

BAB I

PENDAHALUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi industri di sektor manufaktur Indonesia pada tahun 2025 menunjukkan kenaikan dibanding 2024. Pada Januari 2025, *Purchasing Manager Index* (PMI) manufaktur Indonesia tercatat di 51,9%, dibanding Desember 2024 yang tercatat di 51,2%. Kenaikan ini merupakan yang tertinggi sejak Mei 2024. Indeks Kepercayaan Industri (IKI) juga berada pada angka 53,1%, menggambarkan optimisme yang tinggi dari para pelaku industri di awal tahun 2025 [1]. Meskipun industri manufaktur Indonesia menunjukkan pertumbuhan yang positif, sektor ini masih menghadapi tantangan signifikan dalam hal efisiensi operasional dan adopsi teknologi otomasi.

Menurut laporan dari Kementerian Perindustrian, hanya sekitar 20% perusahaan manufaktur di Indonesia yang telah mengadopsi teknologi Industri 4.0, yang mencakup otomatisasi dan digitalisasi proses produksi [2]. Keterbatasan ini terutama dirasakan oleh perusahaan skala kecil dan menengah yang masih mengandalkan proses manual dalam kegiatan produksi. Ketergantungan pada proses manual tidak hanya menghambat produktivitas, tetapi juga meningkatkan risiko kesalahan manusia (*human error*) dan kecelakaan kerja.

Salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan pada proses manual adalah menerapkan teknologi robot. Robot adalah seperangkat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik secara berulang, salah satunya adalah lengan robot. Lengan robot memiliki motor servo untuk menggerakkan setiap *joint* untuk masing-masing sendinya. Layaknya manusia ketika tangan ingin mengambil sesuatu, harus ada pergerakan pada sudut-sudut dari masing-masing siku agar tangan dapat mengambil objek dengan tepat [3].

Robot umumnya terdiri dari tiga bagian utama yaitu sensor, unit pemrosesan, dan aktuator. Sensor, seperti kamera yang berfungsi menangkap informasi dari objek. Unit pemrosesan berfungsi untuk mengatur perintah kerja robot, sementara aktuator seperti motor servo digunakan untuk menggerakkan robot. Motor servo memiliki sistem kontrol tertutup yang memungkinkan gerakan presisi sesuai sudut yang diinginkan. Pergerakan lengan robot dapat dikendalikan dengan berbagai cara, salah satunya adalah *inverse kinematics*. Metode ini mengubah koordinat objek menjadi sudut gerak pada motor sehingga ujung lengan dapat mencapai target [4].

Pada penelitian sebelumnya mengenai perancangan robot lengan juga telah disusun dengan judul “Rancang Bangun Lengan Robot pada Troli Belanja Berbasis Visi Komputer” yang merupakan robot troli otomatis yang dilengkapi dengan lengan robot dan sistem visi komputer berbasis Raspberry Pi 4 Model B [5]. Pada penelitian tersebut menggunakan Arduino Mega 2560, jika dibandingkan dengan STM32, STM32 memiliki *clock speed* lebih tinggi, sehingga pergerakan servo lebih cepat. Kemudian terdapat juga penelitian yang berjudul “*Chess Robot Arm 4 Degree Of Freedom Trajectory Planning With Inverse Kinematics Method*” yang merupakan robot lengan berbasis Arduino Mega 2560 yang digunakan untuk memindahkan bidak catur, menggunakan metode *inverse kinematics* [6]. Pada penelitian tersebut juga menggunakan Arduino dan tidak menggunakan HMI, yang dapat memudahkan operator untuk mengendalikan pergerakan lengan robot.

Melihat beberapa penelitian dan permasalahan yang ada, maka dirancang prototipe Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Lengan Robot 4 DOF (*Degree of Freedom*) Untuk *Pick and Place* Berbasis STM32 dengan Sistem Kendali Melalui HMI *Nextion*”. Perancangan lengan robot ini menggunakan beberapa komponen utama seperti motor servo MG996R sebagai aktuator untuk menghasilkan gerakan pada masing-masing *joint*, sensor infrared untuk menghitung jumlah barang cacat yang masuk ke *garbage box* dan HMI *Nextion* sebagai antarmuka berbasis layar sentuh,

memudahkan operator untuk mengendalikan pergerakan robot dengan menekan tombol pada layar. HMI *Nextion* juga digunakan untuk menampilkan notifikasi posisi barang cacat dan *garbage box* sudah penuh. Kemudian STM32 sebagai unit kendali untuk mengatur semua komponen yang ada pada lengan robot dan mengatur gerakan motor servo berdasarkan perhitungan *invers kinematics* yang menjadi dasar sistem pengendalian posisi *joint*. STM32 yang digunakan adalah STM32F411CEU6. Alasan penggunaan STM32F411CEU6 dikarenakan performa tinggi dan efisiensi daya dengan arsitektur 32-bit ARM Cortex-M4, kecepatan clock 100 MHz, serta dukungan *floating point unit* (FPU).

Perancangan ini melibatkan pembagian tugas dengan tim Daffa Maulana Fariza dengan judul “Rancang Bangun Lengan Robot Dengan Raspberry Pi 5 Untuk Deteksi Kecacatan Produk Berbahan Logam Berbasis *Image Processing*” yang bertanggung jawab atas pengolahan data dari Raspberry Pi 5 dengan menghasilkan posisi barang cacat sebagai *input* untuk STM32, sehingga lengan robot dapat bergerak ke arah barang cacat tersebut. Perancangan lengan robot ini bertujuan untuk membantu proses pemindahan barang secara otomatis, khususnya dalam lingkungan industri kecil yang masih bergantung pada tenaga kerja manual.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pokok permasalahan yang terdapat dalam proyek Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang lengan robot untuk *pick and place* berbasis STM32 dengan sistem kendali melalui HMI *Nextion*?
2. Bagaimana mengintegrasikan rancangan sistem mekanik, sistem elektronika, dan sistem kontrol lengan robot untuk *pick and place*?
3. Bagaimana menguji respons kinerja sistem lengan robot untuk *pick and place* berbasis STM32?
4. Bagaimana mengevaluasi kinerja sistem kontrol lengan robot untuk *pick and place* berbasis STM32?

1.3. Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan, maka proyek Tugas Akhir ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Merancang konfigurasi sistem kontrol STM32 dengan motor servo sebagai aktuator pada lengan robot untuk *pick and place*.
2. Mengintegrasikan rancangan sistem mekanik, sistem elektronika, dan sistem kontrol lengan robot untuk *pick and place*.
3. Menguji respons kinerja sistem lengan robot untuk *pick and place* berbasis STM32.
4. Melakukan evaluasi kinerja sistem kontrol lengan robot untuk *pick and place* berbasis STM32.

1.4. Manfaat Tugas Akhir

Melalui proyek Tugas Akhir ini, manfaat yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui rancangan lengan robot untuk *pick and place* berbasis STM32 dengan sistem kendali melalui HMI *Nextion* sesuai dengan lokasi yang telah ditentukan.
2. Mengetahui metode pengendalian motor servo dengan menggunakan STM32 pada lengan robot.

1.5. Pembatasan Masalah

Batasan masalah dari seminar hasil tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Sistem lengan robot hanya dirancang untuk menangani tiga buah barang, di mana hanya dua di antaranya yang merupakan barang cacat.
2. Posisi awal ketiga barang dan posisi akhir penempatannya telah ditentukan secara tetap dan tidak berubah selama proses berlangsung.
3. Barang yang dipindahkan merupakan komponen *Hollow Galvanis* berukuran 40x40x40 mm.
4. Sistem kendali lengan robot menggunakan mikrokontroler STM32F411CEU6.

1.6. Sistematika Tugas Akhir

Penyusunan laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan laporan yang terdiri atas beberapa bab dan lampiran sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini membahas tentang latar belakang masalah, tujuan tugas akhir, perumusan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, pembatasan masalah, dan sistematika tugas akhir.

BAB II DASAR TEORI

Dalam bab ini membahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan masing-masing bagian yang digunakan dalam pembuatan lengan robot untuk *pick and place* berbasis STM32.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini membahas tentang rancang bangun alat yang terdiri dari diagram blok sistem, diagram alir sistem, spesifikasi, dan fungsi alat, gambar 3D serta teknik fabrikasi alat.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Dalam bab ini membahas tentang hasil pengujian dan analisa data yang diperoleh dari lengan robot *pick and place* berbasis STM32.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini memaparkan kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN