

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem ini menggunakan model YOLO Tiny, versi ringan dari algoritma deteksi objek You Only Look Once (YOLO) yang dioptimalkan dengan teknik TinyML untuk meningkatkan kinerja dalam lingkungan dengan keterbatasan daya komputasi dan memori. Model YOLO Tiny diimplementasikan pada Arduino Nano BLE 33 Sense, sebuah mikrokontroler yang mendukung konektivitas bluetooth dan dirancang untuk aplikasi IoT serta machine learning skala kecil. Optimalisasi TinyML, seperti quantization dan pruning, diterapkan untuk meminimalkan ukuran dan konsumsi daya model agar dapat berjalan dengan efisien pada perangkat keras dengan keterbatasan sumber daya tanpa mengorbankan akurasi. Optimalisasi ini juga memungkinkan sistem untuk melakukan deteksi objek secara real-time dan tetap responsif, meskipun dioperasikan pada perangkat berdaya rendah.

YOLO merupakan metode yang menggunakan jaringan konvolusional untuk mendeteksi jenis dan posisi objek pada suatu citra secara realtime. Algoritma ini dapat mendeteksi bounding box (kotak pembatas) dan kelas probabilitas dari setiap frame, sehingga memungkinkan deteksi objek yang akurat. YOLO akan mengelompokkan gambar ke dalam sebuah grid berukuran $S \times S$ yang bergantung pada ukuran masukan yang digunakan. Masukan yang digunakan dapat berupa gambar maupun video secara realtime yang diambil melalui kamera. Masukan tersebut akan dideteksi dengan membagi masukan ke dalam suatu grid berukuran $S \times S$. Lalu dideteksi dengan bounding box serta confidence score pada bounding box tersebut. Setelah itu YOLO akan mengklasifikasikan kelas objek-objek yang terdapat pada bounding box dengan probabilitasnya membentuk peta kelas untuk mendapatkan bounding box yang memiliki kelas objek dengan probabilitas tinggi dari semua deteksi dengan syarat hanya yang melewati threshold yang akan digunakan (Utami et al., 2024).

Dalam perkembangan zaman, teknologi semakin berkembang dimana banyak diciptakannya suatu alat yang sangat kecil dan memiliki fitur yang banyak. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya banyak microcontroller yang memiliki fitur kompleks dan bisa dipakai oleh siapa saja. Hal ini sejalan dengan teknologi yang akan penulis bahas yaitu Arduino Nano 33 BLE (Putu et al., 2024).

Dalam perkembangan zaman, teknologi semakin berkembang dimana banyak diciptakannya suatu alat yang sangat kecil dan memiliki fitur yang banyak. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya banyak microcontroller yang memiliki fitur kompleks dan bisa dipakai oleh siapa saja. Hal ini sejalan dengan teknologi yang akan penulis bahas yaitu Arduino Nano 33 BLE (Sari, n.d.).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Zophie & Triharminto, 2020) dengan judul "Implementasi Algoritma You Only Look Once (YOLO) menggunakan Web Camera untuk Mendeteksi Objek Statis dan Dinamis" telah menunjukkan bahwa algoritma YOLO mampu mendeteksi objek dengan akurasi yang cukup baik. Hasil pengujian menggunakan confusion matrix menunjukkan nilai akurasi sebesar 69,57%, kesalahan klasifikasi sebesar 26,09%, ketelitian sebesar 94,12%, dan kekhususan sebesar 50%. Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti ketergantungan pada perangkat dengan daya komputasi tinggi dan hasil yang masih dapat ditingkatkan dari segi akurasi deteksi.

Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan hasil dari penelitian sebelumnya dengan fokus pada efisiensi dan akurasi model deteksi objek. Dengan mengadopsi YOLO Tiny, model yang dirancang untuk perangkat dengan keterbatasan daya komputasi, serta mengoptimalkannya menggunakan teknik TinyML seperti quantization dan pruning, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sistem deteksi objek yang lebih efisien dan akurat. Selain itu, penelitian ini mengimplementasikan model pada perangkat Arduino Nano BLE 33 Sense, yang mendukung aplikasi IoT skala kecil, sehingga memungkinkan pengujian pada lingkungan nyata yang relevan, seperti deteksi kendaraan secara real-time.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibuatlah sebuah penelitian dengan judul “Efisiensi dan Akurasi Model Deteksi Objek Berbasis YOLO Tiny pada Arduino Nano BLE 33 Sense dengan Optimalisasi TinyML”.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mekanisme penerapan model deteksi objek berbasis YOLOv8 pada Raspberry Pi 5 dengan dukungan AI Kit Hailo menggunakan kamera webcam?
2. Sejauh mana model dapat dioptimalkan (misalnya melalui penggunaan model berukuran kecil seperti YOLOv8n atau konversi ke format HEF pada Hailo-8L) agar efisiensi komputasi meningkat tanpa mengorbankan akurasi deteksi kendaraan?
3. Bagaimana tingkat akurasi deteksi kendaraan dalam kondisi pencahayaan yang berbeda, seperti terang dan gelap
4. Bagaimana efisiensi serta akurasi sistem deteksi kendaraan berbasis YOLOv8 pada Raspberry Pi 5 dengan AI Kit Hailo, jika dibandingkan dengan metode manual atau sistem tanpa optimalisasi perangkat keras?

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada efisiensi dan akurasi dalam deteksi kendaraan khususnya mobil dan sepeda motor.
2. Penelitian ini menggunakan model YOLOv8 yang dioptimalkan agar dapat dijalankan pada Raspberry Pi 5 dengan AI Kit Hailo.
3. Penelitian ini memanfaatkan kamera webcam sebagai perangkat akuisisi data untuk mendeteksi kendaraan secara real-time.

4. Penelitian ini terbatas pada penerapan sistem berbasis Raspberry Pi 5 dengan AI Kit

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

1. Mengoptimalkan model YOLOv8 untuk deteksi kendaraan (mobil dan motor) dengan memanfaatkan AI Kit Hailo pada Raspberry Pi 5, sehingga sistem dapat beroperasi secara efisien dalam keterbatasan daya komputasi perangkat embedded.
2. Menguji kinerja sistem dalam mendeteksi kendaraan pada kondisi pencahayaan yang bervariasi (terang, dan gelap), serta mempertimbangkan faktor sudut kamera dan pergerakan kendaraan.
3. Menganalisis efisiensi dan akurasi deteksi kendaraan pada model YOLOv8 setelah dilakukan optimalisasi (misalnya penggunaan model ringan seperti YOLOv8n dan konversi ke HEF untuk Hailo-8L) pada perangkat embedded Raspberry Pi 5 dengan AI Kit Hailo.

1.4.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Pengembangan lebih lanjut dalam bidang *edge computing* dan AI di perangkat *low-power*
2. Memberikan solusi praktis untuk berbagai aplikasi seperti pengawasan otomatis, robotika, dan sistem pemantauan berbasis IoT
3. Deteksi objek dalam satu kali pemrosesan gambar, yang memungkinkan proses deteksi berlangsung cepat dan dengan akurasi yang cukup tinggi untuk berbagai aplikasi praktis.
4. Aplikasi yang memerlukan respons cepat dan efisien, seperti sistem pengawasan, robotika, dan perangkat IoT lainnya

