

**PROTOTIPE KOLABORASI ROBOT *LINE FOLLOWER*
PENGAMBILAN DAN PENYIMPANAN BARANG
BERBASIS IOT (*INTERNET OF THINGS*)**

Tugas Akhir

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

Oleh

Mohamad Ghazi Fauzan

220341032



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

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:
**Prototipe Kolaborasi Robot *Line Follower* Pengambilan dan Penyimpanan
Barang Berbasis IoT (*Internet of Things*)**

Oleh:
Mohamad Ghazi Fauzan
220341032

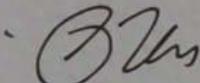
Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

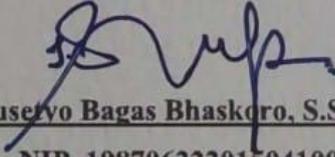
Bandung, 24 Desember 2024

Disetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Nur Wisma Nugraha, S.T., M.T.
NIP 197406092003121002

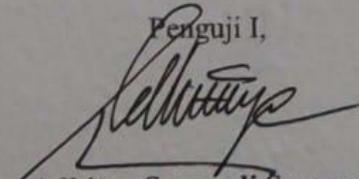

Dr. Susewo Bagas Bhaskoro, S.ST., M.T.
NIP. 198706222015041002

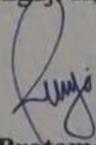
Disahkan,

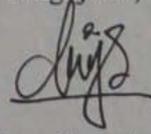
Penguji I,

Penguji II,

Penguji III,


Adhitya Sumardi Sunarya,
S.Si., M.Si.
NIP 198110052009121005


Rizqi Aji Pratama, S.Pd.,
M.Pd.
NIP 199110272022031005


Danu Java Saputro, S.T.,
M.Sc.
NIP 198110052009121005

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Mohamad Ghazi Fauzan
NIM : 220341032
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Prototipe Kolaborasi Robot *Line Follower*
Pengambilan dan Penyimpanan Barang Berbasis
IoT (*Internet of Things*)

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 : 24 – 12 – 2024
Yang Menyatakan,

(Mohamad Ghazi Fauzan)
NIM 220341032

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Mohamad Khozi Fauzan
NIM : 220341032
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Prototipe Kolaborasi Robot *Line Follower*
Pengambilan dan Penyimpanan Barang Berbasis
IoT (*Internet of Things*)

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada dibawah 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 : 24 – 12 – 2024
Yang Menyatakan,

(Mohamad Khozi Fauzan)
NIM 220341032

ABSTRAK

Pada proses pergudangan manual menghadapi tantangan seperti penempatan barang yang tidak sesuai dan keterlambatan pengambilan barang. Untuk mengatasi tantangan tersebut, Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem otomatisasi pergudangan berbasis IoT (*Internet of Things*) menggunakan dua robot *line following* yang bekerja secara kolaboratif. Robot pertama mengambil barang dari lokasi tujuan, sedangkan robot kedua menyimpan barang pada rak yang ditentukan. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental, meliputi perancangan sistem mekanik, elektrik, dan perangkat lunak, serta pengujian kinerja dalam skenario operasional. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 dan Arduino Mega untuk pengendalian robot serta mengintegrasikan Firebase sebagai media komunikasi data secara *real-time*. Antarmuka aplikasi dibuat menggunakan Kodular untuk memberikan kontrol suara dan manual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua robot berhasil melakukan siklus pergerakan menuju lokasi yang ditentukan dengan waktu rata-rata 18 detik per lokasi. Penggunaan baterai juga terpantau stabil, mendukung operasional sistem selama pengujian. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, penggabungan IoT, kontrol suara, dan Firebase memberikan kontribusi terhadap efisiensi pergudangan yang lebih baik. Sistem ini memberikan solusi inovatif untuk mengurangi ketergantungan pada proses manual dalam operasional pergudangan.

Kata kunci: Firebase, *Internet of Things*, Kodular, Otomatisasi Pergudangan, Robot *Line following*.

ABSTRACT

Manual warehouse processes face challenges such as improper item placement and delays in item retrieval. To address these challenges, this study aims to develop an IoT (Internet of Things) based warehouse automation system using two collaborative line-following robots. The first robot retrieves items from designated locations, while the second robot stores items in predefined racks. The study employed an experimental method, involving the design of mechanical, electrical, and software systems, as well as performance testing in operational scenarios. The system utilizes ESP32 and Arduino Mega microcontrollers for robot control and integrates Firebase for real-time data communication. A Kodular-based application interface was developed to enable both voice and manual control. The test results show that both robots successfully completed movement cycles to the designated locations with an average time of 18 seconds per location. Battery performance was also stable, supporting system operation throughout the testing. Compared to previous studies, the integration of IoT, voice control, and Firebase contributes to improved warehouse efficiency. This system offers an innovative solution to reduce reliance on manual processes in warehouse operations.

Keywords: Firebase, Internet of Things, Kodular, Line Following Robots, Warehouse Automation.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan industri *e-commerce* dan persaingan global yang semakin ketat, kebutuhan akan manajemen pergudangan yang efektif dan efisien semakin meningkat. Sistem pergudangan tradisional yang mengandalkan proses manual sering kali tidak mampu menangani kompleksitas operasional modern. Kesalahan penempatan barang yang tidak sesuai dan keterlambatan dalam pengambilan barang adalah masalah umum yang sering terjadi [1]. Oleh karena itu, dibutuhkan penerapan teknologi seperti IoT (*Internet of Things*) untuk mengatasi tantangan tersebut.

Teknologi IoT menawarkan kemampuan untuk proses pemantauan secara *real-time* melalui integrasi sensor dan perangkat otomatis. Implementasi IoT telah terbukti meningkatkan efisiensi operasional dan akurasi dalam proses pergudangan, sebagaimana dibuktikan oleh penelitian J. Aldona (2023) yang membuktikan bahwa penggunaan IoT dalam pergudangan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi penyimpanan[2]. Selain itu, penelitian J.W. Lok (2021) menunjukkan keberhasilan dalam mengembangkan robot pergudangan dengan teknologi *line following* dan sensor warna yang membuat robot bermanuver secara presisi di lingkungan pergudangan[3].

Di sisi lain, inovasi kontrol suara berbasis *speech recognition* semakin memudahkan pengoperasian robot. Operator dapat memberikan perintah suara kepada robot tanpa interaksi fisik, sehingga operator dapat *multitasking* dan mempercepat proses kerja [4]. Dalam penelitian ini, prototipe robot yang dirancang menggunakan dua mikrokontroler, yaitu ESP32 untuk komunikasi *real-time* melalui Firebase dan Arduino Mega untuk mengontrol motor serta sensor. Antarmuka aplikasi dikembangkan menggunakan Kodular yang dirancang untuk memudahkan operator dalam memberikan perintah suara dan memantau kondisi rak penyimpanan secara *real-time* melalui perangkat seluler.

Hasil penelitian sebelumnya membuktikan bahwa penggunaan teknologi *line following* dan sensor warna dapat meningkatkan akurasi navigasi robot serta

efisiensi dalam berbagai kondisi. Selain itu, kontrol suara berbasis IoT melalui Firebase dapat memberikan fleksibilitas yang mendukung otomatisasi pergudangan. Keunggulan penelitian yang akan dilakukan yaitu dengan menggabungkan IoT, robot *line following*, kontrol suara supaya dapat memberikan solusi pergudangan yang lebih efisien. Selain mengurangi potensi kesalahan operasional, rancang bangun ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pergudangan dengan mempercepat proses pengambilan dan penyimpanan barang secara *real-time* serta dapat terpantau keadaannya. Dengan demikian, hal ini dapat membantu mengoptimalkan pekerjaan karyawan dalam operasional logistik.

I.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah tugas akhir ini berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan:

1. Bagaimana rancangan IoT pada prototipe robot *line following* yang dapat bekerja secara kolaboratif untuk pengambilan dan penyimpanan barang?
2. Bagaimana implementasi IoT memengaruhi efisiensi proses pergudangan dengan memanfaatkan robot *line following* yang dikembangkan?
3. Bagaimana hasil pengujian prototipe robot *line following* untuk pengambilan dan penyimpanan barang?

I.3 Batasan Masalah

Untuk membahas masalah yang telah diidentifikasi dengan lebih spesifik, maka tugas akhir ini dibatasi pada poin-poin berikut:

- 1) penelitian ini akan membuat dua robot *line following* antara lain robot untuk mengambil barang pada titik tujuan dan robot untuk menyimpan pada rak penyimpanan;
- 2) penelitian ini menggunakan situs web Kodular untuk membuat aplikasi IoT;
- 3) material *body* utama robot berbahan akrilik;
- 4) penelitian ini menetapkan barang yang di bawa untuk uji coba maksimal berukuran sekitar 8x20cm sesuai ruang yang tersedia pada robot.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disajikan, tujuan tugas akhir dapat dirumuskan sebagai berikut:

- 1) merancang prototipe robot *line following* yang bergerak otomatis ke lokasi tujuan melalui perintah aplikasi;
- 2) mengimplementasikan IoT pada robot pengambil dan penyimpan untuk meningkatkan efisiensi proses pergudangan;
- 3) menguji pergerakan dari prototipe robot *line following* dalam melakukan pengambilan dan penyimpanan barang.

Manfaat tugas akhir ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional pergudangan. Berikut adalah manfaat yang ingin dicapai:

- 1) menyediakan solusi untuk meningkatkan efisiensi operasional pergudangan, khususnya dalam pengambilan dan penyimpanan barang yang sebelumnya bergantung pada sistem manual;
- 2) memberikan inovasi otomatisasi penyimpanan yang dapat diadaptasi oleh berbagai industri di Indonesia;
- 3) mendukung peningkatan daya saing industri melalui pengurangan kesalahan manusia, peningkatan efisiensi waktu, dan penurunan biaya operasional.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika 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, menjelaskan istilah dan ilmu terkait, serta meninjau hasil penelitian terdahulu dengan topik atau kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir, meliputi gambaran umum sistem, perancangan sistem, dan perencanaan pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi pemaparan hasil pengujian yang dilakukan pada beberapa domain dan sistem, dengan memperhatikan tuntutan yang harus dicapai.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian lebih lanjut.