

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada era Industri 4.0, perkembangan teknologi berlangsung sangat cepat, termasuk digitalisasi dan pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) dalam sistem proses serta logistik industri [1]. Perkembangan ini turut mendorong kemajuan teknologi lainnya, salah satunya adalah penggunaan robot. Salah satu jenis teknologi robotik yang berkembang adalah *mobile robot*, yaitu robot yang umumnya mampu bergerak secara mandiri berkat sistem lokomosi dan navigasi [2]. Jika bergerak di daratan, robot ini dikenal sebagai *Unmanned Ground Vehicle* (UGV). *Mobile robot* telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, seperti pertanian, logistik, kesehatan, serta militer dan keamanan [1], [3]-[5].

Di sektor militer dan keamanan, *mobile robot* sering digunakan dalam misi pengintaian, terutama di area yang sulit dijangkau atau berbahaya bagi manusia. Contoh misi tersebut termasuk pengintaian di ruang sempit atau di markas ancaman [5]. Dalam skenario pengintaian markas ancaman, *mobile robot* biasanya dikirim terlebih dahulu untuk mengumpulkan informasi seperti kondisi lokasi serta identifikasi sandera dan ancaman. Setelah data terkumpul, barulah pasukan keamanan diturunkan untuk menindaklanjuti, baik dengan evakuasi maupun penyerbuan.

Namun, dalam skenario ini terdapat risiko tinggi terhadap keselamatan personel militer karena potensi serangan balik dari ancaman bersenjata. Selain itu, *mobile robot* yang digunakan saat ini masih bergantung pada kendali manusia (tidak sepenuhnya otonom). Umumnya, robot dikendalikan secara nirkabel dan dilengkapi dengan kamera yang dapat dipantau dari jarak jauh, misalnya menggunakan laptop [6].

Salah satu alternatif untuk menanggulangi risiko terhadap personel adalah penggunaan *mobile robot* bersenjata, misalnya yang dilengkapi dengan senapan serbu dan kamera untuk pemantauan secara langsung. Kendati demikian, sistem

ini tetap memerlukan kendali nirkabel untuk mengatur gerakan robot dan arah tembakan senjata [7]. Kendala lain dari sistem ini adalah keterbatasan jarak pengendalian serta latensi yang dapat menghambat efektivitas operasi [8]. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem mobile robot otonom yang mampu bergerak dan mengoperasikan sistem persenjataan secara otomatis.

Upaya untuk mewujudkan hal tersebut adalah dengan pembuatan sebuah sistem navigasi untuk *mobile robot*. Untuk perwujudan sistem navigasi tersebut, berbagai sensor dapat digunakan seperti inframerah, ultrasonik, laser, *encoder*, *Global Positioning System* (GPS), dan kamera [9]–[14]. Sensor-sensor ini memungkinkan robot bergerak secara mandiri layaknya UGV [15]. Navigasi juga mencakup perencanaan jalur (*path planning*) yang bisa dilakukan menggunakan metode seperti *sampling-based algorithms*, *edge-restricted algorithms*, dan *any-angle algorithms*. Penentuan jalur dari titik awal ke tujuan dapat diterapkan menggunakan *grid model* [16]. Selain itu, dalam proses *trajectory tracking*, kamera digunakan untuk menavigasi medan tidak rata dengan pendekatan koordinat polar [17], [18]. Teknologi *Artificial Intelligence* (AI) juga dapat memperkuat kemampuan navigasi ini, di mana data dari sensor digunakan untuk pelatihan model *Hierarchical Reinforcement Learning* (HRL) dan *Deep Reinforcement Learning* (DRL) [19]–[21], serta diintegrasikan melalui kamera berbasis AI [22].

## 1.2 Identifikasi Masalah

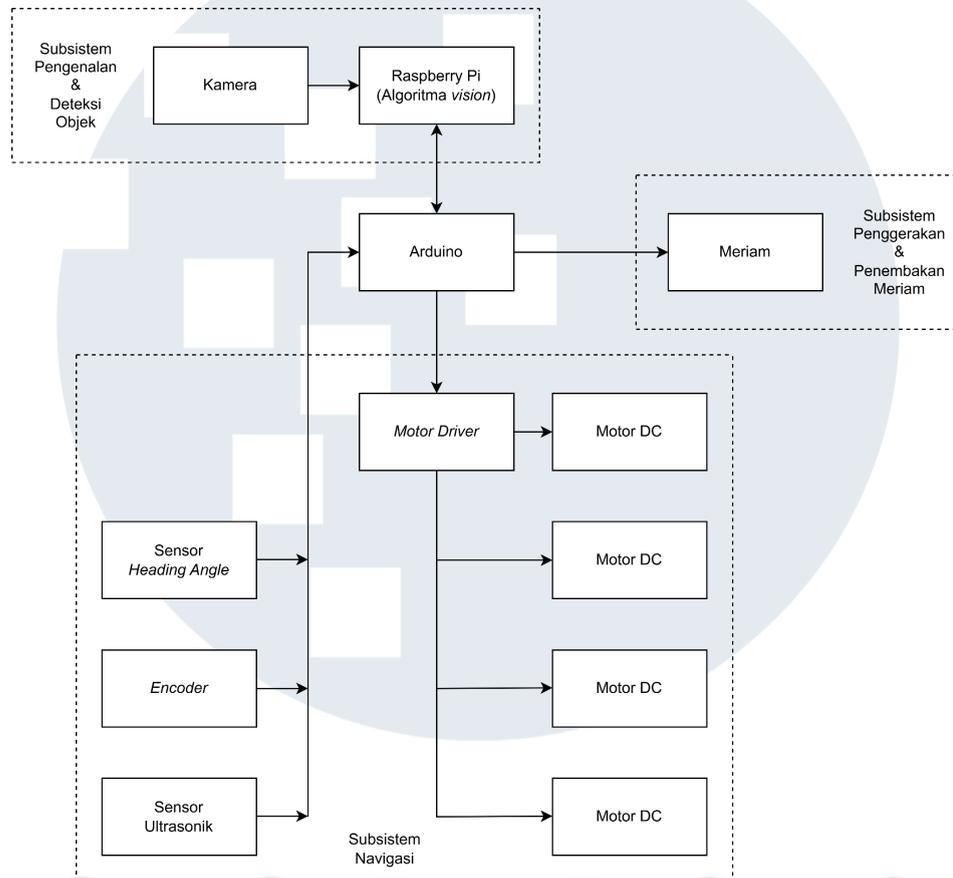
Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat ditentukan identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana *mobile robot* dapat mencapai titik *finish* dari titik *start* tanpa menabrak rintangan pada arena?
2. Bagaimana cara agar sistem navigasi *mobile robot* bekerja sama dengan subsistem lainnya dalam produk *mobile robot* keseluruhan?

## 1.3 Konsep Sistem

Prototipe yang dibuat merupakan sebuah *mobile robot* yang dilengkapi dengan sebuah meriam. Prototipe tersebut dilengkapi dengan tiga buah subsistem,

yaitu subsistem navigasi, subsistem pengenalan dan pendeteksian objek, serta subsistem penembakan. Diagram sistem mobile robot yang dilengkapi dengan sistem penembakan dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram sistem *mobile robot* dengan sistem penembakan

Subsistem navigasi menggunakan sensor ultrasonik, *heading angle*, dan *encoder*. Data-data sensor tersebut antara lain adalah sensor ultrasonik berupa jarak antara *mobile robot* dan objek rintangan, data sensor *heading angle* berupa sudut hadap *mobile robot*, data sensor *encoder* berupa jarak tempuh *mobile robot*. Data-data tersebut diproses dengan algoritma navigasi pada mikrokontroler Arduino. Data hasil pemrosesan antara lain adalah sinyal *high and low* untuk pengendalian motor DC.

#### 1.4 Batasan Sistem

Produk yang dikembangkan memiliki sejumlah keterbatasan dalam hal pengoperasian. Adapun batasan-batasan sistem pada produk ini meliputi:

1. Pengenalan rintangan hanya terbatas pada objek berbentuk kotak seperti kardus dan dinding.
2. Sistem tidak mampu mendeteksi target dalam kondisi gelap total.
3. Pergerakan serta kecepatan dari mobile robot masih terbatas.
4. Sensor ultrasonik yang digunakan hanya memiliki jangkauan sekitar 10 cm untuk mendeteksi rintangan.
5. Area operasi robot sudah ditetapkan sebelumnya, termasuk posisi rintangan dan target. Penempatan target juga dilakukan agar tetap terlihat dan tidak tersembunyi.
6. Sistem bersifat open loop dan tidak memiliki sistem kontrol

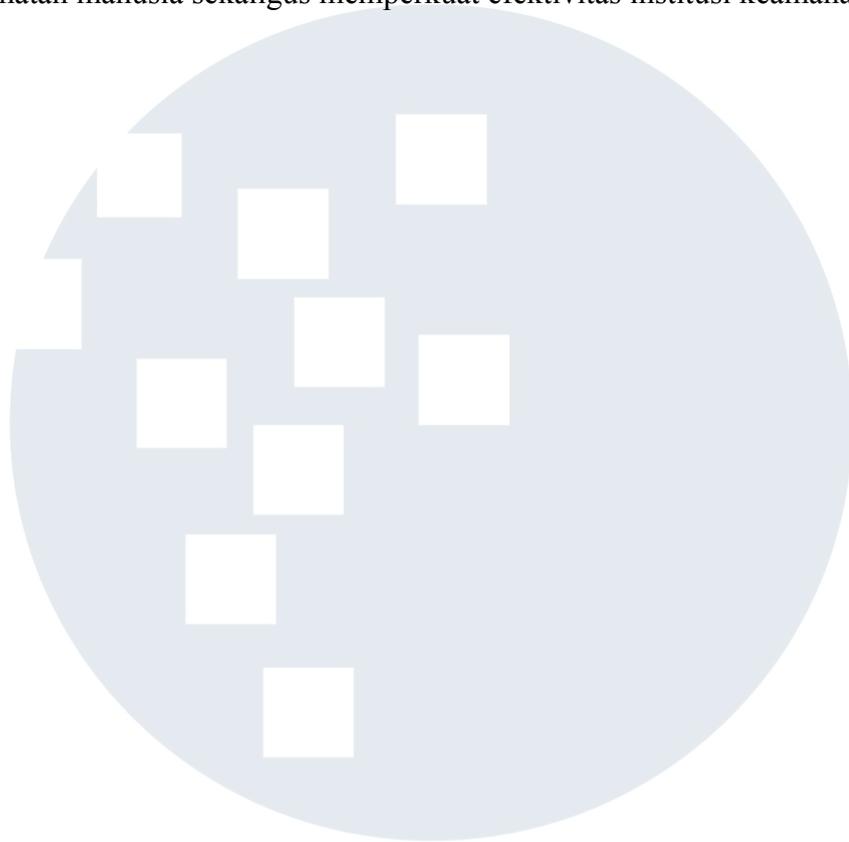
### **1.5 Fungsi dan Manfaat Sistem**

Produk ini dapat dimanfaatkan oleh pihak-pihak yang bergerak dalam pengembangan sistem pertahanan di dalam ruangan, mengingat kemampuan *mobile robot* untuk melakukan pengintaian pada area tertutup yang sulit diakses oleh manusia. Sebagai contoh, robot ini dapat digunakan untuk memantau ruangan yang telah dikuasai secara ilegal oleh penyusup.

Selain itu, produk ini juga berpotensi digunakan oleh militer atau aparat penegak hukum dalam upaya melumpuhkan pelaku kejahatan yang bersembunyi di dalam ruangan. Penggunaan *mobile robot* dapat mengurangi risiko jatuhnya korban dari pihak militer atau aparat, yang mungkin terjadi apabila pelaku memberikan perlawanan bersenjata.

Pengembangan mobile robot ini selaras dengan beberapa tujuan dalam Sustainable Development Goals (SDG). Pertama, produk ini mendukung pencapaian tujuan *Industry, Innovation, and Infrastructure* melalui inovasi teknologi di bidang pertahanan. Mobile robot dirancang sebagai sistem otonom yang menggabungkan teknologi deteksi objek, pengenalan visual, serta navigasi berbasis sensor dan mikrokontroler untuk meningkatkan kapabilitas operasional. Kedua, pengembangan ini juga mendukung tujuan *Peace, Justice and Strong Institutions* dengan menyediakan solusi teknologi yang dapat memperkuat sistem keamanan dan pengawasan. Dengan kemampuan operasional tanpa keterlibatan

langsung personel, mobile robot ini berperan dalam mengurangi risiko keselamatan manusia sekaligus memperkuat efektivitas institusi keamanan.



# UMMN

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA