

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*) adalah sebuah permasalahan di bidang robotika dan kecerdasan buatan yang membahas tentang pergerakan *mobile robot* di sebuah lingkungan ketika peta atau *map* lingkungan tersebut belum tersedia sebelumnya. Tujuan dari SLAM adalah merekonstruksi ulang peta atau *map* yang dilalui serta jalur yang diambil [1]. SLAM dianggap oleh banyak peneliti sebagai syarat kunci untuk membuat robot yang benar-benar *autonomous* [2].

Jika peta lingkungan sebelumnya sudah diketahui, maka itu menjadi masalah lokalisasi [3]. Sedangkan jika jalur robot sudah diketahui maka itu menjadi masalah pemetaan sederhana [4] [5]. Namun jika peta lingkungan dan jalur robot yang diambil tidak diketahui maka lokalisasi dan pemetaan dianggap dilakukan secara bersamaan, karena itu disebut *Simultaneous Localization and Mapping*.

Dikembangkan berbagai algoritme untuk mengatasi masalah SLAM tersebut, salah satunya adalah FastSLAM 2.0 [1] berdasarkan *particle filtering* [6]. Algoritme ini menggunakan filter partikel untuk memperkirakan jalur robot yang dilalui. Setiap partikel memiliki *low-dimensional EKF (Extended Kalman Filter)* untuk setiap *landmark*. Representasi algoritme ini membutuhkan memori sebesar $O(NM)$, di mana M adalah jumlah partikel dalam filter partikel dan N adalah jumlah *landmark*. Memperbarui filter ini memerlukan $O(M \log N)$ waktu, dengan atau tanpa diketahui asosiasi data. Namun, masalahnya adalah jumlah partikel M yang dibutuhkan untuk menentukan peluang terbesar tidak diketahui dan, dalam kasus terburuk, berukuran eksponensial sesuai dengan ukuran peta [7].

Algoritme FastSLAM 2.0 dikembangkan dengan modifikasi FastSLAM terdahulu. Modifikasi nya secara konsep sederhana: ketika robot bergerak kemudian mendapatkan nilai pose terbaru – sebuah langkah penting

pada FastSLAM karena menggunakan filter partikel – tidak hanya memperhatikan perkiraan perpindahan robot (seperti di FastSLAM terdahulu), tetapi juga memperhitungkan pengukuran sensor terbaru. Dengan pendekatan tersebut, membutuhkan sampel yang lebih sedikit dari algoritma FastSLAM terdahulu [7].

Robot Operating System (ROS) adalah *framework* pemrograman yang digunakan dalam bidang robotika. Filosofis dari ROS adalah untuk membuat perangkat lunak pada robot yang bisa bekerja di robot lain dengan melakukan perubahan kecil pada *coding*, dengan kata lain adalah untuk membuat fungsi pada robot yang dapat dibagi dan digunakan ulang pada robot lain tanpa harus membuat ulang fungsi tersebut dari awal agar sesuai dengan robot yang digunakan. ROS menyediakan fasilitas sistem operasi standar seperti abstraksi hardware, kontrol perangkat tingkat rendah, pelaksanaan fungsi yang umum digunakan, *message passing* diantara proses, dan manajemen paket. Hal ini didasarkan pada arsitektur ROS yang didasarkan pada topologi terpusat di mana pemrosesan terjadi di node yang dapat menerima input atau mengeluarkan output, seperti sensor multipleks, kontrol, aktuator, dan sebagainya [8].

Tugas Akhir ini mengangkat topik mengenai pemetaan dan lokalisasi yang dilakukan oleh *virtual robot* pada lingkungan yang sebelumnya tidak diketahui peta nya, dalam Tugas Akhir ini digunakan lingkungan buatan dengan tembok yang membentuk labirin. Algoritme yang digunakan untuk pemetaan dan lokalisasi yaitu FastSLAM 2.0 yang berbasis ROS yang direalisasikan pada robot virtual Pioneer 3-DX dan disimulasikan menggunakan simulator Gazebo. Maka dari itu penulis memberi judul Tugas Akhir ini yaitu Simulasi dan Analisis FastSLAM 2.0 pada *Virtual Robot Pioneer 3-DX Berbasis ROS (Robot Operating System)*.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a) Realisasi algoritme FastSLAM 2.0 pada robot virtual Pioneer 3-DX dengan menggunakan bahasa pemrograman Python di ROS

- b) Simulasi algoritme FastSLAM 2.0 pada robot virtual Pioneer 3-DX di simulator robot Gazebo.
- c) Pemetaan lingkungan pada robot virtual Pioneer 3-DX di simulator robot Gazebo.
- d) Lokalisasi robot virtual Pioneer 3-DX relatif terhadap lingkungan yang disimulasikan pada simulator Gazebo.
- e) Akurasi dari FastSLAM 2.0 berdasarkan hasil simulasi robot virtual Pioneer 3-DX di simulator Gazebo.

1.3. Tujuan

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a) Melakukan simulasi pemetaan lingkungan menggunakan FastSLAM 2.0 pada robot virtual Pioneer 3-DX di simulator robot Gazebo.
- b) Mengetahui lokasi relatif robot virtual Pioneer 3-DX terhadap lingkungan yang disimulasikan pada simulator Gazebo.
- c) Menganalisis akurasi FastSLAM 2.0 berdasarkan hasil simulasi robot virtual Pioneer 3-DX di simulator Gazebo.

1.4. Batasan Masalah

- a) ROS berjalan di sistem operasi Ubuntu
- b) Bahasa pemrograman yang digunakan di ROS adalah C++ dan Python
- c) Algoritme yang digunakan adalah FastSLAM 2.0
- d) Simulasi menggunakan robot virtual Pioneer 3-DX
- e) Aspek yang dianalisis adalah akurasi dari FastSLAM 2.0
- f) Lingkungan simulasi pada Gazebo menggunakan lingkungan buatan yang tertutup (tidak ada jalan masuk atau jalan keluar) dan tidak ada percabangan jalan yang menyebabkan robot berputar-putar di daerah yang sama berulang kali.

1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

- a) Identifikasi masalah penelitian
- Pada tahap ini dilakukan identifikasi dan *state of the art* dari permasalahan yang ada menggunakan studi literatur sebagai berikut:
- Mempelajari teori FastSLAM 2.0 dan algoritme SLAM lainnya
 - Mempelajari ROS di Ubuntu
 - Mempelajari simulator robot Gazebo di Ubuntu
 - Mempelajari bahasa C++
 - Mempelajari bahasa Python
- b) Mengadakan diskusi
- Setelah mendapatkan analisis data dari studi literatur, penulis melakukan diskusi dengan Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II serta teman kelompok Tugas Akhir.
- c) Perancangan sistem
- Proses perancangan yaitu untuk mengetahui bagaimana sistem bekerja. Langkah ini dilakukan untuk mempermudah dalam simulasi dengan Gazebo.
- d) Pengujian sistem
- Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dirancang dengan menggabungkan algoritme FastSLAM dan ROS serta menyimulasikannya di simulator Gazebo. Pada pengujian ini penulis memvalidasi hasil penelitian dengan mempertimbangkan parameter pengujian.
- e) Analisis data
- Data yang digunakan merupakan data yang didapatkan dari hasil percobaan simulasi. Analisis yang dilakukan yaitu hasil perancangan dengan teori yang ada.
- f) Penyimpulan hasil
- Pada tahap ini penentuan kesimpulan penelitian berdasarkan data-data hasil percobaan dan capaian untuk menjawab tujuan penelitian.
- g) Penyusunan laporan Tugas Akhir

Pada tahap ini dilakukan penyusunan laporan akhir dan pengumpulan dokumentasi yang diperlukan, format penulisan laporan mengikuti kaidah penulisan yang ditentukan oleh institusi.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini dibagi dalam beberapa bagian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang Tugas Akhir, rumusan masalah, tujuan Tugas Akhir, dan batasan masalah dari Tugas Akhir. Serta metodologi penelitian dan sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan mengenai beberapa teori penunjang yang mendukung dan mendasari penyusunan Tugas Akhir ini yaitu menjelaskan mengenai cara kerja sistem dan masing-masing komponen perangkat lunak.

BAB III PERANCANGAN

Bab ini membahas mengenai semua hal yang berkaitan dengan proses perancangan sistem yang berhubungan dengan Tugas Akhir ini.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas tentang skenario pengujian yang kemudian dianalisis sesuai parameter pengujian sehingga diperoleh suatu data yang diinginkan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan akhir dari perancangan sistem, pengujian, dan analisis yang diperoleh serta saran dan harapan untuk pengembangan lebih lanjut.