

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Robot berkaki memiliki kemampuan melintasi permukaan yang tidak rata karena titik kontak setiap kaki dapat diatur secara terpisah. Karakteristik tersebut menjadikan robot hexapod relevan untuk skenario pencarian dan penyelamatan yang memiliki puing, tanjakan, tangga, atau jalur sempit. Di sisi lain, enam kaki menghasilkan jumlah derajat kebebasan yang besar, urutan gerak yang kompleks, dan interaksi kontak yang lebih sulit dimodelkan dibandingkan robot beroda [9]. Oleh karena itu, pengembangan sistem otonom untuk robot hexapod memerlukan integrasi yang konsisten antara model mekanik, pengendali sendi, sensor, estimasi posisi, perencanaan jalur, dan antarmuka pemantauan [1], [2].

Robot Hectarus pada tahap awal telah memiliki mekanisme gait dan *inverse kinematics* untuk mengubah perintah gerak menjadi target sudut sendi. Pada robot hexapod, mekanisme gait dan *inverse kinematics* umum digunakan untuk menentukan pola langkah serta mengubah posisi target kaki menjadi sudut sendi [9]. Implementasi tersebut memungkinkan robot bergerak secara manual, tetapi fungsi gerak belum langsung menyediakan informasi posisi yang dibutuhkan oleh sistem navigasi. Perintah gerak, pembaruan sendi, data IMU, odometri, dan visualisasi juga berasal dari komponen yang berbeda. Tanpa integrasi, setiap komponen dapat berjalan secara terpisah tetapi tidak membentuk rantai navigasi otonom yang utuh [2], [5].

ROS 2 digunakan sebagai *middleware* karena mendukung pengembangan sistem robot secara modular melalui node, topic, service, action, parameter, dan transformasi koordinat. Setiap node dapat difokuskan pada satu fungsi, sedangkan pertukaran data berkelanjutan seperti sensor dan status robot dilakukan melalui topic [5]. Gazebo Harmonic digunakan untuk merepresentasikan dinamika dan kontak robot dalam lingkungan tiga dimensi [3], sedangkan RViz2 digunakan untuk

memeriksa model, transformasi, peta, odometri, costmap, dan jalur yang dihitung sistem [5].

Sistem navigasi dikembangkan menggunakan Navigation2 atau Nav2. Nav2 menyediakan planner server, controller server, behavior server, navigator berbasis behavior tree, costmap, dan lifecycle manager [2]. Agar Nav2 dapat digunakan, sistem harus menyediakan peta, transformasi map-odom-base_link, pesan odometri, geometri footprint, dan antarmuka perintah kecepatan. Pada robot beroda, odometri umumnya diperoleh dari pengukuran putaran roda atau model gerak robot [10]. Berbeda dengan itu, pada Hectarus perpindahan badan diperkirakan berdasarkan hasil eksekusi gait, pose simulator, dan data sensor inersial.

1.2.Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam proyek ini adalah sebagai berikut:

- Bagaimana mengintegrasikan model, pengendali gerak, sensor, odometri, transformasi koordinat, peta, dan Nav2 pada satu workspace ROS 2?
- Bagaimana membentuk estimasi posisi robot hexapod yang kontinu dengan menggabungkan odometri dan data IMU?
- Bagaimana mengonfigurasi costmap, footprint, dan parameter navigasi agar jalur yang dihasilkan tidak menyebabkan badan atau kaki robot memasuki area rintangan?
- Bagaimana mengidentifikasi dan menangani masalah integrasi berupa frame yang tidak tersedia, peta yang tidak diterima, topic yang tidak terhubung, serta perbedaan waktu Gazebo dan ROS 2?

1.3.Maksud dan Tujuan

Maksud proyek ini adalah membangun lingkungan simulasi terintegrasi untuk pengembangan fungsi lokalisasi dan navigasi otonom robot hexapod Hectarus.

Adapun tujuan pelaksanaan proyek dan penyusunan laporan ini adalah:

1. Menyusun arsitektur package, node, topic, parameter, dan launch file berbasis ROS 2 Jazzy.

2. Mengintegrasikan model robot dan pengendali sendi dengan Gazebo Harmonic dan RViz2.
3. Menyediakan transformasi koordinat yang konsisten dari map, odom, base_link, badan, kaki, dan sensor.
4. Membentuk odometri robot serta melakukan fusi odometri dan IMU menggunakan Extended Kalman Filter.
5. Mengintegrasikan peta statis dan Nav2 untuk perencanaan jalur serta pemberian tujuan melalui RViz2.
6. Melakukan pengujian fungsional dan analisis terhadap kendala yang muncul selama proses integrasi.

1.4. Manfaat

Proyek dan pengembangan ini diharapkan dapat memberikan manfaat, baik secara akademis maupun praktis:

- Bagi Penulis: Proyek memberikan pengalaman dalam integrasi perangkat lunak robotika, analisis topic dan TF, konfigurasi estimasi keadaan, serta pengujian sistem terdistribusi.
- Bagi Pengembangan Robotika: Arsitektur simulasi dapat digunakan sebagai platform bersama untuk menguji gait, path planning, lokalisasi, penghindaran rintangan, dan misi pengambilan korban.
- Bagi Bidang Ilmu Pengetahuan: Hasil integrasi mengurangi ketergantungan pada pengujian langsung pada perangkat keras dan membantu mendeteksi kesalahan konfigurasi sebelum implementasi fisik.

3.1 Waktu dan Prosedur

Pengerjaan integrasi sistem navigasi dan lokalisasi robot hexapod dilakukan melalui serangkaian tahapan berikut:

- Studi Awal dan Analisis Sistem (Februari)

Dilakukan studi terhadap sistem robot Hectarus sebelumnya, meliputi struktur package, node, topic, frame, model URDF/Xacro, dan sistem gerak yang telah tersedia.

- Integrasi Model dan Simulasi (Maret)

Dilakukan integrasi model robot ke Gazebo Harmonic, penyesuaian mesh, joint, controller, serta visualisasi robot pada RViz2.

- Integrasi Sensor, Transformasi, dan Navigasi (April-Mei)

Dilakukan pemuatan peta statis, konfigurasi global dan local costmap, footprint, serta integrasi Nav2 dengan sistem gerak robot.

- Pengujian dan Revisi Sistem (Juni)

Dilakukan pengujian fungsi navigasi, pergerakan robot, kesesuaian pose Gazebo dan RViz2, serta perbaikan parameter dan konfigurasi sistem.

- Dokumentasi dan Penyusunan Laporan (Juni-Juli)

Dilakukan pengambilan dokumentasi simulasi, diagram arsitektur, TF tree, serta penyusunan laporan MBKM.

