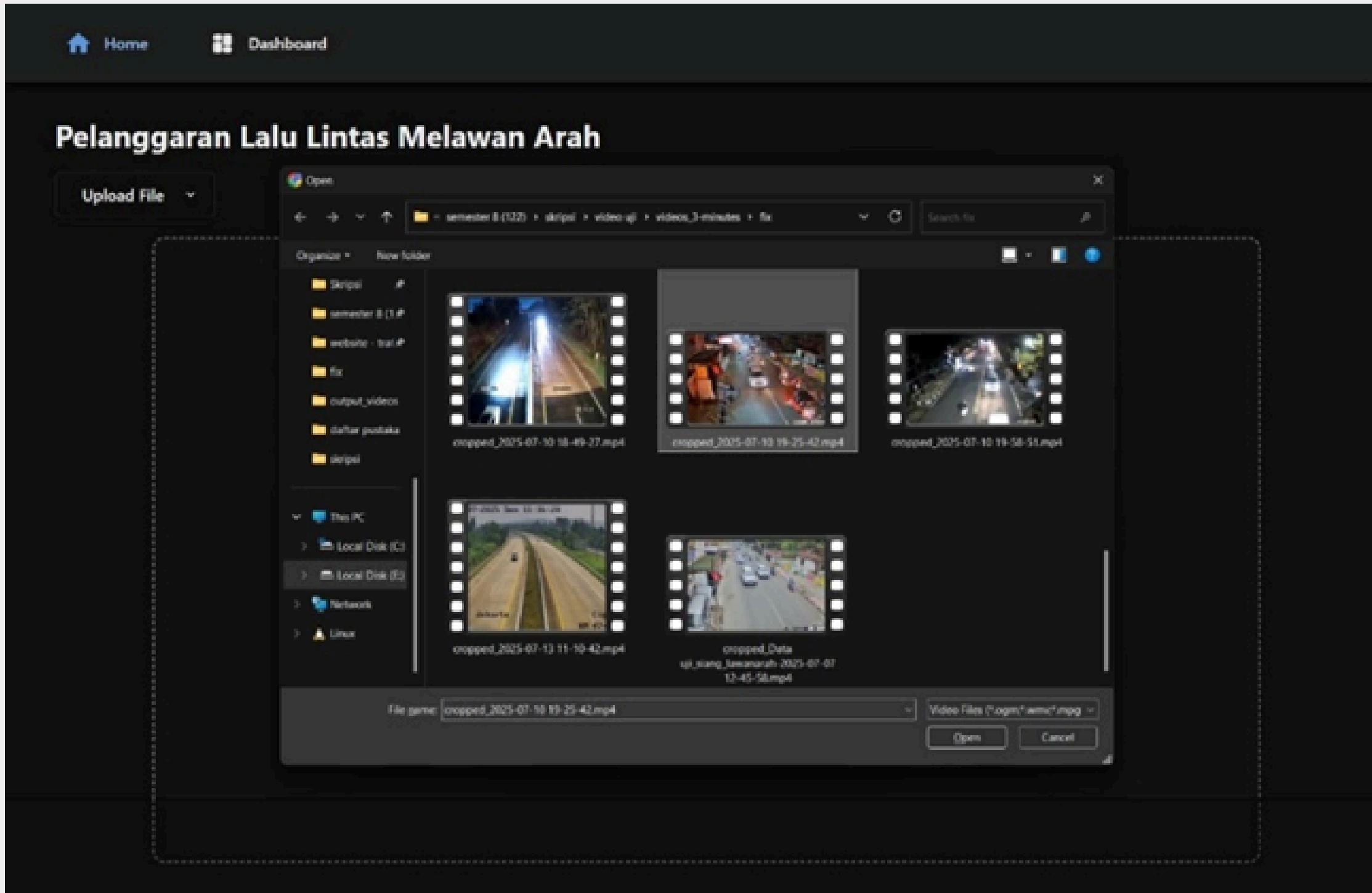
Deployment Website

Tampilan halaman utama



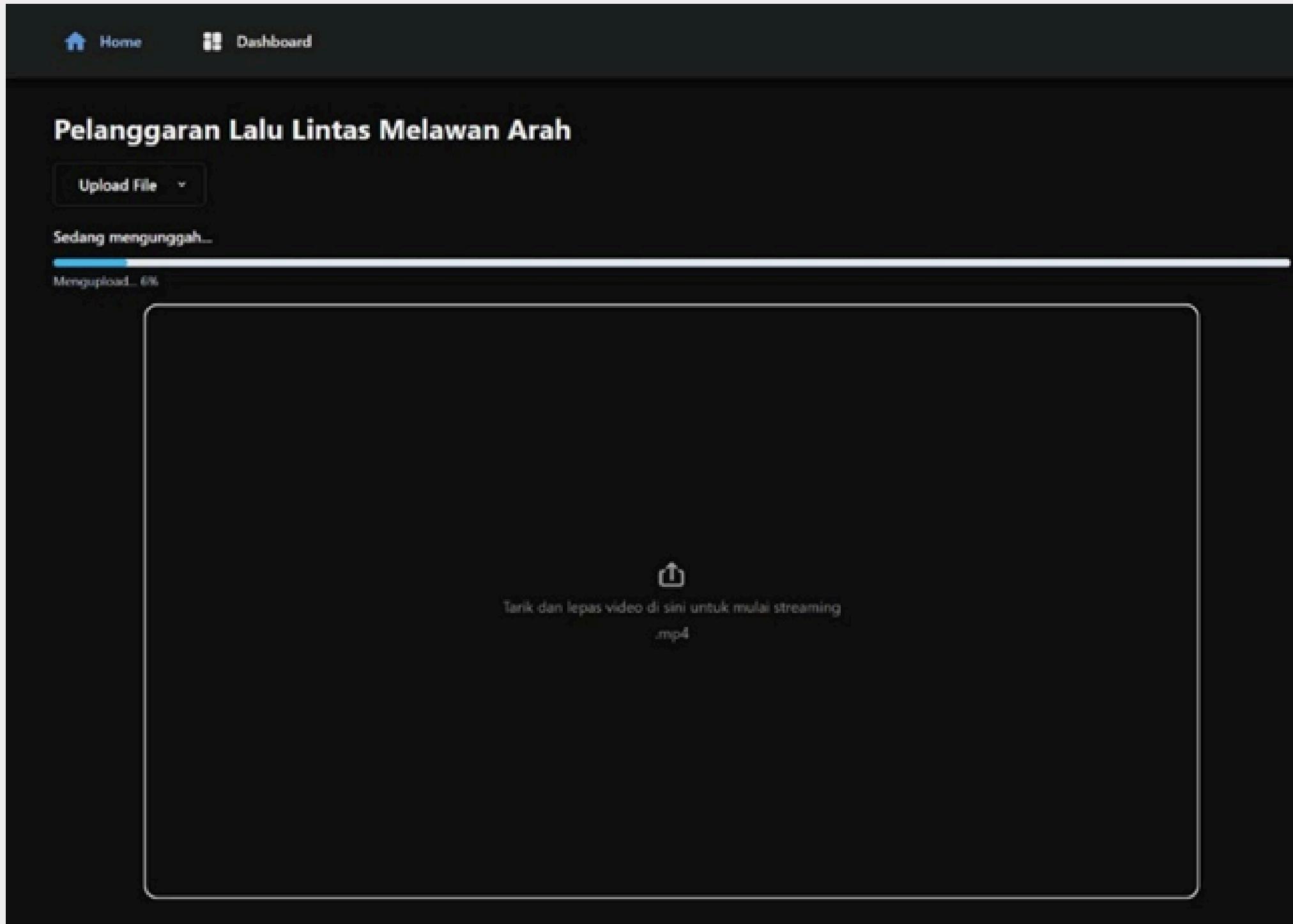
Deployment Website

Tampilan halaman utama – Input file video



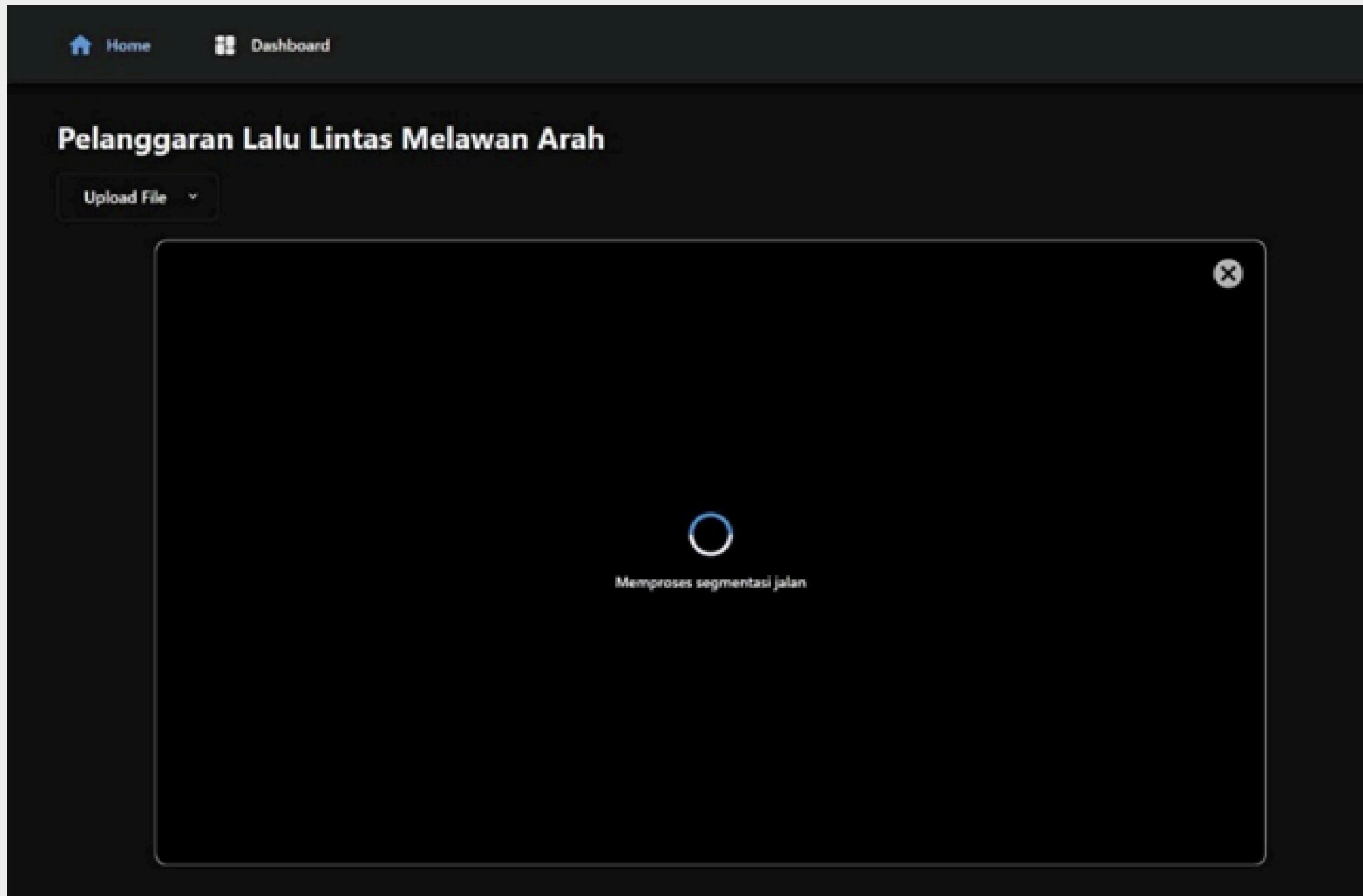
Deployment Website

Tampilan halaman utama – loading upload video



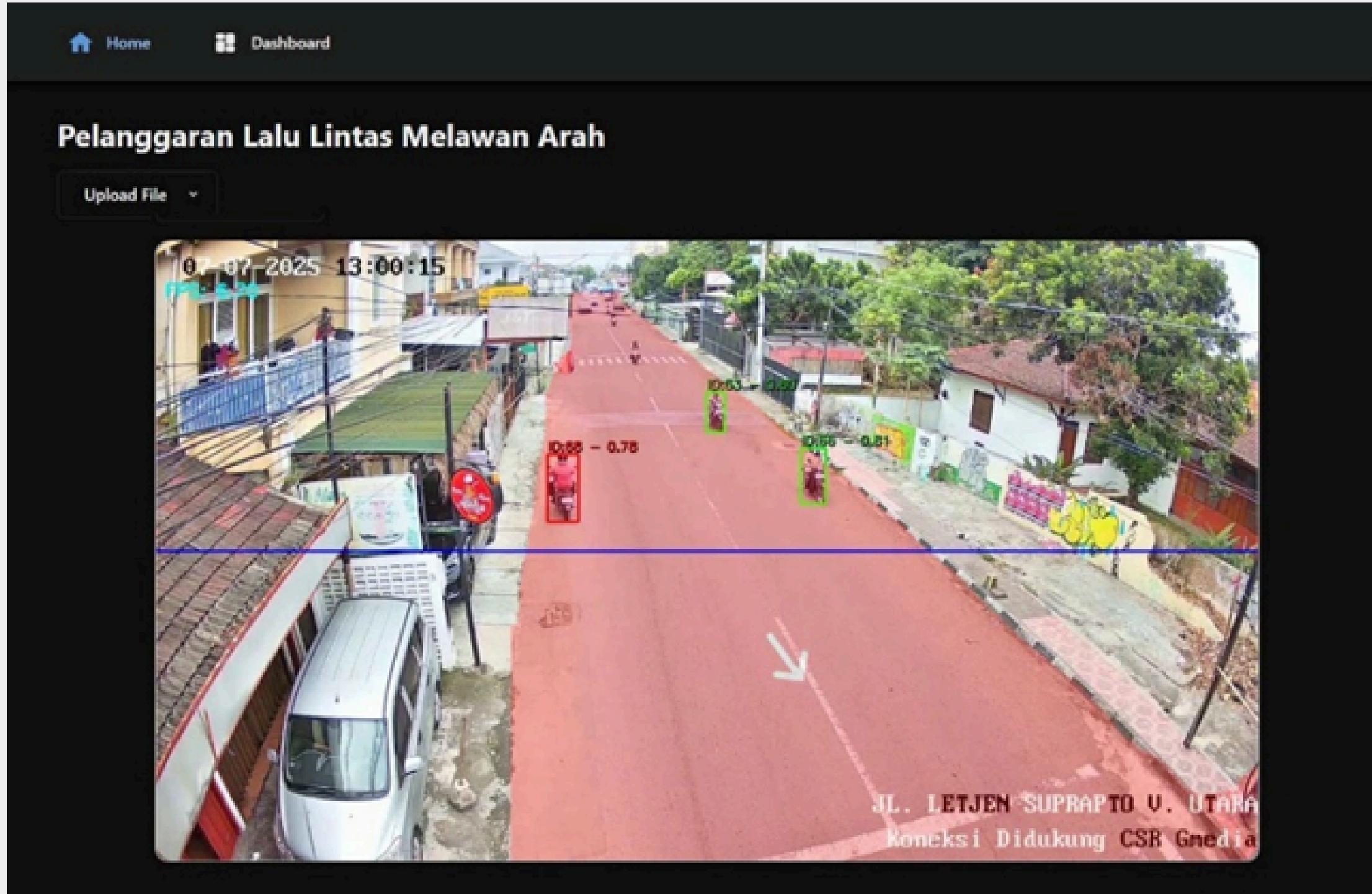
Deployment Website

Tampilan halaman utama – loading prapemrosesan video input



Deployment Website

Tampilan halaman utama – sistem mulai melakukan pendektsian pelanggaran kendaraan lawan arah



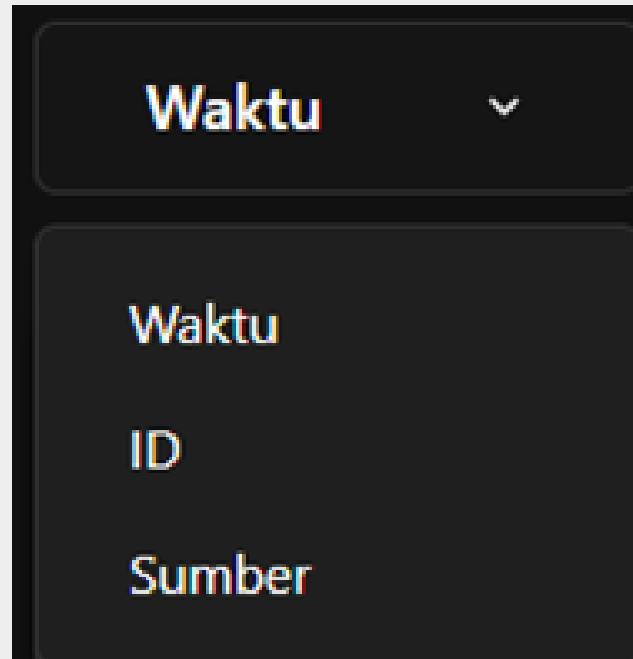
Deployment Website

Tampilan halaman dashboard

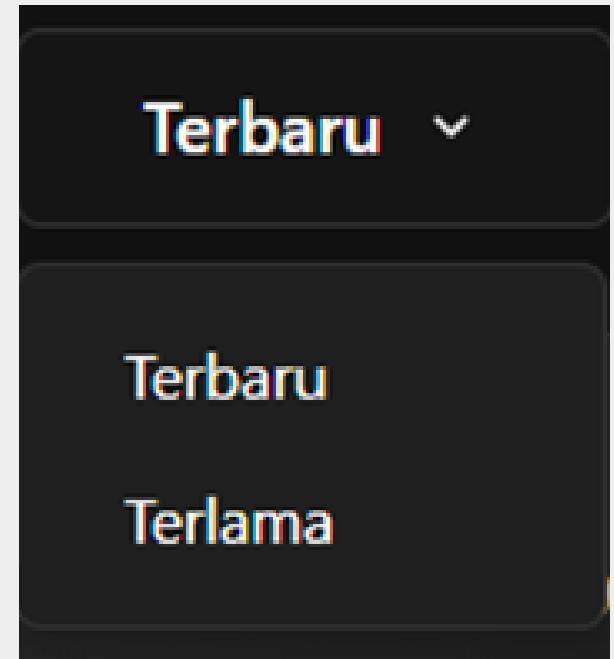
The screenshot shows a dashboard titled "Dashboard Pelanggaran". At the top, there are two dropdown menus: "Waktu" (Time) and "Terbaru" (Latest). Below these are 12 cards arranged in a 4x3 grid, each representing a traffic violation record:

ID	Waktu	Sumber
ID - 23	2025-07-02 09:14:48	https://www.jt-info.co.id/LiveApp/streams/796749052161901029073168.m3u8
ID - 22	2025-07-02 09:14:33	https://www.jt-info.co.id/LiveApp/streams/796749052161901029073168.m3u8
ID - 21	2025-07-02 09:14:32	https://www.jt-info.co.id/LiveApp/streams/796749052161901029073168.m3u8
ID - 31	2025-07-02 09:14:16	https://jnlive.jasamarga.com/Mu/11/560addc4-1fb4-439c-8011-a63825979c7/index.m3u8
ID - 19	2025-07-02 09:13:54	https://www.jt-info.co.id/LiveApp/streams/796749052161901029073168.m3u8
ID - 30	2025-07-02 09:13:53	https://jnlive.jasamarga.com/Mu/11/560addc4-1fb4-439c-8011-a63825979c7/index.m3u8
ID - 18	2025-07-02 09:13:31	https://www.jt-info.co.id/LiveApp/streams/796749052161901029073168.m3u8
ID - 29	2025-07-02 09:13:13	https://jnlive.jasamarga.com/Mu/11/560addc4-1fb4-439c-8011-a63825979c7/index.m3u8
ID - 15	2025-07-02 09:13:09	https://www.jt-info.co.id/LiveApp/streams/796749052161901029073168.m3u8
ID - 13	2025-07-02 09:12:35	https://www.jt-info.co.id/LiveApp/streams/796749052161901029073168.m3u8
ID - 27	2025-07-02 09:12:10	https://jnlive.jasamarga.com/Mu/11/560addc4-1fb4-439c-8011-a63825979c7/index.m3u8
ID - 26	2025-07-02 09:11:35	https://jnlive.jasamarga.com/Mu/11/560addc4-1fb4-439c-8011-a63825979c7/index.m3u8
ID - 19	2025-07-02 09:11:28	https://www.jt-info.co.id/LiveApp/streams/796749052161901029073168.m3u8
ID - 7	2025-07-02 09:11:13	https://www.jt-info.co.id/LiveApp/streams/796749052161901029073168.m3u8
ID - 24	2025-07-02 09:11:08	https://jnlive.jasamarga.com/Mu/11/560addc4-1fb4-439c-8011-a63825979c7/index.m3u8

At the bottom, there is a navigation bar with page numbers 1 through 7.



(a)



(b)

Tampilan fitur pengurutan pilihan kriteria pengurutan (a) dan arah pengurutan (b) pada halaman dashboard

Hasil perhitungan metrik evaluasi deteksi pelanggaran kendaraan lawan arah

Tipe jalan	Lokasi	Waktu	Akurasi(%)	FPR(%)	Recall
Jalan Tol	Jalan Tol Bogor-Ciawi-Sukabumi KM 47 B	siang	100,00	0,00	100,00
		malam	100,00	0,00	85,36
	Jalan Tol Bogor-Ciawi-Sukabumi KM 51 B	siang	100,00	0,00	100,00
		malam	100,00	0,00	87,69
Jalan Raya	Simpang Letjen Suprapto – Ks. Tubun View Utara	siang	100,00	0,00	100,00
		malam	100,00	0,00	100,00
	Simpang Jogokariyan View Selatan	pagi	96,55	5,66	96,00
		malam	95,71	10,00	85,89

RATA-RATA PERFORMA PAGI/SIANG HARI

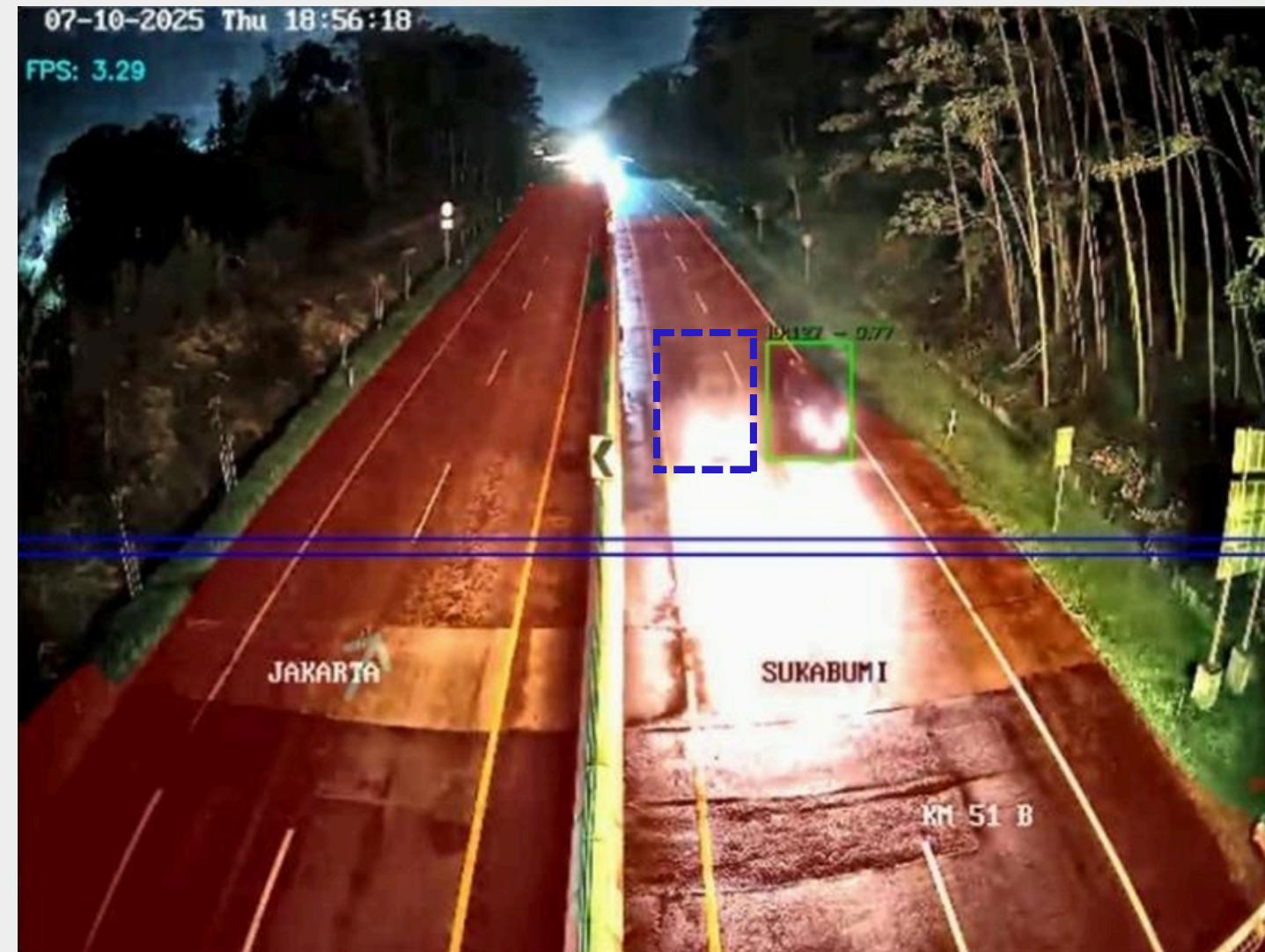
- **Akurasi:** 99,14%
- **FPR:** 1,41%
- **Recall:** 99%
- **FPS:** 17,40

RATA-RATA PERFORMA MALAM HARI

- **Akurasi:** 98,92%
- **FPR:** 2,5%
- **Recall:** 92,24%
- **FPS:** 17,27

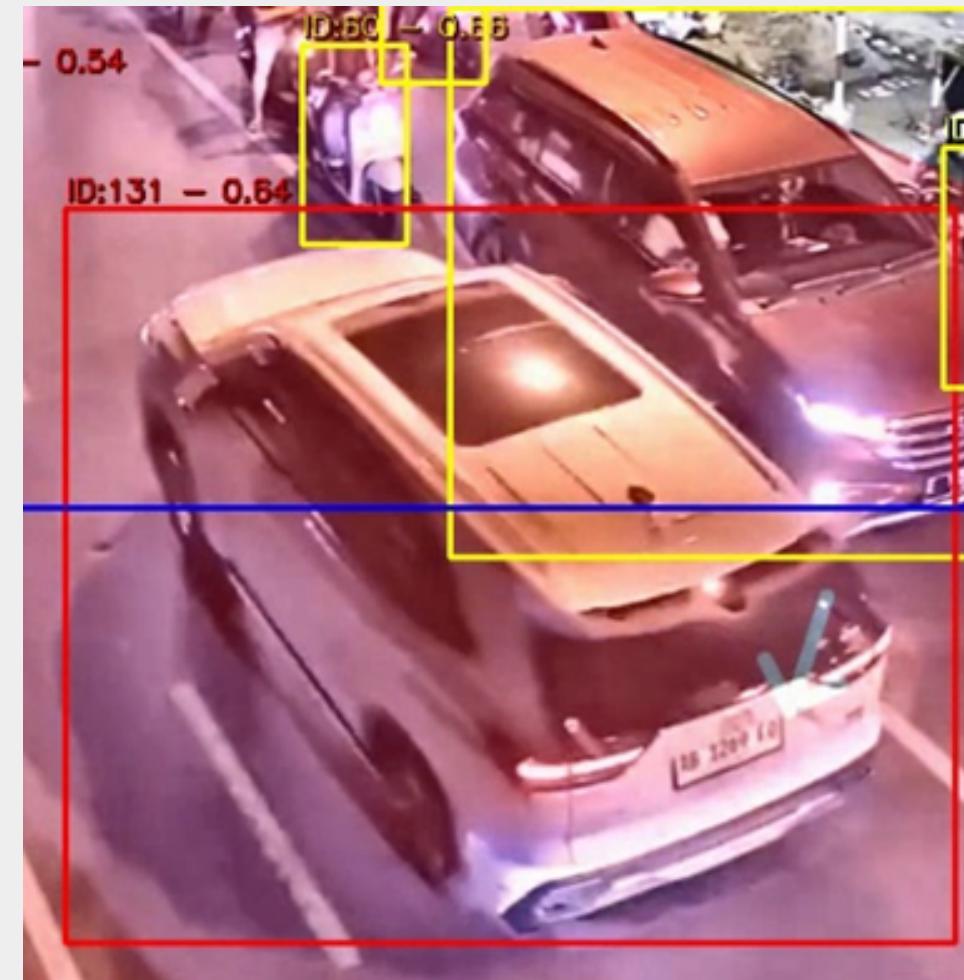
Pengujian Deteksi Pelanggaran Lawan Arah pada Citra Video

Kendaraan mobil tidak terdeteksi pada Jalan Tol Bogor-Ciawi-Sukabumi
KM 51 B

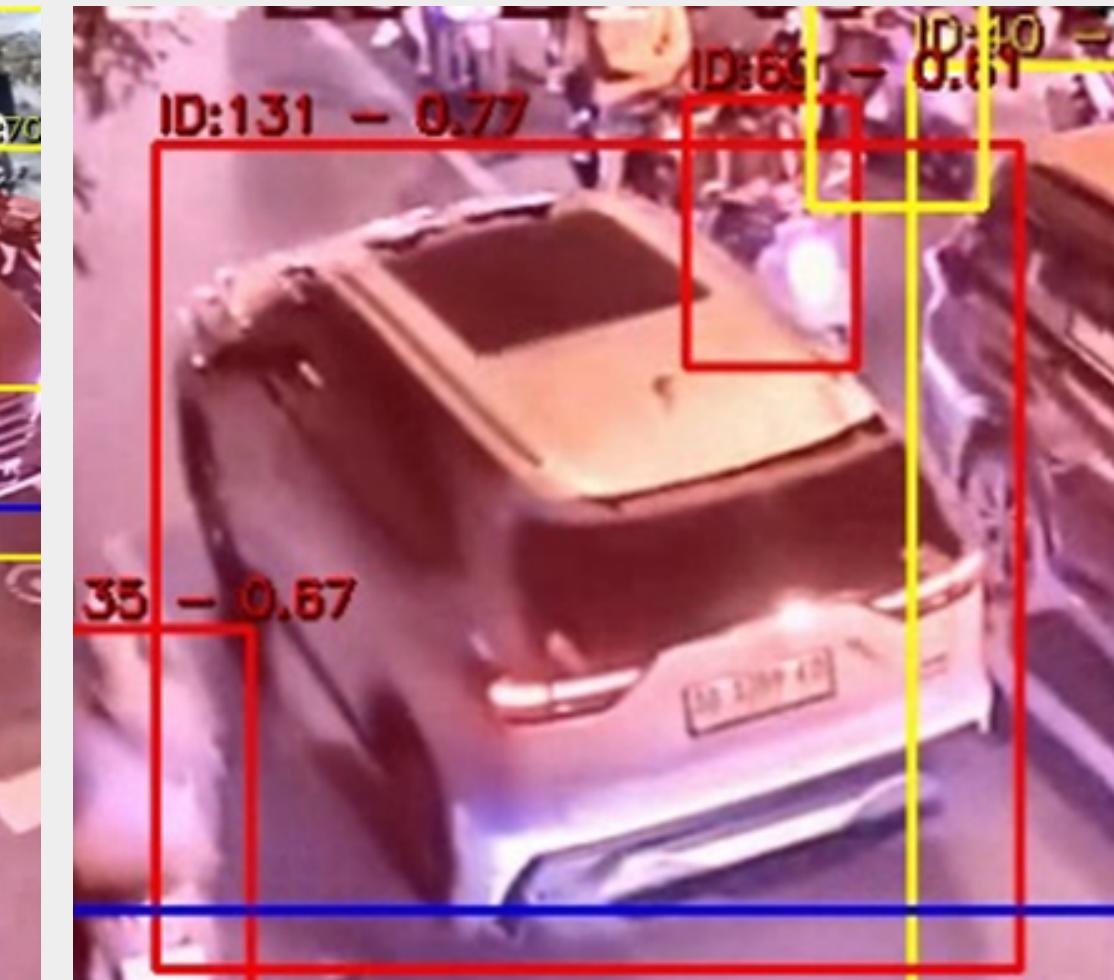


Pengujian Deteksi Pelanggaran Lawan Arah pada Citra Video

Hasil tangkapan layar sebelum terjadinya kekeliruan klasifikasi (a) dan setelah terjadi kekeliruan (b) pelanggaran kendaraan motor dengan ID ke 60



(a)

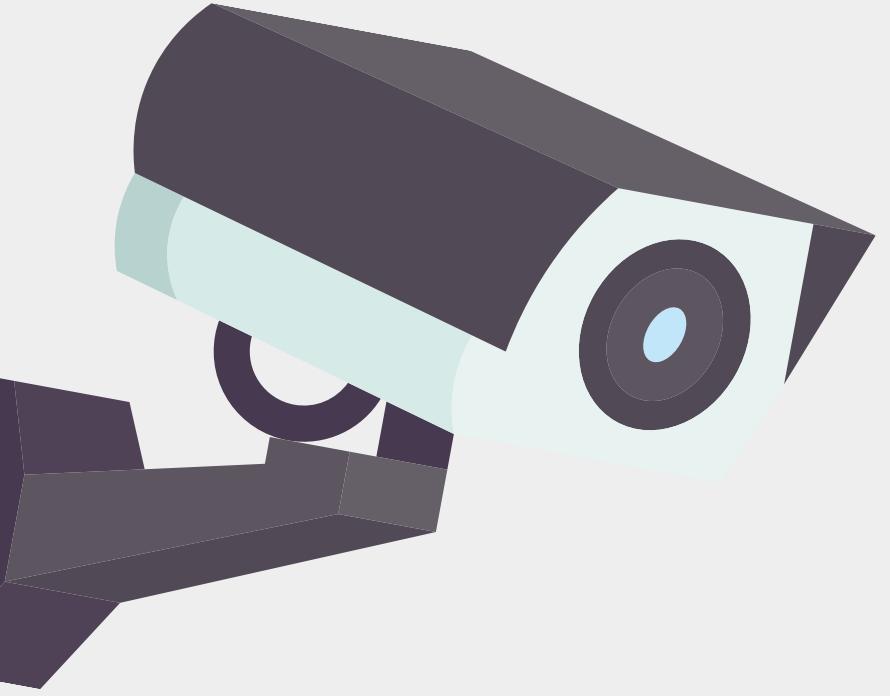


(b)

Pengujian Deteksi Pelanggaran Lawan Arah pada Citra Video

Kesalahan pelabelan jalan (kotak jingga) menjadi kendaraan pada malam hari di Jalan Tol Bogor-Ciawi-Sukabumi KM 51 B





BAB V

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Model segmentasi jalan menggunakan YOLOv11n-seg mampu mengenali area jalan dengan baik dengan nilai mAP sebesar 97,2% (bounding box) dan 95,9% (mask). Hasil ini menunjukkan bahwa model efektif digunakan sebagai acuan dalam segmentasi area jalan untuk deteksi kendaraan.
2. Model YOLOv11n menunjukkan performa tinggi dalam mendeteksi kendaraan, khususnya pada kendaraan roda dua, roda empat atau lebih. Berdasarkan hasil eksperimen, model mencapai nilai mAP sebesar 91,6% dan mampu mempertahankan akurasi yang tinggi dalam berbagai kondisi pencahayaan serta beragam jenis kendaraan.
3. Sistem secara keseluruhan berhasil mendeteksi pelanggaran kendaraan lawan arah dari citra video. Hal ini berdasarkan performa yang tinggi, terutama pada siang hari dengan FPS mencapai 17,40, akurasi 99,70%, recall 99%, serta FPR 0,49%. Pada malam hari, FPR mencapai 17,27 dengan akurasi dan recall menurun menjadi 98,93% dan 92,24% dengan FPR naik menjadi 2,5% akibat pencahayaan rendah dan gangguan dari lampu kendaraan sehingga proses deteksi menjadi kurang optimal

Saran

1. Untuk meningkatkan performa YOLOv11 dalam mendekripsi, disarankan untuk melatih ulang model menggunakan data yang lebih seimbang dan merepresentasikan kondisi lalu lintas yang lebih padat sehingga performa deteksi terhadap kelas kendaraan.
2. Dikarenakan pengujian FPS dilakukan pada lingkungan cloud (Google Colaboratory) yang belum merepresentasikan kondisi riil, disarankan agar sistem diuji langsung pada perangkat edge computing seperti Jetson Nano atau Coral Dev Board untuk memperoleh data performa yang lebih realistik dalam skenario waktu nyata
3. Untuk mengatasi perubahan ID objek (kendaraan) yang tidak konsisten selama proses pelacakan, disarankan menggunakan algoritma pelacakan yang lebih stabil serta memiliki kemampuan Re-Identification (ReID) sehingga kendaraan yang sempat hilang dari frame karena occlusion dapat dikenali sebagai ID yang sama.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Indonesia. (29 Februari 2024). Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi. Diakses pada 11 Desember 2024, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics/table/2/NTEzIzI%3D/jumlah-kecelakaan-korban-mati-luka-berat-luka-ringan-dan-kerugian-materi.html>
- Bento, J., Paixão, T., & Alvarez, A. B. (2025). Performance Evaluation of YOLOv8, YOLOv9, YOLOv10, and YOLOv11 for Stamp Detection in Scanned Documents. *Applied Sciences*, 15(6), 3154.
- Cahyani, S., Sari, A. K., & Harjoko, A. (2024). Underwater Quality Enhancement Based on Mixture Contrast Limited Adaptive Histogram and Multiscale Fusion. *International Journal of Advanced Computer Science & Applications*, 15(7).
- Campos, G. F. C., Mastelini, S. M., Aguiar, G. J., Mantovani, R. G., Melo, L. F. de, & Barbon, S. (2019). Machine learning hyperparameter selection for Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization. *Eurasip Journal on Image and Video Processing*, 2019(1). <https://doi.org/10.1186/s13640-019-0445-4>

Daftar Pustaka

- Chen, R. C., Dewi, C., Zhuang, Y. C., & Chen, J. K. (2023). Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization for Recognizing Road Marking at Night Based on Yolo Models. *IEEE Access*, 11, 92926–92942. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3309410>
- Chilukuri, D. M., Yi, S., & Seong, Y. (2022). A robust object detection system with occlusion handling for mobile devices. *Computational Intelligence*, 38(4), 1338–1364. <https://doi.org/10.1111/coin.12511>
- Fawzi, A., Achuthan, A., & Belaton, B. (2021). Adaptive clip limit tile size histogram equalization for non-homogenized intensity images. *IEEE Access*, 9, 164466–164492. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3134170>
- He, Y., Sahma, A., He, X., Wu, R., & Zhang, R. (2024). FireNet: A Lightweight and Efficient Multi-Scenario Fire Object Detector. *Remote Sensing*, 16(21). <https://doi.org/10.3390/rs16214112>

Daftar Pustaka

- Huang, L. E., Wu, L. S., & Peng, Q. J. (2019). High-speed motion image deblurring using referenceless image quality assessment. *Electronics Letters*, 55(5), 260–262.
<https://doi.org/10.1049/el.2018.7780>
- Jung, S., Heo, H., Park, S., Jung, S. U., & Lee, K. (2022). Benchmarking deep learning models for instance segmentation. *Applied Sciences*, 12(17), 8856.
- Rakhmawati, N. A., Firmansyah, A. A., Effendi, P. M., Abdillah, R., & Cahyono, T. A. (2018). Auto Halal detection products based on euclidian distance and cosine similarity. *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol*, 8(4–2), 1706–1711.
- Sarma, D., Mittra, T., & Hossain, M. S. (2021). Personalized book recommendation system using machine learning algorithm. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(1).
- Srivastava, R. P. (2023). A new measure of similarity in textual analysis: Vector similarity metric versus cosine similarity metric. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 20(1), 77–90.

Thank you