

Perancangan Sistem Deteksi Objek Pada Robot Transporter Menggunakan Metode Darknet YOLOv8

Adhitya Ari Yudha¹, Yudha Febrian², Rasyid Ammary Yahya³ Naufal Indra Ardhana⁴, Melati Wangi Windari⁵, Ardy Seto Priambodo⁶

Teknik Elektronika Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta
Jl. Mandung, Serut, Pengasih, Kec. Wates, Kabupaten Kulon Progo,
Daerah Istimewa Yogyakarta 55651

¹adhityaariyudha.2021@student.uny.ac.id

²yudhafebrian.2021@student.uny.ac.id

³rasyidammary.2021@student.uny.ac.id

⁴naufalindra.2021@student.uny.ac.id

⁵melatiwangi.2021@student.uny.ac.id ⁶ardyseto@uny.ac.id

Intisari — Perkembangan teknologi robotika, khususnya pada robot transporter dapat meningkatkan kualitas maupun kuantitas produksi berbagai pabrik. Robot transporter merupakan salah satu jenis robot yang bertujuan untuk mengambil benda dan memindahkannya ke tempat lain. Pada penelitian ini, metode *darknet* YOLOv8 diterapkan pada robot *transporter* untuk memberikan kemudahan dalam proses pelatihan dan deteksi objek. Algoritma YOLO (*You Only Look Once*) merupakan salah satu metode dalam bidang *deep learning* yang saat ini sangat populer dalam pendeteksian objek, dan memungkinkan deteksi objek dengan tingkat keakuratan tinggi. Dalam penelitian ini, ESP32 CAM digunakan sebagai kamera deteksi objek dan modul WiFi pada robot *transporter*. Tujuan utama dalam penelitian ini adalah mengatasi tantangan deteksi objek dalam situasi dinamis, seperti perubahan objek di sekitar robot *transporter*. Dengan demikian, diharapkan robot dapat merespons dengan cepat terhadap perubahan lingkungan, dan meningkatkan efisiensi tugas transportasi.

Kata kunci — Robot Transporter, Deteksi Objek, You Only Look Once.

Abstract — The development of robotics technology, especially transporter robots, can improve the quality and quantity of production in various factories. A transporter robot is a type of robot that aims to pick up objects and move them to another place. In this research, the YOLOv8 darknet method is applied to the transporter robot to provide convenience in the training and object detection processes. The YOLO (*You Only Look Once*) algorithm is one of the methods in the field of deep learning that is currently very popular in object detection and allows object detection with a high level of accuracy. In this research, the ESP32 CAM is used as an object detection camera and WiFi module on the robot transporter. The main objective of this research is to overcome the challenges of object detection in dynamic situations, such as changes in objects around the transporter robot. Thus, it is expected that the robot can respond quickly to environmental changes and improve the efficiency of transportation tasks.

Keywords — Transporter Robot, Object Detection, You Only Look Once.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi robotika telah membuat kualitas kehidupan manusia semakin tinggi. Saat ini perkembangan teknologi robotika telah mampu meningkatkan kualitas maupun kuantitas produksi berbagai pabrik [1]. Robot merupakan mesin pengendali pengganti pekerjaan manusia [2]. Robot-robot cerdas dan adaptif menjadi bagian integral dalam berbagai sektor, dari industri manufaktur hingga logistik, menyediakan solusi efisien

untuk pemindahan barang dan manajemen tugas-tugas tertentu. Salah satunya adalah Robot *transporter* yang merupakan jenis robot yang bertujuan untuk mengambil benda dan memindahkannya ke tempat lain [3]. Banyak industri yang sudah menggunakan robot *transporter* untuk memilih dan merakit [4]. Robot *transporter* dalam pengendaliannya memiliki dua jenis, yaitu kendali otomatis dan manual. Kendali otomatis adalah ketika robot *transporter* bergerak berdasarkan keputusan yang diambil berdasarkan hasil pengolahan dari pembacaan sensor yang ada tanpa ada

campur tangan manusia. Sedangkan kendali manual adalah ketika robot *transporter* bergerak berdasarkan perintah dari penggunaanya. [3]. Dalam pengembangan robot *transporter*, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) memiliki peran krusial untuk meningkatkan kinerja dan adaptabilitas robot tersebut. Pada metode tradisional pendeteksi objek seringkali mengharuskan programmer menentukan aturan-aturan dan parameter secara manual. Pendeteksi objek, atau yang sering disebut *object detection*, merupakan aplikasi komputer yang bertujuan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi objek tertentu [5]. Dengan menggunakan metode *darknet* YOLOv8 memungkinkan robot belajar dan beradaptasi dengan lingkungan melalui interaksi langsung dengan manusia. Penggunaan metode *darknet* YOLOv8 pada robot *transporter* memberikan kemudahan dalam proses pelatihan dan deteksi objek.

Berdasarkan paparan diatas, maka penulis melakukan perancangan pada robot *transporter* menggunakan metode deteksi objek YOLOv8 yang memiliki kemampuan deteksi objek dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Algoritma YOLO (*You Only Look Once*) merupakan salah satu metode dalam bidang *deep learning* dan merupakan bagian dari *machine learning* yang saat ini sangat populer dalam pendeteksian objek atau wajah [5]. Pada desain mekanik robot ESP32 CAM digunakan sebagai kamera deteksi objek sekaligus dapat digunakan sebagai modul WiFi untuk mengirimkan data [6]. Selain konektivitas WiFi dan Bluetooth, modul ini juga memiliki kamera video terintegrasi, dan slot microSD untuk penyimpanan [7]. Pada penelitian ini, penerapan metode *darknet* YOLOv8 diharapkan dapat mengatasi tantangan deteksi objek dalam situasi yang dinamis, seperti pergerakan dan perubahan objek di sekitar robot *transporter* sehingga memungkinkan robot merespons dengan cepat terhadap perubahan lingkungan, dan meningkatkan efisiensi transportasi.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Robot Transporter

Robot *transporter* merupakan robot yang berfungsi untuk mengambil dan memindahkan barang yang dapat

dikendalikan secara otomatis atau manual. *Gripper* merupakan salah satu perangkat yang terlibat dalam proses otomatisasi. Fungsinya adalah untuk mengambil dan memindahkan benda ke posisi yang telah ditentukan. Salah satu peran utama *gripper* adalah dalam pengenggaman material yang akan diambil. Karena material yang tersedia biasanya sangat bervariasi, baik dalam bentuk, bahan, maupun ukuran. [8]



Gbr 1. Robot Transporter

B. ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler SOC (*System on Chip*) terpadu yang dilengkapi dengan WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth 4.2, dan berbagai peripheral. Chip ini menawarkan prosesor, penyimpanan, dan akses GPIO. ESP32 dapat digunakan sebagai pengganti Arduino, dengan kemampuan untuk terhubung langsung ke WiFi. Tersedia dua versi board, yaitu 30 GPIO dan 36 GPIO, dengan fungsi yang sama, tetapi versi 30 GPIO memiliki dua pin GND tambahan. Semua pin board mudah dikenali karena diberi label di bagian atas. Board ini dilengkapi dengan USB to UART interface untuk pemrograman menggunakan aplikasi pengembangan seperti Arduino IDE. Sumber daya dapat disediakan melalui koneksi micro.[9].

C. ESP32 CAM

ESP32-CAM adalah sebuah modul mikrokontroler yang menggabungkan fungsi ESP32 dengan kamera. Modul ini

menyediakan dukungan untuk WiFi dan Bluetooth, sambil menyertakan antarmuka kamera. Penggunaan ESP32-CAM memungkinkan pengembang untuk mengintegrasikan kemampuan kamera ke dalam proyek-proyek IoT dan aplikasi keamanan rumah. Dengan ESP32-CAM, pengguna dapat mengambil foto, merekam video, dan mentransmisikannya melalui jaringan, menjadikannya pilihan yang sangat cocok untuk proyek-proyek seperti sistem pengawasan keamanan, smart home, dan aplikasi IoT yang memerlukan fungsi kamera.[6]



Gbr 2. ESP32



Gbr 3. ESP32 CAM

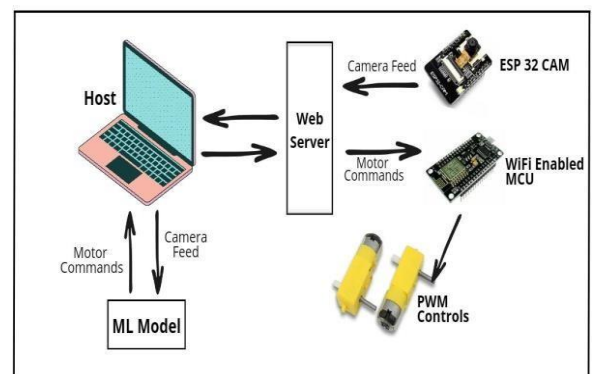
D. OpenCV

OpenCV adalah singkatan dari *Open Source Computer Vision Library*, ialah sebuah perpustakaan sumber terbuka yang menyajikan beragam fungsi dan algoritma untuk memproses citra dan visi komputer. Dibuat untuk mendukung pembuatan aplikasi yang melibatkan pengolahan gambar dan video, OpenCV menyuguhkan berbagai fitur seperti deteksi objek, pengenalan wajah, manipulasi citra, pemrosesan video, kalibrasi kamera, dan sebagainya. Kelebihan OpenCV terletak pada dukungannya terhadap berbagai platform, termasuk Windows, Linux, macOS, Android, dan iOS. Oleh karena itu, OpenCV menjadi pilihan populer di kalangan pengembang untuk proyek-proyek dalam bidang visi komputer dan kecerdasan buatan. [10].

III.METODE PENELITIAN

A. Perancangan sistem

Rancangan sistem dalam penelitian ini menggunakan metode *darknet YOLOv8*. Pada tahap ini pengguna dapat memberikan instruksi langsung kepada robot sebagai proses pembelajaran kontekstual. Dalam meningkatkan kemampuan deteksi objek, metode YOLOv8 diintegrasikan ke dalam sistem. YOLOv8 memungkinkan identifikasi dan deteksi objek secara akurat dengan kecepatan tinggi sehingga memastikan respon yang cepat. Objek yang digunakan pada penelitian ini berupa sebuah botol dengan ukuran kecil. Diagram blok pada perancangan sistem penelitian ini ditunjukkan pada Gbr 4.



Gbr 4. Diagram Blok Sistem

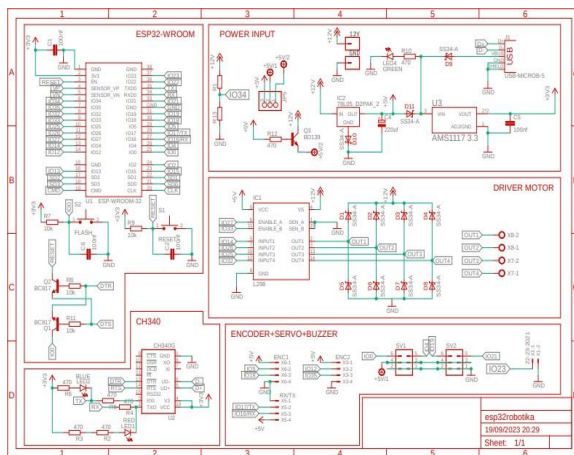
Pada penelitian ini host berfungsi sebagai pusat kontrol model machine learning (ML) untuk menghasilkan perintah motor dan feed kamera. Model ML memproses sinyal kamera dari ESP32 CAM dan menghasilkan instruksi motor untuk mengendalikan robot *transporter*. *Web server* bertindak sebagai penghubung antara *host* dan ESP32 CAM. *Feed* kamera dari ESP32 CAM dikirim ke *host* melalui *web server*, sedangkan perintah motor dari *host* disalurkan ke mikrokontroler (MCU) melalui *web server*. Peran MCU adalah mengubah perintah motor menjadi sinyal PWM untuk mengontrol motor. Struktur ini menciptakan sistem di mana *host* dapat berkomunikasi dua arah dengan ESP32 CAM.

B. Perancangan Hardware

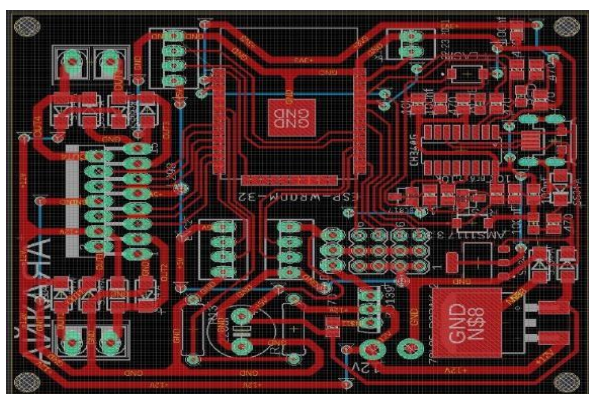
Rancangan *hardware* terdiri dari perangkat elektronik dan mekanik. Sistem elektronika dirangkai berdasarkan diagram blok sistem yang ditampilkan pada Gbr 4. Sedangkan rangkaian skematik dan pcb ditampilkan pada Gbr 5. dan Gbr 6.

Pada perangkat elektronik digunakan beberapa komponen utama meliputi ESP32 sebagai mikrokontrol utama, CH340 yaitu IC serial uploader yang memfasilitasi transfer data serial, BC817 sebagai transistor latching, L298 sebagai driver motor yang mengatur kendali dan arah pergerakan motor, serta AMS1117 3.3 V yang berfungsi sebagai step down untuk mengubah tegangan dari 12V ke 3.3V.

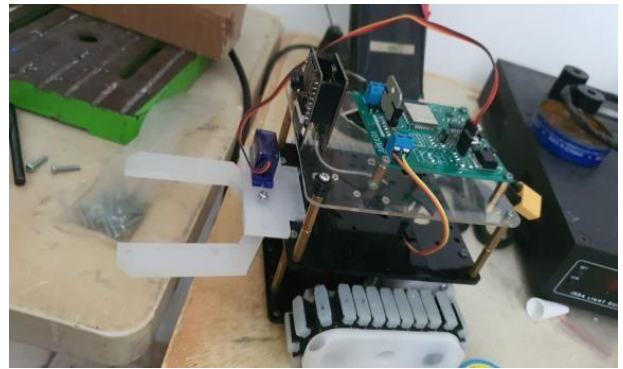
Berikutnya, pada perancangan mekanik, robot *tank* dipilih karena kelebihan dari *track wheel* pada robot *tank* yang memungkinkan robot bergerak lebih halus dan dapat melalui berbagai medan. [6] Selain itu mekanik robot dilengkapi dengan gripper adaptif yang dipilih karena raham cekamnya telah dirancang secara mekanis sehingga dapat menyesuaikan dengan benda yang berbeda-beda [8].



Gbr 5. Skematik Rangkaian



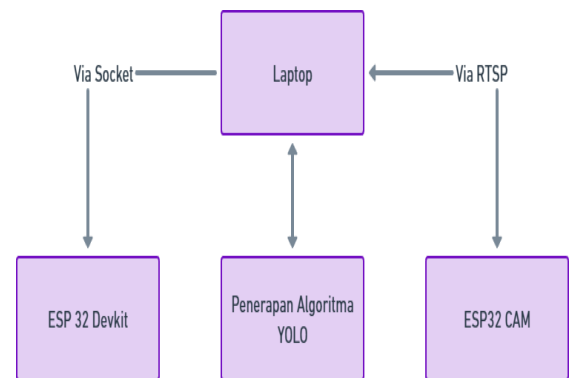
Gbr 6. Desain PCB



Gbr 7. Hardware Robot

C. Perancangan Software

Diagram blok perancangan dari *software* yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gbr 7.



Gbr 7. Diagram Rancangan Software

Berdasarkan diagram blok tersebut diketahui bahwa dalam penelitian ini, kami memanfaatkan komponen hardware berupa ESP32 CAM. Pengembangan program dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python. Program Python tersebut memuat data *weight* yang dihasilkan dari proses pelatihan data jaringan. Data *weight* tersebut digunakan untuk melakukan proses analisis citra secara *real time* dari *feed* ESP32 CAM atau dari file gambar yang telah dipilih sebelumnya.

Pemrosesan citra tersebut dilakukan menggunakan algoritma YOLOv8. Algoritma YOLOv8 terdiri dari jaringan saraf konvolusi (CNN) dengan 24 lapisan untuk mengekstraksi fitur, serta 2 lapisan terhubung penuh untuk memprediksi probabilitas dan koordinat objek dalam citra. Setelah melalui program yang dijalankan dengan program Python dan diproses oleh Algoritma YOLOv8, layar monitor yang terkoneksi ke PC akan menampilkan jendela pada sistem

operasi berupa tampilan objek yang berhasil terdeteksi, dari proses pengolahan gambar menggunakan Algoritma YOLOv8.

Secara keseluruhan, sistem yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu integrasi ESP32 CAM dengan algoritma YOLOv8 untuk deteksi objek *real-time*, yang mampu memberikan hasil deteksi objek akurat melalui pengolahan citra dengan tingkat keefisienan yang baik.

D. Penggunaan Deep-learning YOLOv8

Convolutional weights yang telah dilatih menggunakan *imagenet* yaitu *model weights* darknet53. Berdasarkan Gbr 8. diketahui bahwa pada penerapan metode darknet YOLOv8 terdiri dari beberapa tahap, dimulai dari tahap pengambilan dataset, dilakukan pengambilan gambar menggunakan ESP32 CAM dengan bantuan program Python untuk menangkap tiap frame gambar. Tahap selanjutnya, dilakukan pelabelan pada setiap frame gambar dataset yang telah dikumpulkan menggunakan aplikasi YOLO-label. Labeling dataset merupakan proses penambahan informasi pada objek seperti botol, setiap gambar dalam dataset diberi label untuk memperoleh koordinat dari kotak pembatas yang sesuai dengan kenyataan (*ground-truth bounding box*).

Convolutional Neural Network (CNN) adalah salah satu metode *deep learning* untuk *computer vision*. CNN adalah jaringan saraf konvolusional yang terdiri dari beberapa lapisan tersembunyi, pada setiap lapisan dilakukan perhitungan matematis terhadap masukan yang menghasilkan keluaran menjadi masukan ke lapisan berikutnya [5]. Salah satu metode CNN yang umum digunakan dalam analisis citra adalah YOLOv8. Metode YOLOv8 memungkinkan deteksi objek dengan menggunakan model terpadu, di mana satu jaringan konvolusi dapat secara bersamaan memprediksi beberapa kotak pembatas dan probabilitas kelas objek dalam kotak-kotak tersebut [11].

Pada penelitian ini digunakan algoritma YOLOv8 dengan *training* dataset menggunakan Selanjutnya, dilakukan proses pelatihan dataset menggunakan metode YOLOv8 dengan bantuan *framework* darknet. Pada tahap ini dilakukan pelatihan dataset

membentuk pola yang dikenal dengan istilah bobot (*weights*). Bobot tersebut digunakan untuk mendeteksi objek dalam gambar.

Perangkat yang digunakan dalam proses pelatihan adalah *Google Colaboratory*, dengan YOLOv8 dan *weights* untuk *convolutional layers* menggunakan bobot *convolutional* yang dilatih sebelumnya di *imagenet* yaitu menggunakan bobot dari model darknet53. *Google Colaboratory* merupakan sebuah alat yang baru dikembangkan oleh Google Internal Research.

Alat ini dirancang untuk membantu para peneliti dalam mengolah data untuk keperluan pembelajaran di bidang pengolahan data menggunakan *machine learning* [12]. Setelah melalui tahap pelatihan dataset, dihasilkan sebuah file bobot (*weights*) yang akan digunakan pada tahap pengujian sistem deteksi objek. Pada tahap ini dilakukan pengujian secara tidak langsung menggunakan masukan gambar ke sistem deteksi, gambar tersebut terdapat didalam folder yang berisikan 100 frame gambar dari dataset untuk test set. Pada tahap ini juga hasil dari pengujian akan ditampilkan luaran berupa *bounding box* sesuai dengan prediksi koordinat *bounding box* (x, y, w, h), nilai *confidence*, dan *class probability* dari objek terdeteksi.

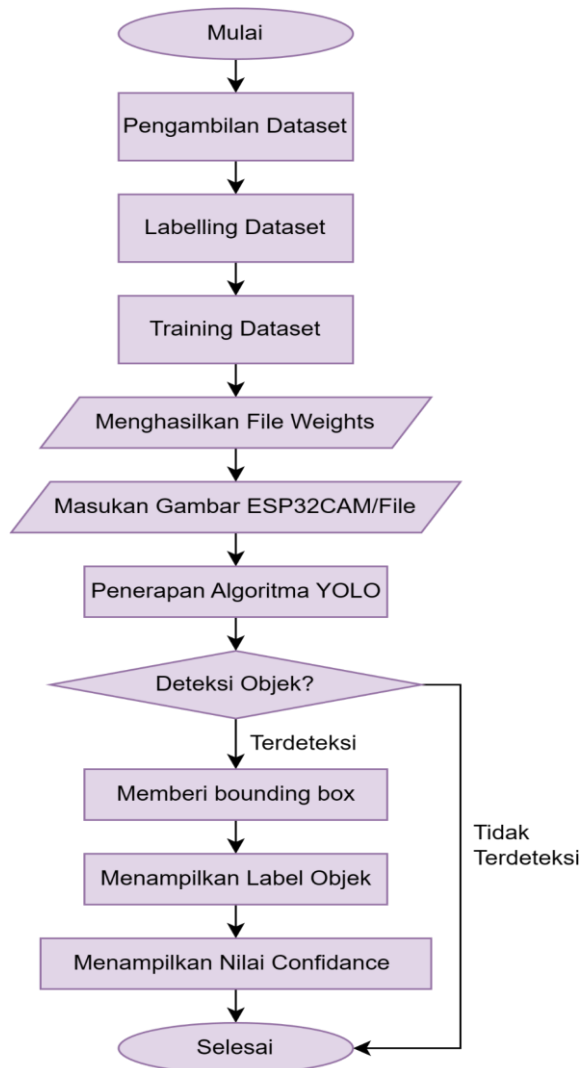
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Deteksi Objek Botol dengan YOLOv8

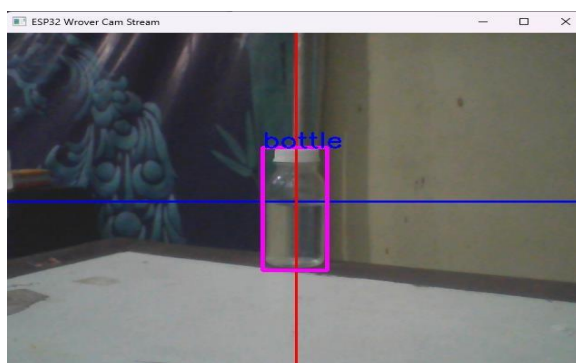
Dalam proses pengujian untuk deteksi objek botol, kami memanfaatkan jaringan YOLOv8 yang telah dilatih sebelumnya. Program yang dikembangkan dalam Python menggunakan pustaka OpenCV untuk menangkap gambar secara *real-time* dari kamera ESP32 CAM. Model YOLOv8 diinisialisasi dengan bobot yang telah melalui proses pelatihan untuk mengenali berbagai objek, termasuk botol.

Selama proses pengujian, pada setiap frame yang diambil oleh kamera dianalisis oleh model YOLOv8 untuk mendeteksi keberadaan objek dengan menggambar *bounding box*. *Bounding box* tersebut menunjukkan lokasi dan ukuran objek seperti pada Gbr. 9 sampai Gbr. 12.

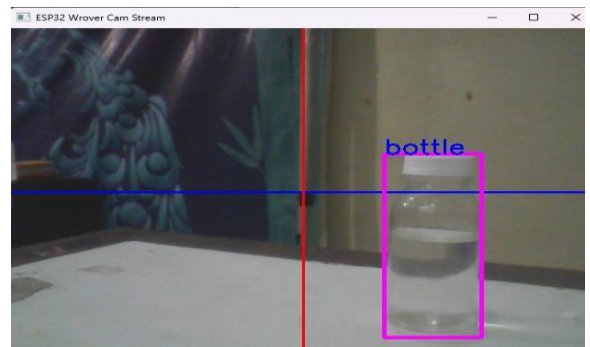
Program kemudian mencetak informasi deteksi yang mencakup kelas objek dan nilai *confidence*. Data ini akan dikirim melalui socket TCP/IP ke dalam sistem kontrol motor yang terhubung, sehingga memungkinkan komunikasi dua arah antara pemrosesan citra dan mekanisme kontrol motor.



Gbr 8. Flowchart Implementasi YOLOv8

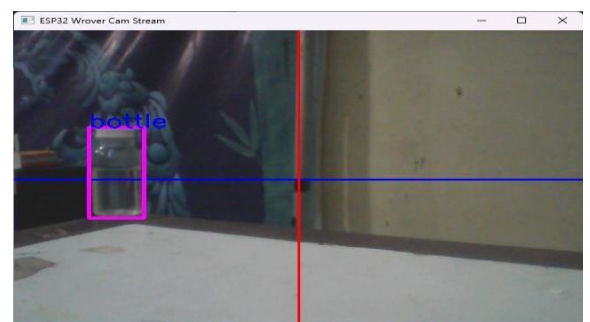


Gbr 9. Frame gambar objek botol terdeteksi ditengah

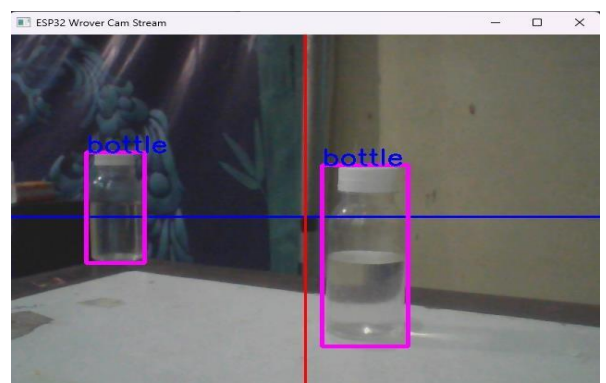


Gbr 10. Frame gambar objek botol terdeteksi di kanan

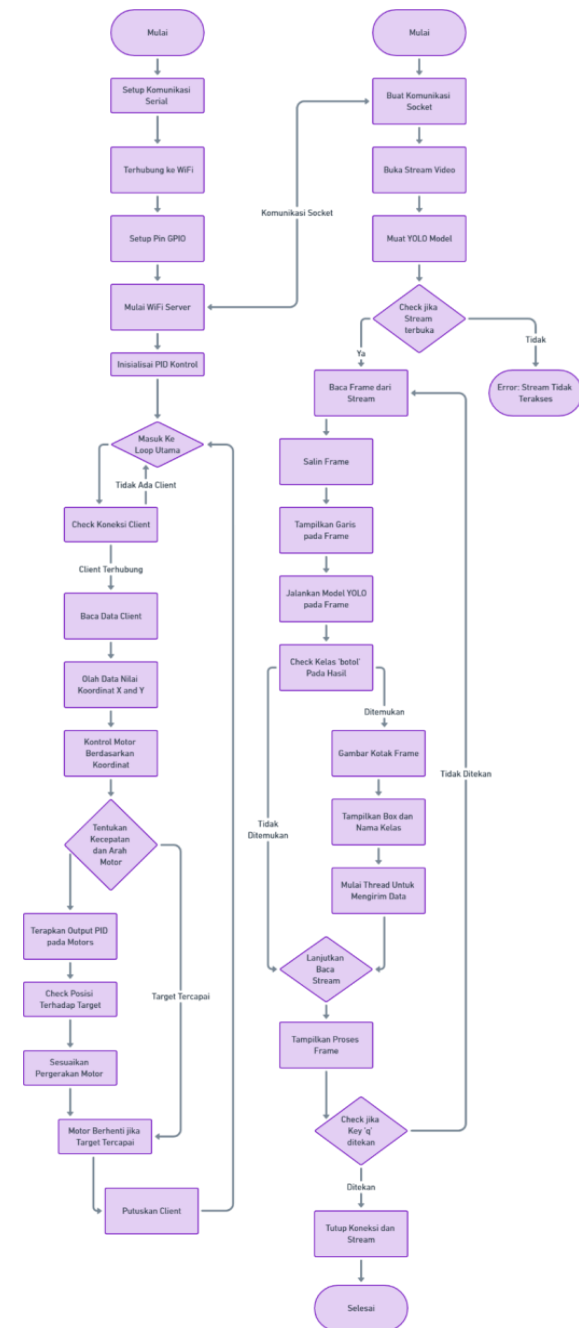
Diproses ini tidak hanya melibatkan deteksi objek tetapi juga pengiriman koordinat objek yang terdeteksi ke dalam sistem kontrol motor. Hal ini memungkinkan *platform* robotik untuk melakukan penyesuaian posisi berdasarkan lokasi objek. Dengan demikian, sistem tersebut bukan hanya dapat mengidentifikasi objek botol tetapi juga berpotensi untuk melacak dan mengikuti objek tersebut secara dinamis.



Gbr 11. Frame gambar objek botol terdeteksi di kiri



Gbr 12. Frame gambar objek botol terdeteksi 2 buah



Gbr 13. Flowchart Implementasi Integrasi Deteksi Objek dan Kontrol Motor

```
ultralytics.engine.results.Boxes object with attributes:
cls: tensor([39.])
conf: tensor([0.9387])
data: tensor([[259.2699, 68.6330, 391.2183, 438.9931, 0.9387, 39.0000]])
id: None
is_track: False
orig_shape: (480, 640)
shape: torch.Size([1, 6])
xywh: tensor([[325.2441, 253.8130, 131.9484, 370.3601]])
xywhn: tensor([[0.5082, 0.5288, 0.2062, 0.7716]])
xyxy: tensor([[259.2699, 68.6330, 391.2183, 438.9931]])
xyxyxyn: tensor([[0.4051, 0.1430, 0.6113, 0.9146]])
Class name ----> bottle
0: 480x640 1 bottle, 190.1ms
```

Gbr 14. Data yang dikirim Laptop

B. Integrasi Deteksi Objek dan Kontrol Motor

Dalam penelitian ini, kami mengembangkan sebuah sistem integrasi antara deteksi objek menggunakan model YOLOv8 dan kontrol motor pada platform robotik. Sistem yang diusulkan bertujuan untuk mendeteksi objek secara real-time dan melakukan penyesuaian posisi motor berdasarkan lokasi objek yang terdeteksi. Pada sisi deteksi objek, kami menggunakan kamera ESP32 CAM untuk menangkap gambar yang kemudian diproses oleh model YOLOv8 yang telah dilatih sebelumnya. Proses ini dilakukan dengan memanfaatkan pustaka OpenCV dan metode Darknet YOLOv8. Setelah objek terdeteksi, koordinat objek (*bounding box*) yang terdeteksi dikirim ke server melalui protokol TCP/IP seperti yang terlihat pada Gbr 14.

Di sisi lain, pada platform robotik, kami menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan motor melalui driver motor. ESP32 diatur untuk terhubung dengan jaringan WiFi dan mendengarkan data koordinat yang dikirim oleh sistem deteksi objek. Setelah data diterima, koordinat tersebut diolah menggunakan kontroler PID yang telah dikonfigurasi untuk menjaga agar motor bergerak menuju target yang diinginkan.

Kami menggunakan tiga parameter kontrol PID, yaitu K_p , K_i , dan K_d , untuk mengontrol respon motor terhadap perbedaan posisi objek terdeteksi dengan posisi target. PID bertanggung jawab untuk menghitung output yang dibutuhkan untuk menggerakkan motor dalam rangka menyesuaikan posisi robot sehingga objek berada di tengah pandangan kamera.

Ketika sistem mendeteksi objek botol, program akan mengaktifkan algoritma kontrol motor yang mengambil nilai koordinat x dan y dari objek, dan menyesuaikan gerakan motor untuk bergerak maju, mundur, ke kiri, atau ke kanan. Proses ini dilakukan secara berulang hingga objek berada dalam rentang target yang telah ditentukan seperti yang ditunjukkan oleh Gbr 15.


```

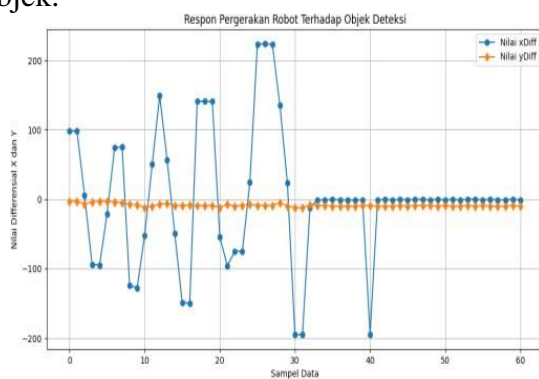
21:43:13.323 -> Control motor function called
21:43:13.323 -> 43
21:43:13.323 -> 29
21:43:13.323 -> Right
21:43:13.323 -> Stop
21:43:13.408 -> Stop
21:43:13.408 -> xDiff: -6
21:43:13.408 -> yDiff: -16
21:43:13.601 -> Stringreq: [ 325.24 253.81 131.95 370.36]
21:43:13.601 ->
21:43:13.601 -> x: 325.24
21:43:13.601 -> y: 253.81

```

Gbr 15. Data yang diterima ESP32

C. Penerapan Kontrol PID dalam Respon Motor terhadap Posisi Objek

Pada penelitian ini, kami mengumpulkan data respon *Pulse Width Modulation* (PWM) yang dihasilkan oleh kontroler PID untuk motor X dan Y saat berusaha menyesuaikan posisi robot berdasarkan lokasi objek yang terdeteksi. Dari hasil yang diperoleh, terlihat bahwa nilai-nilai PWM untuk motor X dan Y berfluktuasi seiring dengan perubahan posisi objek.



Gbr 16. Respon PWM PID Motor X dan Y

Nilai PWM yang dihasilkan mencerminkan bagaimana kontroler PID berusaha menyesuaikan kecepatan motor untuk mencapai posisi target. Data tersebut diplot dalam grafik, dengan sumbu x yang merepresentasikan sampel data sekuensial dan sumbu y yang merepresentasikan nilai PWM yang diterapkan pada motor.

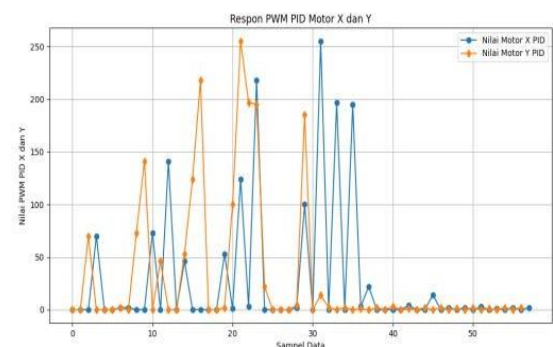
Grafik respon PWM PID menunjukkan adanya variasi nilai yang signifikan pada beberapa titik, yang mengindikasikan adanya pergerakan motor yang responsif terhadap perubahan posisi objek. Pada titik-titik di mana nilai PWM meningkat tajam, hal ini menunjukkan respons motor yang lebih agresif untuk melakukan penyesuaian posisi. Sementara itu, nilai-nilai rendah menandakan sedikit atau tidak adanya perubahan yang diperlukan dalam posisi motor.

D. Analisis Performa Sistem Deteksi Objek

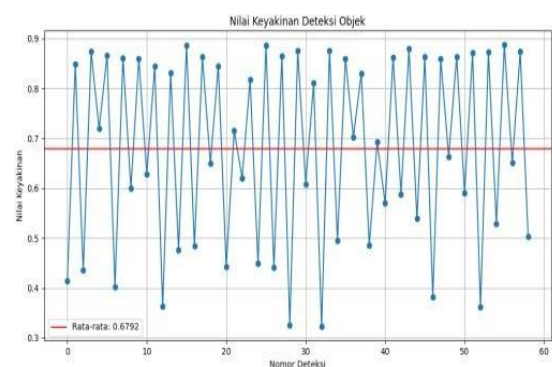
Dari data yang terlihat pada Gbr 17, kami mengamati perbedaan nilai koordinat ($xDiff$ dan $yDiff$) yang merefleksikan seberapa jauh posisi objek aktual berbeda dari posisi target robot. Plot nilai $xDiff$ dan $yDiff$ menunjukkan fluktuasi pergerakan robot terhadap objek yang terdeteksi.

Variasi pada nilai-nilai tersebut mengindikasikan seberapa sering dan seberapa besar penyesuaian yang harus dilakukan oleh sistem kontrol untuk menjaga agar robot mengikuti objek dengan tepat. Pada titik di mana nilai diferensial meningkat, sistem kontrol melakukan penyesuaian yang lebih besar, sedangkan nilai yang mendekati nol mengindikasikan bahwa objek berada dalam posisi yang diinginkan relatif terhadap robot.

Selain itu, kami juga mengumpulkan nilai *Confidence* deteksi dari sistem, yang menunjukkan probabilitas model dalam mengklasifikasikan objek dengan benar. Data nilai *Confidence* diekstraksi dari log deteksi objek dan diplot untuk visualisasi. Rata-rata nilai *Confidence* dihitung untuk memberikan gambaran umum tentang seberapa yakin sistem dalam deteksi yang dilakukan.



Gbr 17. Respon Pergerakan Robot Terhadap Objek Deteksi

Gbr 18. Nilai *Confidence* Deteksi Objek, Rata-rata = 0.6792

Grafik nilai *Confidence* yang dihasilkan menunjukkan variasi skor *Confidence* pada setiap deteksi objek yang dilakukan oleh sistem. Garis horizontal dalam grafik menandai nilai rata-rata *Confidence* sebesar 0.6792. Nilai ini mengindikasikan tingkat kepercayaan rata-rata sistem dalam mengklasifikasikan objek yang terdeteksi dengan benar. Skor *Confidence* yang secara konsisten berada di atas nilai rata-rata ini menandakan bahwa sistem deteksi objek memiliki performa yang baik dan stabil, dengan tingkat keakuratan yang tinggi dalam mengenali dan melacak objek.

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa kami berhasil mengintegrasikan deteksi objek botol menggunakan model YOLOv8 dengan kontrol motor pada platform robotik. Sistem ini mendeteksi dan mengikuti objek secara *real-time*, memungkinkan penyesuaian posisi motor berdasarkan lokasi objek yang terdeteksi. Penggunaan kontrol PID memastikan respons motor yang efisien. Analisis performa sistem menunjukkan bahwa sistem ini memiliki tingkat keakuratan yang tinggi dalam mengklasifikasikan objek dengan tingginya nilai rata-rata *Confidence* sebesar 0.6792. Meskipun ada ruang untuk perbaikan, penelitian ini memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan sistem kontrol otomatis yang lebih canggih dan akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih serta apresiasi yang tinggi kepada Program Studi Teknik Elektronika, Fakultas Vokasi Universitas Negeri Yogyakarta, dan semua pihak terlibat atas kesempatan dan fasilitas yang telah diberikan untuk melaksanakan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] E. Ramadhani and Sujono, "Perancangan Robot Lengan Pemilah Obyek Sesuai Warna Berbasis Arduino Mega 2560," *Jurnal Maestro*, vol. 2, no. 2, pp. 432-439, Oct.2019.
- [2] S. Sirmayanti, S. Amelia, N. Afifah, I. Abduh, "Rekayasa Sistem Kendali Gripper melalui Robot Transporter menggunakan WiFi Module ESP8266," *InComTech: Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 51-64, Apr. 2021.
- [3] I. A. Ahsani, D. Rahmawati, K. A. Wibisono, and M. Ulum, "Kendali Robot Transporter Berdasarkan Pergerakan Pergelangan Tangan Menggunakan Leap Motion Dengan Metode Decision Tree," *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 49-54, Dec. 2020.
- [4] P. W. Rusimanto, E. Endyansyah, and R. A. Ramadhan, "Efektifitas dan Kepraktisan Training Kit Robot Transporter dengan Aplikasi Android Berbasis Arduino," *Journal Information Engineering and Educational Technology (JIEET)*, vol. 05, no. 02, pp. 61, 2021.
- [5] D. N. Nugroho and L. Anifah, "Perancangan Sistem Deteksi Objek Bola Dan Gawang Pada Robot Sepakbola Menggunakan Metode Darknet YOLO," *Journal of Information Engineering and Educational Technology*, vol. 07, no. 01, pp. 22, 2023.
- [6] M. F. Wicaksono and M. D. Rahmatya, "Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home," *Jurnal Teknologi dan Informasi (JATI)*, vol. 10, no. 1, hlm. 40-51, Mar. 2020.
- [7] A. M. S. M. Koroy, G. Mandar, dan A. H. Muhammad, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Rumah Menggunakan ESP32-CAM," *Jurnal Teknik Informatika (J-Tifa)*, vol. 3, no. 2, hlm. 32-36, 2020.
- [8] A. A. Jabbar and Y. Yasdar, "Sistem Kendali Gripper Adaptif Pada robot transporter," *Jurnal Mosfet*, vol. 2, no. 2, pp. 26-31, 2022.
- [9] M. N. Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari, "Mikrokontroler ESP 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu berbasis web," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, pp. 767-772, 2022.
- [10] H. Muchtar and R. Apriadi, "Implementasi pengenalan wajah pada sistem Penguncian rumah dengan metode template matching Menggunakan Open Source Computer Vision Library (opencv)," *RESISTOR (elektRONIKA kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmputeR)*, vol. 2, no. 1, p. 39, 2019.
- [11] K. Khairunnas, E. M. Yuniarno, and A. Zaini, "Pembuatan Modul Deteksi Objek Manusia Menggunakan Metode YOLO untuk Mobile Robot," *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 1, 2021.
- [12] L. Rahma, H. Syaputra, A. H. Mirza, and S.D. Purnamasari, "Objek Deteksi Makanan Khas Palembang Menggunakan Algoritma YOLO (You Only Look Once)," *J. Nas. Ilmu*

- Komput., vol. 2, no. 3, pp. 213–232, 2021.
- [13] S. Amraee, M. Chinipardaz, and M. Charoosaei, “Analytical study of two feature extraction methods in comparison with deep learning methods for classification of small metal objects,” *Vis. Comput. Ind. Biomed. Art*, vol. 5, no. 1, 2022.
- [14] X. Wang, H. Gao, Z. Jia, and Z. Li, “BL-YOLOv8: An Improved Road Defect Detection Model Based on YOLOv8,” *Sensors (Basel)*, vol. 23, no. 20, 2023, doi: 10.3390/s23208361.
- [15] V. Pravalika and C. Rajendra Prasad, “Internet of things based home monitoring and device control using Esp32,” *Int. J. Recent Technol. Eng.*, vol. 8, no. 1 Special Issue 4, pp. 58–62, 2019.
- [16] H. Liu and B. Lang, “Machine learning and deep learning methods for intrusion detection systems: A survey,” *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 20, 2019, doi: 10.3390/app9204396.