

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Robot mobile otonom telah menjadi tulang punggung dalam berbagai aplikasi modern, mulai dari logistik otomatis di gudang, manufaktur cerdas, hingga layanan publik dan pengawasan militer (Naema et al., 2022). Kemampuan robot untuk bernavigasi secara mandiri dan presisi merupakan kunci keberhasilannya. Salah satu perkembangan signifikan dalam teknologi mobilitas robot adalah penggunaan *platform omni-wheel*. Berbeda dengan robot beroda konvensional yang bersifat *non-holonomik* dan memerlukan manuver berputar yang tidak efisien, robot *omni-wheel* menawarkan keunggulan manuverabilitas yang *superior* karena mampu bergerak ke segala arah secara instan tanpa perlu mengubah orientasi badannya (Kanjawanishkul, 2015). Namun, keleluasan gerak ini menuntut strategi kontrol yang presisi untuk mengkoordinasikan kecepatan setiap roda secara akurat (Amarasiri et al., 2022).

Untuk mencapai navigasi otonom, robot memerlukan algoritma perencanaan jalur (*path planning*). Metode *Artificial Potential Field* (APF) adalah salah satu pendekatan yang populer untuk tugas ini karena intuitifnya yang sederhana dan efisiensi komputasinya yang tinggi, sehingga sangat cocok untuk aplikasi *real-time* (Naema et al., 2022). Cara kerja metode APF dengan memodelkan robot sebagai partikel yang bergerak dalam medan gaya tolak (*repulsive force*). Resultan dari gaya-gaya ini secara dinamis menghasilkan vektor kecepatan tujuan yang memandu robot (Yunchao et al., 2023).

Setelah APF menghasilkan vektor kecepatan tujuan, tantangan selanjutnya adalah bagaimana *platform* fisik robot dapat mengeksekusi perintah tersebut dengan akurat. Di sinilah peran sistem kontrol gerak tingkat rendah menjadi sangat penting. Kontrol PID (*Proportional-Integral-Derivative*) merupakan metode kontrol umpan balik klasik yang sangat handal dan telah terbukti efektif untuk mengatur sistem dinamik seperti kecepatan motor DC (Alfiyan & Puriyanto, 2023). Dengan memanfaatkan umpan balik dari sensor *encoder* pada setiap roda, kontroler PID dapat secara kontinu mengoreksi sinyal perintah ke motor, memastikan setiap roda berputar sesuai dengan kecepatan yang diinginkan dan mengatasi gangguan seperti variasi beban atau ketidaksempurnaan mekanis (Supriadi et al., 2024).

Dengan demikian, Integrasi metode *Artificial Potential Field* dan PID kontrol menawarkan sebuah arsitektur kontrol hierarkis yang menjanjikan. Dalam arsitektur ini, APF berfungsi sebagai perencana gerak pada *outer-loop* yang secara aktif menghasilkan vektor kecepatan tujuan, sementara PID kontrol bertindak sebagai pengendali eksekusi dengan presisi tinggi. Kombinasi ini dapat menghasilkan sistem navigasi yang stabil, responsif, dan akurat pada *platform omni-wheel*. Oleh karena itu, penelitian ini relevan mengembangkan dan mengevaluasi sebuah solusi navigasi otonom yang efisien dan dapat diimplementasikan pada perangkat bersumber daya terbatas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka didapatkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan algoritma *Artificial Potential Field* untuk menghasilkan lintasan tujuan yang memandu *mobile robot omni-wheel* menuju target sambil menghindari rintangan statis.
2. Bagaimana sistem kontrol PID dapat mengendalikan kecepatan masing-masing motor roda *omni-wheel* untuk mengikuti lintasan tujuan yang dihasilkan oleh APF dengan presisi.
3. Seberapa efektif integrasi metode *Artificial Potential Field* dan kontrol PID dalam meningkatkan akurasi dan pelacakan gerak *mobile robot omni-wheel*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian rumusan masalah di atas, maka di didapatkan tujuan yang ingin dicapai sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan algoritma *Artificial Potential Field* untuk menghasilkan lintasan tujuan yang memandu *mobile robot omni-wheel* menuju target sambil menghindari rintangan statis.
2. Merancang sistem kontrol PID yang mampu mengendalikan kecepatan masing-masing motor roda *omni-wheel* agar robot dapat mengikuti lintasan tujuan yang dihasilkan oleh APF dengan presisi.
3. Mengevaluasi dan menganalisis kinerja sistem terintegrasi APF dan PID pada *mobile robot omni-wheel*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan model *Artificial Potential Field* dan sistem kontrol PID.
2. Menghasilkan *mobile robot* yang memiliki gerak ke segala arah tanpa perlu mengubah orientasi roda.
3. Memberikan pengalaman dan teori baru mengenai robotika.
4. Menjadi studi kasus integrasi metode perencanaan jalur dan kontrol gerak pada robot *omni-wheel*.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun yang menjadi batasan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Robot yang digunakan adalah *mobile robot omni-wheel* dengan konfigurasi empat roda.
2. Lingkungan pengujian bersifat statis, di mana rintangan tidak bergerak.
3. Fokus penelitian terletak pada implementasi algoritma kontrol, yaitu *Artificial Potential Field* (APF) dan PID, tanpa membahas secara mendalam perancangan mekanik dan elektronik robot.
4. Posisi dan orientasi robot diasumsikan dapat diperoleh dengan akurat melalui sensor, dengan mengabaikan *error* pengukuran yang signifikan.
5. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32.
6. Pengujian dilakukan pada lintasan datar.
7. Pengujian pergerakan robot dibatasi pada skenario tertentu sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan.

8. Jumlah rintangan yang digunakan dalam pengujian dibatasi hanya satu objek.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian awal, isi, dan akhir. Berikut adalah sistematika laporan:

1. Bagian awal terdiri dari sampul, judul, pernyataan orientasi, lembar pengesahan, kata pengantar, persetujuan publikasi, abstrak, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar lampiran.
2. Bagian isi terdiri dari lima bab, diantaranya:

- a) **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, metodologi dan sistematika dalam pelaporan.

- b) **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini diuraikan tentang kajian pustaka baik dari buku-buku ilmiah, maupun sumber-sumber lain yang mendukung penelitian ini.

- c) **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan serta menguraikan metode yang dilakukan untuk merealisasikan tujuan penulisan ini.

- d) **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini diuraikan tentang hasil penelitian dan pembahasan dari data yang telah diperoleh.

e) BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan proses perancangan, perhitungan, dan simulasi dalam pengajuan proses penelitian ini.

3. Bagian akhir terdiri dari referensi dan lampiran.