

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mobile robot merupakan salah satu bidang paling berkembang dalam dunia robotika, dengan berbagai aplikasi di bidang militer, industri, hingga komersial. Para peneliti di seluruh dunia terus mengembangkan berbagai model matematis untuk meningkatkan efisiensi serta kendali sistem robot. Salah satu jenis robot yang paling umum digunakan dalam kategori ini adalah *differential-drive mobile robot*, karena desain mekanisnya yang sederhana dan kemampuannya untuk mencapai orientasi apa pun dengan hanya mengatur kecepatan masing-masing roda secara individual.

Berbagai pendekatan telah dikembangkan untuk meningkatkan performa *mobile robot*. (Kubo et al., 2020) merancang *control Lyapunov function* untuk menyelesaikan permasalahan pelacakan lintasan pada robot roda, dengan pendekatan yang mampu menjaga stabilitas sistem secara matematis. (Hassani et al., 2020) mengimplementasikan metode *backstepping* untuk pengendalian pelacakan lintasan pada *mobile robot* non-holonomik, yang terbukti efektif dalam memastikan konvergensi *error* posisi dan orientasi. Selain itu, pendekatan berbasis kecerdasan buatan seperti *adaptive neural network* juga telah diterapkan oleh (Ding et al., 2017) dan (Singh et al., 2020) dalam sistem pengendalian robot beroda yang menghadapi kendala status penuh (*full-state constrained*), untuk meningkatkan akurasi pelacakan dalam kondisi dinamis yang kompleks.

Dalam eksperimen-eksperimen tersebut, metode *odometry* dan pengendalian simultan menjadi elemen kunci dalam sistem navigasi *mobile robot*. Pemanfaatan sensor seperti *rotary encoder* memungkinkan robot untuk mengetahui posisinya di ruang dua dimensi serta bergerak dari posisi awal menuju titik tujuan dengan kendali yang presisi, terutama di lingkungan bebas halangan (*obstacle-free*).

Sejalan dengan arah pengembangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem pelacakan lintasan (*trajectory tracking*) pada *mobile robot differential drive* dengan pendekatan berbasis *odometry* dan pengendalian simultan dengan *differential drive kinematics*. Metode *odometry* digunakan untuk memperkirakan posisi dan orientasi robot secara real-time berdasarkan data *encoder*, sementara *differential drive kinematics* digunakan untuk menghitung kecepatan linear dan angular roda berdasarkan lintasan yang ditentukan. Dengan metode ini, robot diharapkan dapat mengikuti lintasan secara akurat dan efisien.

Dalam pengendalian gerak robot berdasarkan estimasi posisi ini, terdapat dua pendekatan utama yang digunakan, yaitu pengendalian simultan dan non-simultan. Pada pendekatan non-simultan, robot akan menyesuaikan orientasinya terlebih dahulu ke arah target sebelum mulai bergerak menuju titik tujuan. Sebaliknya, pada pendekatan simultan, orientasi dan posisi dikendalikan secara bersamaan dalam satu waktu, yang dapat meningkatkan efisiensi pelacakan koordinat dan manuver robot. Oleh karena itu, selain mengimplementasikan sistem pelacakan lintasan, penelitian ini juga

melakukan analisis perbandingan antara metode pengendalian simultan dan non-simultan guna menilai efektivitas keduanya dalam hal keakuratan navigasi dan efisiensi pergerakan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah dijelaskan, dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan *trajectory tracking* pada *mobile robot differential drive* dengan metode *odometry* dan pengendalian simultan?
2. Bagaimana perbandingan kinerja akurasi dan waktu tempuh antara *mobile robot* dengan pengendalian simultan dan non-simultan dalam mengikuti lintasan?

1.3 Tujuan Penelitian

Sehubungan dengan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang ingin dicapai sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan algoritma *trajectory tracking* untuk *mobile robot differential drive* yang dapat bergerak menuju titik tujuan secara simultan dengan metode *odometry* dan pengendalian simultan.
2. Menganalisis dan membandingkan akurasi dan kinerja waktu tempuh antara *mobile robot odometry* dengan pengendalian simultan dan non-simultan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat:

1. Memberikan pengalaman baru mengenai metode pengaplikasian sistem *trajectory tracking* pada *mobile robot*.
2. Menghasilkan metode pengendalian alternatif untuk mengimplementasi *trajectory tracking* pada *mobile robot*.

1.5 Batasan Penelitian

1. Mikrocontroller yang digunakan adalah Arduino.
2. Sensor yang akan digunakan merupakan dua buah sensor *encoder* pada masing-masing roda.
3. Lintasan berupa bidang datar 2 dimensi diagram kartesius.
4. Kendali *Mobile Robot* menggunakan metode *Odometry* dan juga pengendalian dari sistem PID untuk kecepatan motor DC.
5. Proses *tuning* parameter PID hanya untuk *inner-loop*, yaitu kontrol untuk kecepatan motor DC.
6. Pengendalian berfokus pada *Odometry* dalam mencapai titik tujuan dan tidak terlalu membahas *heading control*.
7. Tidak membahas mekanik robot.
8. *Trajectory tracking* hanya terbatas pada *waypoint*, tidak membahas *path tracking*.