

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam era Revolusi Industri 4.0, kemajuan teknologi robotika mengalami perkembangan yang pesat, terutama dalam bidang navigasi, pemetaan, dan perencanaan jalur. Robot otonom telah menjadi solusi inovatif yang banyak diadopsi di berbagai sektor, seperti industri manufaktur, logistik, pertanian, hingga eksplorasi luar angkasa. Teknologi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas secara menyeluruh dengan mengurangi keterlibatan manusia dalam tugas-tugas yang bersifat berulang atau berisiko tinggi [1].

Meskipun perkembangan teknologi robotika semakin canggih, tantangan utama dalam pengembangan robot otonom masih menjadi perhatian, terutama dalam aspek perencanaan jalur (*path planning*). Robot perlu menentukan posisi dan lintasannya secara presisi, terutama saat beroperasi di lingkungan yang dinamis, *kompleks*, atau memiliki keterbatasan sensor. Kemampuan ini sangat penting agar robot dapat menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan secara *real-time* serta tetap berfungsi secara optimal dalam menyelesaikan tugasnya [2].

Salah satu jenis robot yang banyak digunakan dalam berbagai bidang adalah robot bergerak beroda (*Wheeled Mobile Robot/WMR*). Robot jenis ini memiliki keunggulan dalam hal kecepatan, efisiensi energi, dan kestabilan dibandingkan dengan robot berkaki atau jenis lainnya. Namun, tantangan utama dalam sistem *Wheeled Mobile Robot* (WMR) adalah perencanaan jalur (*path planning*), yaitu menentukan jalur terbaik agar robot dapat mencapai tujuan dengan cepat, efisien, dan tanpa menabrak rintangan. Perencanaan jalur yang optimal akan menghemat energi, mengurangi waktu tempuh, serta meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan [3].

Untuk mengatasi tantangan ini, telah dikembangkan berbagai algoritma perencanaan jalur yang memungkinkan robot menemukan rute terbaik berdasarkan peta lingkungan dan data sensor. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk menentukan posisi dan lintasan robot adalah dengan memanfaatkan sensor inframerah (IR). Sensor IR memiliki kemampuan mendeteksi objek dan mengukur jarak dengan biaya yang terjangkau serta efisiensi energi yang tinggi [4]. Teknologi

ini sering digunakan dalam deteksi garis atau jalur pada sistem navigasi robot berbasis grid, seperti pada lingkungan 4x4 yang digunakan dalam penelitian ini.

Namun, meskipun sensor IR cukup efektif dalam mendeteksi jalur, penggunaannya sering menghadapi kendala dalam hal akurasi dan ketidakpastian pengukuran, terutama jika terdapat variasi pada permukaan lintasan atau gangguan cahaya eksternal. Oleh karena itu, untuk meningkatkan akurasi dalam penentuan posisi dan navigasi, diperlukan algoritma yang mampu memadukan data dari berbagai sensor secara optimal [5].

Salah satu pendekatan untuk meningkatkan akurasi penentuan posisi dan navigasi robot adalah dengan menerapkan algoritma A* dimana sensor yang berfungsi mengolah serta memadukan informasi dari sensor IR. Melalui algoritma A* ini, data sensor dapat menjadi lebih akurat dan stabil dengan meminimalkan pengaruh noise dan ketidakpastian pengukuran, sehingga kesalahan navigasi dapat dikurangi dan keandalan sistem meningkat [6].

Sejalan dengan hal tersebut, beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan algoritma A* sebagai metode perencanaan jalur pada robot bergerak berbasis grid dan menunjukkan bahwa algoritma ini mampu menghasilkan jalur terpendek secara efisien serta menghindari rintangan dengan baik pada lingkungan statis. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada simulasi atau menggunakan sensor dengan tingkat akurasi tinggi. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai penerapan algoritma A* pada robot beroda dengan menggunakan sensor IR sederhana dalam pengujian lapangan nyata guna mengevaluasi kinerja sistem secara lebih realistis [7].

Dalam penelitian ini, akan dilakukan simulasi dan analisis terhadap berbagai teknik *path planning* menggunakan sensor IR dalam lingkungan grid 4x4. Hasil dari simulasi ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai efektivitas algoritma A*, membantu mengidentifikasi metode yang paling optimal dalam menemukan jalur tercepat dan menghindari rintangan, serta mengevaluasi kompleksitas komputasi dari masing-masing pendekatan sebelum diterapkan di dunia nyata.

B. Perumusan Masalah

Dalam penelitian sistem robot beroda dengan navigasi otonom, terdapat beberapa permasalahan utama yang perlu diselesaikan agar robot dapat bergerak secara optimal dan mencapai tujuan dengan aman. Permasalahan tersebut meliputi penentuan jalur terbaik, pendeteksian rintangan, serta simulasi pergerakan robot berdasarkan koordinat. Oleh karena itu, rumusan masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja algoritma A* dalam menentukan jalur optimal pada robot bergerak beroda berbasis grid 4×4?
2. Bagaimana performa sensor IR FC-51 dalam mendeteksi batas grid dan rintangan?
3. Bagaimana hasil uji lapangan robot terhadap waktu tempuh pada setiap lintasan?

C. Batasan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dijabarkan maka Batasan masalah agar tidak menyimpang yaitu:

1. Lingkungan simulasi dibatasi pada grid berukuran 4x4 dengan ukuran sel ditentukan secara tetap.
2. Algoritma path planning yang digunakan hanya algoritma A*, tanpa membandingkannya dengan algoritma lain.
3. Sistem sensor yang digunakan terbatas pada sensor IR untuk mendeteksi rintangan, tanpa jenis sensor tambahan.
4. Implementasi dilakukan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama.
5. Pergerakan robot hanya berupa Gerakan dasar robot terdiri dari maju, belok kiri, dan belok kanan, yang dieksekusi berdasarkan hasil perhitungan algoritma A*. Perencanaan jalur dan pergerakan robot dilakukan pada lintasan yang bersifat statis, di mana posisi rintangan dan konfigurasi lingkungan tidak berubah selama proses navigasi berlangsung.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem robot beroda yang mampu bernavigasi secara mandiri dalam lingkungan grid menggunakan metode perencanaan jalur yang optimal. Untuk mencapai hal tersebut, beberapa tujuan utama ditetapkan sebagai berikut:

1. Untuk merancang dan menerapkan algoritma A* sebagai metode perencanaan jalur pada robot beroda yang bergerak dalam lingkungan grid.
2. Untuk membangun sistem navigasi robot yang mampu mendeteksi dan menghindari rintangan menggunakan sensor IR.
3. Untuk melakukan simulasi dan pengujian pergerakan robot dari titik awal ke titik tujuan berdasarkan jalur optimal yang dihasilkan oleh algoritma A*.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat dalam pengembangan sistem robot mobile beroda yang dilengkapi dengan sensor inframerah (IR) serta mampu melakukan perencanaan jalur secara optimal menggunakan algoritma A*. Bagi peneliti, penelitian ini menjadi sarana penerapan dan pengembangan ilmu di bidang teknik elektro, khususnya pada integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, sistem kendali, serta kecerdasan buatan dalam sistem robotika. Bagi pengguna, sistem yang dikembangkan dapat memberikan solusi navigasi robot yang lebih efisien dan aman dalam lingkungan terpeta, karena robot mampu menentukan jalur terbaik dan menghindari rintangan secara mandiri. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi bagi bidang elektro sebagai referensi dan dasar pengembangan lebih lanjut pada sistem robot otonom, sistem navigasi cerdas, serta aplikasi otomasi dan robotika yang membutuhkan perencanaan jalur yang optimal dan andal di masa depan.