

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KENDALI RODA SWERVE PADA ROBOT

Muhammad Ufi Ishbar Maulana¹, Anang Habibi², Oktriza Melfazen³

¹Universitas Islam Malang

^{2,3}Universitas Islam Malang

22101053004@unisma.ac.id, ananghabibi@unisma.ac.id, oktrizamelfazen@unisma.ac.id

Abstract

This study aims to design and develop a swerve wheel control system for a mobile robot capable of moving in all directions without changing its body orientation. The swerve drive system was chosen due to its flexibility and precision in executing complex maneuvers. The system design involves the use of an Arduino Mega 2560 microcontroller as the main controller and 3D mechanical modeling via AutoCAD, which is fabricated using 3D printing technology. The research process includes design, system assembly, and testing across various movement types such as translation, diagonal, and rotation. Test results show that the system can independently control wheel direction and speed, with an average orientation error of 12.85°, corresponding to an orientation accuracy of 89.92%, depending on the type of maneuver. The system demonstrates high mobility, good stability, and has potential applications in modern robotics development as well as serving as a practical learning tool for implementing robotic technology.

Keywords— Robotic; Swerve Wheel; Control System; Microcontroller; 3D Design;

Abstraksi

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem kendali Swerve Wheel pada robot mobile yang mampu bergerak ke segala arah tanpa mengubah orientasi tubuh. Sistem swerve drive dipilih karena fleksibilitas dan presisinya dalam melakukan manuver kompleks. Perancangan sistem melibatkan penggunaan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pengendali utama serta pemodelan mekanik 3D menggunakan AutoCAD yang dicetak dengan 3D printing. Proses penelitian meliputi desain, perakitan, serta pengujian terhadap berbagai jenis gerakan seperti translasi, diagonal, dan rotasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengontrol arah dan kecepatan roda secara independen dengan rata-rata error sudut sebesar 12,85°, yang setara dengan akurasi orientasi sebesar 89,92%, tergantung jenis manuver. Sistem ini memberikan mobilitas tinggi, stabilitas baik, dan berpotensi diaplikasikan dalam pengembangan robotika modern serta sebagai media pembelajaran implementasi teknologi robot.

Kata Kunci— Robot; Swerve Wheel; Sistem kendali ;Mikrokontroler; 3D Desain; lainnya mengatur arah kemudi.

I. PENDAHULUAN

Pengendalian sistem kemudi merupakan salah satu tantangan utama dalam pengembangan robot beroda. Penerapan sistem kemudi pada mobile robot memerlukan pemahaman yang baik terhadap model kinematika robot. Model kinematika pada platform mobile robot membahas mekanisme pergerakan sehingga dapat dijelaskan hubungan antara putaran roda, kecepatan, dan keluaran yang dihasilkan, yaitu bagaimana respons robot terhadap masukan yang diberikan.

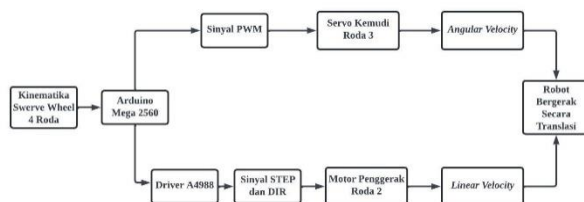
Swerve drive merupakan sistem penggerak yang dirancang untuk memungkinkan pergerakan bebas ke segala arah. Pada penelitian ini, penerapan swerve drive membuat robot mampu bergerak ke berbagai arah tanpa harus memutar seluruh bodinya. Swerve drive tersusun dari dua aktuator dan satu roda [1], di mana satu motor berfungsi menggerakkan roda, sementara motor

Fokus penelitian ini adalah pada proses perakitan robot serta pengaturan konfigurasi sistemnya. Keseimbangan antara perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) menjadi aspek penting dalam proses ini. Sama seperti proses membangun komponen fisik dan merancang program, keduanya harus saling melengkapi. Ketidakseimbangan, bahkan akibat hal kecil, dapat mengganggu performa sistem karena kedua komponen ini saling terhubung..

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Yakni, metode penelitian yang menggunakan model matematis dengan pengumpulan data, penggunaan angka, serta penampilan dari hasilnya yang sistematis, terencana melalui gambar, tabel, serta tampilan lainnya.

Penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan dan penentuan tujuan yang ingin diraih, yakni merancang sistem kendali swerve wheel yang stabil dan presisi. Selanjutnya, tahap perancangan desain sistem, termasuk pemilihan komponen seperti motor stepper, servo, driver stepper, mikrokontroler yang digunakan, pembuatan diagram blok sistem, serta perancangan model mekanik menggunakan software model desain 3D. Setelah desain selesai, dapat dilakukan perakitan spesifikasi sistem, tahap ini mencakup proses merakit keseluruhan sistem, termasuk hardware maupun software. lalu dilakukan pengujian apakah robot dapat bergerak sesuai kriteria keberhasilan yang diinginkan. Jika robot telah berhasil memenuhi kriteria keberhasilan akan dilakukan analisis hasil untuk memahami kelebihan serta kekurangan.



Gambar 1. Blok diagram sistem

Gambar 1. menunjukkan diagram alur kerja dari sistem kendali swerve wheel mulai dari pemodelan hingga pergerakan aktual robot. Sistem kendali swerve wheel pada robot ini bekerja berdasarkan pemodelan kinematika yang berfungsi untuk menentukan arah dan kecepatan masing-masing roda secara independen. Pemodelan ini menghasilkan dua output utama, yaitu nilai sudut untuk rotasi arah roda (Angular Velocity) dan nilai kecepatan untuk gerak translasi roda (Linear Velocity). Mikrokontroler Arduino Mega 2560, yang bertugas sebagai pusat kendali sistem. Arduino ini memiliki kapasitas pin dan memori yang cukup besar sehingga mampu mengatur delapan aktuator sekaligus, empat motor stepper sebagai penggerak roda dan empat aktuator kemudi roda dengan servo.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas secara rinci mengenai proses pengujian sistem kendali swerve wheel pada mobile robot. Dimulai dengan menjalankan robot diatas alas triplek dengan jalur bergaris.

Sistem swerve wheel merupakan salah satu teknologi penggerak yang memungkinkan robot berjalan ke segala arah tanpa harus mengubah arah tubuh utamanya. Proses perancangan diawali dengan pemilihan komponen utama, hingga penerapan pada robot fisik yang telah dirakit.

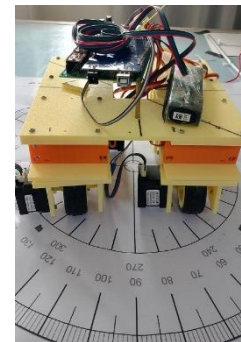
Langkah-langkah dalam perancangan swerve wheel mencakup:

1. Desain dan pembuatan struktur mekanik roda swerve model 3D,
2. Penggabungan motor penggerak dan kemudi,
3. Perancangan rangkaian elektronika dan koneksi driver motor,
4. Pemrograman kendali berbasis Arduino,
5. Pengujian dan evaluasi pergerakan robot secara keseluruhan.

Setiap tahapan akan dijelaskan secara sistematis untuk menggambarkan bagaimana sistem swerve drive diimplementasikan pada robot dalam penelitian ini.

A. Desain 3D Model

Tahapan pertama dalam pengembangan sistem swerve wheel yaitu merancang model mekanik dari masing-masing roda. Setiap roda terdiri dari satu stepper motor dan satu servo. Stepper motor digunakan sebagai penggerak roda dan servo digunakan untuk mengatur arah roda. Desain dilaksanakan menggunakan software AutoCAD untuk membuat model 3D, yang kemudian dicetak menggunakan mesin 3D Printer dengan bahan filament PLA+. Model mekanik dirancang agar mampu menampung sistem roda secara kompak, memungkinkan pergerakan putar roda hingga 180 derajat. Desain akhir dari satu modul roda kemudian dicetak menjadi empat buah untuk dipasang pada empat sisi bawah platform robot.



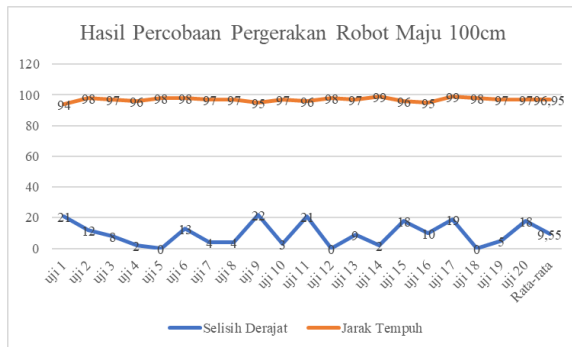
Gambar 2. Desain Model 3D

B. Pengujian Pergerakan Robot

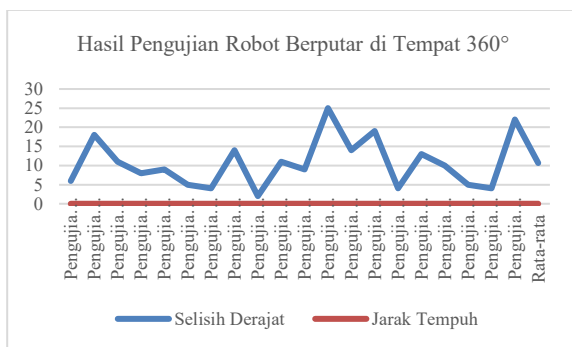
Pengujian sistem kendali swerve wheel dilakukan dengan menggerakkan robot di atas media uji berupa triplek. Robot ditempatkan pada titik awal, kemudian diberikan perintah gerakan yang telah diprogram langsung ke dalam mikrokontroler Arduino Mega 2560. Saat robot dihubungkan ke tegangan, sistem secara otomatis menjalankan urutan perintah gerakan.

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengevaluasi kestabilan dan akurasi sistem swerve wheel dalam menjalankan perintah gerak serta mengamati sinkronisasi antara rotasi arah

roda oleh servo MG996R dan gerak putaran roda oleh stepper motor. Setiap roda dapat menyesuaikan penempatan secara otomatis sebelum melakukan pergerakan. Sistem kendali dapat beroperasi secara mandiri dengan respon yang stabil ketika dihubungkan dengan suplai daya.



Gambar 3. Pengujian Pergerakan Robot Maju



Gambar 4. Pengujian Pergerakan Robot Berputar

Menampilkan hasil pengujian pada pergerakan robot sebanyak 20 kali menggunakan alas triplek dengan langkah pada stepper 200 step per putaran. Pengujian robot bergerak menunjukkan hasil yang belum sesuai harapan, karena nilai error sudut melebihi toleransi yang diharapkan, yaitu 10 derajat. Perbedaan sudut yang cukup jauh ini disebabkan oleh beberapa hal seperti, sparepart yang sudah rapuh, suplai daya baterai tidak stabil yang dapat mempengaruhi arah gerak robot dan menyebabkan ketidaktepatan dalam navigasi

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, mekanisme swerve wheel dirancang dan direalisasikan dengan mengombinasikan motor stepper NEMA 17 sebagai penggerak utama roda dan servo MG996R sebagai pengatur sudut kemudi. Kedua aktuator tersebut dipasang dalam satu modul swerve yang ditempatkan pada keempat sisi robot. Untuk sistem elektroniknya, digunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengendali utama, dengan sinyal PWM yang mengatur pergerakan servo serta

sinyal STEP-DIR yang mengontrol driver motor A4988.

Sistem kendali swerve wheel yang dikembangkan mampu mengatur arah dan kecepatan tiap roda secara independen. Uji coba pada berbagai manuver dasar, seperti gerak maju, mundur, geser samping, diagonal, hingga rotasi penuh, menunjukkan pergerakan robot yang stabil dan responsif. Rata-rata perbedaan sudut hasil pengukuran berada pada kisaran 8–20 derajat, sedangkan deviasi jarak tercatat antara 1–5 cm dari target 100 cm, tergantung jenis manuver yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. B. Dewa, C. Christiad, A. D. Soewono, and M. Darmawan, "Rancang Bangun Sistem Informasi Posisi Untuk Robot Beroda Berbasis Rotary Encoder dan GPS Receiver," *Cylin. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 11–19, 2021.
- [2] M. A. D. T. T. Taufik Abdullah and H. Hikmarika, "Sistem Kendali pada Pergerakan Posisi Humanoid Robot Beroda Menggunakan PID," *J. Rekayasa Elektro Sriwij.*, vol. 3, no. 2, pp. 228–234, 2022, doi: 10.36706/jres.v3i2.55.
- [3] F. Afifah, H., Habibi, A., & Badri, "Rancang Bangun Trajectory Tracking pada Robot Beroda di Universitas Islam Malang," vol. 17, 2024.
- [4] Siradjuddin, S. Wibowo, and A. A. Rofiq, "Pemodelan dan simulasi kinematika robot swerve 4 roda," *J. Eltek*, vol. 20, no. 1, pp. 42–52, 2022, doi: 10.33795/eltek.v20i1.301.
- [5] E. Puspitasari, W. Wirawan, M. A. Rizza, A. Dani, and S. Suyanta, "Pelatihan Desain 2D Dan 3D Menggunakan Autocad Bagi Karang Taruna Desa Merjosari, Kota Malang," *RESWARA J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2, no. 2, pp. 264–268, 2021, doi: 10.46576/rjpk.v2i2.1083.
- [6] T. Rusianto, S. Huda, and I. P. Negara, "A Riview: Jenis Dan Pencetakan3D(3DPrinting)Untuk Pembuatan Prototipe," *J. Teknol.*, vol. 16, no. 1, pp. 92–99, 2023.
- [7] M. E. Ramadhan, M. Darsin, S. I. Akbar, and D. Yudistiro, "Akurasi dimensi produk filamen 3d printing berbahan polipropilen menggunakan mesin ekstrusi," *J. Teknosains*, vol. 11, no. 2, p. 162, 2022, doi: 10.22146/teknosains.63878.
- [8] A. Ningsih and H. U. Koagouw, "Vol 2, 2020 RANCANG BANGUN ROBOT TRANSPORTER DENGAN MECANUM WHEEL BERBASIS ROBOT OPERATING SYSTEM (ROS)," vol. 2, pp. 1–9, 2020.
- [9] A. A. Jabbar and Y. Yasdar, "Sistem Kendali Gripper Adaptif Pada Robot Transporter," *J. Mosfet*, vol. 2, no. 2, pp. 26–31, 2022, doi: 10.31850/jmosfet.v2i2.1974.

- [10] P. W. Rusimamto, E. Endryansyah, and R. A. Ramadhan, "Efektifitas dan Kepraktisan Training Kit Robot Transporter dengan Aplikasi Android Berbasis Arduino," *J. Inf. Eng. Educ. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 61–67, 2021, doi: 10.26740/jieet.v5n2.p61-67.
- [11] S. Sirmayanti, S. Amelia, N. Afifah, and I. Abduh, "Rekayasa Sistem Kendali Gripper melalui Robot Transporter menggunakan WiFi Module ESP8266," *J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 11, no. 1, p. 51, 2021, doi: 10.22441/incomtech.v11i1.10091.
- [12] V. H. Ahakam and A. Habibi, "RANCANG BANGUN ROBOT TRANSPORTER KRTMI MENGGUNAKAN PENDEKATAN SISTEM LIFTING," *Sci. Electro*, pp. 1–5, 2024.
- [13] A. F. Rohmansyah et al., "Pemodelan kinematika four wheel swerve drive menggunakan pendekatan geometri dan trigonometri," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 11, no. 2, pp. 456–463, 2024, doi: 10.33795/elkolind.v11i2.5293.
- [14] P. Rahardjo, "Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pada Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 21, no. 1, p. 31, 2022, doi: 10.24843/mite.2022.v21i01.p05.
- [15] M. K. Falakh and A. Habibi, "Sistem Kontrol Pergerakan Roda Omni Pada Robot Soccer UNISMA Dengan PID (Proportional Integral Derivative)," 2024.
- [16] G. A. Rohman, A. Habibi, and O. Melfazen, "Perancangan sistem sortir buah apel berbasis arduino dengan menggunakan kamera sebagai sensor," vol. 18, no. 2, pp. 1–9, 2025.
- [17] A. A. N. Rohman, R. Hidayat, and F. R. Ramadhan, "Pemrograman Mesin Smart Bartender Menggunakan Software Arduini IDE Berbasis Microcontroller ATmega2560," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 6, pp. 14–21, 2021.
- [18] A. Fathoni, "Analisa Pembuatan Mesin Cnc Router Menggunakan Driver Tb6560 Dan Driver A4988 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Di Cv Barokah Mebel," *J. Sci. Nusantara*, vol. 2, no. 1, pp. 7–16, 2022, doi: 10.28926/jsnu.v2i1.282.
- [19] A. Anggawan and M. Yuhendri, "Kendali Tegangan Output Buck Converter Menggunakan Arduino Berbasis Simulink Matlab," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 34–39, 2021, doi: 10.24036/jtein.v2i1.110.
- [20] M. A. A. Alhaqem and A. Aswardi, "Human Machine Interface Visual Basic Arduino untuk DC – DC converter Type Buck," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 2, no. 2, pp. 148–154, 2021, doi: 10.24036/jtein.v2i2.126.