

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi, pengujian, dan analisis kontrol PID pada kursi roda listrik berbasis *differential drive*, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pengendali PID yang diterapkan mampu mengendalikan sudut *yaw* dan kecepatan sudut *yaw* (ω_z) dengan baik, sehingga sistem dapat mengikuti setpoint yang diberikan secara stabil dengan nilai *steady-state error* yang rendah pada seluruh pengujian yang dilakukan.
2. Pada analisis respons sudut *yaw*, manuver belok di tempat (*pivot turn*) menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan manuver belok melengkung (*curve turn*) pada seluruh variasi sudut target 60°, 90°, dan 120°. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *rise time*, *settling time*, SSE, dan *overshoot* yang secara umum lebih kecil, sehingga perubahan orientasi kursi roda dapat dicapai lebih cepat dan lebih stabil.
3. Pada analisis respons kecepatan sudut *yaw* (ω_z), manuver *pivot turn* juga menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan *curve turn* pada pengujian tanpa beban maupun dengan variasi beban 50 kg, 60 kg, dan 70 kg. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *rise time*, dan *settling time* yang secara umum menunjukkan karakteristik respons yang lebih baik. Selain itu, nilai *RMSE* menunjukkan kualitas *tracking* yang lebih baik terhadap setpoint masing-masing metode.
4. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa manuver *pivot turn* memberikan performa yang lebih baik dibandingkan *curve turn* pada kursi roda listrik berbasis *differential drive*. Oleh karena itu, *pivot turn* direkomendasikan sebagai metode manuver untuk menghasilkan respons belok yang cepat dan efektif, khususnya pada kondisi dengan ruang gerak yang terbatas.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Pengujian sistem perlu dilakukan pada kondisi lingkungan yang lebih beragam, seperti lintasan miring, permukaan yang tidak rata, dan kondisi gangguan eksternal, sehingga performa sistem dapat dievaluasi pada kondisi yang lebih mendekati penggunaan nyata.
2. Variasi beban pengguna dan jumlah pengulangan pengujian dapat diperbanyak untuk memperoleh hasil yang lebih representatif serta meningkatkan keandalan analisis statistik.

3. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan metode tuning atau kendali yang lebih adaptif agar performa sistem tetap konsisten terhadap perubahan beban dan jenis manuver yang berbeda.
4. Metode kendali lain, seperti fuzzy-PID atau kendali adaptif, dapat dijadikan pembanding untuk mengevaluasi peningkatan performa dibandingkan kontrol PID yang digunakan pada penelitian ini.

