

Prototipe Robot Forklift Line Follower Dengan Metode Logika Fuzzy Berbasis Internet of Things

Arya Pratama Yasfa¹, Mohd. Ilyas Hadikusuma², Eko Mardianto³, Hasan⁴, Satriyo⁵

Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Pontianak
Jl. Jenderal Ahmad Yani, Pontianak 78124, Telp. +62 561 736180, Fax. +62561740143
<https://polnep.ac.id>

ABSTRACT

This research developed a prototype forklift line follower robot that applies the fuzzy logic method and is integrated with the Internet of Things (IoT) technology. This innovation is intended to improve efficiency and safety in material management system in an industrial environment. The robot is designed to follow path using eight photodiode sensors and detects the color of objects through the TCS3200 sensor. A fuzzy logic method is used to handle uncertainty and dynamics in the trajectory, enabling more adaptive motion control. Sensor calibration showed a noticeable voltage difference between black (4.0 V) and white (0.16 V), with the use of a 10 k Ω resistor. Color sensor capable of recognizing six colors of objects based on a range of RGB values. The system is also capable of controlling the speed of the DC motor within the range of 0-255 PWM. Through IoT integration, information such as speed, object color, and delivery status can be monitored in real-time from a mobile device.

Keywords : Forklift Robot, Line Follower, Fuzzy Logic, Internet of Things, Automation.

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan prototipe robot forklift line follower yang menerapkan metode fuzzy logic dan terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT). Inovasi ini ditujukan untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan dalam sistem pengelolaan material di lingkungan industri. Robot dirancang untuk mengikuti jalur menggunakan delapan sensor fotodiode dan mendeteksi warna objek melalui sensor TCS3200. Metode fuzzy logic digunakan untuk menangani ketidakpastian dan dinamika pada lintasan, memungkinkan pengendalian gerak yang lebih adaptif. Kalibrasi sensor menunjukkan perbedaan tegangan mencolok antara warna hitam (4,0 V) dan putih (0,16 V), dengan penggunaan resistor 10 k Ω . Sensor warna mampu mengenali enam warna objek berdasarkan rentang nilai RGB. Sistem ini juga mampu mengendalikan kecepatan motor DC dalam rentang 0–255 PWM. Melalui integrasi IoT, informasi seperti kecepatan, warna objek, dan status pengiriman dapat dipantau secara real-time dari perangkat mobile.

Kata kunci : Robot Forklift, Line Follower, Fuzzy Logic, Internet of Things, Otomatisasi.

1. PENDAHULUAN

Di era industri 4.0, otomatisasi dan integrasi teknologi informasi menjadi aspek penting dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi, khususnya di sektor manufaktur dan logistik. Pengelolaan serta pemindahan material yang aman dan efisien menjadi tantangan utama di lingkungan gudang dan pabrik. Forklift,

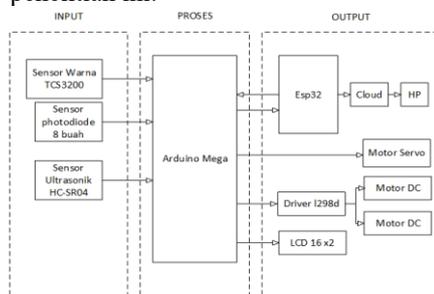
sebagai alat angkut utama, memiliki peran penting, namun penggunaannya secara manual sering menimbulkan risiko, seperti ketergantungan pada operator dan potensi kecelakaan kerja. Berdasarkan data dari National Safety Council (2022) [1], tercatat 24.960 kecelakaan forklift dengan 73 korban jiwa antara tahun 2021 dan 2022. Sebagai solusi, dikembangkan robot line follower yang dapat

mengikuti jalur menggunakan sensor dan mengendalikan pergerakan secara otomatis. Teknologi fuzzy logic diterapkan karena mampu menangani ketidakpastian lebih baik dibanding logika biner. Penelitian ini mengusulkan rancangan robot forklift berbasis fuzzy logic dan terintegrasi IoT, yang memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui perangkat mobile serta meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja tanpa intervensi langsung manusia..

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Blok

Berikut adalah diagram blok pada penelitian ini.

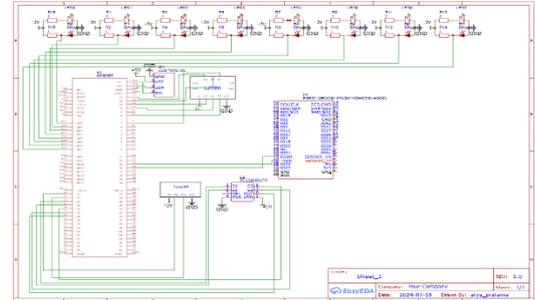


Gambar 1 Diagram Blok

Mobil robot akan bergerak dengan 2 roda menggunakan motor DC mengikuti garis hitam dengan menggunakan sensor photodiode berjumlah 8 dengan metode fuzzy logic dimana dalam fuzzy logic diberi kategori : belok kanan, belok kanan sedang, belok kanan sedikit, maju, berhenti, belok kiri sedikit, belok kiri sedang dan belok kiri yang akan diproses oleh arduino mega2560 . Ketika sensor ultrasonik mendeteksi box dengan jarak 3 cm maka motor Servo untuk forklift akan mengangkat box tersebut lalu sensor warna mendeteksi warna pada box yang dibagi 6 kategori yaitu merah, biru, hijau, kuning, ungu, cyan. Setelah data didapat maka mobil akan bergerak menuju tempat penyimpanan box yang sesuai dengan warnanya. Data tadi akan dikirim ke ESP32 untuk penggunaan internet of things agar kondisi robot dapat dipantau melalui gadget dengan platform blynk. Pemantaun juga dapat dilihat melalui LCD 16 x 2 pada badan robot.

2.2. Skematik Rangkaian

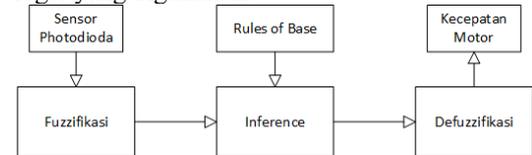
Berikut ini adalah skematik rangkaian pada penelitian ini.



Gambar 2 Skematik

2.3. Rancangan Fuzzy Logic

Berikut adalah rancangan metode fuzzy logic yang digunakan.



Gambar 3 Diagram Blok Fuzzy

Menggunakan 8 input photodiode 2 output motor kanan dan kiri. Semesta untuk input dari 0 s/d 1023 berupa nilai pembacaan ADC dari mikrokontroler Arduino Mega2560 dan untuk output dari 0 s/d 255 berupa nilai PWM pada mikrokontroler untuk kecepatan motor. Untuk mencari derajat keanggotaan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)}; & x \geq d \end{cases} \quad (2.1)$$

Untuk mencari nilai craps output fuzzy pada menggunakan persamaan berikut:

$$Z * = \frac{\int_a^b z u(z) dz}{\int_a^b u(z) dz} \quad (2.2)$$

Untuk mengkonversi nilai output fuzzy menjadi nilai analog dapat menggunakan persamaan berikut:

$$V_{out} = \frac{\text{input PWM}}{\text{nilai max PWM}} \times V_{ref} \quad (2.5)$$

2.4. Rancangan Pembacaan Warna

Dari prinsip kerja sensor warna dimana sensor warna mengubah intensitas cahaya menjadi sinyal frekuensi. Untuk skala frekuensi Output menggunakan 20% hal ini dikarenakan skala 20% mengurangi beban pemrosesan sehingga mikrokontroler dapat membaca data tanpa kesalahan. Untuk mengatur skalanya pada pin S0 dan S1 dapat dilihat pada datasheet. Kemudian berdasar kan datasheet untuk skema pembacaan warna red, green dan blue menggunakan pin S2 dan S3 yaitu sebagai berikut.

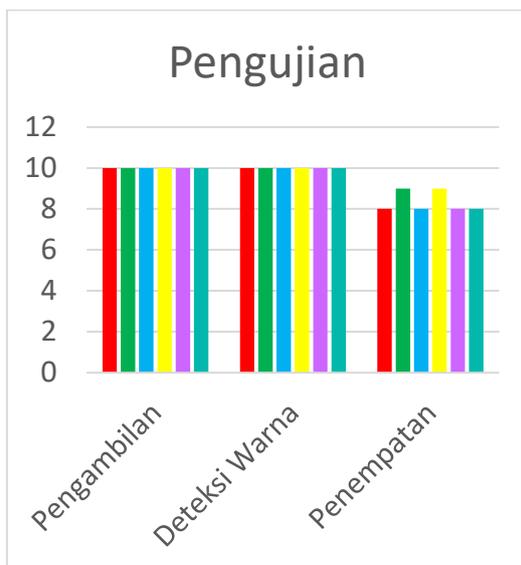
Tabel 1 Pembacaan Warna

S2	S3	Warna
LOW	LOW	Red
LOW	HIGH	Blue
HIGH	LOW	Clear (no filter)
HIGH	HIGH	Green

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil dari penelitian :

Tabel 2 Hasil Pengujian



Dari data data diatas menunjukkan bahwa pada pengambilan barang disemua warna berhasil ini berarti robot berhasil bergerak dari tempat parkir menuju tempat pengambilan tanpa ada kesalahan apapun. Kemudian pada saat

mendeteksi warna disemua warna juga berhasil ini berarti sensor dapat membedakan setiap warnanya dengan baik. Pada proses penempatan barang sebagian besar percobaan berhasil namun ada kegagalan terhadap penempatan barang, kegagalan tersebut diakibatkan oleh gagalnya pembacaan sensor terhadap persimpangan. Hal ini disebabkan oleh kondisi sensor yang tidak lurus dengan jalur sehingga pada saat bertemu persimpangan, delapan sensor photodiode ada yang tidak mendeteksi jalur. Oleh karena itu menyebabkan robot tidak dapat menempatkan barangnya ditempat yang seharusnya.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penulisan ini berdasarkan data dan analisa yaitu :

1. *Prototype* robot forklift berbasis fuzzy logic mampu mengikuti jalur dan secara otomatis memindahkan objek ke tempat tujuan.
2. Penggunaan fuzzy logic pada robot *line follower* memungkinkan robot dapat menangani setiap perubahan kondisi jalur dengan menggunakan input 8 buah photodiode dan 2 output motor DC. Dengan input nilai ADC 10 bit yang terkalibrasi dari 0 – 1023 dan output berupa nilai PWM yang terkalibrasi dari 0 – 255. Dan menghasilkan rule sebanyak 26.
3. Robot forklift dapat mengenali objek menggunakan sensor warna TCS3200 dan berhasil membedakan 6 warna dengan baik yaitu merah, hijau, biru, kuning, ungu dan cyan. Sementara servo sebagai aktuator berhasil mengangkat dan menurunkan barang dengan aman.
4. Pemantauan dengan melibatkan *internet of things* dilakukan dengan menggunakan aplikasi *blynk* sehingga dapat memantau kondisi robot forklift secara *real time*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] National Safety Council. (n.d.). Forklifts. Injury Facts. Diakses pada 13 Juli 2024. <https://injuryfacts.nsc.org/work/safety-topics/forklifts/>
- [2] Rahmawati, Tsabitah,. Priyandoko, Gigih,. Usman, Effendy Dedy. (2020). PROTOTYPE ROBOT FORKLIFT LINE FOLLOWER INCOMING MATERIAL WAREHOUSE DENGAN WIRELESS MONITORING. Desember 2020. hlm 367.
- [3] Riyanto, Indra,. Margatama, Lestari,. Marantika, Reky Rizkia Ermana. (2021). Robot Forklift Line Follower dengan Kendali PID dan Sensor Warna. Jurnal joule : Jurnal ilmiah Teknologi Energi, Teknologi Media Komunikasi dan Instrumentasi Kendali. Vol. 1, No. 1, Juli 2021 . hlm 8 - 15.
- [4] Wajiansyah, Agusma., Bramanto, W.P Arief,. Supriadi,. Nur, Syarifah. (2018). IMPLEMENTASI FUZZY LOGIC PADA ROBOT LINEFOLLOWER. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK). Vol.5, No. 4, September2018, hlm. 395-402.