

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Robot

Sepak bola adalah olahraga yang tidak hanya mengandalkan kemampuan fisik, tetapi juga menguji keterampilan kognitif, strategi permainan, dan koordinasi antar pemain dalam tim. Dalam pertandingan sepak bola, pemain harus dapat memproses informasi dari visual secara cepat seperti mengenali posisi bola, gawang, dan lawan yang menghalangi. Pembuatan keputusan dalam waktu singkat juga merupakan hal yang penting baik secara individu maupun tim. Hal ini menjadikan sepak bola menarik bukan hanya dari segi olahraga tetapi juga model untuk simulasi sistem cerdas dalam dunia teknologi.

Permainan sepak bola menawarkan lingkungan yang ideal untuk menguji dan mengembangkan aspek penting dari sistem otonom dalam dunia robotika. Permainan ini mengharuskan robot untuk melakukan *object detection* untuk mendeteksi bola, gawang dan *obstacle* yang menghalangi. Kemudian robot juga harus melacak posisi dan arah bola (*tracking*), pengambilan keputusan (*decision making*) dan navigasi serta manuver presisi dalam lapangan. Oleh karena itu, deteksi objek yang cepat dan akurat menjadi sangat penting untuk keberhasilan robot dalam pertandingan[1]. Semua elemen ini membutuhkan integrasi dari berbagai subsistem seperti *computer vision*, sistem kendali, sistem navigasi berbasis sensor dan komunikasi antar robot.

Pengembangan robot sepak bola beroda adalah representasi dari penerapan sistem robotik dalam lingkungan yang berubah ubah dan penuh dengan tantangan. Robot sepak bola beroda tidak seperti sistem otomatis di industri yang beroperasi dalam kondisi tetap. Robot ini harus mampu beradaptasi terhadap perubahan yang terjadi di lapangan secara *real time* seperti pergerakan bola, posisi lawan dan situasi permainan. Hal ini membuat robot sepak bola sebagai *platform* yang tepat untuk

mengembangkan kemampuan robot dalam memahami lingkungan, mengambil keputusan dengan mandiri, serta bergerak dan mengatur strategi secara tepat dalam waktu yang terbatas.

Pada sistem penggerak, robot sepak bola beroda umumnya menggunakan roda omni (*omniwheel*) karena menawarkan kelincuhan tinggi dalam menggiring dan mengejar bola. Roda *omni* memungkinkan robot bergerak bebas ke segala arah tanpa perlu mengubah orientasi tubuh. Kemampuan ini dimungkinkan oleh tiga derajat kebebasan pada bidang datar, yaitu translasi ke segala arah dan rotasi [2]. Metode holonomik dengan konfigurasi tiga roda *omni* banyak diterapkan pada robot *omnidirectional* untuk meningkatkan mobilitas, sehingga robot dapat bergerak ke segala arah dengan orientasi apa pun [3]. Fleksibilitas ini penting agar robot mampu merespons dinamika permainan secara *real-time*.

Penggunaan metode gerak *omnidirectional* dalam geometri robotika memungkinkan robot bergerak ke segala arah tanpa bergantung pada posisi dan orientasi tubuhnya. Dengan pendekatan ini, kecepatan linear dan sudut (V_x dan V_y) dapat dihasilkan secara simultan. Pengaturan nilai-nilai ini dapat dicapai melalui metode tersebut, karena robot memiliki tiga derajat kebebasan (DOF) [4].

Secara struktural, roda *omni* memiliki fitur utama berupa susunan *roller* kecil yang dipasang tegak lurus terhadap sumbu utama roda. Konfigurasi ini memungkinkan roda bergerak mulus di atas permukaan datar serta mempermudah implementasi sistem kendali karena responsnya yang langsung dan presisi[5]. Desain dan konfigurasi roda *omniwheel* memegang peranan krusial dalam memastikan kemampuan mobilitas *holonomic* yang menjadi ciri khas robot ini[6]. Robot *omniwheel* memungkinkan manuver bebas di bidang gerak tanpa harus mengubah orientasi tubuh robot, sehingga memberikan kelincuhan tinggi dan akselerasi optimal dalam mengejar bola[7]. Kemampuan ini diperoleh karena jenis robot ini mampu memanfaatkan friksi roda secara penuh, bergerak ke segala arah, serta berbelok dalam bidang geraknya.

Robot *holonomic* seperti ini tepat karena memungkinkan manuver yang lebih tinggi dan efisiensi yang lebih baik, meskipun memerlukan kompleksitas

tambahan[8] . Untuk mendukung kemampuan manuver yang kompleks dan responsif pada robot sepak bola beroda, diperlukan pemahaman mengenai kinematika dan dinamika gerak robot. Model kinematik robot mengatur bagaimana kecepatan tiap tiap roda dipetakan ke kecepatan robot sedangkan model dinamis mengatur bagaimana torsi roda dipetakan ke akselerasi robot[9].

Selain sistem penggerak dan kontrol, desain struktur dan bentuk robot juga memiliki peranan penting dalam performa robot di lapangan. Struktur robot harus cukup kuat untuk menahan benturan selama pertandingan, namun tetap ringan agar robot dapat bergerak dengan cepat dan responsif. Pemilihan material seperti aluminium atau bahan komposit sering digunakan untuk mencapai keseimbangan antara kekuatan dan bobot. Bentuk robot pun perlu dirancang agar stabil saat bergerak cepat, serta memiliki pusat massa yang rendah untuk mencegah terguling. Selain itu, desain luar robot harus mempertimbangkan aksesibilitas sensor, kamera, dan *aktuator* agar sistem *vision* dan kontrol dapat bekerja secara optimal tanpa terhalang oleh bagian rangka.

1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana merancang struktur mekanik robot KRSBI beroda yang kokoh dan sesuai dengan kebutuhan mobilitas dalam pertandingan sepak bola robot?
- Bagaimana merumuskan dan mengimplementasikan model matematika kinematika dan dinamika untuk sistem pergerakan robot omniwheel 3 roda?
- Bagaimana menganalisis gaya yang dibutuhkan pada masing masing roda agar robot dapat bergerak sesuai yang diperlukan?

1.3 Maksud dan Tujuan

Pelaksanaan kegiatan MBKM ini dimaksudkan untuk memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa dalam mengaplikasikan ilmu dan keterampilan yang diperoleh selama perkuliahan ke dalam proyek nyata yang bersifat kolaboratif dan multidisiplin. Penulis memilih untuk mengikuti proyek

pengembangan robot sepak bola karena proyek ini menuntut keterlibatan aktif dalam bidang teknik mekanika, kontrol dan sistem robotika secara terintegrasi. Keterlibatan dalam proyek ini juga bertujuan untuk memperdalam pemahaman terhadap proses rekayasa teknik mulai dari tahap perancangan, analisis model pergerakan robot (kinematika dan dinamika), hingga tahap implementasi dan pengujian di lapangan.

Berikut ini adalah beberapa tujuan dari pelaksanaan proyek ini.

- Mengembangkan keterampilan teknis dan rekayasa mekanikal, terutama dalam mendesain struktur dan sistem penggerak robot beroda *omnidirectional*.
- Menerapkan teori kinematika dan dinamika dalam konteks nyata untuk menghitung gerakan, gaya, dan torsi pada robot beroda *omnidirectional*.
- Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah teknik melalui pengembangan dan pengujian *prototype* robot.

1.4 Waktu dan Prosedur

Pelaksanaan proyek pengembangan robot sepak bola untuk KRSBI dilaksanakan selama rentang waktu Januari hingga Juli, dengan tahapan kerja yang terstruktur. Proyek diawali dengan pembagian tugas berdasarkan keahlian masing masing anggota tim, kemudian dilanjutkan dengan tahapan teknis dan administratif sesuai kebutuhan lomba.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A