

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Robot *quadruped* merupakan jenis robot *mobile* yang menggunakan sistem pergerakan menyerupai fungsi kaki dan digunakan empat buah kaki agar robot dapat bergerak dan berpindah tempat. Susunan setiap kaki pada robot *quadruped* tersebut terdiri dari 3 DoF (*Degree of Freedom*) yang digerakkan dengan tiga buah aktuator yaitu motor servo. Secara matematis kaki robot dapat digerakkan pada ketiga sumbu Cartesian yaitu sumbu x, y, dan z. Setiap servo digerakkan pada sudut tertentu untuk membentuk kinematika pergerakan robot. Kinematika pergerakan robot merupakan studi mengenai pergerakan lengan atau kaki robot yang berhubungan dengan posisi *end effector*. Untuk membuat fungsi pergerakan agar robot dapat berjalan dan menyinkronkan keempat kaki tersebut, robot *quadruped* menggunakan *trajectory* dan pola langkah (*gait*). *Trajectory* kaki robot merupakan perencanaan gerak setiap kaki robot dari titik awal menuju titik *end effector* yang dihasilkan kinematika robot. *Trajectory* tersebut berhubungan dengan pengaturan pola sudut servo untuk menghasilkan gerakan langkah pada kaki robot, sehingga memungkinkan robot dapat bergerak dan berjalan. Pola langkah (*gait*) merupakan urutan langkah setiap kaki robot pada saat berjalan sehingga membentuk suatu pola dinamis. Oleh karena itu, perhitungan kinematika gerak, *trajectory* dan penentuan *gait* pada *quadruped* penting dilakukan agar robot dapat bergerak dengan stabil dan efisien.

Pada kasus yang terjadi sebenarnya, robot *quadruped* mengalami kendala karena sulit berjalan secara lurus ke arah gerak dinamis. Gerak dinamis robot *quadruped* meliputi gerak robot pada saat berjalan maju, mundur, ke samping kiri, maupun ke samping kanan [1]. Sulitnya robot *quadruped* untuk berjalan lurus maju tersebut, dapat disebabkan adanya gangguan eksternal yang tidak terduga seperti adanya selip antara kaki robot dengan permukaan lantai [2]. Selain itu, terkadang robot berkaki mengalami eror sudut yang dihasilkan dari motor servo. Eror sudut tersebut dapat disebabkan karena terjadinya selip pada *gear* motor sehingga *output* servo tidak pada sudut yang seharusnya. Selain itu, tumpuan

beban yang berlebih dari robot pada salah satu motor servo dapat mengakibatkan terjadinya selip pada servo dan membuat servo memanas [3]. Hal tersebut juga dapat membuat gerak dinamis yang dihasilkan robot *quadruped* cenderung mengalami eror dan mengakibatkan robot tidak dapat berjalan lurus dengan stabil. Sulitnya robot *quadruped* dalam berjalan secara lurus ke arah gerak dinamis tersebut dapat mengakibatkan terganggunya fungsi robot dalam menjalankan tugas atau misi robot. Karena gerakan dinamis pada dasarnya merupakan gerakan inti pada robot *quadruped* saat robot berjalan atau melakukan navigasi untuk menyelesaikan misinya.

Sebagai salah satu kasus yaitu pada penggunaan robot *quadruped* di salah satu ajang KRI (Kontes Robot Indonesia) yaitu divisi KRSRI (Kontes Robot SAR Indonesia). KRSRI merupakan kontes robot berkaki dengan misi memindahkan miniatur korban ke suatu tempat dan melakukan pemadaman api berupa lilin. Untuk mencapai misi tersebut, robot melakukan eksplorasi *tracking* arena ruang berbentuk labirin dengan pembatas berupa dinding kayu. Robot *quadruped* dipilih karena memiliki struktur yang fleksibel dan lincah. Sehingga waktu yang dibutuhkan dalam eksplorasi pencarian miniatur korban dan lilin lebih efisien. Hal yang dapat menjadi persoalan yaitu bagaimana cara membuat robot *quadruped* tetap stabil dalam eksplorasi *tracking* arena labirin tersebut. Misi eksplorasi pencarian tersebut membutuhkan gerakan dinamis robot yang sangat stabil, sehingga mempercepat waktu pencarian. Mengingat pada ajang KRSRI waktu yang diberikan robot untuk menyelesaikan misi cukup singkat, yaitu 5 menit.

Navigasi robot dalam ruangan labirin banyak memanfaatkan algoritma *wall following* untuk menuntun robot menuju suatu ruangan. Lintasan yang harus dilewati robot terkadang tidak memungkinkan untuk mengaplikasikan algoritma *wall following*, karena robot diharuskan melewati jalur ruang kosong yang saling berhadapan tanpa adanya dinding penuntun [4]. Selain itu, terkadang robot juga mengalami kondisi titik buta pada penggunaan algoritma *wall following*. Dimana sensor yang digunakan mengalami interferensi eksternal seperti adanya *sound dumper* dan dinding kaca yang dapat memecahkan algoritma strategi robot. Oleh karena itu, dibutuhkan algoritma lain untuk membantu robot *quadruped* berjalan stabil secara *autonomous* dalam lintasan tanpa adanya media penuntun.

Untuk membantu navigasi robot dalam melintasi arena, dapat digunakan kontrol orientasi robot terhadap sudut *yaw*. Sudut *yaw* merupakan arah orientasi yang dapat disamakan dengan arah mata angin dari sudut pandang hadap robot. Kontrol *yaw* membantu robot untuk mempertahankan orientasi genap ke arah gerak dinamis baik maju, mundur, ke samping kanan, maupun ke samping kiri. Ketika dalam keadaan berjalan, robot akan membaca data orientasinya dan memberikan sinyal eror untuk diperbaiki robot. Robot menggunakan metode *inverse kinematics* untuk memperbaiki langkah robot menuju orientasi yang seharusnya. Untuk meningkatkan akurasi dan presisi data orientasi yang diperoleh dari sensor IMU (*Inertial Measurement Unit*), digunakan metode *Kalman Filter* yang menggabungkan data akselerasi dan *gyroscope*. Dengan kontrol *yaw* ini diharapkan robot dapat menjalankan algoritma *path following* berdasarkan lintasan yang ditentukan dengan gerak dinamis yang stabil dan terarah, tanpa menggunakan media penuntun seperti dinding. Untuk mempermudah arah gerak robot di lintasan bermarka, digunakan pendeteksian garis atau marka lintasan tersebut menggunakan sensor garis. Robot *quadruped* yang memiliki desain cenderung simetris memiliki kemudahan untuk bergerak fleksibel ke segala arah. Oleh karena itu digunakan *omni-directional walking* yang memanfaatkan gerak dinamis dan berputar dengan pemilihan *gait* yang tepat untuk menjangkau keseluruhan arah gerak robot. Dengan ini pula diharapkan robot dapat menjangkau lintasan secara efisien tanpa melakukan gerakan berbelok yang membutuhkan banyak langkah.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, maka rumusan masalah yang didapat pada penelitian ini, antara lain.

1. Bagaimana karakteristik data sensor IMU yang dihasilkan setelah menggunakan metode *Kalman Filter*?
2. Bagaimana membuat algoritma pergerakan robot *quadruped* yang dapat bergerak secara *omnidirectional*?
3. Bagaimana membuat sistem kontrol orientasi dan *path following* robot *quadruped* pada arena pengujian?

1.3. Batasan Masalah

Terdapat beberapa parameter yang dijadikan sebagai batasan ruang lingkup permasalahan pada penelitian ini, antara lain.

1. Penggunaan penelitian ini pada robot *quadruped* tipe *sprawling*.
2. Arena lintasan dibuat pada bidang 2D dengan ukuran 1,5 x 2 meter.
3. Arena lintasan tidak memiliki halangan.
4. Robot menjalankan *path following* dengan satu lokasi awal dan empat lokasi tujuan yang bersifat tetap dan telah ditentukan jalur navigasinya.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan dapat tercapai dengan dilaksanakannya penelitian pada skripsi ini, antara lain.

1. Diperoleh data sensor IMU yang presisi dan akurat menggunakan metode *Kalman Filter*.
2. Diperoleh gerak *omnidirectional* pada robot *quadruped*.
3. Diperoleh algoritma pendeteksian persimpangan pada jalur *path following* di lintasan 2D yang telah diberi marka.
4. Diperoleh keberhasilan robot *quadruped* melakukan *path following* pada lintasan yang telah ditentukan.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada laporam hasil skripsi ini memiliki 6 (enam) bagian utama antara lain:

1. Judul

Judul yang digunakan pada penelitian skripsi ini yaitu “*Path Following Robot Quadruped pada Lintasan Labirin 2D Bermarka Menggunakan Kontrol Orientasi dan Kalman Filter*”.

2. Bab I: Pendahuluan

Bagian ini berisi rancangan dasar penelitian, antara lain: latar belakang judul penelitian mengenai sistem dan algoritma yang digunakan pada robot *quadruped*, rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian, tujuan masalah yang akan dicapai pada penelitian, batasan

masalah pada penelitian, sistematika penulisan laporan hasil skripsi, metodolgi pengambilan informasi dan data pada penelitian, serta jadwal pelaksanaan yang akan dilaksanakan dalam penelitian.

3. Bab II: Teori Penunjang

Bagian ini berisi kumpulan literatur terdahulu mengenai robot *quadruped*, *inverse kinematics* dan Kalman *filter* serta beberapa dasar teori terkait dengan judul penelitian.

4. Bab III: Perancangan Sistem

Perancangan sistem berisi diagram blok dan *flowchart* cara kerja sistem yang sesuai dengan judul. Selain itu juga terdapat desain mekanik serta skematik elektronika yang akan digunakan pada robot *quadruped*.

5. Bab IV: Pengujian dan Analisis

Bagian ini berisi data dan uraian analisis hasil pengujian sistem robot *quadruped* menggunakan kontrol orientasi dan Kalman *filter* terhadap lingkungan uji.

6. Bab V: Kesimpulan dan Saran

Bagian akhir laporan skripsi ini merupakan uraian kesimpulan yang dapat ditarik dari uji coba yang dilakukan pada robot *quadruped* berdasarkan judul penelitian.

1.6. Metodeologi Penelitian

Metodologi penelitian yang akan dilakukan memiliki 6 (enam) bagian utama antara lain:

1. Studi kasus

Tahapan ini berisi kegiatan observasi pada robot *quadruped* dan arena lintasan robot untuk memahami kerja sistem serta menemukan pokok permasalahan.

2. Pengumpulan literatur.

Selanjutnya dilakukan pengumpulan referensi dari penelitian sebelumnya. Kumpulan referensi tersebut digunakan untuk menunjang argumentasi, pemilihan metode dan rancangan sistem pada penelitian mengenai robot *quadruped* dan *path following*.

3. Analisis permasalahan

Tahap ini digunakan untuk menemukan solusi, metode yang tepat dari pokok permasalahan berdasarkan judul penelitian.

4. Perancangan sistem.

Tahap ini bertujuan untuk melakukan perancangan sistem robot *quadruped* hingga pembuatan arena lintasan pengujian robot.

5. Pengujian sistem

Tahap pengujian sistem merupakan proses pengujian algoritma robot dan pengambilan data pengujian mengenai kontrol orientasi dan sistem *path following* yang diimplementasikan pada *quadruped*.

6. Analisa dan kesimpulan

Setelah pengujian sistem dan diperoleh beberapa data penelitian data tersebut dianalisa untuk menghasilkan kesimpulan pengujian.

1.7. Jadwal Pelaksanaan Kegiatan

Penelitian skripsi ini dikerjakan selama 6 (enam) bulan dengan jadwal pelaksanaan yang telah direncanakan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Jadwal Pelaksanaan

No.	Kegiatan Penelitian	Bulan Pelaksanaan					
		I	II	III	IV	V	VI
1	Studi kasus						
2	Perancangan elektronika dan mekanik robot <i>quadruped</i>						
4	<i>Troubleshooting</i> sistem mekanik dan elektronika robot <i>quadruped</i>						
5	Pembuatan algoritma dan strategi <i>path following</i> robot <i>quadruped</i>						
7	Pengujian sistem robot <i>quadruped</i>						
8	Evaluasi hasil pengujian						
9	Analisis dan penarikan kesimpulan						
10	Pembuatan laporan akhir						