

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bandara merupakan salah satu tempat yang paling ramai di dunia. Pesawat menjadi salah satu transportasi utama untuk perjalanan bisnis liburan atau belajar di luar negeri [1]. Setiap orang menggunakan koper atau tas yang besar untuk membawa barang bawaannya ketika melakukan perjalanan. Selama di bandara, penumpang harus membawa barang bawaannya sendiri, mulai dari pintu masuk bandara sampai ke tempat *check-in* [2][3]. Hal ini akan sangat merepotkan apabila barang yang dibawa cukup banyak dan berat [3]. Bandara telah menyediakan sebuah troli untuk mengangkut barang, namun dalam penggunaannya masih membutuhkan upaya manual untuk bergerak.

Universal Platform Autonomous Vehicle (UniPAV) merupakan salah satu proyek penelitian di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yaitu sebuah *autonomous mobile robot* yang dirancang untuk mengangkut barang yang akan diimplementasikan di bandara. UniPAV memiliki beberapa fitur, antara lain: *Manual*, *Trajectory Planning*, dan *Line Follower*. Fitur pada UniPAV perlu adanya peningkatan sehingga dapat mempermudah pekerjaan manusia. Maka dari itu, pada UniPAV akan ditambahkan sistem navigasi *waypoint* sehingga UniPAV dapat bergerak secara otonom pada suatu wilayah.

Sistem navigasi merupakan bagian yang cukup penting pada *mobile robot* sehingga robot dapat bergerak secara otonom tanpa bantuan manusia [4]. Sistem navigasi digunakan untuk menunjukkan arah dan posisi atau menuntun pergerakan robot untuk mencapai tujuan [5]. Navigasi *waypoint* merupakan suatu metode untuk mengatur pergerakan dari satu titik ke titik yang lain, diasumsikan bahwa setiap posisi dijadikan titik dalam sistem koordinat selama pergerakannya [4].

Sistem navigasi *waypoint* akan dirancang menggunakan modul sensor *BNO055 absolute orientation* yang memiliki beberapa sensor di dalamnya, diantaranya sensor *accelerometer*, *gyroscope*, dan *magnetometer*. Sensor ini sudah memiliki data *fusion* yang dapat digunakan untuk mengetahui orientasi pada *mobile robot*.

Supaya sistem dapat bekerja dengan baik, dibutuhkan sebuah kendali sehingga *mobile robot* lebih stabil dalam melakukan navigasi. Kendali *fuzzy logic* merupakan salah satu aplikasi dari logika *fuzzy* di bidang sistem kendali. Kendali *fuzzy logic* telah digunakan di beberapa sistem dinamik dari mulai yang sederhana sampai yang kompleks. Kelebihan dari Kendali *fuzzy logic* salah satunya adalah tidak diperlukannya model matematis dari *plant* yang akan dikendalikan. Mekanisme pengambilan keputusan ditanamkan pada pengendali sebagai aturan dasar ketika pengendalian berlangsung [6].

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka diperlukan rancangan sebuah sistem navigasi *waypoint* pada *mobile robot* sehingga dapat bergerak dari satu titik ke titik lain secara otomatis dan menerapkan kendali *fuzzy logic* sehingga *mobile robot* tetap mempertahankan posisi dan arah aktual sampai ke tujuan.

1.2 State of The Art

State of the art merupakan bentuk keaslian karya ilmiah yang dibuat sehingga tidak terjadi tindakan plagiat sebagai bentuk pembajakan terhadap hasil karya orang lain. Penelitian ini disertakan beberapa literasi sebagai pembandingan terhadap penelitian sebelumnya untuk analisa dan memperkaya pembahasan penelitian, serta pembeda dengan penelitian yang sedang dilakukan. Literasi yang dijadikan pembandingan ditampilkan pada Tabel 1.1 di bawah ini.

Tabel 1.1 Tinjauan literatur.

No	Judul	Peneliti	Tahun
1	<i>A remote control system for Waypoint Navigation based mobile robot using JAUS</i> [7]	Ryota Nakamura dan Kazuyuki Kobayashi	2018
2	<i>Outdoor Navigation of a Mobile Robot by Following GPS Waypoints and Local Pedestrian Lane</i> [8]	Jiatong Bao, Xiaomei Yao, Hongru Tang, dan Aiguo Song	2018
3	<i>Autonomous Navigation of Mobile robots in factory environments</i> [9]	Suman Harapanahallia, Niall O Mahonya, Gustavo Velasco Hernandez,	2019

No	Judul	Peneliti	Tahun
		Sean Campbella, Daniel Riordana, dan Joseph Walsha	
4	Sistem Navigasi <i>Mobile Robot</i> dalam Ruang berbasis <i>Autonomous Navigation</i> [10]	Dwiky Erlangga, Endang D, Rosalia H S, Sunarto, Kuat Rahardjo T.S, dan Ferrianto G	2019
5	Rancang Bangun Sistem Navigasi Robot Beroda Pemandu Disabilitas Netra menggunakan Metode <i>Waypoint</i> [11]	Ahmad Rausan Fikri, Khairul Anam, dan Widya Cahyadi	2020
6	<i>Magnetic-map-matching Navigation For Odometry Using Low-cost Mobile Robot</i> [12]	Yong Hun Kim, Yeong Seo Kwon, dan Jin Woo Song	2020
7	<i>Multimodal Navigation for Autonomous Service Robots</i> [13]	Rui Bettencourt dan Pedro U. Lima	2021

Penelitian mengenai sistem navigasi telah banyak dilakukan dan dipublikasikan, sebagaimana yang tertera pada Tabel 1.1. Penelitian [7], mengusulkan sistem navigasi berbasis *odometry* yang dapat mengubah *waypoint* selama navigasi dari jarak jauh. Pengontrolan kendali jarak jauh berbasis *Joint Architecture for Unmanned Systems(JAUS)* yang memiliki dua fungsi yaitu merubah *waypoint* selama navigasi berlangsung dan mendapatkan posisi sebenarnya dari robot dengan komunikasi jarak jauh. Pengujian dilakukan dengan menggunakan simulasi. Penelitian [8], mengusulkan kombinasi navigasi berbasis *Global Positioning System (GPS)* dan mengikuti jalur pejalan kaki untuk navigasi robot otonom di lingkungan luar yang tidak dikenal. Kamera digunakan untuk mendeteksi jalur pejalan kaki. Sistem koordinat *waypoint* menggunakan penerima *GPS* serta nilai *longitude* and *latitude* akan direpresentasikan dalam koordinat *WGS84*. *Kalman* filter digunakan untuk memperkirakan posisi robot dengan menggabungkan data dari penerima *GPS*, *odometry* dan *Inertial Measurement Unit (IMU)*.

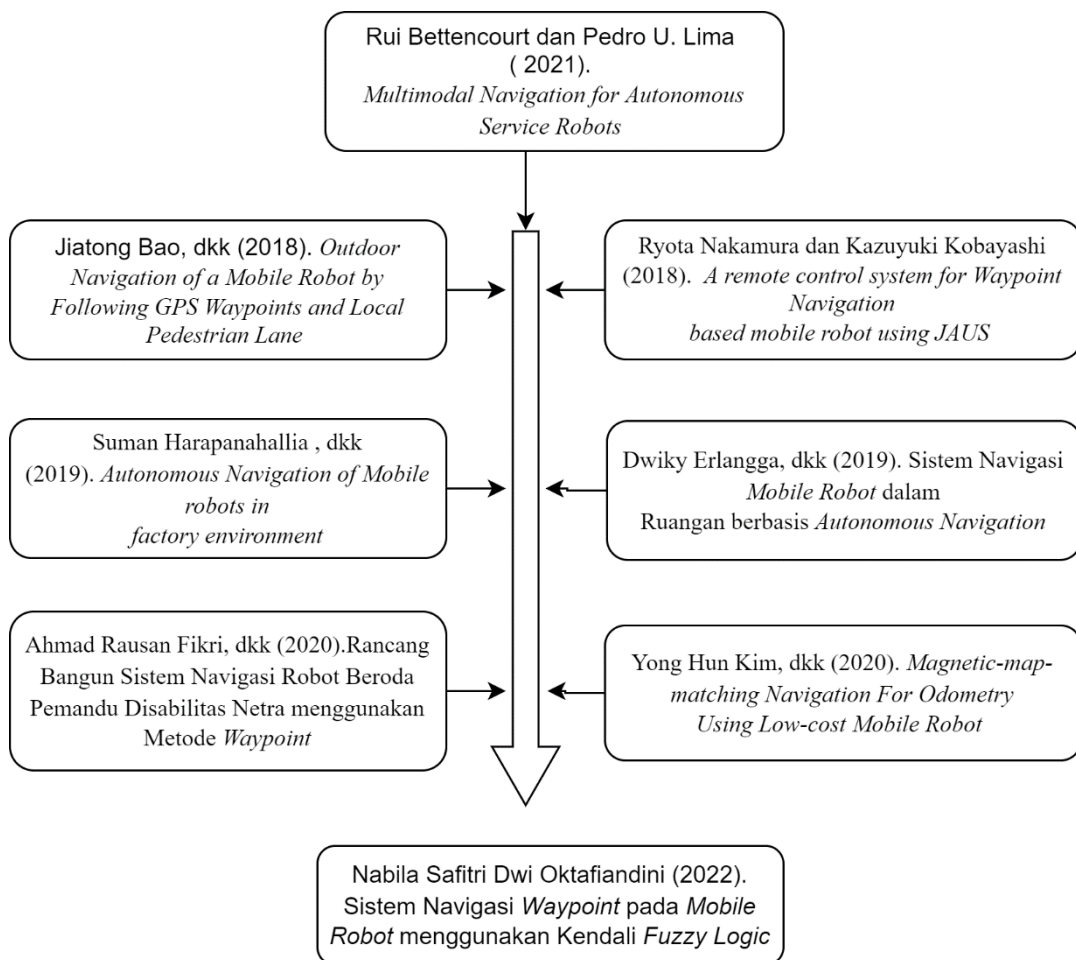
Penelitian [9], mengusulkan *autonomous Unmanned Ground Vehicle (UGV)* yang dirancang menggunakan *Robot Operating System (ROS)*. *UGV* ini menggunakan kamera *stereo* untuk persepsi, *Inertial Measurement Unit (IMU)* dan *encoder* untuk lokalisasi. Penelitian [10], mengusulkan sistem navigasi dengan pembuatan peta menggunakan algoritma *Simultaneous-Localization-and-Mapping (SLAM)* yang mengolah data dari sensor kamera dan *bumper* yang di konversi ke *laser-scan* dan *point-cloud* digunakan untuk memperoleh persepsi. Sedangkan *encoder* dan *gyroscope* digunakan untuk mendapatkan data *odometry* pada robot.

Penelitian [11], mengusulkan robot beroda pemandu disabilitas netra menggunakan navigasi *waypoint*. *GPS* digunakan sebagai penentu titik lokasi dan posisi, serta menggunakan modul kompas untuk mengetahui arah dan sensor *rotary encoder* untuk meminimalkan *error* posisi robot. Penelitian [12], mengusulkan sistem navigasi menggunakan *magnetometer* dan *gyroscope*. Posisi robot akan dihitung dan dicocokkan dengan peta magnetik. Peta medan magnet telah ditentukan sebelumnya dan robot akan membandingkan medan magnet antara peta dan yang diukur oleh robot untuk memutuskan suatu posisi robot.

Penelitian [13], mengusulkan navigasi *multimodal* untuk robot layanan otonom yang terdiri dari navigasi *waypoint*, pemandu, dan pengikut manusia sebagai mode navigasi yang ditentukan. Penelitian ini menggunakan konfigurasi *ROS* dengan implementasi baru yang memungkinkan navigasi dinamis yang mudah diintegrasikan. Navigasi *waypoint* mengharuskan robot untuk mengunjungi beberapa titik yang sudah di atur dalam kedai kopi, selain itu, robot juga diuji dengan menghindari rintangan yang tersedia. Sensor yang digunakan pada robot ini yaitu, kamera, mikrofon, dan dua laser *Hokuyo URG-04LX-UG01* yang ditempatkan di depan dan di belakang.

Berdasarkan hasil tinjauan literatur di atas, terdapat beberapa penelitian terkait sistem navigasi, maka dari itu pada penelitian tugas akhir ini akan dilakukan perancangan dan implementasi sistem navigasi *waypoint* pada *mobile robot* menggunakan kendali *fuzzy logic*. Metode yang digunakan dalam membuat sistem navigasi *waypoint* pada *mobile robot* yaitu menggunakan metode *odometry* untuk memperkirakan perubahan posisi menggunakan sensor *proximity*. Selain itu,

menggunakan sensor *BNO055 absolute orientation* yang memiliki data *fusion* dalam bentuk sudut *euler* untuk estimasi *heading*. Sistem kendali yang digunakan yaitu *fuzzy logic* mamdani. Aplikasi android akan digunakan untuk membantu pengoperasian *mobile robot*, sehingga *waypoint* tujuan dapat dimasukkan secara manual. Gambar 1.1 menunjukkan hubungan penelitian sekarang dan penelitian terdahulu.



Gambar 1.1 Hubungan penelitian.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan dan implementasi sistem navigasi *waypoint* pada *mobile robot* menggunakan kendali *fuzzy logic*?

2. Bagaimana kinerja sistem navigasi *waypoint* pada *mobile robot* menggunakan kendali *fuzzy logic*?

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem navigasi *waypoint* pada *mobile robot* menggunakan kendali *fuzzy logic*.
2. Mengetahui kinerja sistem navigasi *waypoint* pada *mobile robot* menggunakan kendali *fuzzy logic*.

1.4.2 Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat bagi Bidang Akademik
Memperkaya khazanah salah satu bidang ilmu pengetahuan di bidang robotika, khususnya pada *mobile robot* yang menggunakan kendali *fuzzy logic* untuk sistem navigasi.
2. Manfaat Praktis
Mengimplementasikan sistem navigasi *waypoint* pada *mobile robot* menggunakan kendali *fuzzy logic* sehingga bisa bergerak secara otonom dari satu titik ke titik lain. Sistem ini akan diterapkan pada *mobile robot* pengangkut barang di bandara.

1.5 Batasan Masalah

Diperlukan Batasan masalah dalam penelitian ini karena batasan yang berhubungan dengan masalah ini sangat luas, sehingga dapat diperoleh hasil yang lebih spesifik dan sesuai dengan tujuan pembuatan. Adapun pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

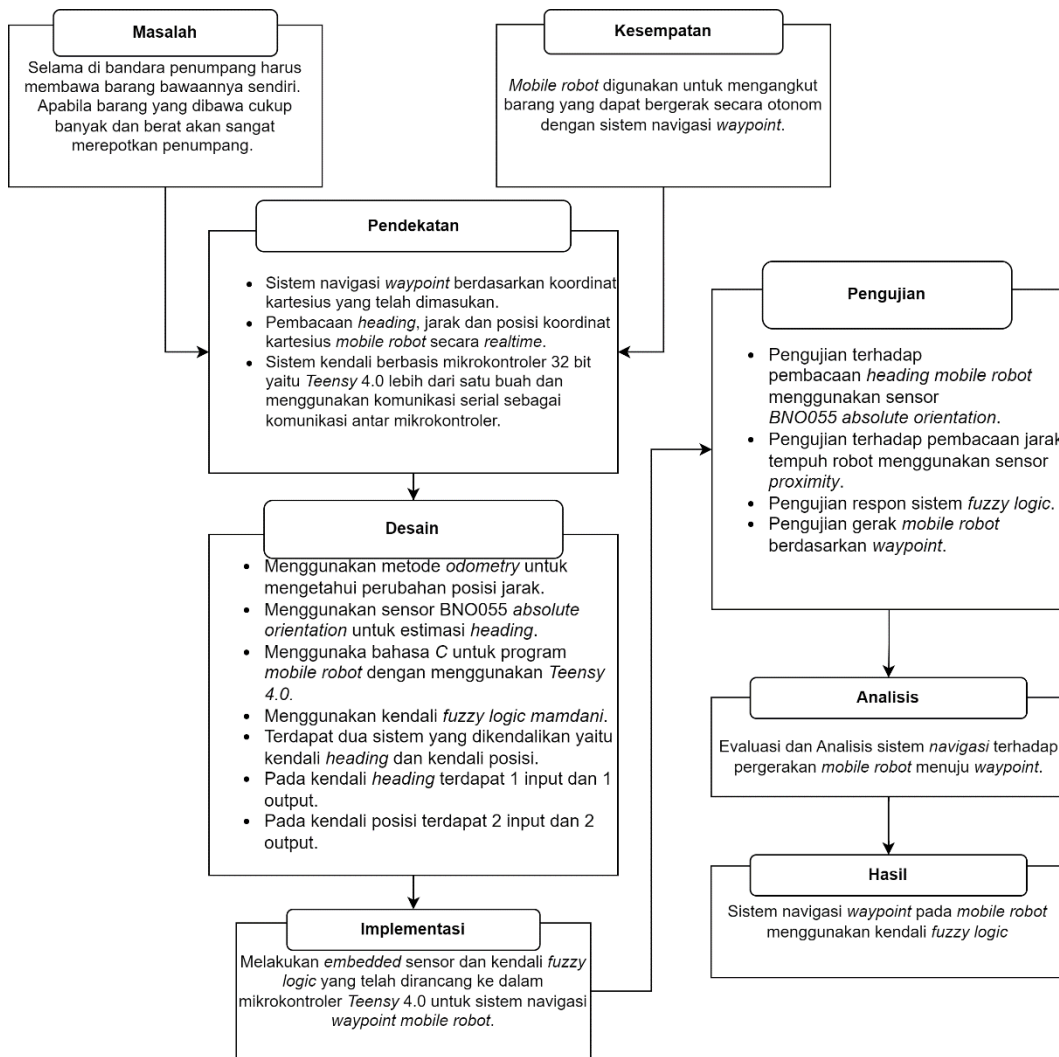
1. *Mobile robot* sudah berbentuk *prototype*.
2. *Mobile robot* diatur hanya bergerak dalam 2 derajat kebebasan, yaitu translasi dan rotasi.
3. Menggunakan mikrokontroler *Teensy 4.0*.

4. Menggunakan komunikasi serial RX TX untuk komunikasi data antar mikrokontroler.
5. Data sensor *BNO055* sudah berupa nilai *heading* dalam satuan derajat.
6. Tidak memperhitungkan pengaruh slip roda dalam perancangan sistem kendali.
7. Pengujian dilakukan pada bidang datar di dalam ruangan.
8. Tidak ada halangan selama pengujian.
9. Luas ruangan uji 7x7 meter.
10. Ukuran *canvas input* koordinat pada aplikasi disesuaikan dengan luas ruangan uji.

1.6 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir memuat alur pemikiran yang berisi tentang informasi dari hasil perumusan masalah penelitian yang dirancang dapat diselesaikan melalui pendekatan yang dilakukan melalui penelitian, memudahkan pemahaman mengenai alur logis penelitian, dan bentuk kasar dari struktur penelitian. Kerangka berfikir pada penelitian ini dijelaskan pada Gambar 1.2.





Gambar 1.2 Kerangka berpikir.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal penelitian ini terdiri dari 6 bab yang akan menguraikan permasalahan yang dibahas. Berikut sistematika penulisan beserta penjabarannya:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, *state of the art*, kerangka berpikir, dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini membahas mengenai dasar teori dan pandangan umum tentang sistem navigasi *waypoint* pada *mobile robot* serta kendali *fuzzy logic*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metode dan tahapan – tahapan yang dilakukan ketika melakukan penelitian.

BAB IV PERANCANGAN SISTEM DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini menjelaskan alur dan prinsip kerja dari semua sistem yang dibuat, baik itu perancangan *software* maupun perancangan *hardware*, serta gambaran integrasi sistem secara keseluruhan.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini menjelaskan hasil pengujian serta analisis yang diperoleh pada sistem navigasi *waypoint* pada *mobile robot* menggunakan kendali *fuzzy logic*.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, serta saran terkait penelitian selanjutnya.

