BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Perkembangan teknologi robotika saat ini semakin pesat dan telah dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti industri, pendidikan, penelitian, maupun kompetisi robot. Salah satu jenis robot yang banyak dikembangkan dalam bidang pendidikan dan kompetisi adalah robot sumo. Robot sumo merupakan robot otonom yang dirancang untuk bertarung dengan robot lawan di dalam arena berbentuk lingkaran dengan tujuan mendorong lawan keluar dari arena. Dalam proses operasinya, robot sumo membutuhkan sistem sensor yang mampu mendeteksi batas arena agar robot tidak keluar dari lingkaran pertandingan . (Ayu Mika Sherila, 2025)

Salah satu komponen penting yang digunakan dalam sistem navigasi robot sumo adalah sensor garis. Sensor garis berfungsi untuk mendeteksi perbedaan warna antara permukaan arena yang umumnya berwarna gelap dan garis batas yang berwarna terang. Informasi dari sensor ini digunakan oleh sistem kendali robot untuk mengambil keputusan secara cepat, seperti menghentikan gerakan atau berbelok ketika robot mendekati garis batas arena (Reynold .F robot, 2010).

Pada robot sumo kelas *high speed***,** robot dirancang untuk bergerak dengan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan robot sumo pada kelas standar. Kecepatan yang tinggi memberikan keuntungan dalam strategi serangan terhadap lawan, namun

juga menimbulkan tantangan pada sistem sensor yang digunakan. Pada kondisi ini, sensor garis harus mampu merespons perubahan sinyal secara cepat dan akurat ketika robot mendekati garis batas arena. Apabila respon sensor terlalu lambat, robot berisiko melewati garis batas sebelum sistem kendali dapat mengambil tindakan yang tepat (Wetenriajeng, Muflih, and Gani 2025).

Risiko kegagalan deteksi pada kondisi dinamis ini dipertegas oleh penelitian Mateusz Święcki dalam jurnalnya yang berjudul 'Tests of Selected Sensors Applicable in Autonomous Mini Sumo Robots'. Dalam studi tersebut, dilakukan pengujian terhadap berbagai jenis sensor untuk mengevaluasi efektivitasnya dalam mendeteksi batas arena pada robot sumo otonom. Hasilnya menunjukkan adanya variasi performa yang signifikan antar sensor dalam merespons perubahan lingkungan yang cepat. Dalam skenario robot sumo kelas high speed, kegagalan sensor dalam memberikan pembacaan yang konsisten sering kali menjadi penyebab utama robot keluar dari dohyo. Hal ini terjadi karena pada kecepatan tinggi, sensor tidak hanya dituntut untuk mendeteksi warna secara statis, tetapi harus memiliki keandalan tinggi dalam merespons perubahan reflektansi permukaan yang terjadi secara mendadak agar sistem kendali dapat melakukan manuver penghindaran tepat waktu (Święcki 2020)

Salah satu aspek penting dalam kinerja sensor adalah respon transien, yaitu kemampuan sensor dalam merespons perubahan kondisi dari satu keadaan ke keadaan lain dalam waktu tertentu. Respon transien yang baik akan memungkinkan sensor

mendeteksi perubahan permukaan dengan cepat sehingga sistem kendali robot dapat memberikan respon yang tepat waktu. Namun, pada kecepatan robot yang tinggi, waktu yang tersedia bagi sensor untuk mendeteksi garis menjadi sangat singkat, sehingga karakteristik respon transien sensor menjadi faktor yang sangat menentukan keberhasilan sistem (Koppad and Agarwal 2014).

Dari permasalahan tersebut, terpadat potensi keterlambatan respon sensor yang dapat mengakibatkan kegagalan navigasi robot dan diperlukan suatu penelitian untuk menganalisis respon transien sensor garis ketika digunakan pada robot sumo yang bergerak dengan kecepatan tinggi. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan sensor dalam mendeteksi garis pada kondisi kecepatan tinggi serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja sensor tersebut.

Dengan melakukan analisis terhadap respon transien sensor garis, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai karakteristik kerja sensor pada kondisi kecepatan tinggi. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem sensor yang lebih responsif dan andal, sehingga dapat meningkatkan performa robot sumo kelas high speed dalam mendeteksi batas arena secara lebih cepat dan akurat (Ebadattulla et al. 2018).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh peningkatan kecepatan robot kelas high speed terhadap rise time dan total latensi pembacaan sensor garis TCRT5000?
2. Berapa batas kecepatan maksimum yang aman bagi robot agar sistem sensor masih sempat mengirimkan sinyal perintah manuver sebelum robot melewati batas garis arena (dohyo)?

1.3.Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik respon transien sensor garis TCRT5000 akibat perubahan kecepatan tinggi.
2. Menghitung dan menentukan batas kecepatan aman robot berdasarkan waktu respon sensor guna meminimalkan risiko robot kebablasan keluar arena.

1.4.Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokus, batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Sensor garis yang dianalisis dibatasi pada sensor optik infra merah tipe reflektif (TCRT5000).
2. Pengujian dilakukan pada lintasan dengan kontras warna hitam dan putih.
3. Variasi kecepatan yang dianalisis dibatasi pada rentang kecepatan tinggi yang masih dapat dicapai oleh sistem robot uji.
4. Parameter yang dianalisis meliputi waktu respon, delay pembacaan, dan kestabilan sinyal sensor.

5. Faktor pencahayaan lingkungan dijaga konstan dan tidak dianalisis secara mendalam.
6. Algoritma kendali robot tidak menjadi fokus penelitian, penelitian difokuskan pada karakteristik respon sensor.

1.5.Manfaat Penelitian

1. Membantu menerapkan konsep teoritis mengenai sistem kontrol dan parameter transien (rise time, delay time, propagation delay) yang dipelajari dalam bangku perkuliahan ke dalam studi kasus fisik sistem robotika.
2. Memberikan kontribusi nyata berupa solusi akurat bagi perancang robot dalam mengatasi masalah robot sumo yang sering keluar arena akibat keterlambatan respon sistem pada kecepatan tinggi.
3. Menentukan Parameter Batas Kecepatan Aman, sehingga robot tetap dapat beroperasi dengan performa tinggi tanpa kehilangan akurasi pembacaan garis.
4. Menyediakan data pengujian yang valid mengenai karakteristik serta batas kemampuan sensor TCRT5000 saat dioperasikan pada kondisi kedinamisan tingkat tinggi.
5. Menambah literatur ilmiah dan pustaka di program studi Teknik Elektro, khususnya sebagai referensi bagi mahasiswa lain yang ingin mengembangkan penelitian lanjutan di bidang optimalisasi kontrol robot otonom atau sistem pengereman otomatis.