

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Robot merupakan perangkat mekanik yang dirancang untuk membantu manusia dalam menyelesaikan berbagai aktivitas, baik yang bersifat rutin maupun kompleks. Robot dapat beroperasi secara otomatis atau dikendalikan secara manual sesuai kebutuhan. Dalam dunia industri, robot otomatis banyak digunakan untuk menyelesaikan tugas-tugas berulang secara presisi, sedangkan robot manual sering kali dimanfaatkan untuk aktivitas yang memerlukan intervensi langsung dari manusia (Toni, 2018).

Secara umum, robot otomatis seringkali bekerja di dalam suatu lingkungan yang memiliki batasan-batasan tertentu, seperti yang diungkapkan oleh (Brooks, 1986). Salah satu jenis robot yang banyak dikembangkan adalah *mobile robot*, yaitu robot bergerak yang menggunakan roda sebagai sistem penggerakannya. Mobile robot umumnya digunakan dalam aplikasi navigasi dan pemetaan, seperti dalam *path planning* atau perencanaan lintasan dan *mapping* atau pemetaan area. Dengan algoritma tertentu, robot mampu menjelajahi lingkungan, membuat peta dari area yang telah dilalui, dan menentukan jalur terbaik untuk mencapai tujuan tertentu (Adryady et al., 2022).

Dalam pengembangan teknologi navigasi, penggunaan sensor ultrasonik cukup populer karena kemudahannya dalam mendeteksi jarak terhadap objek. Namun, sensor ini memiliki beberapa kekurangan seperti jangkauan terbatas dan tingkat akurasi yang rendah pada sudut tertentu (Zahra et al., 2018). Kemudian robot harus mengenali lingkungan sekitar yang mungkin mencakup hal-hal atau rintangan yang belum pernah terlihat atau diidentifikasi sebelumnya. Oleh karena itu, sensor yang lebih canggih seperti LIDAR (*Light Detection and Ranging*) mulai banyak diterapkan. Sensor LIDAR memiliki keunggulan dalam memindai lingkungan secara menyeluruh dengan ketelitian yang tinggi, bahkan dalam kondisi pencahayaan rendah atau berdebu. Akan tetapi, penerapan LIDAR membutuhkan algoritma pemrosesan data yang lebih kompleks (Bilal et al., 2020). Salah satu algoritma yang umum digunakan dalam pengolahan data LIDAR adalah SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*). SLAM memungkinkan robot untuk

memetakan lingkungan sekaligus menentukan posisinya sendiri dalam peta tersebut (Prayoga et al., 2017). Metode ini telah banyak dikembangkan, salah satunya adalah Hector SLAM, yang tidak memerlukan data odometry dan memanfaatkan data dari sensor LIDAR secara penuh untuk membangun peta grid dua dimensi (Putra et al., 2020).

Selain kemampuan bergerak secara otomatis, perkembangan teknologi robotika juga mencakup kemampuan komunikasi antara manusia dan robot. Salah satu pendekatan yang diterapkan adalah pengenalan suara (*speech recognition*), di mana perintah suara yang diberikan pengguna dapat diubah menjadi data digital, diproses oleh unit mikrokontroler seperti Raspberry Pi, dan diterjemahkan menjadi tindakan tertentu oleh robot.

Pada penelitian sebelumnya, MI ROBOT telah dikembangkan sebagai media pembelajaran bagi anak berkebutuhan khusus, khususnya untuk meningkatkan kecerdasan linguistik dan kinestetik karya Taryudi, Ph.D. dkk (2023). MI ROBOT dilengkapi dengan layar LCD pada bagian kepala dan tubuh yang menampilkan konten pembelajaran interaktif. Gerakan robot masih dikendalikan secara manual menggunakan remote control, sehingga fungsionalitasnya masih terbatas. Robot belum mampu bergerak secara mandiri atau merespons hambatan di sekitarnya.

Dalam upaya pengembangan lebih lanjut, penelitian ini bertujuan untuk menambahkan fitur navigasi dan komunikasi interaktif pada MI ROBOT. Sistem navigasi yang dikembangkan mengadopsi konsep dari penelitian sebelumnya oleh Abdau Fatkhurrohman, S.Tr. (2024) yang berjudul "*Rancang Bangun Sistem Pemetaan Ruang Kerja dan Navigasi Mobile Robot Berbasis LIDAR Menggunakan Raspberry Pi*". Dalam penelitian tersebut, sistem navigasi berbasis LIDAR berhasil digunakan untuk memetakan ruang kerja dan menjalankan robot secara otonom. Penelitian ini akan mengintegrasikan sistem tersebut ke dalam MI ROBOT, sehingga MI ROBOT dapat menghindari rintangan di sekitarnya tanpa bantuan manusia.

Selain navigasi, penelitian ini juga menambahkan sistem komunikasi interaktif berbasis pengenalan suara (*speech recognition*). Sistem ini memungkinkan robot untuk memahami pesan atau perintah suara yang diberikan oleh pengguna, kemudian memberikan respons sesuai instruksi tersebut. Dengan

integrasi sistem navigasi dan komunikasi ini, MI ROBOT diharapkan dapat menjadi media pembelajaran yang lebih efektif, menyenangkan, dan inklusif, yang tidak hanya mampu bergerak dan memetakan lingkungan, tetapi juga berinteraksi secara langsung dengan pengguna melalui komunikasi verbal.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan utama yang menjadi dasar dari penelitian ini, antara lain:

1. MI ROBOT generasi sebelumnya masih dikendalikan secara manual, sehingga belum memiliki kemampuan bergerak secara mandiri tanpa campur tangan langsung dari pengguna.
2. Belum adanya sistem navigasi otomatis berbasis LIDAR yang memungkinkan robot untuk melakukan pemetaan ruang, mengenali lingkungan sekitar, serta menghindari rintangan secara *real-time*.
3. MI ROBOT belum dilengkapi dengan sistem komunikasi interaktif, khususnya dalam bentuk pesan suara, yang seharusnya dapat membantu anak-anak berkebutuhan khusus untuk berinteraksi secara lebih alami dan intuitif dengan robot sebagai media pembelajaran.
4. Keterbatasan dalam interaksi dua arah antara robot dan pengguna, di mana robot belum dapat merespons pesan secara mandiri melalui pengenalan suara atau memberikan umpan balik sesuai konteks yang diberikan.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian pengembangan sistem navigasi dan komunikasi interaktif pada MI ROBOT tersebut yaitu:

1. Penelitian ini hanya mengembangkan sistem navigasi otomatis berbasis LIDAR pada MI ROBOT dengan menggunakan metode Hector SLAM.
2. Lingkungan pengujian terbatas pada ruangan indoor.
3. Sistem komunikasi interaktif yang dikembangkan hanya mencakup fitur pengenalan suara (*speech recognition*) sebagai masukan pesan dari pengguna ke robot.
4. Bahasa perintah suara yang digunakan dalam komunikasi interaktif hanya mendukung perintah sederhana dalam Bahasa Indonesia.

5. Pengujian sistem belum melibatkan subjek pengguna secara langsung.
6. Pengembangan ini ditujukan untuk anak-anak berkebutuhan khusus intelektual, khususnya dalam upaya meningkatkan kecerdasan linguistik dan kinestetik.
7. Robot belum dapat menerima atau mengeksekusi perintah gerak navigasi melalui perintah suara.

1.4. Rumusan Masalah

Pada latar belakang tersebut terdapat beberapa masalah – masalah yang dapat dirumuskan, berikut beberapa masalah tersebut:

1. Bagaimana mengembangkan sistem navigasi berbasis LIDAR pada MI ROBOT agar dapat bergerak secara otomatis dan menghindari halangan yang ada di sekitarnya?
2. Bagaimana mengintegrasikan sistem komunikasi interaktif berbasis pengenalan suara (*speech recognition*) ke dalam MI ROBOT untuk menunjang interaksi pengguna, khususnya anak berkebutuhan khusus?
3. Sejauh mana sistem navigasi dan komunikasi interaktif yang dikembangkan dapat mendukung fungsi MI ROBOT sebagai media pembelajaran yang adaptif dan responsif?

1.5. Tujuan Penelitian

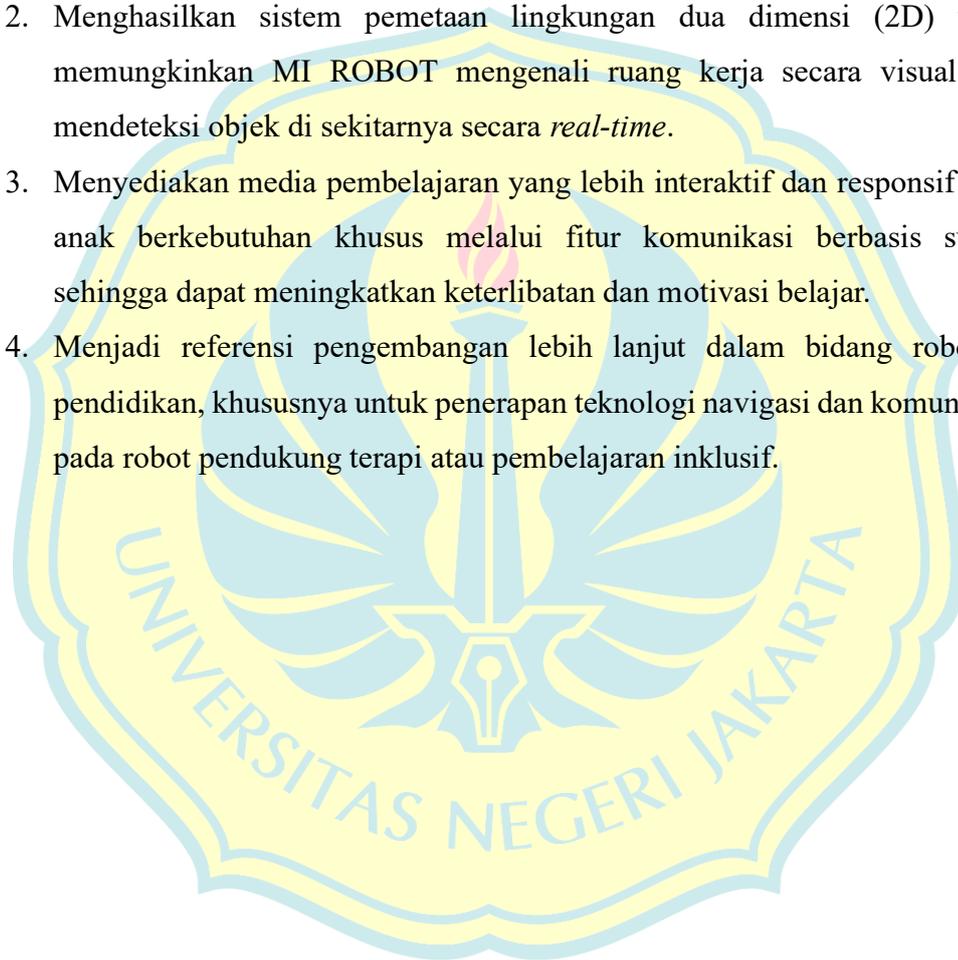
Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem navigasi otomatis pada MI ROBOT berbasis LIDAR menggunakan metode Hector SLAM, yang memungkinkan robot bergerak secara mandiri menjelajahi ruangan dan menghindari rintangan tanpa intervensi pengguna.
2. Merancang sistem komunikasi interaktif berbasis pengenalan suara (*speech recognition*) untuk memungkinkan interaksi langsung antara pengguna dan MI ROBOT secara sederhana.
3. Meningkatkan fungsi MI ROBOT sebagai media pembelajaran yang lebih mandiri dan interaktif, khususnya untuk mendukung proses belajar anak berkebutuhan khusus melalui pendekatan teknologi yang menarik dan responsif.

1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari pengembangan sistem navigasi dan komunikasi interaktif pada MI ROBOT tersebut ialah:

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan MI ROBOT dengan kemampuan navigasi otomatis berbasis LIDAR, sehingga robot dapat bergerak mandiri dan menghindari rintangan tanpa perlu dikendalikan secara manual.
2. Menghasilkan sistem pemetaan lingkungan dua dimensi (2D) yang memungkinkan MI ROBOT mengenali ruang kerja secara visual dan mendeteksi objek di sekitarnya secara *real-time*.
3. Menyediakan media pembelajaran yang lebih interaktif dan responsif bagi anak berkebutuhan khusus melalui fitur komunikasi berbasis suara, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar.
4. Menjadi referensi pengembangan lebih lanjut dalam bidang robotika pendidikan, khususnya untuk penerapan teknologi navigasi dan komunikasi pada robot pendukung terapi atau pembelajaran inklusif.



Intelligentia - Dignitas