BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data eksperimen pada Bab IV, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh Kecepatan terhadap Respon Sensor dan Latensi

   Peningkatan kecepatan robot membuat waktu naik (*rise time* / t_r) sensor TCRT5000 menyusut drastis dari 16,0 ms pada kecepatan rendah menjadi konstan 1,0 ms pada kecepatan tinggi. Di samping itu, optimasi register ADCSRA prescaler 16 berhasil meningkatkan *sampling rate* ADC menjadi 27,78 kHz (6,3 kali lebih cepat), sehingga mampu memangkas waktu pembacaan sensor menjadi hanya 36,00 μs. Dengan demikian, total latensi elektrik sistem menjadi sangat minimal, di mana sasis robot secara teoretis hanya melaju sejauh 0,40 mm sejak garis terdeteksi hingga instruksi pengereman dikirim ke driver motor.

2. Batas Kecepatan Maksimum Aman (*Safe Maximum Speed*)

   Batas kecepatan maksimum aman agar robot tidak keluar arena dohyo adalah 0,32 m/s (dicapai pada parameter PWM 150), yang memberikan tingkat keberhasilan pengereman sebesar 100%. Sementara itu, kegagalan pengereman pada kecepatan maksimal (0,40 m/s / PWM 255) dibuktikan bukan disebabkan oleh delay program atau sensor, melainkan akibat keterbatasan fisik mekanis (*hardware bottleneck*). Momentum linear robot yang terlalu besar dan roda

berdiameter besar (6 cm) mereduksi torsi rem motor secara signifikan, sehingga memicu selip mekanis (*skidding*) yang meluncur melewati batas ruang sisa sasis depan robot yang sepanjang 4,5 cm.

5.2 Saran

Demi pengembangan penelitian lanjutan di bidang optimalisasi kontrol robot otonom dan sistem keselamatan penginderaan cepat, beberapa saran yang dapat diajukan adalah:

1. Reduksi Jarak Fisik Peletakan Sensor: Posisi penempatan sensor TCRT5000 terhadap ujung terluar sasis depan (sekop) robot sebaiknya dirancang sedekat mungkin. Perpendekan jarak fisik ini sangat krusial untuk memperluas margin ruang deselerasi sasis, sehingga meminimalkan risiko bodi robot melewati garis pembatas *dohyo* saat mengerem pada kecepatan tinggi.
2. Optimasi Komponen Mekanis (Roda & Ban): Disarankan untuk memperkecil diameter roda (misalnya menggunakan diameter 3 cm hingga 4 cm) guna meningkatkan torsi pengereman motor, serta menggunakan material ban berbahan karet silikon yang memiliki koefisien gesek lebih tinggi untuk mencegah gejala selip mekanis (*skidding*).
3. Penerapan Komparator Tegangan Eksternal: Menambahkan rangkaian sirkuit komparator analog eksternal (menggunakan IC Op-Amp seperti LM393) sebelum sinyal sensor masuk ke mikrokontroler. Langkah ini dapat mengubah

output sensor menjadi sinyal digital kotak secara instan, sehingga mampu memotong waktu tunda konversi ADC internal secara mutlak.