

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Robot lengan (robot *arm*) merupakan salah satu teknologi yang banyak digunakan pada tugas-tugas repetitif seperti *pick and place*, perakitan, dan penyortiran. Salah satu tantangan dalam pengembangan robot lengan adalah mengintegrasikan sistem penglihatan (*vision system*) dan kontrol gerakan yang akurat. Dalam beberapa tahun terakhir penggunaan robot lengan telah meningkat pesat di sektor industri terutama pada aplikasi yang memerlukan ketelitian dan kecepatan tinggi, akan tetapi sebagian besar sistem robot lengan masih bergantung pada pemrograman gerakan yang statis sehingga kurang fleksibel dalam menghadapi perubahan lingkungan serta klasifikasi jenis objek seperti perubahan posisi objek dan klasifikasi objek berdasarkan warna dan bentuk (Huda, Pratama, Saputra, Hadiazzaka, & Priambodo, 2025). Masalah tersebut dapat diatasi dengan merancang robot *arm* dengan mengintegrasikan kamera secara *onboard* pada robot lengan serta penerapan algoritma pengolahan citra dapat menjadi solusi.

Pada perancangan *pick and place* robot *arm* dengan kamera *onboard* menggunakan metode *inverse kinematics* ini mengintegrasikan robot *arm* 5 Degree of Freedom (DoF) menggunakan metode *inverse kinematics* dipadukan dengan interpolasi linier untuk menghasilkan gerakan lebih terstruktur dan halus serta melibatkan proses pengolahan citra digital menggunakan algoritma *Hue, Saturation, Value* (HSV) dan algoritma *Canny Edge Detection*. Perbedaan pada penelitian yang telah ada sebelumnya oleh Muhammad Agni (2020) dan Fahril Maula Tanzil Huda (2025) yaitu pada jumlah derajat kebebasan yang digunakan yaitu hanya 4 sendi (*joint*) sedangkan pada penelitian saat ini menggunakan 5 sendi (*joint*) yang memungkinkan robot untuk mencapai posisi dan orientasi yang lebih baik, kemudian peletakkan kamera pada penelitian sebelumnya terletak pada posisi *fixed* (tempat khusus tidak dapat dipindah) sedangkan peletakkan kamera pada penelitian ini berada secara *onboard* pada robot lengan yang memungkinkan fleksibilitas dan kemampuan adaptasi yang lebih baik dibandingkan kamera *fixed*.

Pengolahan citra berbasis warna *Hue, Saturation, Value* (HSV) merupakan salah satu algoritma yang digunakan dalam mendeteksi objek berdasarkan karakteristik warna (Aditya, Husni, Pratama, & Handayani, 2020). Algoritma

pengolahan citra berdasarkan bentuk dengan menggunakan algoritma Canny merupakan salah satu algoritma yang digunakan dalam mendeteksi objek berdasarkan deteksi tepi. Algoritma ini dirancang untuk mendeteksi tepi secara optimal dengan menghasilkan tepi yang akurat, bersih, dan tahan terhadap gangguan *noise* (Wicaksono, Almeyda, Putra, & Malihatuningrum, 2023). Deteksi tepi berfungsi dalam mengidentifikasi batas-batas objek dalam citra dan menyederhanakan representasi visual serta menjadi dasar dalam berbagai proses lanjutan seperti segmentasi, pelacakan objek, dan pengenalan bentuk (Saluky & Marine, 2023). Penggunaan teknik interpolasi linier pada pergerakan servo dapat menghasilkan gerakan yang halus dan stabil serta mengurangi getaran dan meningkatkan akurasi (Satya, Hendry, Yudhananta, & Meliawan, 2022). Penelitian ini bertujuan untuk merancang robot lengan dengan 5 DoF (*Degree of Freedom*) yang dilengkapi kamera secara *onboard* untuk tugas *pick and place* dengan memanfaatkan mikrokontroler dan library OpenCV serta menggabungkan pengolahan citra, metode *inverse kinematics*, dan teknik interpolasi linier diharapkan robot lengan ini dapat bekerja secara efisien dan adaptif dalam lingkungan industri.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam perancangan lengan robot terdapat beberapa permasalahan yang menjadi fokus penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana merancang sistem robot lengan dengan 5 derajat kebebasan yang dapat mendeteksi objek berdasarkan warna dan bentuk menggunakan kamera secara *onboard*?
2. Bagaimana penerapan metode *inverse kinematics* dalam mengontrol pergerakan robot sehingga robot lengan dapat bergerak?
3. Bagaimana penerapan interpolasi linier terhadap pergerakan antar servo pada robot?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Dalam perancangan lengan robot terdapat beberapa tujuan dan manfaat yang menjadi fokus penelitian ini yaitu:

1. Merancang dan mengimplementasikan robot lengan 5 DoF dengan kamera *onboard* untuk deteksi objek berbasis warna menggunakan algoritma HSV

dan berbasis bentuk menggunakan algoritma Canny dalam pengembangan robot lengan dengan integrasi sistem penglihatan dan kontrol gerakan yang presisi.

2. Menerapkan metode *inverse kinematics* untuk menghitung sudut servo yang diperlukan agar *end-effector* mencapai posisi target.
3. Menerapkan pergerakan antar servo menggunakan teknik interpolasi linier untuk menghasilkan gerakan yang halus dan stabil agar meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam tugas-tugas *pick and place*.

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah yang ditetapkan untuk memfokuskan ruang lingkup penelitian yaitu:

1. Robot lengan hanya akan mendeteksi objek berdasarkan dua warna yaitu merah dan biru menggunakan kamera *onboard*. Objek yang dideteksi terbatas pada objek dengan warna yang kontras terhadap latar belakang untuk memudahkan proses identifikasi serta bentuk objek hanya pada bagian atas pada objek yaitu berbentuk lingkaran dan persegi.
2. Objek yang dapat dideteksi dan diambil oleh robot lengan memiliki ukuran diameter maksimal 6,5 cm dan berat maksimal 235 gram yang sesuai dengan kapasitas servo motor yang digunakan. Lokasi area objek dibatasi berdasarkan panjang lengan robot dan visual kamera yaitu dengan luas area objek 165 mm x 210 mm.
3. Pengujian dilakukan dalam lingkungan terkontrol dengan pencahayaan yang cukup dan stabil untuk memastikan akurasi deteksi warna HSV. Lingkungan dengan pencahayaan yang berubah-ubah atau terlalu kompleks tidak menjadi fokus penelitian ini.

1.5. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen (*experimental research*) dengan metode pengembangan prototipe (*prototype development*). Proses penelitian dibagi menjadi lima tahap utama:

1. Tahap Persiapan

Melakukan studi literatur terkait robot *arm*, metode *inverse kinematics*, algoritma HSV dan algoritma *Canny* berdasarkan sumber dari jurnal, buku, dan sumber daring. Menentukan spesifikasi sistem termasuk

pemilihan mikrokontroler, aktuator dan modul kamera. Menyusun rancangan awal proposal penelitian untuk mendapatkan persetujuan pembimbing.

2. Tahap Perancangan Sistem

Merancang perangkat keras meliputi desain mekanik robot arm 5 DoF, instalasi kamera onboard dan rangkaian kontrol berbasis mikrokontroler. Pada perangkat lunak dilakukan perancangan algoritma pengolahan citra (HSV untuk deteksi warna dan *Canny* untuk deteksi bentuk), perhitungan *inverse kinematics* dan interpolasi linier untuk pergerakan aktuator..

3. Tahap Pengujian Sistem

Melakukan uji coba fungsional terhadap setiap modul (kamera, aktuator, kontrol) serta uji integrasi sistem secara keseluruhan. Pengujian dilakukan di lingkungan terkendali untuk mengukur ketepatan deteksi warna dan bentuk, akurasi pergerakan *end-effector* dan waktu siklus *pick and place*. Data dikumpulkan dalam bentuk numerik dan visual (foto dan video) untuk analisis.

4. Tahap Analisis Data dan Validasi

Data hasil pengujian dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk mendapatkan nilai akurasi, presisi dan waktu respon. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian dengan spesifikasi desain dan target performa yang telah ditetapkan.

5. Tahap Evaluasi dan Penyusunan Laporan

Menyusun laporan akhir yang berisi latar belakang, metode, hasil pengujian, analisis serta kesimpulan. Evaluasi dilakukan untuk mengidentifikasi kelebihan dan keterbatasan sistem serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan selanjutnya.

1.6. Sistematika Penulisan

Agar penelitian ini lebih terstruktur dan sistematis, maka penulisan laporan skripsi disusun dengan sistematika sebagai berikut:

1. BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang penjelasan latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan dari penelitian, manfaat dari penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

2. BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang penjelasan teori serta metode yang akan digunakan untuk membuat metode serta komponen-komponen yang digunakan pada penelitian.

3. BAB III Perancangan Sistem

Bab ini berisi tentang penjelasan langkah-langkah yang dilakukan pada proses pembuatan sistem yang berupa metode dan desain dari alat tersebut.

4. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang penjelasan dari pengujian sistem dari sistem *hardware* maupun *software*, serta analisis dari data yang diperoleh pada pengujian sistem.

5. BAB V Penutup

Bab ini berisi tentang penjelasan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang sudah dilakukan.

1.7. Jadwal Pelaksanaan

Bagian ini menjelaskan rencana waktu atau jadwal yang akan dilakukan selama pelaksanaan penelitian tentang "Pick and Place Robot Arm dengan Kamera Onboard Menggunakan Metode Inverse Kinematics". Bagian ini penting karena memberikan gambaran tentang bagaimana penelitian ini akan dilakukan secara sistematis dan teratur. Jadwal pelaksanaan penelitian ini juga membantu memberikan gambaran yang jelas kepada pembaca proposal mengenai bagaimana penelitian ini akan dilaksanakan dan berapa lama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikannya. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini dijadwalkan secara terperinci pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Rencana Kegiatan Penelitian

No.	Nama Kegiatan	Bulan					
		I	II	III	IV	V	VI
1	Studi Literatur						
2	Desain Keseluruhan Robot Arm 5 DoF secara 3 Dimensi pada Inventor						

No.	Nama Kegiatan	Bulan					
		I	II	III	IV	V	VI
3	Pembuatan Rangkaian Robot Arm 5 DoF						
4	Perancangan dan Percobaan Algoritma HSV dan Algoritma <i>Canny</i>						
5	Perancangan dan Percobaan <i>Inverse Kinematics</i> Robot Arm 5 DoF						
6	Pengujian Robot Arm 5 DoF						
7	Menyusun Laporan Penelitian						