UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA

ANALISIS KOMPARATIF MODEL MACHINE LEARNING UNTUK DETEKSI RUANG KELAS MENGGUNAKAN ESP32-CAM DAN INFERENSI TERPUSAT BERBASIS SERVER

Ahmad Arya Dwi Febriansyah
NIM. 3012210005
Dosen Pembimbing : Yohanes Indra Riskajaya, S.Kom., M.Kom.

Pioneering Global Innovation

1. LATAR BELAKANG

Pemantauan okupansi ruang kelas penting untuk mendukung pengelolaan ruang yang efektif dan efisien.

Penghitungan manual memiliki keterbatasan, terutama pada kondisi visual yang beragam (jarak, pencahayaan, dan kepadatan objek).

Diperlukan sistem deteksi dan penghitungan penghuni yang akurat, cepat, dan dapat bekerja pada lingkungan nyata.

2. TUJUAN PENELITIAN

Membandingkan performa tiga model object detection pretrained:

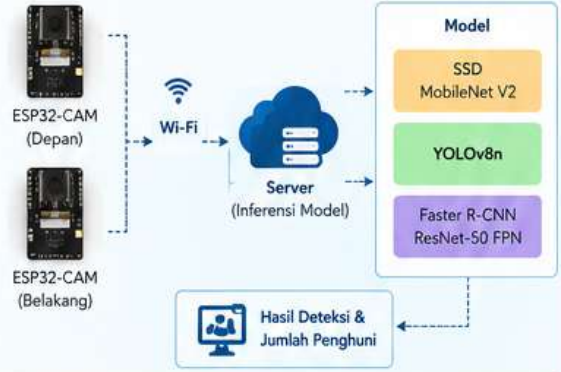
- SSD MobileNet V2
- YOLOv8n
- Faster R-CNN ResNet-50 FPN

untuk deteksi dan penghitungan jumlah penghuni ruang kelas menggunakan **ESP32-CAM** dengan pendekatan **server-based inference**.

3. METODOLOGI

1. **Pengumpulan Data**
   6.086 citra (3.043 kamera depan + 3.043 kamera belakang)
2. **Anotasi Manual**
   Pelabelan bounding box sebagai ground truth
3. **Pengujian Model**
   SSD MobileNet V2
   YOLOv8n
   Faster R-CNN ResNet-50 FPN
   (pretrained, tanpa fine-tuning)
4. **Skenario Pengujian**
   - Single-camera & multi-camera
   - Variasi jumlah objek
   - Variasi jarak (2 m, 4 m, 6 m)
   - Variasi pencahayaan
5. **Evaluasi**
   Precision, Recall, F1-score, MAE, RMSE, dan waktu total evaluasi

4. ARSITEKTUR SISTEM



5. DATASET

Total citra 6.086

- Kamera depan : 3,043
- Kamera belakang : 3.043



Contoh Hasil Deteksi:



6. HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 Perbandingan Kinerja Model (Kamera Depan)

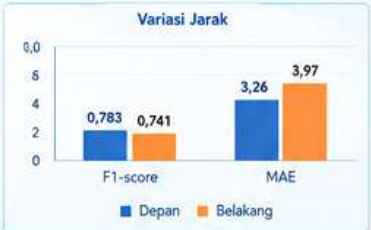
Model	Precision	Recall	F1-score	MAE	RMSE	Waktu Evaluasi (detik)
SSD MobileNet V2	0,7231	0,6812	0,7016	1,1243	2,8932	7
YOLOv8n	**0,8427**	0,7538	**0,7955**	**0,5531**	**1,5075**	89
Faster R-CNN	**0,9000**	0,7024	0,7870	0,8125	2,1047	186

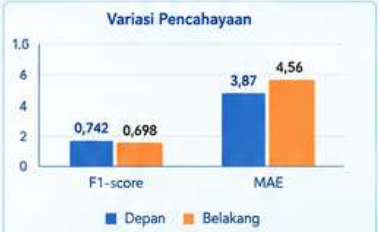
6.2 Perbandingan Kinerja Model (Kamera Belakang)

Model	Precision	Recall	F1-score	MAE	RMSE	Waktu Evaluasi (detik)
SSD MobileNet V2	0,6913	0,6427	0,6659	1,3568	3,2837	6
YOLOv8n	**0,8056**	0,7089	**0,7532**	**0,6336**	**1,6392**	109
Faster R-CNN	0,8612	0,6548	0,7421	0,9274	2,4368	203

6.3 Hasil Skenario Pengujian (YOLOv8n)









7. TEMUAN UTAMA

YOLOv8n menunjukkan performa paling seimbang pada seluruh pengujian.

Faster R-CNN unggul pada precision di beberapa skenario, tetapi membutuhkan waktu evaluasi lebih lama.

SSD MobileNet V2 memiliki waktu evaluasi lebih singkat pada beberapa skenario (single object: 7 detik, jarak 7 m: 4 detik), namun performa deteksi dan penghitungan lebih rendah dibandingkan YOLOv8n.

Kepadatan objek dan pencahayaan gelap menjadi tantangan utama dalam deteksi dan penghitungan penghuni.

8. KESIMPULAN

- **YOLOv8n** adalah model terbaik secara keseluruhan dengan F1-score 0,7955 (depan) dan 0,7532 (belakang), MAE 0,5531 (depan) dan 0,6336 (belakang), serta waktu evaluasi 89 detik (depan) dan 109 detik (belakang).
- Faster R-CNN unggul pada **precision** di beberapa skenario, namun memerlukan waktu evaluasi lebih lama.
- SSD MobileNet V2 memiliki arsitektur ringan dan waktu evaluasi cepat, tetapi performanya cenderung lebih rendah.
- Sistem deteksi dan penghitungan penghuni berbasis ESP32-CAM dan **server-based inference** terbukti efektif untuk pemantauan ruang kelas.

Sistem ini dapat menjadi solusi untuk pengelolaan ruang kelas yang lebih cerdas, efisien, dan berbasis data.

UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA

Knowledge | Innovation | Impact