

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Efisiensi dan otomatisasi di bidang industri dalam bekerja menjadi semakin penting. Robot merupakan salah satu elemen yang signifikan saat ini dalam ranah otomasi. Robot dapat membantu manusia dalam berbagai hal, terutama pada aktivitas yang memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi dan bahaya yang cukup besar yang dapat merugikan tubuh manusia. Robot merupakan sebuah alat yang bisa melakukan pekerjaan sesuai dengan program yang telah diperintahkan melalui *source code* algoritma kinerja robot [1].

Dalam perkembangannya, teknologi *gesture control* pada robot semakin diminati. Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk mengendalikan robot melalui gerakan tangan tanpa memerlukan kontak langsung, sehingga memberikan kemudahan dan fleksibilitas yang lebih besar. *Gesture control* banyak diaplikasikan di berbagai bidang, mulai dari industri, medis, hingga pendidikan. Dengan memanfaatkan gerakan tangan manusia, sistem ini menerjemahkan *gesture* menjadi intruksi melalui pengendali robot. Ditambah dengan teknologi komunikasi nirkabel, robot dapat dikendalikan dari jarak jauh, menjadikannya lebih praktis dan ramah pengguna [2].

Namun, tantangan utama dari sistem *gesture control* adalah memastikan akurasi dan stabilitas pergerakan robot, terutama dalam merespons *input gesture* secara *real-time*. Sensor *gyroscope*, sebagai salah satu komponen utama, berfungsi mendeteksi perubahan orientasi dan sudut rotasi, serta menjadi sumber data utama untuk mengenali arah pergerakan tangan pengguna. Sensor ini penting untuk menjaga keseimbangan dan memastikan arah gerak robot sesuai instruksi [3]. Meskipun demikian, *gyroscope* sering mengalami gangguan seperti *noise* akibat getaran mekanis, drift jangka panjang, dan interferensi elektromagnetik, yang dapat menyebabkan fluktuasi data dan menurunkan akurasi pembacaan sudut. Gangguan tersebut menyebabkan nilai akselerasi yang terbaca menjadi tidak stabil atau tidak mencerminkan gerakan sebenarnya. Jika data ini langsung digunakan untuk mengontrol motor tanpa pengolahan lanjutan, maka gerakan robot menjadi

tidak presisi. Masalah lain yang dihadapi adalah keterbatasan sistem kendali berbasis logika konvensional dalam merespons variasi *gesture* yang bersifat dinamis dan tidak pasti. Akibatnya, respons robot menjadi kurang presisi, dengan kemungkinan keterlambatan gerakan atau interpretasi yang tidak sesuai [4].

Untuk mengatasi masalah tersebut, metode logika *fuzzy* digunakan sebagai solusi untuk meningkatkan adaptivitas robot terhadap lingkungan dinamis. Logika *fuzzy* memiliki keunggulan dalam menangani ketidakpastian data dan bekerja berdasarkan aturan berbasis logika (*if-then*). Metode ini tidak hanya fleksibel tetapi juga mampu menghasilkan kontrol yang lebih presisi [5]. Pada konteks ini, logika *fuzzy* Mamdani digunakan karena keunggulannya dalam menyelesaikan masalah kompleks, terutama pada aplikasi *gesture control*. Pendekatan ini memungkinkan robot merespons dengan fleksibilitas lebih tinggi terhadap variasi *input* yang terjadi di lingkungan nyata [6].

Di sisi lain, untuk memastikan komunikasi antara pengendali dan robot, digunakan modul komunikasi nirkabel NRF24L01. Modul ini bekerja pada frekuensi 2.4 GHz, menawarkan kecepatan transmisi data yang tinggi dengan konsumsi daya rendah, sehingga cocok untuk aplikasi robotik berbasis *gesture control*. Kombinasi antara sensor *gyroscope*, logika *fuzzy*, dan modul komunikasi NRF24L01 diharapkan mampu meningkatkan akurasi, stabilitas, dan responsivitas sistem, sekaligus mempermudah interaksi pengguna dengan robot [7].

Kemampuan mengendalikan robot secara nirkabel menjadi salah satu keunggulan utama teknologi ini. Dengan menggunakan gerakan tangan, robot dapat dikendalikan untuk bergerak maju, mundur, berhenti, atau berbelok sesuai orientasi tangan pengguna. Dalam penelitian ini, gerakan tangan, seperti memiringkan ke kiri, kanan, atas, atau bawah, diterjemahkan menjadi instruksi kontrol untuk robot. Pendekatan ini menawarkan solusi intuitif dan efisien untuk pengendalian robot, terutama untuk aplikasi di mana fleksibilitas dan kenyamanan menjadi prioritas [8].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *gesture control* berbasis logika *fuzzy* Mamdani pada robot bergerak. Sistem ini menggunakan sensor *gyroscope* MPU6050 untuk mendeteksi gerakan tangan, modul komunikasi NRF24L01 untuk transmisi data nirkabel, platform Arduino

UNO sebagai pengolah data utama, serta motor *driver* L298N digunakan untuk mengontrol pergerakan motor DC menjadi penggerak robot.

1.2 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian terkait akan mencakup teknologi dan pengetahuan terbaru yang relevan mengenai *gesture control robot* menggunakan sensor *gyroscope* dan modul NRF24L01. Pada langkah ini, peneliti akan menguraikan secara singkat sebagai bentuk penguatan mengapa penelitian itu dilakukan. Referensi *review* penelitian sejenis yang dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Referensi utama.

NO	NAMA PENELITI	TAHUN	JUDUL
1	Rina Mardiaty, Hardiansyah Firdaus, Aan Eko Setiawan, Dosi Zulherman.	2024	<i>Combining Finite State Machine and Fuzzy Logic Control for Accuracy Enhancing Performance of a Tomato-Handling Robot Gripper</i>
2	La Ode Muhamad Idris, Andi Kurniawan Nugroho, Daniyah	2023	Sistem Kendali <i>Hybrid Fuzzy-PID</i> pada Kinematika Robot Berkaki 4 Menggunakan Sensor <i>Gyroscope</i> .
3	D. Roshandel, Alireza Tavakolpour-Saleh, A, Esmaellpour.	2023	<i>Optimal Fuzzy Control of a two-Wheel Mobile Robot Equipped With a Control Moment Gyroscope Stabilizer: Simulation and Experiment.</i>
4	Dr.M.C. Hanumantharaju, Navya Sri N, Lepakshsi, Mansi KK, Prajwal Pawar.	2022	<i>Hand Gesture Controlled Robot Based On Military Purpose.</i>

NO	NAMA PENELITI	TAHUN	JUDUL
5	Anh-Tu Nguyen and Cong-Thanh Vu	2022	<i>Mobile Robot Motion Control Using a Combination of Logic Method and Kinematic Model.</i>

Referensi pertama [9] membahas pengembangan sistem pengendalian untuk gripper robot yang dirancang khusus untuk menangani tomat, dengan fokus pada peningkatan akurasi dan efisiensi dalam proses pemanenan. Pada jurnal ini menggunakan metode *fuzzy logic control* yang digunakan untuk meningkatkan kinerja gripper robot dalam tugas pemanenan tomat. FLC berfungsi untuk mengatur dan mengontrol posisi gripper dengan lebih akurat, memungkinkan robot untuk menyesuaikan gerakan dan sudut gripper berdasarkan input yang diterima dari sistem deteksi.

Referensi kedua [10] membahas pengendalian optimal menggunakan logika *fuzzy* pada robot bergerak roda dua yang dilengkapi dengan stabilizer *gyroscope* momen kontrol (CMG). Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk mengatasi tantangan dalam menjaga keseimbangan dan stabilitas robot, yang merupakan masalah penting mengingat struktur dua rodanya yang inheren tidak stabil. Penelitian ini juga mengembangkan pengendali *fuzzy* yang dioptimalkan dengan algoritma jaya untuk mengontrol sudut rotasi *gyroscope* dan menjaga keseimbangan robot secara simultan, tanpa bergantung pada model dinamis sistem.

Referensi ketiga [11] membahas pengembangan robot yang dikendalikan melalui gerakan tangan, yang dirancang khusus untuk tujuan militer. Robot ini dapat melakukan berbagai gerakan seperti maju, mundur, berbelok ke kanan, berbelok ke kiri, berhenti, serta memiliki mekanisme pemicu senjata dan sistem deteksi api. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mencapai dua hal secara bersamaan, pertama menjaga keseimbangan robot secara otomatis baik dalam keadaan diam maupun saat bergerak, kedua memungkinkan robot untuk mengikuti jalur yang diinginkan dengan lancar.

Referensi keempat [12] membahas pengembangan sistem kontrol gerakan untuk robot mobile dengan menggabungkan metode logika *fuzzy* dan

model kinematik. Tujuan utama dari sistem kontrol ini adalah untuk memungkinkan robot mengikuti jalur yang telah ditentukan sambil mempertahankan kecepatan yang diinginkan, sehingga dapat berkolaborasi dengan agen lain secara efektif.

Referensi kelima [13] membahas penggunaan modul NRF24L01 sebagai pemancar dan penerima dalam sistem jaringan sensor nirkabel, dengan fokus pada pengiriman data audio. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kemampuan modul NRF24L01 sebagai pemancar dan penerima dalam sistem jaringan sensor nirkabel, khususnya dalam konteks pengiriman sinyal audio dan untuk menentukan apakah NRF24L01 dapat digunakan untuk mengirimkan data audio dengan kualitas yang baik.

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya, pada penelitian tugas akhir ini akan dilakukan penelitian implementasi *fuzzy logic control* pada *gesture controlled robot* menggunakan sensor *gyroscope* dan modul komunikasi NRF4L01. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan robot yang dapat dikendalikan melalui pergerakan tangan (*gesture*) berbasis sensor *gyroscope*, dengan modul komunikasi NRF24L01 sebagai media komunikasi nirkabel. Pengolahan data *gesture* dilakukan dengan memanfaatkan sensor *gyroscope* untuk mendeteksi perubahan sudut kemiringan tangan. Robot ini dirancang untuk dapat merespons perintah *gesture* seperti maju, mundur, berhenti, belok kanan, dan belok kiri secara *real-time*. Robot ini dikontrol menggunakan motor *driver* L298N. Sistem komunikasi modul NRF24L01 untuk mengirimkan data *gesture* dari pengendali ke robot.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang diatas, berikut rumusan masalah pada penelitian ini yaitu.

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan *fuzzy logic control* pada robot yang dikendalikan menggunakan *gesture* berbasis sensor *gyroscope*?
2. Bagaimana kinerja robot dalam mengikuti perintah *gesture* dengan memanfaatkan sensor *gyroscope* dan modul komunikasi NRF24L01 berbasis *fuzzy logic control*?

1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang dan mengimplementasikan *fuzzy logic control* pada sistem robot yang dikendalikan menggunakan *gesture control* robot berbasis sensor *gyroscope*.
2. Menganalisis kinerja robot dalam menerima dan menjalankan perintah *gesture control robot* menggunakan komunikasi nirkabel melalui modul komunikasi NRF24L01 berbasis *fuzzy logic control*.

1.5 Manfaat

Pada penelitian ini terdapat dua manfaat, yakni manfaat akademik dan manfaat praktis.

1. Manfaat Akademik

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademis dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang robotika, khususnya terkait penerapan metode *fuzzy logic control* dan modul komunikasi NRF24L01 pada sistem *control* berbasis *gesture controlled* robot.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi para teknisi dan praktisi industri dalam merancang sistem kendali robot berbasis *gesture* dengan metode *fuzzy logic control* serta memberikan solusi inovatif dalam komunikasi dan efisien menggunakan modul komunikasi NRF24L01.

1.6 Batasan Masalah

Batasan yang berhubungan dengan masalah ini sangat luas, maka dari itu perlu adanya batasan masalah dalam penelitian ini, agar yang akan didapat lebih spesifik dan terarah. Batasan masalah ini menitik beratkan pada.

1. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi *gesture* adalah sensor *gyroscope* tipe MPU6050.

2. Metode kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *fuzzy logic control* untuk mengatur gerakan robot berdasarkan data sensor *gyroscope*.
3. Penelitian ini berfokus pada kontrol gerakan robot yang dihasilkan oleh sensor *gyro* seperti maju, mundur, berhenti, berbelok ke kanan, dan berbelok ke kiri.
4. Platform mikrokontroler yang digunakan untuk pengolahan data adalah Arduino.
5. Implementasi *fuzzy logic control* dirancang untuk meningkatkan responsivitas robot berdasarkan perubahan sudut yang terdeteksi oleh sensor *gyroscope*.

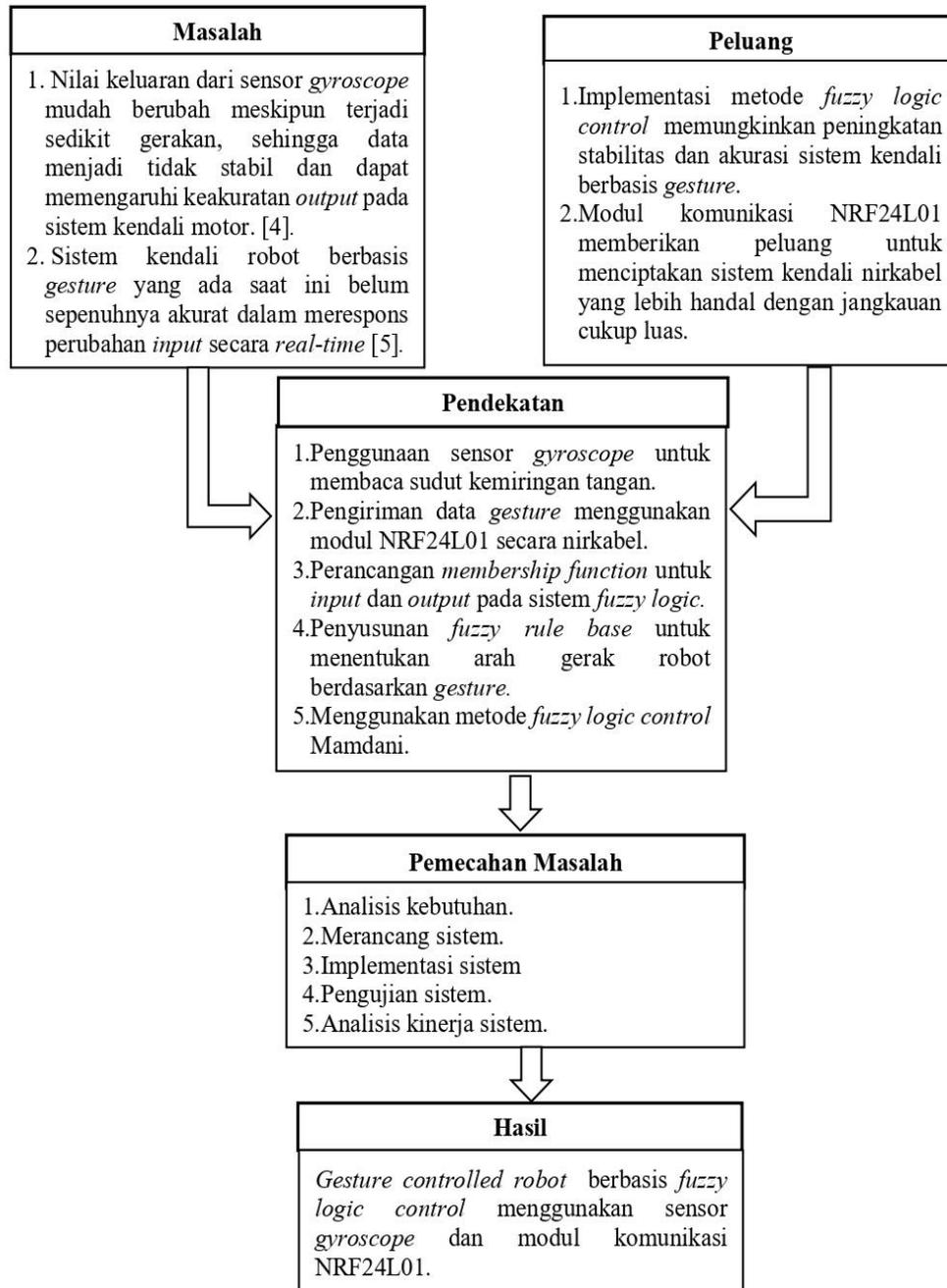
1.7 Kerangka Berfikir

Kerangka berpikir merupakan alur pemikiran yang secara sistematis menggambarkan hubungan antara rumusan masalah, tujuan penelitian, serta pendekatan yang digunakan untuk mencapai solusi. Dalam penelitian ini, kerangka berpikir disusun berdasarkan identifikasi permasalahan pada sistem pengendalian robot konvensional yang masih memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas, akurasi, dan kemampuan adaptasi terhadap *input* yang bersifat tidak pasti atau berubah-ubah.

Untuk mengatasi masalah tersebut, digunakan metode *fuzzy logic control* sebagai solusi alternatif karena memiliki kemampuan dalam mengolah data linguistik dan menangani ketidakpastian data secara efektif. Sensor *gyroscope* MPU6050 digunakan sebagai pendeteksi gerakan tangan (*gesture*), yang mampu mengidentifikasi sudut kemiringan secara *real-time* dan responsif. Selanjutnya, data dari sensor diolah menggunakan metode *fuzzy* Mamdani, yang memungkinkan sistem mengambil keputusan berdasarkan aturan-aturan logika yang menyerupai berpikir manusia.

Sistem ini dirancang untuk mengendalikan robot melalui sinyal *gesture* tangan tanpa kontak fisik, sehingga menghasilkan sistem kendali yang lebih aman, presisi, serta andal dalam berbagai kondisi gerakan pengguna.

Alur pemikiran dan rancangan sistem tersebut divisualisasikan dalam Gambar 1.1 yang menunjukkan kerangka berpikir penelitian ini secara menyeluruh.



Gambar 1. 1 Kerangka berpikir.

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari enam bab yang menguraikan permasalahan yang dibahas. Berikut sistematika penulisan tugas akhir ini.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat hal-hal pokok dari awal sebuah penulisan yaitu: latar belakang, penelitian terkait, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, kerangka berpikir dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Bab ini menjelaskan tentang hal-hal pokok sebelum melakukan penelitian, karena perlunya penguasaan teori yang menyangkut penelitian mengenai implementasi *fuzzy logic control* pada *gesture controlled robot* menggunakan sensor *gyroscope* dan modul komunikasi NRF24L01.

BAB III METODE DAN JADWAL PENELITIAN

Bab ini menguraikan metode penelitian yang digunakan pada *gesture controlled robot* diantaranya studi literatur, identifikasi masalah, identifikasi kebutuhan, perancangan sistem dan analisis sistem.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini menguraikan tahapan perancangan yang dilakukan pada alat dan melakukan implementasi pada alat dan bahan yang tersedia.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menguraikan pengujian pada alat berdasarkan komponen yang digunakan dan perancangan serta implementasi yang telah dilakukan yang selanjutnya dianalisis hasil.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang bagian penutup dari penelitian. Bagian ini berisi mengenai kesimpulan dari penelitian, serta saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.