

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Differential Drive Mobile Robot (DDMR) merupakan platform robot beroda yang banyak digunakan dalam penelitian robotika *mobile* dikarenakan desainnya yang sederhana dan manuver yang efektif. Robot ini mengandalkan dua roda utama yang dikendalikan secara independen untuk mengatur gerakan, didukung oleh roda tambahan untuk menjaga kestabilan robot selama beroperasi. Dalam pengembangan terkini, konfigurasi DDMR telah berevolusi dari desain dua roda penggerak dengan roda pasif menjadi konfigurasi empat roda aktif yang seluruhnya dilengkapi dengan *encoder*. Konfigurasi ini memungkinkan peningkatan traksi dan akurasi odometri yang lebih baik, terutama ketika beroperasi di permukaan yang tidak rata seperti yang ditemui dalam lingkungan gua. Kemampuan manuver yang presisi dari DDMR beroda empat inilah yang membuatnya sangat cocok untuk beroperasi di lingkungan yang membutuhkan kelincahan dan stabilitas tinggi, seperti pada eksplorasi gua [1].

Pengendalian gerakan pada DDMR secara fundamental mengatur kecepatan linear dan angular robot. Kecepatan linear dihasilkan dari rata-rata kecepatan keempat roda yang dikelompokkan menjadi sisi kiri dan kanan, sementara kecepatan angular dihasilkan dari selisih kecepatan rata-rata antara kedua sisi tersebut. Pada konfigurasi empat roda aktif, penggunaan *encoder* pada setiap roda memberikan keunggulan signifikan dalam perhitungan odometri karena data putaran dari keempat roda dapat diintegrasikan untuk menghasilkan estimasi posisi yang lebih akurat dibandingkan konfigurasi dua roda. Untuk mengeksekusi gerakan yang diinginkan, sistem kendali harus menerjemahkan perintah kecepatan linear (v) dan angular (ω) menjadi *setpoint* kecepatan untuk masing-masing roda kiri dan kanan melalui persamaan kinematika invers. Presisi dalam pengendalian ini sangat krusial untuk menghasilkan gerakan yang halus dan responsif selama navigasi otonom di lingkungan yang tidak terduga, di mana keempat roda aktif berkontribusi dalam menjaga stabilitas robot [2].

Salah satu metode yang efektif untuk menghasilkan perintah gerak tersebut secara *real-time* adalah algoritma *Vector Field Histogram* (VFH). VFH bekerja

dengan memproses data sensor jarak untuk membangun representasi polar dari lingkungan sekitarnya. Algoritma ini menganalisis kepadatan rintangan pada berbagai sektor di sekitar robot dan mengidentifikasi arah gerak mana yang paling aman dan layak untuk dilalui. Keluaran dari VFH secara langsung dapat berupa pasangan kecepatan linear dan angular yang optimal berdasarkan kondisi aktual lingkungan. Keunggulan VFH dalam menangani lingkungan yang kompleks menjadikannya pilihan tepat untuk sistem navigasi robot eksplorasi yang memerlukan respons cepat terhadap perubahan kondisi medan [3].

Penerapan VFH untuk *obstacle avoidance* memungkinkan robot bereaksi secara cepat dan aman terhadap rintangan yang terdeteksi. Dengan memprioritaskan sektor-sektor yang memiliki kepadatan rintangan rendah, robot dapat menyesuaikan lintasannya untuk menghindari tabrakan. Keunggulan utama VFH terletak pada kemampuannya untuk menghindari kebuntuan lokal yang sering dihadapi metode potensial field tradisional, sekaligus menjaga kelancaran gerakan robot, sehingga menghasilkan navigasi yang lebih akurat. Berdasarkan kemampuan *obstacle avoidance* yang andal dan responsif inilah, metode VFH berpotensi untuk diimplementasikan pada sistem navigasi otonom robot dalam eksplorasi gua [4].

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian permasalahan yang telah diidentifikasi pada latar belakang, penelitian ini secara khusus dirumuskan untuk menjawab tiga pertanyaan mendasar berikut:

1. Bagaimana merancang sistem integrasi sensor LiDAR, algoritma VFH, dan kontrol DDMR untuk menghindari rintangan?
2. Bagaimana mengukur performa sistem dalam mendeteksi rintangan statis pada lingkungan *indoor*?
3. Bagaimana mengukur efektivitas sistem dalam mempertahankan gerakan eksplorasi berkelanjutan tanpa menabrak?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Berikut merupakan tujuan dan manfaat dari pembuatan serta pengembangan sistem *obstacle avoidance* sebagai berikut:

1.3.1. Tujuan

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *obstacle avoidance* yang efektif dan efisien. Adapun tujuan khusus yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem integrasi sensor LiDAR, algoritma VFH, dan kontrol DDMR untuk menghindari rintangan.
2. Mengukur performa sistem dalam mendeteksi rintangan statis pada lingkungan *indoor*.
3. Mengukur efektivitas sistem dalam mempertahankan gerakan eksplorasi berkelanjutan tanpa menabrak.

1.3.2. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baik secara teoritis maupun praktis sebagai berikut:

1. Menghasilkan *prototype* robot otonom dengan kemampuan *obstacle avoidance* yang handal menggunakan sensor LiDAR.
2. Memberikan data mengenai performa algoritma VFH pada lingkungan *indoor* terbatas.
3. Menjadi referensi implementasi untuk pengembangan robot eksplorasi gua atau lingkungan terbatas lainnya.

1.4. Batasan Masalah

Agar penelitian dapat dilaksanakan secara terarah dan terukur, maka ditetapkan batasan-batasan penelitian sebagai berikut:

1. Lingkungan uji berupa *indoor* dengan *setting* dinding dan *obstacle* statis.
2. Sistem hanya dirancang untuk menghindari *obstacle* statis dan tidak menangani *obstacle* dinamis atau bergerak.
3. *Obstacle* yang digunakan memiliki tinggi sama dengan atau lebih dari jarak sensor ke permukaan area rintangan.

1.5. Metodologi Penulisan Skripsi

Penelitian ini akan dilaksanakan melalui beberapa tahapan metodologis yang berurutan dan sistematis untuk memastikan tercapainya tujuan penelitian.

Secara garis besar, metodologi penelitian ini dapat dibagi menjadi lima tahapan utama sebagai berikut:

1. Pendefinisian Masalah dan Pencarian Sumber Referensi

Tahap ini melibatkan identifikasi permasalahan teknis dalam implementasi *obstacle avoidance* dan studi literatur terkait algoritma VFH, LiDAR, serta sistem navigasi robot. Pencarian sumber referensi akan dilakukan melalui *database* jurnal terindeks seperti IEEE Xplore, ScienceDirect, dan Scopus untuk memperoleh landasan teoritis yang relevan.

2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi desain arsitektur *hardware* dan *software* yang mencakup integrasi LiDAR sebagai sensor utama dan implementasi algoritma VFH untuk pengolahan data navigasi. Blok sistem dirancang mencakup akuisisi data *laser scan*, pemrosesan data, dan mekanisme pengambilan keputusan navigasi dalam metode.

3. Pengujian Sistem dan Pengumpulan Data

Pengujian dilakukan melalui eksperimen terkontrol dalam lingkungan *indoor* dengan variasi formasi halangan statis. Data yang dikumpulkan meliputi akurasi deteksi objek dan tingkat keberhasilan penghindaran.

4. Pengolahan Data dan Analisis Penelitian

Data hasil pengujian diolah menggunakan metode statistik untuk mencatat serta mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan metrik yang dihasilkan mengenai keberhasilan penghindaran dan efisiensi lintasan. Analisis komparatif dilakukan terhadap hasil yang diperoleh dengan studi sebelumnya untuk mengukur kontribusi penelitian.

5. Penyusunan Laporan Penelitian dan Evaluasi

Hasil penelitian dicatat serta didokumentasikan dalam bentuk laporan skripsi yang disusun sesuai pedoman akademik. Evaluasi akhir dilakukan melalui uji validitas hasil dan penyimpulan capaian penelitian terhadap tujuan yang telah ditetapkan.

1.6. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Bagian ini menjelaskan rencana waktu atau jadwal yang akan dilakukan selama pelaksanaan penelitian tentang “Sistem *Obstacle avoidance* pada DDMR Menggunakan VFH dan LiDAR untuk Implementasi pada Eksplorasi Gua”. Penelitian ini direncanakan akan berlangsung selama enam bulan, dengan rincian aktivitas dan alokasi waktu yang ditampilkan dalam Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Rencana Kegiatan Penelitian

No.	Nama Kegiatan	Bulan					
		I	II	III	IV	V	VI
1.	Studi Literatur						
2.	Perancangan Desain Robot						
3.	Perakitan Robot						
4.	Pemrograman Modul Navigasi						
5.	Pengujian Sistem dan Pengumpulan Data di Lingkungan <i>Indoor</i>						
6.	Analisis Data dan Evaluasi Kinerja Sistem						
7.	Penyusunan Laporan Skripsi dan Konsultasi						