

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Robotika telah mengalami peningkatan penggunaan yang eksplosif dalam beberapa dekade terakhir karena banyaknya manfaat dan kemampuan otomatisasi. Penggunaan robotika sangat menonjol di industri di mana permintaan akan robot yang presisi dan otomatis untuk meningkatkan efisiensi produksi sangat tinggi. (Adiguna et al, 2023). Selain mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia, penerapan robotika juga dapat meminimalkan kesalahan dalam proses produksi, yang seringkali disebabkan oleh kelelahan manusia akibat aktivitas berulang dan durasi kerja yang panjang. Hal ini didukung oleh penelitian (Halim & Aswin, 2022) yang menunjukkan bahwa aktivitas kerja yang monoton dan jam kerja yang tidak teratur secara signifikan berkaitan dengan peningkatan kelelahan kerja, yang berdampak langsung pada penurunan kinerja dan potensi kesalahan dalam pekerjaan. Dengan kemajuan teknologi sensor, aktuator, serta kecerdasan buatan seperti logika *fuzzy* dan machine learning, sistem robotika masa kini menjadi semakin cerdas, fleksibel, dan mampu menyesuaikan diri terhadap variasi lingkungan dan objek kerja yang beragam. Hal ini membuka peluang besar untuk penerapan robotika di berbagai bidang, termasuk sistem penyortiran barang secara otomatis berdasarkan parameter tertentu seperti warna, ukuran, atau bentuk.

Robot di Industri umumnya berbasis manipulator karena bersifat otomatisasi untuk tujuan dan fungsi khusus, seperti perakitan, pencetakan, pengelasan, dan lain sebagainya. Robot manipulator tersebut dapat dikendalikan secara manual berbasis remote control atau menggunakan komputer. Kendali robot secara manual merupakan tingkat dasar bagi pemula dalam memahami dan mengaplikasikan robot untuk fungsi yang sederhana (Rendyansyah et al., 2022) Robot manipulator atau biasa disebut dengan robot lengan merupakan mesin yang dirancang khusus untuk meniru beberapa kemampuan lengan manusia untuk menjalankan tugas tertentu secara berulang-ulang, baik secara otonom maupun tidak.

Penyortiran barang banyak dilakukan di dunia industri. Penyortiran barang dapat dilakukan dengan mengelompokkan jenis, warna, berat atau bentuk barang. Penyortiran dapat dilakukan secara manual menggunakan tenaga manusia, sistem

barcode, ataupun otomatisasi dengan mesin. Beberapa Penyortiran barang pada industri masih dilakukan secara manual menggunakan tenaga manusia, karena sift manusia yang mudah lelah sehingga kecepatan dan keakuratannya dalam mengelompokkan barang bisa berkurang dan tidak handal, maka diperlukan sebuah alat kendali sortir barang yang bekerja secara otomatis (Safaris & Effendi, 2020). Salah satu teknologi yang dapat digunakan dalam prototipe sistem penyortiran otomatis adalah sensor warna TCS3200. Sensor ini bekerja dengan mengenali rona berdasarkan kecerahan cahaya RGB (merah, hijau, biru) dari item yang terlihat. Detektor warna seperti TCS3200 menggunakan jaringan yang peka terhadap cahaya dengan filter warna yang mengubah cahaya menjadi pola gelombang, memungkinkan representasi yang benar dari rona objek. Meskipun demikian, dalam skenario praktis, interpretasi warna dapat dipengaruhi oleh perubahan pencahayaan dan refleksi permukaan kemasan botol, yang mengarah pada kesalahan potensial dalam kategorisasi warna ketika hanya tergantung pada potongan konstan untuk mengatasi hal ini, teknik logika *fuzzy* dapat mengelola ambiguitas pembacaan sensor dengan mengaburkan garis kategorisasi warna. Oleh karena itu, mekanisme pengaturan dalam model robot manipulator 5 DOF menjadi lebih fleksibel dan tepat dalam menyortir botol susu sesuai dengan warna pengemasan secara otomatis.

Dasar dari logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Peranan derajat keanggotaan atau fungsi keanggotaan sangat berpengaruh dalam menentukan keberadaan elemen-elemen dalam suatu himpunan. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau variabel *fuzzy* merupakan ciri utama dari penalaran logika *fuzzy*. Pengambilan Keputusan pada Pengendalian Gripper menggunakan metode Logika *Fuzzy* Sugeno dengan masukan dari sensor warna dan keluaran berupa output. (Watiasih et al. 2024). Dalam implementasinya, metode logika *fuzzy* Sugeno digunakan untuk mengolah data masukan dari sensor warna yang mendeteksi warna kemasan botol susu. Data warna yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi nilai derajat keanggotaan pada masing-masing himpunan *fuzzy*, seperti pink, putih, dan coklat. Nilai-nilai ini diproses melalui aturan-aturan *fuzzy* (rule base) yang telah dirancang sebelumnya untuk menghasilkan keputusan yang tepat dalam menentukan nilai sudut servo0 (base) untuk menuju lokasi penempatan sesuai kategori warnanya. Logika *fuzzy* Sugeno dipilih karena kemampuannya

menghasilkan output yang presisi dan mudah diimplementasikan dalam sistem kontrol robotik. Dengan demikian, sistem penyortiran menjadi lebih responsif terhadap variasi warna dan mampu menangani ketidakpastian atau ambiguitas data sensor secara efisien. Penggunaan logika *fuzzy* dalam kendali gripper ini sangat mendukung penerapan otomatisasi pada robot manipulator 5 DOF untuk proses sortir botol susu bervariasi secara akurat dan real-time. Penggunaan logika fuzzy Sugeno pada sistem ini didukung oleh hasil penelitian (Chotikunnan et al., 2023) yang menunjukkan bahwa logika fuzzy tipe Sugeno memiliki keunggulan dalam menghasilkan respons sistem yang lebih halus dan linear dengan overshoot minimal, terutama dalam skenario dengan masukan sinyal yang bervariasi. Sistem kendali berbasis Sugeno juga menunjukkan kinerja yang lebih stabil ketika menghadapi gangguan, menjadikannya solusi yang efektif dan efisien untuk mengendalikan lengan robot untuk tugas-tugas presisi seperti penyortiran otomatis.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, beberapa masalah yang teridentifikasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Nilai pulsa yang dihasilkan oleh sensor warna TCS3200 sangat bergantung pada pencahayaan lingkungan dan jarak sensor dari objek. Akibatnya, meskipun warna objek tidak berubah, pembacaan warna dapat berbeda, yang menimbulkan ketidakpastian dalam proses klasifikasi warna.
2. Karena nilai ambang batas (threshold) masing-masing warna (pink, putih, dan coklat) berbeda, sulit untuk menentukan nilai ambang batas yang tepat. Oleh karena itu, sistem harus menggunakan pendekatan yang fleksibel. Oleh karena itu, logika fuzzy diperlukan untuk mengatasi peralihan warna yang halus.
3. Sistem robot harus dirancang untuk melakukan tugas pengambilan dan penempatan kemasan botol secara efisien, dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hal ini menjadi tantangan terutama dalam pengolahan data yang terus menerus dan pergerakan robot yang presisi.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan terarah, beberapa pembatasan masalah ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Deteksi objek hanya didasarkan pada parameter warna dominan yang diambil dari ruang warna RGB. Parameter lain, seperti ukuran atau tekstur, tidak menjadi fokus dalam penelitian ini.
2. Objek yang digunakan dalam penelitian ini memiliki variasi warna tertentu, yaitu pink, putih, dan coklat. objek dengan warna campuran atau transparan tidak akan dianalisis.
3. Metode *fuzzy logic* digunakan untuk keanggotaan input dan output untuk pengambilan keputusan berdasarkan warna objek. Parameter lain, seperti berat atau isi botol, tidak dimasukkan dalam analisis.
4. Prototipe robot hanya dirancang untuk menangani satu botol pada satu waktu (*single pick-and-place operation*). Pengambilan dan penempatan secara bersamaan atau dalam jumlah banyak tidak menjadi bagian dari penelitian ini.
5. Prototipe ini hanya melakukan sortir objek ketempat atau kategori yang sesuai dengan warna. Penyusunan botol bukan bagian dari penelitian ini.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, terdapat beberapa masalah yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem robotik yang mampu mendeteksi warna objek secara akurat menggunakan detektor TCS3200 ?
2. Bagaimana menerapkan metode *fuzzy logic* untuk mengambil keputusan terkait proses pengambilan dan penempatan kemasan botol?
3. Bagaimana mengintegrasikan sensor warna, sensor ultrasonic, aktuator, dan mikrokontroler untuk menghasilkan prototipe robot yang efisien dan andal?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang robot dengan sistem deteksi warna kemasan botol menggunakan sensor TCS3200 sebagai pendeteksi warna berbasis *fuzzy logic*, yang

kemudian dikonversi menjadi nilai derajat keanggotaan fuzzy untuk mendukung proses klasifikasi warna.

2. Membuat prototipe robot yang mampu melakukan tugas pengambilan dan penempatan kemasan botol dengan tingkat akurasi dan efisiensi yang tinggi.
3. Menguji kinerja prototipe robot dalam mendeteksi warna, mengambil keputusan, dan melakukan pergerakan pengambilan serta penempatan kemasan botol dalam kondisi lingkungan terkontrol.
4. Sistem ini penerapannya untuk mampu mengidentifikasi objek berdasarkan warna dominan (pink, putih, coklat) secara otomatis dan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pergerakan lengan robot untuk proses penyortiran.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bisa bermanfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademik
 - Menambah wawasan dan pengetahuan dalam bidang teknologi robotika, dan metode *fuzzy logic*.
 - Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan terkait otomatisasi industri dan penerapan teknologi cerdas.
 - Sebagai referensi bagi peneliti lain yang ingin mengembangkan teknologi serupa dalam bidang otomatisasi berbasis deteksi warna.
2. Manfaat Praktis
 - Menghasilkan prototipe robot yang dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pengambilan dan penempatan kemasan botol.
 - Memberikan solusi inovatif bagi sektor industri yang membutuhkan proses klasifikasi dan pengelolaan produk berdasarkan warna.
 - Mengurangi ketergantungan pada proses manual dalam sorting dan handling produk di lingkungan industri