BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya teknologi di bidang arsitektur otonom memberikan peluang untuk mengembangkan pertanian yang fleksibel. Mengembangkan robot cerdas dapat mengurangi limbah, meningkatkan kelayakan ekonomi, mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan ketahanan pangan [1]. Berkembangnya teknologi membawa perubahan di sektor pertanian karena dapat meningkatkan potensi produktivitas dan mengurangi dampak pada lingkungan [2]. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir dampak lingkungan dengan cara mengurangi ketergantungan pada produk-produk kimia [3].

Dalam rangka mengembangkan teknologi di bidang robotika, penelitian ini akan merancang simulasi *rover* yang bergerak secara *autonomous* dan melakukan navigasi berdasarkan keadaan *indoor* dan *outdoor*. *Rover* bergerak dengan cara mengenali lingkungan di sekitarnya beserta akan memahami kondisi lingkungan di sekitarnya [4]. *Rover* bergerak menggunakan sistem *rocker-bogie* atau yang dikenal dengan penggerak 6 roda. *Rocker-Bogie* merupakan sistem suspensi yang dikembangkan oleh NASA dengan tujuan untuk mengurangi dan meminimalisir penggunaan energi, perpindahan vertikal pusat massa penjelajah, dan kemiringan sudutnya [5].

Untuk merealisasikan *rover*, penelitian ini menggunakan *Robot Operating System* 2 (ROS 2) sebagai *platform* dengan sumber yang terbuka (*open source).* ROS 2 adalah *middleware* yang dapat meningkatkan otonomi, fleksibilitas, dan kerja sama antara mesin dengan manusia [6][7]. ROS 2 digunakan dalam pengembangan *rover* seperti simulasi, navigasi, manipulasi dan persepsi. ROS 2 menyediakan *libraries*, *tools* dan konvensi untuk membangun sistem robot yang kompleks dan memiliki *packages* dan *stack* sumber terbuka [8][9]. Simulasi *rover* menggunakan *framework* ROS2 *control* untuk mengimplementasikan dan mengelola pengontrol robot yang berfokus pada dua hal yaitu *real-time performance* dan *sharing of controllers* dalam hal *agnosticisme* robot [10][11][12].

Untuk melakukan simulasi menggunakan sensor diperlukan aplikasi simulasi robot yang kompleks. penelitian ini menggunakan aplikasi simulasi Gazebo karena aplikasi ini bersifat *open source* yang dapat mengolah perkembangan mesin dinamis dan dikembangkan oleh *Open Source Robotics Foundation*. Perancangan robot dapat disimulasikan menggunakan aplikasi Gazebo dan melatih sistem *artificial intelligence* dengan kemampuan simulasi yang akurat. Perancangan simulasi dapat didesain baik *outdoor* maupun *indoor* secara kompleks. Gazebo beroperasi pada sistem Linux dengan menggunakan kemampuan grafis yang cukup tinggi [13]. Penelitian ini menggunakan ROS 2 sebagai sistem operasi

robot dan aplikasi RViz 2 sebagai media visualisasi interaktif. RViz 2 akan menampilkan parameter dari sistem robot yang dibuat. RViz 2 adalah aplikasi visualisasi tiga dimensi yang digunakan untuk memvisualisasikan robot dan data sensor *dynamixel* [14].

Simulasi *rover* akan melakukan pendeteksian yang ada di sekitar robot dengan cara mendeteksi *point clouds* menggunakan *laserscan* dari sensor lidar. Kemudian hasil pembacaan *laserscan* dari sensor lidar robot melakukan *mapping* berdasarkan data lingkungan yang ada di sekitar robot [15][16][17]. *Mapping* merupakan metode yang bertujuan untuk melokalisasikan robot, memposisikan robot dan menavigasi pergerakan robot dengan menghindari halangan yang ada di sekitarnya. Simulasi *rover* menggunakan SLAM *toolbox* untuk robot melokalisasikan diri [18]. SLAM merupakan metode yang digunakan robot untuk membentuk dan menghasilkan peta berdasarkan lingkungan sekitar robot [19][20]. SLAM *toolbox* menyediakan *package* untuk *multi-session mapping* dan *localization* [21]. Setelah robot melokalisasikan diri, robot melakukan perencanaan jalur navigasi menuju titik tujuan [22]. Kemudian robot bergerak dengan mengidentifikasi posisinya pada tujuannya (*odometry*) dan menghindari rintangan yang ada di sekitarnya. Perencanaan jalur merupakan fitur yang berfungsi agar robot dapat sampai ke lokasi yang diperintahkan dengan mencari jalur optimal dari posisi robot saat ini [23].

Simulasi robot menggunakan *plugin* NAV 2 teknik pencarian jalur berdasarkan hasil *mapping* yang telah dilakukan. NAV2 akan menentukan jalur paling optimal untuk dilalui robot sampai ke tujuannya berdasarkan lokasi awal dan posisi tujuan. Jalur pergerakan robot akan menghindari tabrakan dengan mempertimbangkan rintangan [24]. Menggunakan perencanaan jalur A* karena algoritma ini menerapkan metode heuristik yang memanfaatkan fungsi perhitungan biaya dari satu titik ke titik lainnya. Metode ini menghitung nilai setiap titik koordinat di sekitar robot. Algoritma A* melakukan perhitungan berdasarkan persamaan (1.1) [25].

$$F(n) = G_{(n)} + H_{(n)} \quad \text{..... (1.1)}$$

F(n) merupakan estimasi biaya/harga terkecil sebagai solusi jalur sepanjang *n*.
g(n) merupakan jarak yang dilalui robot dari titik *start* ke titik tujuan (*n*).
h(n) merupakan estimasi dari titik *start* ke titik tujuan (*n*).

Selain menggunakan lidar, Penelitian ini menggunakan kamera RGBD yang memiliki kelebihan untuk mengenali dan memahami objek yang spesifik dan identik dari bidang yang sama dengan menggunakan data kedalaman. Penelitian ini menggunakan *Depth camera* untuk mengambil gambar keadaan lingkungan yang ada didepan robot [26].

1.2 Identifikasi Masalah

Mobile robot mempunyai 4 subsistem yang terdiri dari navigasi, *Ground Control System* (GCS), lokomosi dan *electronic arm*. Dikarenakan terdapat masalah pada pengembangan *hardware* robot yang sulit, maka sebagai solusi pengembangan mobile robot dibuat dalam bentuk simulasi 3D menggunakan ROS 2. Simulasi dilakukan untuk robot melakukan *mapping* dan *lozalization*, dan bergerak ke titik tujuan menggunakan algoritma A* pada sistem NAV2.

1.3 Konsep Sistem

Secara keseluruhan, konsep sistem ini dimulai dengan membuat koordinat utama pada mobile robot yang disebut dengan base_link. Dalam implementasi sistem ini menggunakan OS ROS 2 dengan sekumpulan *file* dalam format URDF (*Unified Robot Description Format*) yang diproses dengan format xacro (XML Macros). *File-file* tersebut diproses oleh xacro dengan cara menggabungkannya menjadi satu URDF lengkap. Pembuatan model robot dan sensor dikemas di dalam format xacro yang berbeda kemudian digabungkan oleh URDF. Kemudian setelah URDF dibuat, untuk menampilkan model robot dan kamera dalam bentuk 3D menggunakan *software* RViz 2 dan Gazebo karena dapat mendefinisikan *link* dan *joint* yang berada di dalam format URDF. Selanjutnya adalah membuat integrasi antara ROS 2 dan gazebo dengan menggunakan *package* yang disediakan oleh gazebo. Setelah ROS 2 dan gazebo terintegrasi, simulasi robot dapat dijalankan berdasarkan algoritma A* yang berada di dalam NAV2. Ketika robot beroperasi dari titik *start* ke titik tujuan, robot akan melakukan *mapping* dan *localization* menggunakan lidar dan metode SLAM. Kemudian data *point clouds* dari *laserscan* yang diterima dapat dijadikan peta di dalam *software* RViz 2. Hasil *mapping* dan *localization* dari SLAM yang telah dijalankan di dalam Gazebo dapat diidentifikasi menjadi /*map* dan /*costmap* di dalam *software* RViz 2. Kemudian hasil pengambilan gambar objek dari kamera akan menjadi sebuah *topic* yang dapat ditampilkan di dalam *software* RViz 2.

1.4 Batasan Sistem

Dalam pengembangan simulasi mobile robot memiliki beberapa batasan yang ditetapkan.

1. Simulasi mobile robot memiliki sudut pandang kamera yang terbatas (hanya mampu mengambil gambar yang ada didepannya).
2. Simulasi mobile robot tidak dapat menampilkan data yang lebih detail seperti gaya gesek.
3. Simulasi mobile robot memiliki keterbatasan dalam pengambilan data melalui data *logging*.

1.5 Fungsi dan Manfaat Sistem

Dengan menggunakan algoritma A* dan SLAM *toolbox*, robot akan bergerak secara otonom menghindari halangan dan mengambil *rute* tercepat untuk sampai ke titik tujuan. Kemudian robot dapat menampilkan peta dari robot yang

melakukan *localization* dan *mapping*. Semua sistem pada robot memungkinkan penulis untuk mengambil tingkat akurasi dari algoritma A*.