

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mengalami kemajuan yang sangat pesat, hal ini terlihat dari semakin banyaknya inovasi baru dan interaksi antara teknologi dengan kehidupan masyarakat, dimana teknologi sudah menjadi bagian dari kehidupan masyarakat [1]. Salah satu bidang teknologi yang mengalami perkembangan pesat adalah robotika [2]. Robotika adalah bidang ilmu yang fokus mempelajari segala hal tentang robot. Robot merupakan perangkat mekanis yang mampu menjalankan tugas fisik, baik di bawah pengawasan manusia maupun secara mandiri menggunakan program yang telah diprogram sebelumnya [3].

Pada bidang industri, robot memainkan peran penting karena efisiensi dan presisi yang tinggi salah satunya robot AGV [4]. Robot AGV merupakan jenis *mobile robot* yang mengikuti jalur tertentu untuk mengangkut barang dari satu lokasi ke lokasi lain sesuai instruksi. Penggunaan robot AGV dapat disesuaikan dengan berbagai jenis pekerjaan dan dapat diprogram untuk menjalankan berbagai tugas seperti mengangkut material, menjalankan proses produksi, atau bahkan memberikan pelayanan [5]. Selain itu, penggunaan robot juga diharapkan mampu berinteraksi dengan lingkungannya. Agar interaksi ini dapat dilakukan, robot perlu memiliki kemampuan mengenali lingkungannya. Kemampuan ini dapat diperoleh dengan menggunakan sensor untuk menangkap informasi dari dunia luar. Salah satu sensor yang dapat dipakai adalah kamera. Dengan memanfaatkan sensor kamera, *mobile robot* dapat dikembangkan untuk mendeteksi dan mengikuti suatu objek. Kemampuan ini jelas mampu meningkatkan peran robot dalam kehidupan manusia [6].

Penggunaan kamera pada robot AGV dapat dimanfaatkan untuk visualisasi atau penggambaran terhadap objek tertentu seperti barang yang perlu diangkut atau deteksi penanda atau *landmark*. Salah satu kamera yang dapat digunakan yaitu kamera Pixy CMUCam5. Kamera ini mudah diintegrasikan menggunakan mikrokontroler seperti Arduino dan dapat membuat robot mengenali objek berdasarkan warna [7]. Robot AGV dengan pengenalan objek berdasarkan warna

relatif mudah diimplementasikan dibandingkan dengan metode pengenalan yang lebih kompleks, seperti pengenalan bentuk atau tekstur.

Data yang diperoleh dari kamera bisa mengandung *noise* atau gangguan, seperti sensitivitas terhadap perubahan pencahayaan dan pergerakan objek [8]. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakan metode Kalman filter, dimana Kalman filter ini digunakan untuk memperbaiki data dari kamera agar menghasilkan data yang lebih stabil meskipun ada gangguan atau *noise* pada saat kamera mendeteksi objek. Selain itu, untuk memastikan bahwa robot dapat bergerak dengan kemampuan yang optimal dapat digunakan pengendalian logika *fuzzy*. *Fuzzy logic control* dapat digunakan untuk membantu menentukan posisi robot [9] dengan mengatur kecepatan motor DC atau mengatur kelengkungan dan ketajaman yang lebih akurat pada pergerakan robot berdasarkan informasi dari sensor yang sudah diperbaiki datanya oleh Kalman filter. *Fuzzy logic control* merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengatur beberapa variabel agar keluaran yang didapatkan sesuai dengan kebutuhan [10].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Muhammad Fasha Aqillah, yaitu penelitian dengan penggunaan kamera Pixy CMUCam5 sebagai sensor *vision* pada *mobile robot* yang dibangun dengan parameter inputnya yaitu nilai posisi dan area. Pada sensor *vision* kamera Pixy untuk melakukan *learning* objek berdasarkan warna. Kemudian *output* dari kamera tersebut ditindak lanjuti menggunakan *fuzzy logic control* yang nantinya robot akan bergerak sesuai dengan kontrol *fuzzy* yang diprogram [11]. Kamera Pixy memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap pergerakan objek dan perubahan pencahayaan, yaitu jika objek bergerak dan atau terdapat perubahan intensitas cahaya pada objek mudah mengalami fluktuasi nilai pada output kamera, yang dapat mempengaruhi pada gerakan robot. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan penambahan implementasi Kalman filter sebagai metode untuk memperbaiki data dari sensor kamera. Kalman filter akan memproses data dari kamera agar menghasilkan data yang lebih stabil, sehingga data yang masuk ke *fuzzy logic control* menghasilkan kendali motor robot yang lebih stabil.

1.2 Tinjauan Penelitian

Pada penelitian ini akan disampaikan uraian singkat mengenai penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian ini. Dengan menganalisis hasil-hasil sebelumnya, bagian ini bertujuan untuk menunjukkan bagaimana penelitian yang dilakukan memiliki pendekatan yang berbeda atau melengkapi kekurangan dari penelitian terdahulu. Uraian ini sekaligus menjadi dasar untuk memperkuat argumen pentingnya penelitian ini dilakukan sebagai kontribusi terhadap pengembangan ilmu di bidang yang dibahas. Adapun tinjauan penelitian lainnya dijabarkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Referensi utama.

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Penelitian
1.	Ainatul Belgis Iza, Qori Afiata Fiddina, Helisyah Nur Fadhilah, Didik Khusnul Arif, dan Mardlijah	2022	<i>Automatic Guided Vehicle (AGV) Tracking Model Estimation with Ensemble Kalman Filter</i>
2.	Muhammad Fasha Aqillah, Rina Mardiyati, dan Aan Eko Setiawan	2022	<i>Prototype of Robot Movement Navigation System Using Pixy Camera (CMUCAM 5)</i>
3.	Chadi F. Riman dan Pierre E. Abi-Char	2023	<i>Fuzzy Logic Control for Mobile Robot Navigation in Automated Storage</i>
4.	Aan Eko Setiawan, Tegar Dwi Pangestu, Larry Syahrofi Hakim, Rina Mardiyati, Angga Rusdinar, Eki Ahmad Zaki Hamidi	2023	<i>Application of Kalman Filter in The Design of Inverted Camera-Based AGV Maneuver Control</i>
5.	Abhiw Bhardwaj dan Meenakshi Arora	2024	<i>Optimizing Mobile Robot Steering with Kalman Filter Process</i>

Penelitian mengenai Kalman filter, *fuzzy logic control* pada *mobile robot* ini sebelumnya sudah dilakukan oleh berbagai lembaga dengan cara, tujuan, dan pencapaiannya masing-masing. Penelitian dari beberapa jurnal yang dijadikan sebagai referensi dapat dibandingkan dalam beberapa hal sebagai berikut.

Pada jurnal [12], [13], dan [14] dilakukan penelitian mengenai *mobile robot* dengan Kalman filter. Pada jurnal [12] mengembangkan model estimasi lintasan untuk AGV menggunakan *ensemble* Kalman filter (EnKF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma EnKF mampu menghasilkan estimasi yang akurat dengan *error* rendah. Sedangkan pada jurnal [13] dilakukan penelitian menggunakan sensor visual yang dipasang terbalik dan mengaplikasikan Kalman filter untuk mengoreksi data posisi koordinat X dan Y robot yang terpengaruh oleh perubahan cahaya. Hasilnya menunjukkan peningkatan stabilitas data yang mendukung navigasi robot yang lebih akurat. Pada jurnal [14] dilakukan penelitian optimasi navigasi *mobile robot* dengan mengintegrasikan metode Kalman filter dan *K-Means clustering*. Kalman filter digunakan untuk estimasi kondisi dinamis dan pengurangan noise, sementara *K-means clustering* digunakan untuk perencanaan jalur dan penghindaran rintangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode yang diusulkan secara signifikan meningkatkan akurasi navigasi, mengurangi tingkat kesalahan, dan meningkatkan keandalan dibandingkan metode tradisional seperti GPS.

Pada jurnal [11] dilakukan penelitian mengenai sistem navigasi pada *mobile robot* menggunakan Pixy Camera (CMUCam5). Robot dirancang untuk mengikuti objek berwarna hijau, serta mendeteksi posisi dan area. Hasilnya robot dapat bergerak sesuai perintah dengan nilai kecepatan motor kanan (PWM) 20.80-21.11 dan motor kiri 85.04-85.60.

Pada jurnal [15] dilakukan penelitian mengenai *fuzzy logic control*. Sistem ini bertujuan untuk merencanakan jalur dan menghindari rintangan tanpa memerlukan informasi posisi rinci rintangan, cukup menggunakan sensor jarak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model ini efektif dalam mencapai tujuan bahkan di lingkungan kompleks.

Berdasarkan kelima jurnal penelitian, terdapat persamaan dan perbedaan yang telah disebutkan. Oleh karena itu dilakukan penelitian menggunakan Kalman filter sebagai metode untuk memperbaiki data dari sensor kamera Pixy CMUCam5 yang terdapat *noise* atau gangguan, dan kendali motor robot menggunakan *fuzzy logic control*. Dengan menggunakan 2 metode tersebut akan meningkatkan kinerja pada *mobile robot*, seperti data yang lebih stabil, dan kendali motor robot yang sesuai.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan, rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana rancangan dan implementasi Kalman filter pada kamera Pixy CMUCam5 untuk kendali motor robot AGV berbasis *fuzzy logic control*?
2. Bagaimana analisis kinerja Kalman filter pada kamera Pixy CMUCam5 untuk kendali motor robot AGV berbasis *fuzzy logic control*?

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dalam pelaksanaan penelitian ini berfokus pada:

1. Merancang dan mengimplementasikan Kalman filter pada kamera Pixy CMUCam5 untuk kendali motor robot AGV berbasis *fuzzy logic control*.
2. Menganalisis kinerja Kalman filter pada kamera Pixy CMUCam5 untuk kendali motor robot AGV berbasis *fuzzy logic control*.

1.5 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat memperoleh beberapa manfaat berupa:

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pustaka keilmuan mengenai sistem kendali, robotika, Kalman filter dan *fuzzy logic control*, serta diharapkan dapat dikembangkan sesuai kebutuhan pada masa yang akan datang.

2. Manfaat Praktis

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat meningkatkan penggunaan robot AGV pada bidang industri.

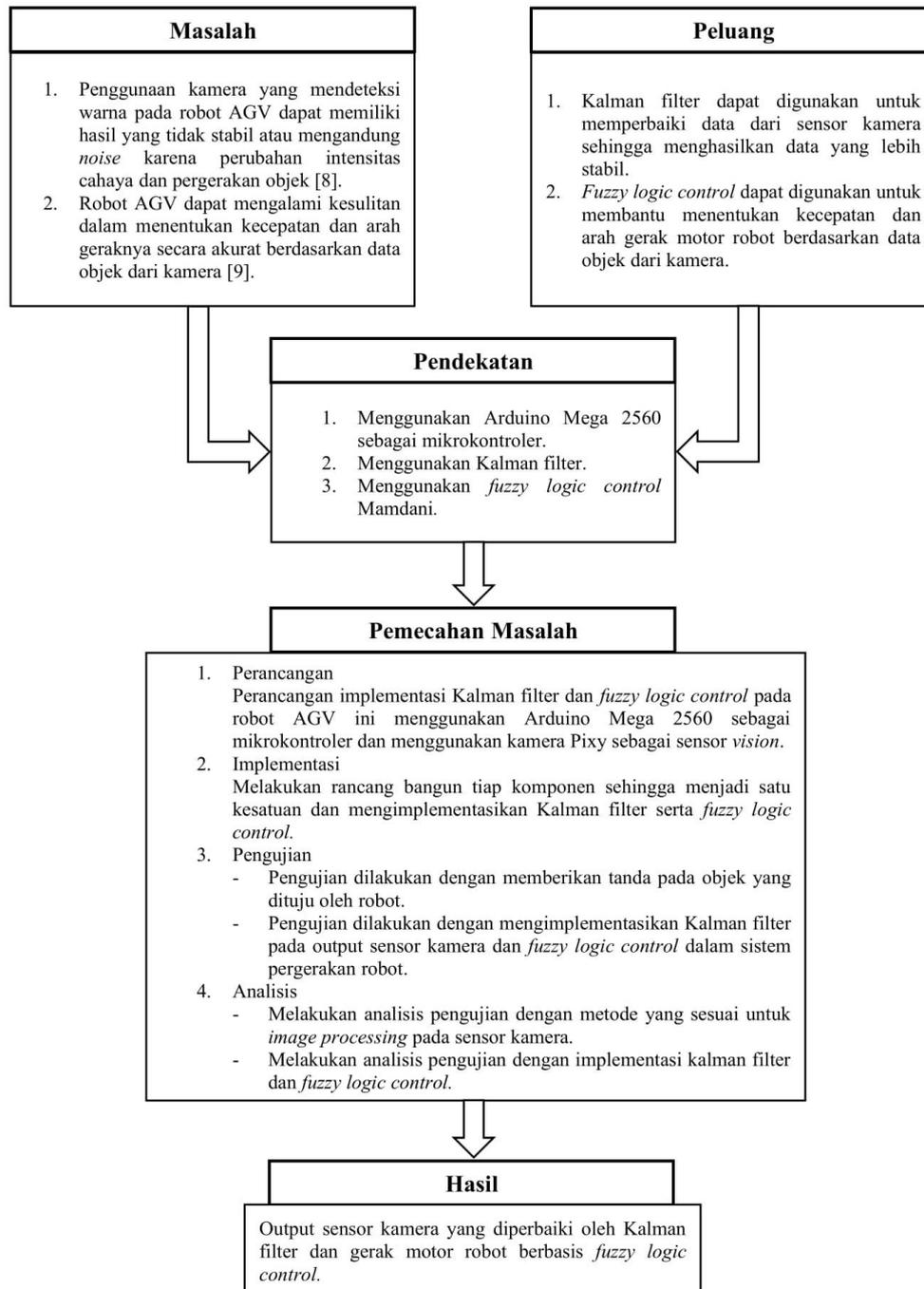
1.6 Batasan Masalah

Penelitian ini diharapkan mempunyai fokus penelitian yang jelas, sehingga perlu adanya batasan masalah untuk menghindari meluasnya topik. Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega 2560.
2. Sensor *vision* yang digunakan adalah Pixy CMUCam5.
3. Penggunaan *software* Arduino IDE.
4. Sistem yang dibuat hanya mendeteksi objek yang dikenali.
5. Motor *driver* yang dipakai L298N.
6. Pengujian pada kamera Pixy dilakukan dengan pengenalan warna objek.
7. Implementasi Kalman filter untuk memperbaiki data dari kamera yang mengandung *noise*.
8. Pengujian Kalman filter dilakukan dengan membandingkan data sebelum dan setelah menggunakan Kalman filter.
9. Penerapan *fuzzy logic control* Mamdani untuk metode kendali motor robot.

1.7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir adalah narasi atau pernyataan tentang kerangka konsep pada pemecahan masalah yang telah teridentifikasi atau dirumuskan. Kerangka berpikir dalam penelitian ini dijelaskan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.1 Kerangka berpikir.

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan aturan penyusunan data dan penulisan agar dapat menghasilkan penulisan yang baik. Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berupa pendahuluan menjelaskan mengenai permasalahan berupa latar belakang, tinjauan penelitian, rumusan masalah, tujuan, manfaat akademis dan praktis, batasan masalah, kerangka berpikir dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Bab ini menjelaskan mengenai hal-hal pokok sebelum melakukan penelitian, karena menyangkut dengan penelitian perlu adanya penguasaan teori yang berhubungan dan menunjang mengenai robot, Kalman filter, *fuzzy logic control*, dan kamera Pixy.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi diagram alur atau langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan alur tahap-tahap perancangan hingga implementasi baik dalam segi *software* maupun *hardware* untuk rancang bangun dan implementasi Kalman filter serta *fuzzy logic control*.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini memaparkan hasil pengujian-pengujian yang telah dilakukan serta menganalisis data yang diperoleh pada saat pengujian sistem.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

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