



Implementasi Fuzzy Logic Pada Sensor Warna Untuk Navigasi Robot Edukasi Berbasis Mikrokontroler

Yuris Setyoadi¹⁾, Agus Mukhtar²⁾, Alvin Alvian Arif³⁾

^{1,2,3)}Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

Email : yurissetyoadi@upgris.ac.id, agusmukhtar@upgris.ac.id, alvinalvianarif@gmail.com

Abstrak — Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana robot pembelajaran berbasis mikrokontroler dapat digerakkan menggunakan deteksi warna dan sensor warna TCS34725. Untuk membaca nilai Merah, Hijau, dan Biru (RGB) dari berbagai warna yang terdeteksi, gunakan sensor warna TCS34725. Setelah itu, data pembacaan sensor diperiksa untuk menemukan tren dan hubungan antara nilai RGB dan rona tertentu. Nilai RGB dikorelasikan dengan tugas yang harus diselesaikan robot, seperti bergerak lurus ke depan, berhenti, berbelok, atau berputar, menggunakan aturan fuzzy. Temuan analisis menunjukkan bahwa setiap warna memiliki kombinasi nilai RGB yang berbeda. Robot diprogram untuk mengikuti aturan yang telah ditentukan ketika bertindak sesuai dengan nilai-nilai tersebut. Ketika robot mengidentifikasi warna biru peta dengan nilai Merah > 70, Hijau > 88, dan Biru > 95, misalnya, robot akan berjalan lurus. Demikian pula, robot akan merespons secara berbeda terhadap warna hitam, kuning, biru, merah muda, coklat, dan warna lainnya. Berdasarkan pembacaan sensor warna, robot dapat menyesuaikan tindakannya dengan lingkungan sekitar berkat penggunaan aturan fuzzy pada program Arduino. Seberapa dekat nilai RGB dengan nilai ambang batas yang telah ditetapkan menentukan tindakan yang diambil robot. Dengan memanfaatkan sensor warna TCS34725, robot mampu memahami lingkungan sekitarnya secara lebih kontekstual dan lebih nyaman melakukan tugas yang sesuai dengan keadaan tertentu.

Kata Kunci : Arduino, Fuzzy Logic, Robot, Sensor Warna TCS34725

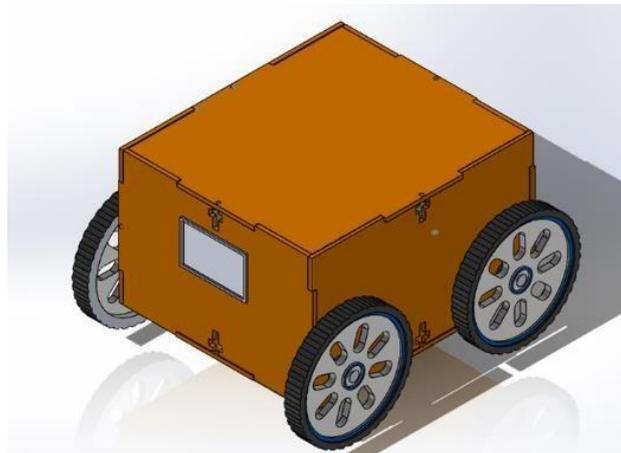
PENDAHULUAN

Pengaplikasian sensor warna pada navigasi robot edukasi berbasis mikrokontroler sangat penting untuk meningkatkan kemampuan robot dalam mengenali dan merespons lingkungan sekitarnya. Robot edukasi umumnya digunakan sebagai alat bantu untuk mempelajari konsep dasar dalam teknologi dan ilmu pengetahuan, dan dengan penggunaan sensor warna pada robot, maka kemampuan robot untuk melakukan tugas-tugas yang lebih kompleks dapat ditingkatkan (Waluyo, 2020). Simulator robotika pendidikan dapat membantu siswa untuk mengasimilasi pengetahuan dan keterampilan dengan sukses. (Tselegkaridis & Sapounidis, 2021). Misalnya, dengan sensor warna, robot dapat diinstruksikan untuk mengikuti jalur atau garis yang telah ditentukan berdasarkan warna tertentu, atau dapat melakukan tindakan berdasarkan warna dari objek tertentu. Sensor warna juga dapat digunakan pada robot yang digunakan dalam bidang industri dan otomasi, sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam melakukan tugas-tugas tertentu (Qodri Maulana dkk., 2020). Selain itu, pengaplikasian sensor warna pada robot edukasi dapat membantu memperkenalkan konsep dasar dalam teknologi sensor dan pengolahan data pada mikrokontroler kepada para pelajar, sehingga dapat membangun keterampilan dan pemahaman yang lebih baik tentang teknologi dan ilmu pengetahuan pada masa depan (Murbowo, 2019; Sasmoko dkk., 2020). Dengan demikian, implementasi fuzzy logic pada sensor warna untuk navigasi robot edukasi berbasis mikrokontroler memiliki potensi yang besar dalam mengembangkan teknologi robotika dan meningkatkan kemampuan dan keterampilan para pelajar dalam bidang teknologi dan ilmu pengetahuan (A. Junaidi, 2020; N. A. Junaidi, 2021).

METODE

Desain Mekanik

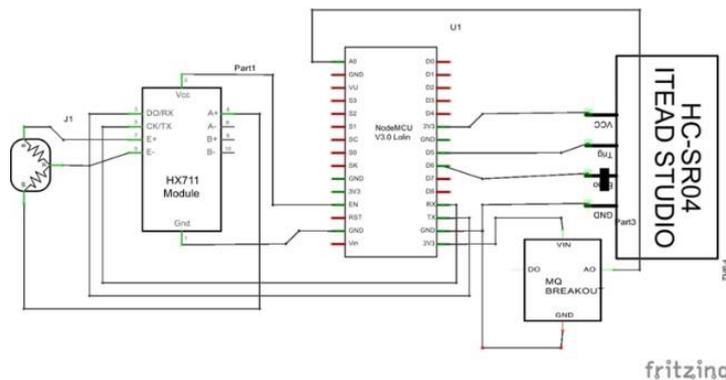
Rangka robot terbuat dari mika akrilik 3 mm yang memiliki massa jenis ringan tetapi kuat untuk menopang beban. Robot menggunakan dua roda penggerak dan dua roda bebas untuk mendukung manuver robot. Masing-masing roda penggerak menggunakan motor dc 5 volt 38 rpm.



Gambar 1. Desain Robot

Desain Elektronik

Sistem yang dirancang yaitu dengan merancang sistem perangkat keras yang meliputi output catu daya 5v dc, sumber tegangan 220 v, dan mikrokontroler Arduino uno, dan sensor warna TCS34725.



Gambar 2. Desain Elektronik

Tabel 1. Spesifikasi Robot

Komponen	Jumlah	Keterangan
Rangka	7	Akrilik 3 mm
Motor Penggerak	4	Motor L
Roda	4	Roda Karet
Mikrokontroler	1	Arduino Uno
Baterai	1	9 Volt
Sensor Warna	1	TCS34725

Pengujian Rule Base Sistem

Dalam rencana pengujian ini, akan dilakukan beberapa langkah untuk menguji rule base sistem. Langkah pertama adalah menentukan skenario pengujian yang akan digunakan. Skenario pengujian ini harus mencakup berbagai situasi yang mungkin dihadapi oleh sistem yaitu robot diletakkan pada obyek dengan warna Merah, Hijau dan Biru. Setelah skenario pengujian ditentukan, langkah selanjutnya adalah menjalankan pengujian dengan menggunakan skenario tersebut.



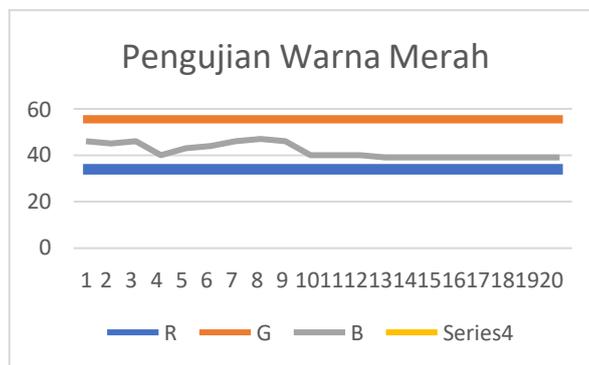
Pengujian Defuzifikasi

Merupakan sebuah rencana yang dibuat untuk menguji proses defuzifikasi pada sistem sensor warna dan gerak robot. Defuzifikasi adalah proses mengubah nilai fuzzy menjadi nilai tegas. Proses ini sangat penting dalam sistem kendali fuzzy, termasuk dalam sistem sensor warna dan gerak robot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

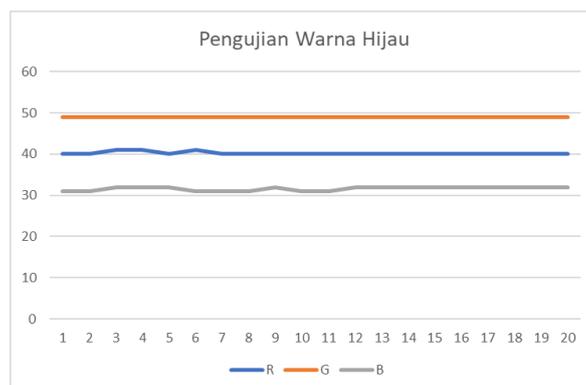
Pengujian Sensor Warna TCS34725

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 3 warna dasar yang sudah ditetapkan yaitu Merah, Hijau dan Biru yang mana akan diletakkan pada sensor lalu mengamati hasil pembacaan sensor berupa nilai citra warna R, G, B yang dihasilkan oleh sensor pada terminal serial arduino, tujuan dari pengujian iniyaitu untuk memastikan sensor dapat bekerja dengan baik.



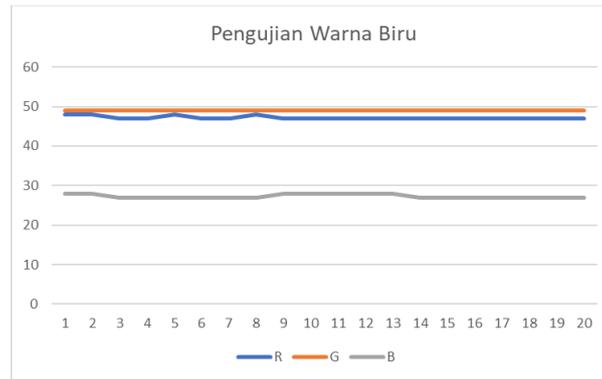
Gambar 3. Grafik Pengujian Objek Warna Merah

Sebagian besar pengukuran memiliki nilai yang relatif konsisten di seluruh saluran warna. Meskipun terdapat sedikit fluktuasi, data menunjukkan bahwa sensor memberikan pembacaan yang relatif stabil. Rentang nilai untuk masing-masing saluran warna (R, G, B) adalah antara 33 hingga 35. Ini menunjukkan bahwa intensitas warna tidak mengalami fluktuasi yang signifikan di antara pengukuran.



Gambar 4. Grafik Pengujian Objek Warna Hijau

Rentang nilai untuk masing-masing saluran warna (R, G, B) adalah antara 40 dan 41. Ini menunjukkan bahwa intensitas warna tidak mengalami fluktuasi yang signifikan di antara pengukuran. Intensitas warna merah (R) dan biru (B) cenderung tetap konstan, sementara intensitas warna hijau (G) mengalami fluktuasi kecil. Hal ini konsisten dengan fakta bahwa warna yang diuji adalah hijau.



Gambar 5. Grafik Pengujian Objek Warna Biru

Dari data yang diberikan, intensitas warna biru (B) lebih tinggi dibandingkan dengan intensitas warnamerah (R) dan hijau (G). Hal ini menunjukkan bahwa obyek yang diuji memiliki warna yang lebih mendekati biru dalam spektrum warna. Secara umum, nilai intensitas warna.

Pengujian Rule Base Sistem

Setelah melakukan pengujian rule base sistem didapat data sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \mu_{RL} &: \begin{cases} \frac{20-x}{40-20} & ; x \geq 20 \\ 1 & ; x > 20 \text{ and } x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases} \\
 \mu_{RM} &: \begin{cases} 1 & ; x < 20 \\ \frac{40-x}{40-20} & ; x > 20 \text{ and } x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases} \\
 \mu_{RH} &: \begin{cases} 0 & ; x > 30 \text{ or } x < 45 \\ \frac{40-x}{40-20} & ; 20 : x \leq 40 \\ \frac{100-x}{100-40} & ; \end{cases}
 \end{aligned}$$

Gambar 6. Formula Derajat Keanggotaan.

Formula didapat dari analisa fuzzy logic menggunakan grafik himpunan yang mana formula tersebut berlaku untuk nilai red, green, dan blue baik nilai rendah, sedang, maupun tinggi. Untuk nilai himpunan rendah berada direntang 0 sampai 20, untuk nilai himpunan sedang berada direntang 20 sampai 40, dan untuk nilai himpunan tinggi berada direntang kurang dari 45 sampai dengan 100.

Setelah melakukan pengujian dan percobaan didapat niali rule base sistem gerak robot seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. Rule Base Sistem Gerak Robot

Mark R	Mark G	Mark B	Output
RL	GL	BL	Berhenti
RH	GH	BH	Maju
RH	GH	BL	Belok Kanan
RL	RL	BM	Belok Kiri



Hasil Pengujian defuzifikasi

Pengujian ini dilakukan dengan mendeteksi warna, kemudian mengamati hasil defuzifikasi melalui perhitungan menggunakan rumus Wa (Weighted Average) untuk menghasilkan output yang direncanakan, adapun hasil pengujian pada terminal Arduino dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Defuzifikasi

Pengujian	Nilai RGB	Rule	Defuzifikasi
Maju	R>70 G>88 B>95	RH,GH,BH	Maju
Belok Kanan	R>87 G>77 B>92	RL,GL,BM	Belok Kanan
Belok Kiri	R>97 G>71 B>32	RL,GM,BM	Belok Kiri
Berhenti	R>33 G>71 B>52	RL,GL,BL	Berhenti

Dalam skenario ini, robot menggunakan sensor warna TCS34725 untuk mengambil keputusan navigasi berdasarkan warna yang dikenali. Setiap warna memiliki tiga nilai komponen warna: R (Red), G (Green), dan B (Blue).

KESIMPULAN

Penggunaan sensor warna TCS34725 pada robot edukasi telah memberikan hasil pembacaan yang beragam untuk setiap warna yang dideteksi. Setiap warna memiliki kombinasi nilai Red, Green, dan Blue yang unik. Aturan fuzzy yang diimplementasikan dalam program Arduino memberikan respons adaptif yang sesuai dengan kondisi warna yang dideteksi. Robot dapat bergerak lurus, berhenti, belok, atau berputar berdasarkan warna yang terdeteksi oleh sensor. Sistem kendali yang menggabungkan sensor warna dan aturan fuzzy memungkinkan robot untuk bergerak secara kontekstual. Sensor warna TCS34725 memiliki kemampuan untuk mengukur spektrum cahaya yang terlihat dan menghasilkan nilai-nilai RGB yang akurat.

SARAN

Peningkatan keakuratan sensor TCS34725, pengembangan aplikasi Arduino Uno lebih lanjut, optimalisasi kecepatan respons robot, penerapan robot pada aplikasi nyata sebagai media edukasi, serta eksplorasi Fuzzy Logic lebih lanjut

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih terutama kepada Allah swt. yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah kepada penulis, kepada kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan dan doa yang tak terbatas kepada penulis, kepada seluruh keluarga besar, teman dan kerabat dekat, serta kepedas seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Waluyo, E. (2020). Rancang Bangun Robot Brangkar Line Follower Pada Instalasi Gawat Darurat Menggunakan Threshold. UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU.
- Tselegkaridis, S., & Sapounidis, T. (2021). Simulators in educational robotics: A review. *Education Sciences*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.3390/educsci11010011>
- Qodri Maulana, Ekawati Prihatini, Nyayu Latifah Husni, Evelina, & Masayu Anisah. (2020). Perancangan Kendali Sistem Navigasi Smart Trash Robot Berbasis Artificial Intelligence. *Jurnal Rekayasa Elektro Sriwijaya*, 1(2), 71–82. <https://doi.org/10.36706/jres.v1i2.16>
- Murbowo, K. M. dan A. R. (2019). Manfaat Pembelajaran Robotika Untuk Belajar Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas Pgri Palembang* 12 Januari 2019, 407–417..