

**RANCANG BANGUN SISTEM SORTIR KONVEYOR
BENTUK BENDA GEOMETRI BERBASIS *COMPUTER*
*VISION***

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Mochammad Dimas Anugrah Hidayat

220441035



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Rancang Bangun Sistem Sortir Konveyor Bentuk Benda Geometri Berbasis
*Computer vision***

Oleh:

Mochammad Dimas Anugrah Hidayat

220441035

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 08 Agustus, 2024

Disetujui,

Pembimbing I,



Ridwan, S.S.T., M.Eng.

NIP. 197806122001121002

Pembimbing II,



Sarosa Castrena A, S.Pd., M.T.

NIP. 198702252020121001

Disahkan,

Penguji I,



Siti Aminah, S.T., M.T.

NIP.

19740817209122001

Penguji II,



Nur Wisma Nugraha,

S.T., M.T.

NIP.

197406092003121002

Penguji III,



Ruminto Subekti,

S.S.T., M.T.

NIP.

1965101419890311002

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mochammad Dimas Anugrah Hidayat
NIM : 220441035
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem Sortir Konveyor
Bentuk Benda Geometri Berbasis *Computer Vision*

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).

3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 08 – 08 – 2024

Yang Menyatakan,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Mochammad Dimas Anugrah H.', written over a horizontal line.

Mochammad Dimas Anugrah H.

NIM 220441035

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mochammad Dimas Anugrah Hidayat
NIM : 220441035
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem Sortir Konveyor
Bentuk Benda Geometri Berbasis *Computer
Vision*

Menyatakan/menyetujui bahwa:

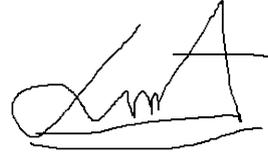
1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada di bawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 08 – 08 – 2024

Yang Menyatakan,

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a prominent vertical stroke on the right side.

Mochammad Dimas Anugrah H.

NIM 220441035

ABSTRAK

Tren global seperti *just-in-time*, kontainerisasi, dan *e-commerce* meningkatkan volume pengiriman dengan jadwal ketat. Sistem konveyor otomatis menjadi kunci dalam distribusi barang. Kecepatan dan keakuratan, terutama dalam penyortiran konveyor, esensial dalam industri. Sortir melibatkan pemilihan barang, dan otomatisasi bertujuan memaksimalkan efisiensi, diukur sebagai jumlah rata-rata pesanan. *Computer vision*, terutama dalam deteksi objek, menjadi dasar untuk penyortiran. Kerja sistem tersebut berawal dari menempatkan objek di atas konveyor, sebuah kamera diletakkan di atas juga melakukan pendeteksian objek. Data yang terkumpul dari kamera diolah menggunakan Raspberry Pi 4 dengan metode YOLO v8. Setelah proses pengolahan oleh Raspberry Pi, data tersebut dikirimkan ke server MQTT. Node Red, yang berfungsi sebagai antarmuka manusia mesin (HMI), serta PLC, menerima dan mengolah data yang dihasilkan oleh Raspberry Pi melalui protokol MQTT. Data yang diterima oleh MQTT pada PLC akan diimplementasikan untuk menggerakkan aktuator, yang dalam hal ini berupa silinder *double acting*. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu sistem sortir konveyor bentuk benda geometri dapat berfungsi. Adapun untuk tingkat akurasi pada kecepatan konveyor sebesar 1 cm/s memiliki rata-rata tingkat *accuracy confidence* 89,38%, lalu pada kecepatan 1,7 cm/s memiliki rata-rata tingkat *accuracy confidence* 78,57%, terakhir pada kecepatan 2,3 cm/s memiliki rata-rata tingkat *accuracy confidence* 59,28%. Hasil analisis *Confusion Matrix* yaitu berupa *mAP* khususnya mendapatkan nilai 0,993 pada *IoU threshold* 0,5. Selanjutnya, untuk mengkomunikasikan antara PLC, HMI, dan CV, maka hasil dari CV dapat dikomunikasikan dengan MQTT dengan menggunakan *library* paho mqtt. Dengan adanya tugas akhir ini, diharapkan dapat memberikan solusi untuk mengatasi pemilahan objek geometri pada suatu konveyor secara cepat dan akurat, serta dapat menjadi referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya. Serta terdapat nilai rata-rata *delay publish* dan *subscribe* pada MQTT sebesar 632,7 ms.

Kata kunci: MQTT, Node Red, PLC, Raspberry Pi 4, YOLO v8

ABSTRACT

Global trends like just-in-time, containerization, and e-commerce are increasing shipping volumes with tight schedules. Automated conveyor systems have become crucial in goods distribution. Speed and accuracy, particularly in conveyor sorting, are essential in the industry. Sorting involves item selection, and automation aims to maximize efficiency, measured as the average number of orders. Computer vision, especially in object detection, is fundamental for sorting. The system operates by placing objects on the conveyor, with a camera above detecting objects. Data collected from the camera is processed using Raspberry Pi 4 with the YOLO v8 method. After processing by Raspberry Pi, the data is sent to an MQTT server. Node-RED, functioning as the human-machine interface (HMI), and PLC receive and process the data from Raspberry Pi via the MQTT protocol. The data received by MQTT on the PLC is used to drive actuators, specifically double-acting cylinders. The results of this research show that the geometric object conveyor sorting system works. At a conveyor speed of 1 cm/s, the average accuracy confidence level is 89.38%; at 1.7 cm/s, it is 78.57%; and at 2.3 cm/s, it is 59.28%. The Confusion Matrix analysis results in an mAP score of 0.993 at an IoU threshold of 0.5. To communicate between the PLC, HMI, and CV, the CV results can be communicated with MQTT using the Paho MQTT library. This thesis aims to provide a solution for fast and accurate geometric object sorting on a conveyor and can serve as a reference for future research. Additionally, there is an average delay value for publishing and subscribing on MQTT of 632.7 ms.

Keywords: MQTT, Node Red, PLC, Raspberry Pi 4, YOLO v8

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Tren global seperti *just-in-time*, kontainerisasi, dan *e-commerce* telah menyebabkan peningkatan volume pengiriman barang yang harus diangkut dalam jadwal pengiriman yang ketat. Dengan banyaknya rantai pasokan, menerapkan sistem konveyor secara otomatis merupakan salah satu komponen dasar dari proses distribusi [1]. Ketepatan dan kecepatan dalam pendistribusian barang terutama saat penyortiran pada sistem konveyor sangatlah diperlukan pada sistem distribusi, terutama di industri [2]. Sortir memiliki arti berupa pemilihan barang [3] yang pada sistem ini barang tersebut merupakan benda geometri atau bentuk benda. Otomatisasi pada sistem sortir konveyor memiliki tujuan yaitu untuk memaksimalkan efisiensi yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata pesanan yang sulit dihitung dalam waktu tak terbatas [4]. Bidang *computer vision* khususnya dalam pendeteksian objek, dapat dijadikan sebagai basis dalam penyortiran [5]. Pertumbuhan penerapan *computer vision* itu sendiri pun dalam konteks industri terus meningkat secara masif seiring berjalannya waktu [6]. Metode yang digunakan pun sangat beragam, mulai dari CNN, R-CNN, YOLO, SSD, dan masih banyak lagi [7], [8], [9]. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing [10]. Oleh karena itu, sangatlah diperlukan pengetahuan mengenai tujuan daripada penelitian yang ingin dilakukan.

Terdapat beberapa penelitian mengenai sistem sortir konveyor. Penelitian [11] menyortir objek menggunakan sensor warna (TCS 34725 RGB) dan sensor berat (*Strain Gauge Load Cell*), dengan kontrol sistem dilakukan oleh Arduino. Hasil penelitian tersebut yaitu 100% untuk pendeteksian melalui sensor warna serta 85,80—99,813% untuk pendeteksian melalui sensor berat. Adapun penelitian [12] menyortir objek menggunakan basis *computer vision*, namun sortir tersebut berdasarkan warna menggunakan metode *color filtering* HSV dan memiliki hasil ketepatan 100%. Penelitian [13] menyortir limbah menggunakan metode *neural network image processing*. Citra dari kamera disampaikan ke input jaringan saraf,

yang menentukan posisi dan jenis objek yang terdeteksi dengan *database* lebih dari 13.000 gambar limbah padat kota. *Mean Average Precission* (mAP) dari penelitian ini adalah 64%.

Berdasarkan hasil studi literatur dari penelitian-penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini akan membahas mengenai perancangan sebuah sistem pengontrolan produksi berbasis *computer vision* yang dapat membedakan hasil produksi berdasarkan bentuk geometri. Pada sistem ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu kamera sebagai input dari citra, Raspberry Pi 4 sebagai kontrol, YOLO v8 sebagai algoritma untuk pemrosesan citra, MQTT sebagai komunikasi antara citra dan PLC, lalu Node Red sebagai HMI.

Metode YOLO [14] merupakan metode yang paling cepat dalam algoritma mendeteksi objek . Pada sebuah penelitian mendeteksi pil, hasil yang diberikan yaitu *mAP* dari Faster R-CNN mencapai 87,69%, sementara YOLO v3 memiliki keunggulan yang signifikan dalam kecepatan deteksi dengan FPS lebih dari delapan kali lipat dari Faster R-CNN. Hal ini menyiratkan bahwa YOLO v3 dapat beroperasi secara *realtime* dengan tingkat keakuratan deteksi yang tinggi mencapai 80,17% *mAP*. Performa algoritma YOLO v3 juga terbukti lebih baik dalam membandingkan hasil deteksi pada sampel yang sulit. Sebaliknya, SSD tidak mencapai skor tertinggi baik dari segi *mAP* maupun FPS [7]. Selanjutnya, pada YOLO v8 ini dari hasil penelitian [15] didapatkan nilai *mAP* sebesar 95%, yaitu yang terbesar dibandingkan dengan YOLO v3 sebesar 87,36%, YOLO v7 sebesar 81%, serta metode lain MobileNetV2 sebesar 90%.

Penelitian kali ini bertujuan untuk mengukur tingkat keakurasian dan kepresisian hasil daripada pendeteksian objek geometri pada sistem sortir konveyor berbasis *computer vision*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk mengatasi pemilahan objek geometri pada suatu konveyor secara cepat dan akurat, serta dapat menjadi referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, berikut beberapa permasalahan yang muncul:

1. Bagaimana rancang bangun prototipe untuk menyortir bentuk geometri dalam jalur distribusi berbasis YOLO v8?
2. Bagaimana keakurasian, kepresisian, dan hasil analisis *confusion matriks* sistem *computer vision*?
3. Bagaimana hasil penerapan komunikasi MQTT antara PLC dan *computer vision*?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, dibuatlah beberapa Batasan masalah agar lebih spesifik, berikut batasan-batasannya.

1. Membahas rancangan prototipe sortir konveyor bentuk benda geometri berbasis *computer vision*.
2. Ukuran objek terbagi menjadi 2, besar dan kecil, dengan ukuran yang besar maksimal panjang 5 cm, lebar 5cm, tinggi 3 cm, berat kurang dari 30 gram, serta tidak berwarna gelap dan hijau.
4. Kecepatan laju konveyor hanya ada 3 mode.
5. Membahas proses kerja prototipe.
6. Membahas proses pengambilan data kamera.
7. Membahas protokol komunikasi yang sudah ditentukan.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

1. Mampu menjelaskan rancang bangun prototipe untuk menyortir bentuk geometri dalam jalur distribusi berbasis YOLO dengan Raspberry Pi 4 sebagai pemroses data dan menggunakan MQTT sebagai protokol komunikasi.
2. Mampu mengetahui seberapa besar tingkat keakurasian, kepresisian, dan hasil *confusion matriks* sistem *computer vision*.

3. Mampu menjelaskan komunikasi antara PLC dan *computer vision* dengan MQTT.

Manfaat Penelitian

1. Menjadikannya sebagai bahan pembelajaran mata kuliah Komunikasi Data dan PLC (*Programmable Logic Control*).
2. Meningkatkan kualitas pada pendeteksian objek.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil pengujian pada beberapa domain dan pengujian sistem kaitan dengan tuntutan yang harus dipenuhi.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan dari TA untuk peneliti selanjutnya.