

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang cukup signifikan telah menjadi perhatian untuk penerapan *Personal Identification* (Laia et al., 2023). Dalam konteks ini, *Computer Vision*, sebagai subkategori *Artificial Intelligence*, memegang peranan sentral dengan kemampuannya mengekstrak informasi berharga dari gambar (Obi et al., 2023).

Kecerdasan buatan secara garis besar terbagi menjadi dua bidang utama, yaitu *deep learning* dan *Machine Learning*, dimana *deep learning* merupakan algoritma hasil pengembangan dari *neural network multiple layer* untuk menyelesaikan tugas-tugas kompleks seperti deteksi objek, pengenalan suara, dan penerjemahan bahasa. Sedangkan *Machine Learning* adalah disiplin ilmu yang berfokus pada pengembangan algoritma, yang memungkinkan komputer untuk mengembangkan perilaku berdasarkan data empiris seperti dari data sensor (Raup et al., 2022)

Pemanfaatan algoritma *deep Learning* dalam *computer vision* telah merevolusi cara sistem pengenalan wajah beroperasi, memungkinkan identitas individu secara akurat berdasarkan karakteristik wajah (Goodfellow et al., 2016). Pengenalan wajah (*face recognition*) telah berkembang sebagai salah satu teknik *biometric* unggulan untuk otentikasi identitas dan telah banyak digunakan di berbagai bidang, seperti militer, keuangan, keamanan publik, dan kehidupan sehari-hari (Wang & Deng, 2021).

Hasil studi yang ditulis oleh Rizqolima & Widhiantoro (2025) dalam jurnal yang berjudul analisis perbandingan Algoritma *DeepFace*, *YOLO* dan *Tensorflow* dalam pengenalan wajah. Berikut perbandingan Algoritma tersebut dapat dilihat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Perbandingan Fitur dari Algoritma *DeepFace*, *YOLO*, dan *TensorFlow*

Fitur Kunci	<i>DeepFace</i>	<i>YOLO Face</i>	<i>Tensorflow</i>
Akurasi Utama	Sangat tinggi dengan rata-rata akurasi sampai dengan 99,07%	Baik hingga tinggi dengan rata-rata akurasi 91,2%	Bervariasi, tergantung model dan <i>dataset</i> dengan rata-rata akurasi 68-98% untuk model kostum.

Fitur Kunci	<i>DeepFace</i>	<i>YOLO Face</i>	<i>Tensorflow</i>
Kecepatan Deteksi	Lebih lambat dibandingkan YOLO	Sangat cepat (<30 ms/frame atau ~0,029 detik/Frame)	Bervariasi, bisa cepat dengan TensorFlow Lite, bisa lambat untuk model kompleks
Kebutuhan Sumber Daya	Sedang hingga tinggi (karena kompleksitas pemodelan 3D dan <i>Deep Neural Network</i>)	Rendah hingga sedang (terutama versi ringgan)	Bervariasi, bisa sangat tinggi untuk model besar, namun dapat dioptimalkan dengan TensorFlow Lite
Skenario Ideal	Aplikasi yang memprioritaskan akurasi tertinggi	Aplikasi <i>real-time</i> dengan kebutuhan latensi rendah	Pengembangan sistem dengan infrastruktur memadai dan kebutuhan kostumisasi model yang tinggi
Metodologi Inti	Pemodelan wajah 3D, <i>Deep Neural Network</i> (DNN) 9 Lapis	Deteksi Objek <i>Single-Arsitektur grid-based detection</i>	<i>Framework</i> serbaguna untuk membangun dan melatih berbagai model <i>neural Network</i> (CNN, dll)

(Sumber: (Rizqolima & Widhiantoro, 2025))

Berdasarkan Tabel 1.1 dapat disimpulkan bahwa algoritma YOLO sesuai untuk diterapkan pada aplikasi *real-time* yang menuntut latensi rendah, dimana jeda waktu antara deteksi wajah oleh kamera dan respon sistem harus diminimalkan. Penelitian terdahulu telah menunjukkan keberhasilan implementasi berbagai versi YOLO (*You Only Look Once*) dalam deteksi dan pengenalan wajah. Sebagai contoh YOLOv5 telah digunakan dalam sistem keamanan rumah dengan akurasi 80% (Nabilah et al., 2023). YOLOv7 juga menunjukkan akurasi tinggi dalam sistem pendeteksi identitas dengan rata-rata keakuratan 86,2% (Pamungkas et al., 2024). Penerapan Algoritma YOLOv8 dalam identifikasi wajah secara real-time mengguna CCTV untuk presensi siswa, memiliki nilai mAP (*Mean Average Precision*) yaitu 88,1%, *precision* 76,1%, dan *recall* 82,8% (Muntiari et al., 2024). Kemudian, YOLOv9, menjanjikan peningkatan performa yang lebih canggih dan efisien, mencapai *precision* 95%, *recall* 98%, dan mAP 90% dalam deteksi wajah bergerak (Mahera & Islamadina, 2024). Selanjutnya YOLO11 merupakan versi terbaru dari seri model deteksi objek *real-time Ultralytics* YOLO. Implikasinya adalah YOLO11 mampu mencapai kinerja *state-of-the-art* dengan jejak komputasi

yang lebih kecil, menjadikannya ideal untuk penerapan pada perangkat edge untuk aplikasi *real - time* (Thakur, 2025).

Seiring dengan kemajuan algoritma, ketersediaan *single Board Computer* (SBC) seperti Raspberry Pi telah membuka peluang baru dalam pengembangan *prototype* sistem cerdas yang ringkas dan terjangkau (PT Ozami Inti Sinergi, 2024). Raspberry Pi menawarkan *platform* komputasi hemat daya dengan kapabilitas yang cukup untuk menjalankan model *Machine Learning* secara langsung (Duanti et al., 2025), memungkinkan implementasi sistem di lingkungan *edge computing* atau perangkat mandiri.

Berdasarkan penelitian terdahulu, yang menunjukkan keberhasilan implementasi berbagai versi YOLO (*You Only Look Once*) dalam deteksi dan pengenalan wajah, penelitian ini memilih YOLO11 sebagai inti *face recognition*, dan *InsightFace* yang berfungsi sebagai *face embedding*. Setelah YOLO11 mendeteksi wajah, *InsightFace* akan mengekstrak vektor unik dari wajah yang nantinya akan dibandingkan dengan data wajah yang tersimpan pada *database*. Sistem ini dirancang secara spesifik untuk perangkat dengan sumber daya terbatas seperti Raspberry Pi. Integrasi antara algoritma YOLO11 dan *platform edge computing* yang efisien menjadi sangat krusial. Tujuannya adalah menciptakan solusi pengenalan wajah yang tidak hanya akurat, tetapi juga efisien, responsif, dan dapat diterapkan dalam berbagai skenario praktis dengan biaya relatif rendah. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya merancang dan membangun *prototype face recognition* berbasis YOLO11 pada Raspberry Pi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang sebelumnya, dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Keterbatasan penelitian *face recognition* berbasis YOLO11 pada *platform edge computing* seperti Raspberry Pi.
2. Perlu identifikasi lebih jauh terkait implementasi model YOLO11 untuk deteksi dan pengenalan wajah dapat beroperasi secara optimal pada *platform edge computing* seperti Raspberry Pi.

3. Untuk mencapai akurasi tinggi dalam identifikasi individu, diperlukan dataset wajah yang Relevan dan strategi pelatihan model YOLO11 yang efektif.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini mengembangkan dan menguji *prototype Face Recognition* menggunakan metode YOLO11 yang telah berhasil dikembangkan.
2. Raspberry Pi 4 Model B, sebagai *Single Board Computer*.
3. Kamera Modul sebagai *input* untuk menangkap *image visual*.
4. *Speaker* sebagai actuator suara yang nantinya akan memberitahukan hasil identifikasi sistem.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang, identifikasi masalah, dan batasan masalah yang diuraikan, dapat ditarik rumusan masalah yang diusulkan adalah bagaimana cara merancang *prototype face recognition* berbasis YOLO11 dengan menggunakan *Raspberry Pi*?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun *prototype face recognition* menggunakan metode YOLO11 dengan menggunakan Raspberry Pi.

1.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan tujuan penelitian, manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan pemahaman mengenai implementasi YOLO11 pada *platform Single Board Computer (SBC)* seperti Raspberry Pi untuk aplikasi pengenalan wajah.
2. Menyediakan *Prototype face recognition* yang ringkas, dan hemat biaya, yang dapat menjadi dasar pengembangan lebih lanjut untuk berbagai aplikasi seperti sistem keamanan, kontrol akses, presensi otomatis, atau perangkat rumah pintar.
3. Mendorong inovasi dalam pemanfaatan teknologi *deep learning* pada perangkat *edge computing*, memungkinkan pengembangan solusi AI yang lebih efisien.