

**RANCANG BANGUN TRAJECTORY TRACKING PADA ROBOT
BERODA DI UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Elektro



Disusun Oleh:

HILDA AFIFAH

NPM.22001053007

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

2024

ABSTRAK

Hilda Afifah. 22001053007. Rancang Bangun Trajectory Tracking pada Robot Beroda di Universitas Islam Malang. Pembimbing 1: Anang Habibi 2: Fawaidul Badri. Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Islam Malang.

Robotika telah menjadi salah satu bidang yang berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir. Robot beroda di UNISMA saat ini masih menggunakan sistem kontrol analog. Dalam hal ini robot mempunyai mekanisme kontrol secara otomatis. Salah satu cara agar robot dapat bergerak pada posisi yang tepat, dengan menggunakan *rotary encoder* yang dikombinasikan dengan sensor BNO055 yang berfungsi untuk mengukur orientasi geakan perpindahan robot. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menghasilkan gerakan robot yang otomatis dan presisi dengan penggunaan algoritma *trajectory tracking* untuk mencapai tujuan tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan kinerja dari sensor BNO055 saat dilakukan pengujian sebanyak 20 kali dengan sudut 45°, 90°, 135°, dan 180° mampu membaca sudut dengan rata-rata error yang berkisar antara 0,40 hingga 4,75 derajat. Hal ini menunjukkan ketepatan sensor dalam mendeteksi orientasi robot. Sedangkan hasil pengujian *rotary encoder* sebanyak 20 kali pengujian menghasilkan pembacaan jarak dengan rata-rata antara mundur kanan dan kiri dengan jarak terjauh mencapai -9772,57 dari speed 100/10s. Sedangkan rata-rata jarak terpendek ditempuh saat bergerak maju kanan dan kiri dengan jarak terpendek mencapai 932,90 dari speed 20/6s. Pengujian tersebut ini memungkinkan robot untuk mengetahui posisinya dengan lebih baik. Kombinasi sensor BNO055, *rotary encoder*, dan algoritma *trajectory tracking* menghasilkan pergerakan robot yang otonom dan presisi. Robot mampu mengikuti lintasan yang telah ditentukan .

Kata Kunci : *Trajectory Tracking, Rotary Encoder, IMU, Omni Wheel, Robot Beroda.*

ABSTRACT

Hilda Afifah. 22001053007. Design and Implementation of Trajectory Tracking on Wheeled Robots at Universitas Islam Malang. Pembimbing 1: Anang Habibi 2: Fawaidul Badri. Electrical Engineering. Faculty of Engineering. University of Islam Malang.

Robotics has become one of the fastest-growing fields in recent decades. Wheeled robots at UNISMA currently use an analog control system. In this case, the robot has an automatic control mechanism. One way for the robot to move to the correct position is to use a rotary encoder in combination with a BNO055 sensor which functions to measure the orientation of the robot's movement. The purpose of this research is to produce automatic and precise robot movement using a trajectory tracking algorithm to achieve this goal.

The results of the study show the performance of the BNO055 sensor when tested 20 times with angles of 45°, 90°, 135°, and 180° was able to read the angle with an average error ranging from 0.40 to 4.75 degrees. This shows the accuracy of the sensor in detecting robot orientation. While the results of testing the rotary encoder 20 times resulted in a distance reading with an average between backward right and left with the farthest distance reaching -9772.57 from speed 100/10s. Meanwhile, the average shortest distance traveled when moving forward right and left with the shortest distance reached 932.90 from speed 20/6s. This test allows the robot to better understand its position. The combination of the BNO055 sensor, rotary encoder, and trajectory tracking algorithm results in autonomous and precise robot movement. The robot is able to follow a predetermined path.

Keywords: Trajectory Tracking, Rotary Encoder, IMU, Omni Wheel, Wheeled Robot.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Robotika telah menjadi salah satu bidang yang berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir dalam jurnal (Fahmizal, 2019). Berkembangnya teknologi robotika mengakibatkan peran robotika sangat berpengaruh dalam kehidupan manusia untuk mempelajari dan mengembangkan ilmu pengetahuan dengan ditandai oleh banyaknya peralatan yang diciptakan dan dioperasikan baik secara manual maupun otomatis [1].

Robot dapat dibedakan berdasarkan alat gerakannya antara lain robot berkaki (lengan), robot beroda, robot selam, dan robot terbang. Namun, yang menjadi salah satu masalah dalam mobile robot adalah mobilitas (gerakan perpindahan) robot. Robot beroda di UNISMA saat ini masih menggunakan sistem kontrol analog. Hal ini menyebabkan tidak akurasi serta keraguan dalam *controlling* gerakan perpindahan robot beroda dan sering terjadinya human error yang mengakibatkan robot beroda bergerak tidak pada posisi yang tepat.

Salah satu cara agar robot dapat bergerak pada posisi yang tepat, dengan menggunakan *rotary encoder*. Data yang diterima oleh sensor dalam *rotary encoder* akan diproses oleh mikrokontroler untuk mengatur pergerakan robot sesuai program yang telah diatur [2]. Penggunaan *rotary encoder* dengan *trajectory tracking* bertujuan untuk mengetahui posisi robot dalam area tempat robot beroda diletakkan.

Menurut jurnal dari (Gillang Al Azhar, 2022) Akurasi data pada *trajectory tracking* posisi robot sangatlah penting, karena semakin akurat data posisi dari robot yang dimiliki, semakin mudah untuk mengoperasikan robot tersebut secara otonomus [3]. Oleh karena itu peneliti ingin mengembangkan robot beroda di Universitas Islam Malang agar perpindahan gerakan menjadi lebih akurat dan otomatis dengan menggunakan *trajectory tracking* yang dikombinasikan dengan sensor IMU.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara menggerakkan robot secara autonomus dengan *trajectory tracking*?
2. Bagaimana perpindahan gerak pada robot agar tepat serta presisi dari cara jalannya dan beloknya?

1.3 Batasan Masalah

Dalam menyelesaikan penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Roda yang digunakan *omni wheel* dengan desain 4 roda
2. Menggunakan sensor IMU (BNO055)
3. Menggunakan driver motor BTN7970

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian skripsi ini sebagai berikut :

1. Untuk menjalankan pergerakan robot secara otonomus
2. Mengatur perpindahan gerak robot agar tepat dan presisi

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat tercapai dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Sebagai bahan acuan untuk melakukan riset selanjutnya yang berhubungan dengan mobilitas robot
2. Dapat mengembangkan sistem robotika di Universitas Islam Malang
3. Menerapkan ilmu perkuliahan yang telah didapatkan

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penelitian ini memiliki struktur penulisan yang meliputi :

1. Pada BAB I, diterangkan mengenai latar belakang identifikasi masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian yang membahas permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini, dan pada BAB I juga membahas tentang sistematika penulisan
2. BAB 2, membahas tentang perbedaan penelitian terdahulu dan menjelaskan tentang bagaimana dasar teori yang digunakan dalam penelitian ini
3. BAB 3, membahas tentang metodologi penelitian, tahapan perencanaan, spesifikasi system yang dibangun, perancangan perangkat lunak, perangkat apa saja yang dibutuhkan untuk digunakan dan lokasi penelitian
4. BAB 4, membahas tentang hasil kerja dan pembahasan yang sebelumnya landasan teori dan perencanaan penelitian dirancang pada BAB 2 dan 3
5. BAB 5, yang berisi tentang kesimpulan saran dan kritik rangkuman dari BAB 1 – BAB 4 kekurangan maupun kelebihan dalam sebuah penelitian

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian rancang bangun *trajectory tracking* ini menunjukkan kinerja dari sensor BNO055 dan *rotary encoder* yang digunakan pada robot. Sensor BNO055 mampu membaca sudut dengan rata-rata error, berkisar antara 0,40 hingga 4,75 derajat. Hal ini menunjukkan ketepatan sensor dalam mendeteksi orientasi robot.

Selain itu, hasil pengujian *rotary encoder* menghasilkan pembacaan jarak dengan rata-rata antara mundur kanan dan kiri dengan jarak terjauh mencapai - 9772,57 dari speed 100/10s. Sedangkan rata-rata jarak terpendek ditempuh saat bergerak maju kanan dan kiri dengan jarak terpendek mencapai 932,90 dari speed 20/6s. Pengujian tersebut ini memungkinkan robot untuk mengetahui posisinya dengan lebih baik.

Kombinasi sensor BNO055 dan *rotary encoder*, bersama dengan algoritma *trajectory tracking*, menghasilkan pergerakan robot yang otonom dan presisi. Robot mampu mengikuti setpoint yang telah ditentukan dengan baik, dan perpindahan gerakannya saat berjalan dan belok hampir tepat dengan pembacaan sensor.

5.2 Saran

Perancangan *trajectory tracking* pada robot beroda UNISMA masih terdapat beberapa kekurangan, sehingga terdapat beberapa saran untuk mengembangkan kedepannya yaitu antara lain:

1. Mengembangkan algoritma kontrol untuk meminimalkan error dan meningkatkan presisi gerakan robot.
2. Membuat desain Hardware lebih kompleks
3. Menambahkan switch pada rangkaian PCB untuk mempermudah kontroler robot.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. . M. Fahmizal. Priyatmoko, “Implementasi Kinematika Trajectory Lingkaran pada Robot Roda Mecanum,” *J. List. Instrumentasi, dan Elektron. Terap.*, vol. 3, 2022.
- [2] D. Tresnawan, “IMPLEMENTASI METODE MAZE DAN PID PADA ROBOT VACUUM CLEANER AUTOMATIC,” 2015. [Online]. Available: <http://wynwindu.blogspot.de>
- [3] G. Al Azhar, T. Winarno, S. Izza, and P. N. Malang, “Implementasi g-h Filter Pada Sensor Kompas Sebagai Peningkatan Akurasi Trajectory Tracking Robot Differential Drive,” *J. Mech. Electr. Technol.*, vol. 1, no. 1, 2022.
- [4] I. Fadhila, I. Siradjuddin, and R. I. Putri, “Trajectory Tracking Robot Omnidirectional 4 Roda Dengan Visualisasi Rviz,” *J. Elkolind*, vol. 9, pp. 90–97, 2022, doi: 10.33795/elkolind.v9i2/302.
- [5] D. Uddin Rijalussalam, un Budiyanto, and A. Mayub, “Trajectory Tracking pada Robot Omni dengan Metode Odometry,” 2019.
- [6] F. Hasan, B. Bayu Murti, and M. Arrofiq, “Kendali Heading pada Trajectory Tracking Miniatur Robot Mobil,” 2020.
- [7] M. Satriansyah, I. Siradjuddin, and S. Sungkono, “Sistem Navigasi Mobile Robot Penggerak Mekanum Menggunakan Sensor Kompas,” *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 9, no. 3, pp. 154–160, Sep. 2022, doi: 10.33795/elkolind.v9i3/305.
- [8] G. Wahyu Kurniawan, N. Setyawan, E. Azizul Hakim, T. Elektro, and U. Muhammadiyah Malang, “PID Trajectory Tracking Control 4 Omni-Wheel Robot,” *Semin. Nas. Fortei7-2 Forum Pendidik. Tinggi Tek. Elektro Indones. Reg. VII*, pp. 345–350, Aug. 2019.
- [9] S. I. C. Gulo, P. Kontrol, and T. A. Tamba, “Perancangan Kontrol Pelacakan Lintasan untuk Robot Otonom Bergerak Beroda dengan

- Penggerak Diferensial (Design of Trajectory Tracking Controller for Differential-Drive Autonomous Wheeled Mobile Robots),” 2021.
- [10] B. Sandi Marta, F. Ardilla, and A. Anom Besari, “PATH TRACKING PADA MOBILE ROBOT DENGAN UMPAN BALIK ODOMETRY,” 2011.
- [11] A. Arif, F. Rhomadon, M. L. Arifin, and A. Sunardi, “Perancangan Sistem Tampilan Informasi Kelas Pelatihan Menggunakan Dot Matrix P10 dan Security Door Lock Berbasis Arduino : Studi Kasus di BBPVP Bekasi,” *J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 23, pp. 107–124, 2024.
- [12] M. S. Kurnia, A. Pracoyo, and L. Kamajaya, “Kontrol PID untuk Navigasi Robot Berkaki Berbasis Sensor TOF dan BNO055,” *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 10, no. 3, pp. 462–470, 2023, doi: 10.33795/elkolind.v10i3.1952.
- [13] A. Febriawan and W. S. Aji, “Rotating Control on Robots Indonesian Abu Robot Contest with PID and IMUBNO055 Controls,” *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, p. 14, 2020, doi: 10.12928/biste.v1i3.987.
- [14] M. Fahmi Khusnu Awaludin, “MOTION PLANNING ROBOT DENGAN KONTROL,” *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, 2021.
- [15] A. Budiyanto, G. B. Pramudita, S. Adinandra, P. Studi, and T. Elektro, “Kontrol Relay dan Kecepatan Kipas Angin Direct Current (DC) dengan Sensor Suhu LM35 Berbasis Internet of Things (IoT),” 2020.
- [16] S. Muttaqin, “Analisa Karakteristik Generator dan Motor DC.”
- [17] M. N. F. Astoro, T. Winarno, A. Komarudin, and I. Pendahuluan, “Implementasi Kontrol PID Positioning Robot Pada Titik Pengambilan Objek Shagai Menggunakan Sensor Kamera,” *J. ELKOLIND*, vol. 07, 2020.
- [18] J. A. Rachman, J. Jumiyatun, and S. Dewi, “Rancang Bangun Alat

Penyambung Dan Pemutus Suplai Listrik Dengan Menggunakan Rfid
(Radio Frequency Identification) Dan Sms Gateway Berbasis Arduino,”
Foristek, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.54757/fs.v10i1.53.

- [19] P. Menengah Mahir, “Pengenalan Arduino ✓ Oleh : Feri Djuandi,”
2011. [Online]. Available: <http://www.arobotineveryhome.com>

