

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Perkembangan teknologi robotika dan kecerdasan buatan dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan peningkatan yang sangat pesat. Kemajuan ini terlihat pada pengembangan sistem *mobile robot otonom* (Veliza & Saputra, 2025), (Damgaard et al., 2022). *Mobile robot* mulai banyak digunakan karena mampu membantu berbagai aktivitas manusia. Teknologi ini bermanfaat pada bidang industri, logistik, pertanian, hingga eksplorasi di lingkungan berisiko tinggi. Agar *mobile robot* dapat bekerja secara mandiri, dibutuhkan sistem *navigasi* yang andal. Kebutuhan ini menjadi sangat penting ketika *robot* harus beroperasi pada lingkungan yang memiliki banyak rintangan.

Navigasi mobile robot pada lingkungan berhalangan bukan merupakan masalah sederhana. *Robot* tidak hanya bergerak dari titik awal menuju titik tujuan. *Robot* juga harus mampu mengenali kondisi lingkungan dan mengambil keputusan secara tepat. Secara umum, sistem *navigasi mobile robot* terdiri atas dua komponen utama. Komponen pertama adalah persepsi lingkungan (Nirmala & Hidayati, 2024). Komponen kedua adalah perencanaan jalur. Persepsi lingkungan berfungsi untuk mendeteksi objek dan rintangan. Perencanaan jalur bertugas menentukan lintasan yang aman dan efisien bagi robot.

Pendekatan berbasis *computer vision* mulai banyak digunakan untuk meningkatkan kemampuan persepsi robot. Salah satu algoritma yang populer adalah *You Only Look Once* (YOLO). YOLO mampu melakukan deteksi objek secara *real-time* dengan tingkat akurasi tinggi (Alif & Hussain, 2024; Hussain, 2023; Terven et al., 2023), (Kotthapalli et al., 2025a). Kecepatan ini sangat sesuai dengan kebutuhan *mobile robot* yang harus merespons perubahan lingkungan dengan cepat. Dibandingkan metode deteksi objek konvensional, YOLO lebih unggul karena proses deteksi dilakukan dalam satu tahap inferensi. Hal ini menjadikan YOLO sangat efisien untuk aplikasi robotik yang dinamis.

Pada aspek perencanaan jalur, algoritma A* menjadi salah satu metode yang paling banyak digunakan. Algoritma ini dapat menemukan jalur terpendek dengan memanfaatkan fungsi *heuristik* untuk mempercepat proses pencarian (Maulana Ahmad Putra et al., n.d.), (He et al., 2022; Jayadi et al., 2025; Putri & Firmania, 2024). A* dikenal efisien dan telah diterapkan pada berbagai sistem *navigasi robot* dan aplikasi lain yang membutuhkan pencarian jalur optimal. Kinerja A* sangat bergantung pada akurasi informasi lingkungan yang digunakan sebagai dasar perhitungan jalur.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *navigasi mobile robot* masih sering mengandalkan sensor jarak seperti ultrasonik tanpa integrasi yang kuat dengan sistem visi berbasis *deep learning* (Hidayat & Khattami, 2024). Pendekatan tersebut memiliki keterbatasan. *Robot* sering kesulitan mengenali bentuk dan jenis rintangan secara detail. Keterbatasan ini berdampak pada perencanaan jalur yang kurang optimal. Kondisi ini semakin terasa pada lingkungan yang kompleks dan dinamis.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan integrasi algoritma YOLO sebagai sistem deteksi rintangan dengan algoritma A* sebagai metode perencanaan jalur pada *mobile robot*. YOLO digunakan untuk mendeteksi rintangan di sekitar *robot*. Hasil deteksi ini digunakan sebagai masukan bagi algoritma A* untuk menentukan jalur *navigasi* yang aman dan efisien. Integrasi ini diharapkan mampu meningkatkan kemampuan *mobile robot* untuk melakukan *navigasi* otonom pada lingkungan berhalangan.

Keterbaruan penelitian ini terletak pada penerapan integrasi *end-to-end* antara deteksi rintangan berbasis YOLO dan perencanaan lintasan global menggunakan A*. Penelitian ini membahas proses konversi hasil deteksi objek menjadi peta *grid* yang digunakan sebagai dasar perencanaan jalur. Sistem tidak hanya bersifat reaktif dalam menghindari rintangan. Sistem juga mampu menentukan jalur optimal menuju tujuan. Selain itu, penelitian ini menyajikan evaluasi kinerja yang *komprehensif* dengan menggabungkan metrik persepsi dan *navigasi*. Sistem juga diuji pada berbagai konfigurasi lingkungan berhalangan

untuk menilai tingkat keandalannya. Penilaian seperti ini masih jarang dibahas secara mendalam pada penelitian sebelumnya.

1.2. Rumusan Masalah

Agar penelitian ini dapat berfokus pada apa yang akan di bahas, berikut merupakan rumusan masalah pada penelitian yang akan dilakukan:

1. Bagaimana sistem dapat mengklasifikasikan objek pada lingkungan pengujian untuk mendukung proses *navigasi mobile* robot?
2. Bagaimana *mobile robot* dapat menghindari rintangan yang menghalangi pergerakan antara *robot* dan titik tujuan?
3. Bagaimana sistem dapat mengirimkan perintah ke *mobile robot* melalui komunikasi nirkabel secara *real time*?

1.3. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Jadwal pelaksanaan penelitian disusun untuk memudahkan pemantauan setiap tahapan kegiatan. Rincian jadwal dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Nama Kegiatan	Bulan					
		I	II	III	IV	V	VI
1	Studi literatur dan penyusunan proposal						
2	Perancangan sistem dan pemodelan kinematika DDMR						
3	Implementasi dan integrasi Model YOLOv11 dan Algoritma A*.						
4	Pengujian awal klasifikasi objek dan pemetaan jalur.						
5	komunikasi data <i>Bluetooth</i> laptop ke ESP32.						
6	Pengujian akhir dan pengumpulan data						
7	Analisis data hasil pengujian						
8	Penyusunan laporan akhir						

1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Agar penelitian ini bisa mendapatkan *goal* yang diinginkan, berikut merupakan tujuan pada penelitian yang akan dilakukan:

1. Mengembangkan sistem klasifikasi objek menggunakan model YOLOv11 agar *mobile robot* memperoleh informasi rintangan secara *real time*.
2. Membuat sistem perencanaan lintasan berbasis Algoritma A* untuk membantu *mobile robot* menentukan jalur aman menuju titik tujuan.
3. Mengimplementasikan komunikasi data melalui *Bluetooth* agar perintah dan informasi dapat dikirim ke *mobile robot* secara *real time*.

Agar penelitian ini bisa berguna terhadap perkembangan teknologi, berikut merupakan manfaat pada penelitian yang akan dilakukan:

1. Menghasilkan sistem yang mampu mendeteksi rintangan secara *real time* dan menentukan jalur aman untuk mendukung pergerakan *robot otonom*.
2. Mendukung proses *navigasi mobile robot* agar lebih efektif saat bergerak di lingkungan berhalangan.
3. Memberikan solusi komunikasi *Bluetooth* yang dapat digunakan untuk mengendalikan *mobile robot* tanpa kabel dan tanpa koneksi internet.

1.5. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tetap fokus dan tidak meluas di luar cakupan yang telah ditetapkan, maka terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Pengujian tidak dilakukan pada *outdoor*
2. Kecepatan konstan 5 cm/s
3. Luas *banner testbed* 3m x 2,5m

1.6. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian terdapat lima tahapan yang harus dilakukan, sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Tahap pertama merupakan tahap persiapan dimana menentukan topik sebagai penelitian yang akan dilakukan. Beberapa tahap persiapan, seperti menentukan topik, membuat latar belakang, membuat proposal, penyusunan skripsi, melakukan studi literatur untuk menentukan garis besar penelitian.

2. Tahap Perancangan

Tahap selanjutnya merupakan tahap perancangan untuk membuat alat penelitian setelah proposal skripsi disetujui.

3. Tahap Pengujian Sistem

Tahap ini dilakukan pengujian dari sistem *hardware* maupun *software*. Perlukan dokumentasi foto maupun video pada pengujian alat.

4. Tahap Analisis

Tahap analisis merupakan tahap menganalisa dan mengambil data pengujian dengan menggunakan metode yang telah ditentukan. Data yang sudah diambil maka disimpulkan didalam beberapa paragraf.

5. Tahap Pengerjaan Laporan Akhir

Tahap ini merupakan kesimpulan data hasil dari perancangan dan pengujian setelah dianalisa, kemudian dimasukkan ke dalam laporan akhir.

1.7. Sistematika Penulisan

Penelitian ini terdapat sistematika penulisan antara lain :

1. BAB I : Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Seluruh bagian dalam bab ini memberikan gambaran awal mengenai arah dan ruang lingkup penelitian.

2. BAB II : Teori Penunjang

Bab ini memuat teori-teori yang digunakan dalam penelitian, termasuk penjelasan mengenai penelitian terdahulu, konsep deteksi objek, algoritma perencanaan jalur, serta dasar-dasar komunikasi nirkabel yang relevan. Teori-teori ini menjadi landasan dalam pengembangan sistem.

3. BAB III : Perancangan Sistem

Bab ini menjelaskan proses pembuatan sistem, mulai dari alur kerja, desain perangkat keras dan perangkat lunak, hingga metode yang digunakan dalam implementasi. Bab ini juga memaparkan komponen utama seperti deteksi objek, perencanaan jalur, dan komunikasi *Bluetooth*.