

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Efisiensi

Efisiensi merupakan salah satu cara perusahaan dalam mengelola sumber keuangan, material, proses, peralatan, tenaga kerja maupun biaya secara efektif. Efisiensi bisa diartikan sebagai keadaan dimana manfaat yang sebesar-besarnya bisa dicapai dari suatu pengorbanan tertentu, dimana untuk memperoleh suatu manfaat tertentu diperlukan pengorbanan sekecil mungkin. Efisiensi adalah usaha mencapai prestasi yang sebesar-besarnya dengan menggunakan kemungkinan-kemungkinan yang tersedia (material, mesin, dan manusia) dalam tempo yang sependek-pendeknya, didalam keadaan yang nyata (sepanjang keadaan itu bisa berubah) tanpa mengganggu keseimbangan antara factor-faktor tujuan, alat, tenaga dan waktu (Dua & Rumerung, 2022).

Efisiensi merupakan perbandingan output dan input berhubungan dengan tercapainya output maksimum dengan sejumlah input, hal ini mengimplikasikan jika rasio output-input besar, maka efisiensi dikatakan semakin tinggi.. Konsep efisiensi terdiri dari beberapa pengertian, yaitu efisiensi teknis, efisiensi harga, dan efisiensi ekonomi. Efisiensi teknis adalah perbandingan antara produksi aktual dengan tingkat produksi potensial yang dapat dicapai. Efisiensi alokatif mengukur kemampuan perusahaan untuk menggunakan input dengan proporsi yang optimal pada masing- masing tingkat harga input dan teknologi yang dimiliki. Efisiensi ekonomi adalah besaran yang menunjukkan perbandingan antara keuntungan yang sebenarnya dengan keuntungan maksimum (Aumora et al., 2016).

Efisiensi dalam penelitian ini merujuk pada kemampuan sistem untuk memanfaatkan sumber daya perangkat keras Raspberry Pi secara optimal, termasuk penggunaan memori, prosesor, dan konsumsi daya. Raspberry Pi dipilih karena ukurannya yang kecil, harga yang terjangkau, serta dukungan terhadap

berbagai aplikasi IoT dan kecerdasan buatan. Namun, keterbatasan daya komputasi Raspberry Pi menjadi tantangan dalam penerapan model deteksi objek yang kompleks seperti YOLOv8.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, digunakan model YOLOv8 yang lebih ringan dan telah dioptimalkan agar dapat berjalan pada perangkat dengan spesifikasi terbatas. Efisiensi diukur berdasarkan beberapa parameter, yaitu ukuran model yang lebih ringkas untuk menghemat memori, waktu eksekusi yang cepat agar deteksi objek dapat berlangsung secara real-time, serta konsumsi daya yang rendah sehingga mendukung penerapan pada perangkat yang beroperasi secara terus-menerus.

2.1.2 Akurasi

Akurasi adalah sejauh mana konsekuensi dari estimasi, perhitungan, atau detail sesuai dengan nilai atau standar yang tepat. Pada akhirnya, ketepatan memutuskan seberapa dekat perkiraan dengan nilai yang diakui atau benar. Akurasi adalah mendapatkan nilai yang mendekati nilai aslinya. Memperkirakan seberapa tepat suatu estimasi dikontraskan dengan referensi yang berbeda disebut dengan akurasi (Laiya & Manueke, 2022).

Akurasi Data mengandung pengertian bahwa informasi yang diberikan harus akurat, tidak ada kontrol informasi atas data yang diperoleh dari sumber. Akurasi data merupakan komponen yang harus dipenuhi oleh kerangka data. Kesalahan data dapat menyebabkan hal-hal yang tidak aman, mengganggu dan yang mengejutkan merusak seseorang atau beberapa kelompok lain yang terlibat dengan data. Mempertimbangkan bahwa informasi dalam kerangka data berubah menjadi bahan untuk navigasi, ketepatannya harus benar-benar dipikirkan.

Dalam penelitian berjudul Efisiensi dan Akurasi Model Deteksi Kendaraan Berbasis YOLOv8 pada Raspberry Pi 5, akurasi mengacu pada kemampuan model YOLOv8 untuk mendeteksi dan mengenali kendaraan secara tepat, baik dalam hal identifikasi maupun klasifikasi. Akurasi diukur berdasarkan persentase keberhasilan model dalam mendeteksi kendaraan yang sesuai dengan data

referensi, menggunakan metrik seperti precision, recall, dan F1-score.

Penelitian ini bertujuan untuk menjaga tingkat akurasi yang tinggi meskipun model dijalankan pada perangkat dengan sumber daya terbatas seperti Raspberry Pi 5. Tantangan utama adalah memastikan bahwa keterbatasan daya komputasi dan memori tidak mengorbankan performa deteksi, terutama dalam kondisi pencahayaan yang redup, sudut pandang yang berbeda, atau lingkungan yang bervariasi. Dengan demikian, akurasi menjadi salah satu parameter kunci yang dievaluasi bersama efisiensi untuk menilai keberhasilan implementasi model YOLOv8 pada Raspberry Pi 5 dalam mendukung aplikasi nyata seperti sistem monitoring kendaraan.

2.1.3 Model Deteksi

Ranah pengenalan dan pendeteksian objek telah berkembang dari waktu ke waktu. Perkembangan pengenalan dan pendeteksian objek secara garis besar dapat dibagi menjadi dua era, yaitu era tradisional deteksi objek di mana proses pendeteksian objeknya masih dilakukan secara manual yang mana manusia masih sangat terlibat dalam memberikan masukan ke sistem mengenai apa saja yang perlu dideteksi oleh sistem (Aini et al., 2021).

Deteksi objek adalah salah satu tugas utama dalam bidang visi komputer yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan memlokasi objek-objek tertentu dalam sebuah citra atau video. Tujuan utama dari deteksi objek adalah untuk mengenali dan menentukan posisi relatif dari objek-objek yang menarik dalam suatu gambar atau video. Deteksi objek memiliki banyak aplikasi praktis, termasuk pengawasan keamanan, kendaraan otonom, analisis video, pembelajaran, pengenalan wajah, deteksi kebakaran, identifikasi hama pada pertanian, pengenalan warna, dan banyak lagi. Metode seperti *YOLO* telah dikembangkan untuk mempercepat dan meningkatkan efisiensi deteksi objek dalam waktu nyata (Nafis Alfarizi et al., 2023).

2.1.4 YOLOv8 (You Only Look Once versi 8)

YOLOv8 merupakan pengembangan terbaru dari algoritma YOLO (You Only Look Once) yang digunakan untuk sistem pendeteksian objek secara real-time. YOLOv8 membingkai proses deteksi objek sebagai permasalahan regresi tunggal, di mana model secara langsung memprediksi bounding box dan probabilitas kelas dari citra dalam satu kali proses inferensi. Berbeda dengan metode tradisional yang memisahkan proses deteksi dan klasifikasi, YOLOv8 menggunakan satu jaringan saraf konvolusi (Convolutional Neural Network) untuk melakukan keduanya secara simultan, sehingga mampu menghasilkan deteksi yang cepat dan akurat.

Dalam prosesnya, citra dibagi ke dalam grid, dan setiap grid bertanggung jawab untuk mendeteksi objek yang berada di dalamnya dengan memprediksi beberapa bounding box beserta confidence score dan kelas objek. YOLOv8 memiliki peningkatan pada arsitektur dibandingkan versi sebelumnya, sehingga lebih optimal dalam mendeteksi berbagai jenis objek dalam kondisi yang beragam.



Gambar 2. 1 Deteksi Objek Menggunakan YOLOv8

(Sumber: YOLOv8, 2023)

a. Strength (Kekuatan)

1. **Deteksi Realtime**

YOLOv8 mampu melakukan deteksi objek dengan kecepatan tinggi, sehingga cocok untuk aplikasi real-time seperti monitoring lalu lintas.

2. Akurasi Lebih Baik

Dibandingkan versi lightweight seperti YOLO Tiny, YOLOv8 memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dalam mendeteksi objek.

3. Kemampuan Multikelas

Mampu mendeteksi berbagai jenis objek dalam satu waktu dengan performa yang stabil.

b. Weaknesses (Kelemahan)

1. Membutuhkan Komputasi Lebih Tinggi

YOLOv8 lebih berat dibandingkan model ringan, sehingga performanya terbatas pada perangkat dengan sumber daya rendah seperti Raspberry Pi tanpa akselerator.

2. Sensitif terhadap Kondisi Lingkungan

Performa dapat menurun pada kondisi pencahayaan rendah, motion blur, dan occlusion.

3. Deteksi Objek Kecil Terbatas

Sistem masih mengalami kesulitan dalam mendeteksi objek kecil seperti sepeda motor pada kondisi tertentu.

2.1.5 AI Kit Hailo

AI Kit Hailo merupakan perangkat hardware accelerator yang dirancang untuk meningkatkan performa inferensi model kecerdasan buatan pada perangkat edge seperti Raspberry Pi. AI Kit Hailo menggunakan chip Hailo-8L yang mampu menjalankan model *deep learning* dengan efisiensi tinggi melalui format khusus yaitu HEF (Hailo Executable Format). Berbeda dengan YOLOv8 yang berjalan langsung pada CPU, AI Kit Hailo berfungsi untuk mempercepat proses inferensi dengan memindahkan beban komputasi ke akselerator khusus.

Pada implementasinya, model yang telah dilatih sebelumnya dikonversi atau disediakan dalam format HEF agar dapat dijalankan pada perangkat Hailo. Proses ini memungkinkan sistem untuk melakukan deteksi objek secara real-time dengan frame rate yang lebih tinggi dan stabil.



Gambar 2. 2 Raspberry Pi AI Kit
(Sumber: Raspberry Pi, 2024)

a. ***Strength (Kekuatan) AI Kit Hailo***

1. **Performa Tinggi (FPS Lebih Besar)**

Mampu meningkatkan kecepatan inferensi secara signifikan dibandingkan CPU biasa.

2. **Efisiensi Komputasi**

Mengurangi beban kerja CPU pada Raspberry Pi sehingga sistem tetap responsif.

3. **Stabilitas Deteksi**

Mengurangi jitter pada bounding box dan menghasilkan deteksi yang lebih halus.

4. **Cocok untuk Edge AI**

Dirancang khusus untuk perangkat embedded dengan konsumsi daya rendah.

b. ***Weakness (Kelemahan) AI Kit Hailo***

1. **Ketergantungan pada Model HEF**

Tidak dapat langsung menggunakan semua model, harus dalam format yang kompatibel.

2. **Fleksibilitas Terbatas**

Tidak digunakan untuk training model, hanya untuk proses inferensi.

3. **Keterbatasan pada Kualitas Input**

Performa tetap dipengaruhi oleh kualitas citra, seperti kondisi pencahayaan dan gangguan visual.

2.1.6 Internet of Things (IoT)

Istilah “*Internet Of Things*” terdiri dari dua bagian kata utama yaitu Internet yang menghubungkan dan mengatur sebuah konektivitas dan *Things* yang memiliki arti objek atau sebuah perangkat. Sederhananya, kamu memiliki “*Things*” yang dapat saling terhubung untuk mengumpulkan data dan mengirimkannya ke Internet. Data ini juga dapat diakses oleh “*Things*” lainnya juga. dimana sebuah “*Things*” tertentu memiliki kemampuan untuk mengirimkan data lewat melalui jaringan dimanapun kamu berada dan tanpa adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer (Selay et al., 2022).

Internet Of Things atau sering disebut IoT adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung. misalnya CCTV yang terpasang di sepanjang jalan dihubungkan dengan koneksi internet dan disatukan di ruang kontrol yang jaraknya mungkin puluhan kilometer. atau sebuah rumah cerdas yang dapat diatur lewat smartphone dengan bantuan koneksi internet. pada dasarnya perangkat IoT terdiri dari sensor sebagai media pengumpul data, sambungan internet sebagai media komunikasi dan server sebagai pengumpul informasi yang diterima sensor dan untuk analisa (Efendi, 2018).

Pada dasarnya, IoT adalah jaringan di mana semua objek fisik terhubung ke internet melalui perangkat jaringan atau router dan mentransfer

data. IoT memungkinkan objek dikontrol dari jarak yang jauh melalui infrastruktur jaringan yang ada. IoT adalah teknik yang sangat cerdas, bagus dan dapat mengurangi energi manusia serta menyediakan akses mudah ke perangkat fisik. IoT juga memiliki fitur yang dapat dikontrol oleh perangkat apa pun tanpa interaksi manusia (Nahdi & Dhika, 2021).

2.1.7 Raspberry Pi 5

Raspberry Pi 5 merupakan sebuah single-board computer (SBC) generasi terbaru yang dirancang untuk berbagai kebutuhan komputasi ringan hingga menengah, termasuk aplikasi embedded system dan edge computing. Perangkat ini dilengkapi dengan prosesor yang lebih cepat dibandingkan generasi sebelumnya serta dukungan peningkatan performa pada CPU, GPU, dan I/O, sehingga mampu menjalankan aplikasi berbasis kecerdasan buatan seperti deteksi objek secara real-time.

Dalam penelitian ini, Raspberry Pi 5 berfungsi sebagai perangkat utama yang menjalankan sistem deteksi kendaraan berbasis YOLOv8 serta sebagai host bagi AI Kit Hailo. Seluruh proses pengambilan data dari kamera, pemrosesan citra, hingga penampilan hasil deteksi dilakukan melalui perangkat ini. Raspberry Pi 5 juga berperan dalam mengelola komunikasi antara kamera dan akselerator AI Kit Hailo.

Penggunaan Raspberry Pi 5 sebagai platform edge computing memberikan keuntungan dalam hal efisiensi, karena sistem dapat berjalan secara mandiri tanpa bergantung pada server eksternal. Hal ini sangat cocok untuk implementasi di lapangan seperti monitoring lalu lintas secara real-time.



Gambar 2.3 Raspberry Pi 5
(Sumber: Raspberry Pi, 2024)

2.2 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebelumnya dapat di lihat pada tabel di bawah ini

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
(Nafis Alfarizi et al., 2023)	Penggunaan Metode YOLO Pada Deteksi Objek: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis	Menyajikan tinjauan literatur sistematis tentang deteksi objek dengan menggunakan metode YOLO. Tinjauan literatur ini menggunakan pencarian artikel ilmiah, konferensi, dan publikasi tentang metode YOLO dalam deteksi objek. Tulisan ini menguraikan konsep dasar metode YOLO.	Pemahaman yang komprehensif tentang metode <i>YOLO</i> dalam deteksi objek. Kelebihan dan kekurangan metode <i>YOLO</i> juga dianalisis, dan beberapa tantangan yang dihadapi dalam pengembangan metode ini diidentifikasi.. Dengan demikian, tulisan ini menjadi acuan yang berharga bagi peneliti dan praktisi dalam bidang visi komputer yang tertarik dengan deteksi objek menggunakan metode <i>YOLO</i> .
(Utami et al., 2024)		Pengenalan Objek	model <i>YOLOv4</i> yaitu sebesar 99,74%,

Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
		Menggunakan <i>YOLO</i> pada Bantu Tunanetra Berbasis Raspberry Pi Algoritma <i>YOLO</i> yang digunakan dalam penelitian ini adalah <i>YOLOv4</i> dan <i>YOLOv4-Tiny</i>. Dataset yang digunakan memiliki 5 kelas objek yaitu kursi, meja, orang, pot tanaman, dan kulkas. Jumlah dataset yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 841 dataset yang dibagi menjadi 757 data latih	sedangkan pada model <i>YOLOv4-Tiny</i> didapatkan nilai mAP sebesar 67,78%. Sementara itu, hasil akurasi sistem saat pengujian yang diletakkan pada alat bantu tongkat tunanetra menggunakan model <i>YOLOv4</i> yaitu sebesar 93,33% dengan rata-rata waktu komputasi yang dihasilkan sebesar 34,88 detik dan akurasi model <i>YOLOv4-Tiny</i> sebesar 73,3% disertai rata-rata waktu komputasi yang dihasilkan sebesar 16,58 detik. Penelitian ini menggunakan <i>YOLOv4</i> dan <i>YOLOv4-Tiny</i> yang menghasilkan akurasi pengujian yang lebih baik dibandingkan penelitian terkait yang menghasilkan rata-rata

Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
		dan 84 data uji.	keberhasilan pengujian sebesar 40% menggunakan algoritma <i>MobileNet</i> untuk mendeteksi objek pada alat bantu tunanetra.
(Fatichah & Dikairono, 2023)	Deteksi Objek Menggunakan Metode <i>YOLO</i> dan Implementasinya pada Robot Bawah Air	Metode yang digunakan adalah <i>YOLO</i> dan menggunakan berbagai jenis <i>YOLOv5</i> , seperti <i>YOLOv5s</i> , <i>YOLOv5m</i> , <i>YOLOv5l</i> , dan <i>YOLOv5x</i> .	Hasil pengujian menunjukkan bahwa <i>YOLOv5x</i> memiliki rata-rata jarak deteksi terjauh sebesar 6,12 meter dan mAP paling tinggi yaitu 0,881, namun ukurannya yang besar memerlukan daya komputasi yang tinggi. Di sisi lain, <i>YOLOv5s</i> memiliki ukuran model yang lebih kecil yaitu 14,5 MB, namun tetap memberikan performa yang baik dengan mAP sebesar 0,872.
(Zophie & Triharminto, 2020)	Implementasi Algoritma <i>YOLO</i>	Algoritma ini digunakan karena dijalankan pada	Hasil dari percobaan ini pengujian <i>YOLO</i> diukur menggunakan <i>confusion</i>

Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
	menggunakan Web Camera untuk Mendeteksi Objek Statis dan Dinamis.	dua <i>framework</i> yaitu <i>Darknet</i> dan <i>Darkflow</i>	<i>matrix</i> dan mendapatkan hasil akurasi sebesar 69,5652 %, kesalahan klasifikasi sebesar 26,0869 %, ketelitian sebesar 94,1176 %, dan kekhususan sebesar 50 %
(Arif et al., 2023)	Deteksi Kendaraan Dengan Metode <i>YOLO</i>	Metode yang digunakan adalah tinjauan literatur	Metode <i>YOLO</i> memiliki keunggulan dalam deteksi kendaraan berkat kecepatan eksekusi yang tinggi dan akurasi yang baik. Metode ini digunakan secara luas di berbagai aplikasi untuk deteksi kendaraan dan terbukti berhasil mengatasi tantangan dalam pengenalan objek dalam konteks yang real-time. Namun, juga ditemukan beberapa keterbatasan dalam

Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
			deteksi objek kecil dan objek yang tumpang tindih.