

ID: 08

Sistem Odometry Pada Robot Roda Dua Dengan penggerak Diferensial

Odometry System On Two Wheel Robot With Differential Drive

Seta Samsiana^{*}, Putra Wisnu Agung S, Rosihan Anwar

Universitas Islam 45 Bekasi

Jl. Cut Meutia 83 Bekasi, 021.88344436

xeti_a@yahoo.com^{*}, wisnuas@gmail.com, rosihanawii@gmail.com

Abstrak – Penggerak diferensial pada robot khususnya robot dengan dua roda merupakan perhitungan selisih kecepatan antara kedua roda tersebut. Sistem kemudi pada robot beroda dua disebut differential steering yaitu selisih kecepatan antara masing-masing rodanya, dan hal ini memerlukan setiap roda memiliki motor yang independen. Untuk merubah pergerakan posisi robot beroda dua tersebut, perlu mengatur kecepatan masing-masing roda. Jika robot bergerak kearah kiri, maka roda kanan diberikan kecepatan berdasarkan nilai PWM yang lebih besar dari roda kiri. Diperlukan perhitungan untuk memperkirakan pergerakan dan posisi robot. Beberapa kasus dalam memperhitungkan posisi dan jarak tempuh robot terdapat sebuah permasalahan terkait baik / buruknya lintasan. Perhitungan tersebut akan mendekati nilai yang diinginkan apabila lintasan tersebut berada pada bidang datar. Odometry adalah penggunaan data dari sensor pergerakan untuk memperkirakan perubahan posisi dari waktu ke waktu. Sistem odometry akan menghitung jumlah pulsa dari setiap putaran encoder kemudian akan diproses secara matematis sehingga dapat ditentukan posisi dan jarak tempuh. Hasil dari penelitian ini yaitu didapatkan hasil orientasi pergerakan robot, sehingga petunjuk arah, posisi gerak, dan jarak tempuh robot dapat diketahui.

Kata Kunci: Penggerak Diferensial, PWM, Lintasan, Odometry.

Abstract – Differential drive in robots, especially robots with two wheels, is a calculation of the speed difference between the two wheels. The steering system on a two-wheeled robot is called differential steering, which is the difference in speed between each wheel, and this requires that each wheel has an independent motor. To change the movement of the two-wheeled robot position, it is necessary to adjust the speed of each wheel. If the robot moves to the left, then the right wheel is given a speed based on the PWM value that is greater than the left wheel. Calculations are required to estimate the robot's movement and position. Several cases in calculating the position and distance traveled by the robot, there is a problem related to the good / bad track. The calculation will approach the desired value if the path is on a flat plane. Odometry is the use of data from motion sensors to predict changes in position over time. The odometry system will count the number of pulses from each encoder rotation and then it will be processed mathematically so that the position and distance traveled can be determined. The results of this study are the results of the robot's movement orientation, so that the directions, motion position, and distance traveled by the robot can be known.

Keywords: Differential Drive, PWM, Trajectory, Odometr

1. Pendahuluan

Penggerak diferensial pada robot khususnya robot dengan dua roda merupakan perhitungan selisih kecepatan antara kedua roda tersebut. Sistem kemudi pada robot beroda dua

SENTER 2020, 25 November 2020, pp. 46-52

ISBN: 978-602-60581-2-6

■ 46

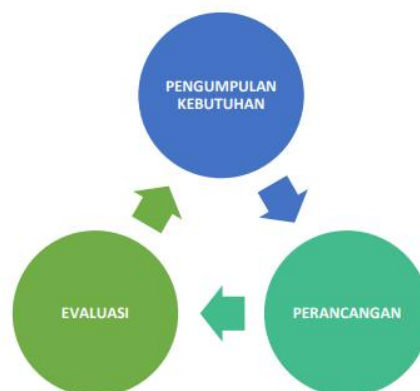
disebut *differential steering* yaitu selisih kecepatan antara masing-masing rodanya, dan hal ini memerlukan setiap roda memiliki motor yang independen[7].

Merubah pergerakan posisi robot beroda dua, perlu mengatur kecepatan masing-masing roda. Jika robot bergerak kearah kiri, maka roda kanan diberikan kecepatan berdasarkan nilai pwm yang lebih besar dari roda kiri. Posisi relatif adalah perkataan yang sering disebutkan dalam aplikasi robot dari perhitungan perputaran roda. Diperlukan perhitungan untuk memperkirakan pergerakan dan posisi robot.

Beberapa kasus dalam memperhitungkan posisi dan jarak tempuh robot terdapat sebuah permasalahan terkait baik / buruknya lintasan. Perhitungan tersebut akan mendekati nilai yang diinginkan apabila lintasan tersebut berada pada bidang datar. Pergerakan robot dapat bergerak sesuai koordinat yang telah ditentukan namun kadang tidak dapat berhenti tepat pada koordinat tersebut. Hal ini disebabkan karena terjadi selip pada rotary dan dan juga roda robot, untuk dapat membentuk posisi secara akurat diperlukan arah dan putaran gerak sehingga dapat digunakan sistem odometry. Odometry adalah penggunaan data dari sensor pergerakan untuk memperkirakan perubahan posisi dari waktu ke waktu [4]. Sistem odometry akan menghitung jumlah pulsa dari setiap putaran encoder kemudian akan diproses secara matematis sehingga dapat ditentukan posisi dan jarak tempuh. Oleh karena itu perlu dibuatkan perancangan sistem odometry pada robot dengan penggerak diferensial. Sistem odometry ini diperlukan agar orientasi gerak robot dapat diketahui, sehingga petunjuk arah, posisi gerak, dan jarak tempuh robot menjadi jelas dan membantu pengamatan kinematik lebih detail, maka diperlukan sistem odometry dengan tingkat keakuratan baik untuk pengukuran jarak tempuh, arah dan posisi pada robot dengan penggerak dieferensial. Manfaat yang didapat antara lain adalah diperoleh spesifikasi rangkaian elektronika sistem odometry pada robot dengan penggerak diferensial.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah model prototype dimana proses pembuatan sistem yang dibuat secara terstruktur dan memiliki tahapan-tahapan. Tahapan pengumpulan kebutuhan, perancangan hardware dan software, evaluasi melalui pengujian dan analisa kinerja. Tahapan-tahapan ini harus dilalui pada pembuatannya, namun jika tahap final dinyatakan bahwa sistem yang telah dibuat belum sempurna atau masih memiliki kekurangan, maka sistem akan dievaluasi kembali dan akan melalui proses dari awal.



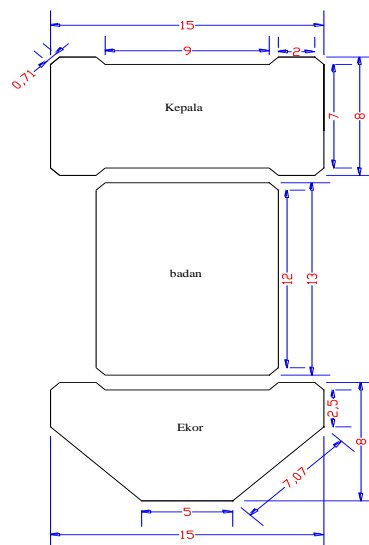
Gambar. 2.1 Model Prototype

Pembuatan sistem elektronika dilakukan setelah bahan- bahan untuk pembuatan sistem elektronika ini terpenuhi. Perakitan komponen seperti mikrokontroler, motor dc dengan encoder sensor, display, driver motor dan sumber daya pada roda robot dilakukan pada tahap ini. Output dari proses ini adalah rangkaian sistem odometry pada robot dengan penggerak diferensial. Sistem elektronika yang sudah dibuat kemudian diuji pada tahap ini. Pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat keberhasilan sistem untuk tujuan yang

diinginkan, serta penyebab terjadinya error pada sistem elektronika tersebut. Pengujian yang dilakukan diantaranya pengukuran kecepatan roda, arah dan posisi berdasarkan pembacaan sensor pergerakan pada rangkaian sistem odometry. Selain pengukuran terhadap kinerja rangkaian sistem odometry, dilakukan juga pengukuran besaran listrik seperti arus dan tegangan pada motor robot dengan penggerak diferensial.

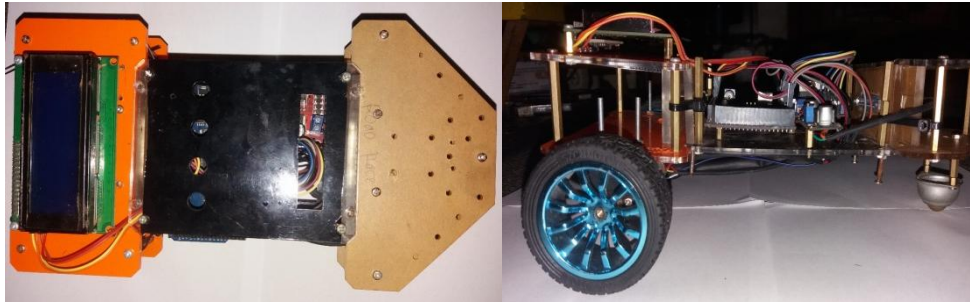
Analisa dilakukan untuk mencari solusi jika ada permasalahan error yang terjadi pada kinerja sistem yang menyebabkan hasil tidak sesuai dengan keinginan. Mencari sebuah kesimpulan apakah mikrokontroler yang digunakan mampu bekerja dengan baik dan mengatasi eror yang terjadi terhadap pengukuran-pengukuran dalam tujuan penelitian. Analisa rangkaian listrik analog yang dilakukan terkait supply daya dari baterai ke mikrokontroler secara terus menerus. Selanjutnya analisa rangkaian listrik digital yang dilakukan terkait dengan supply daya dari mikrokontroler ke sensor yang digunakan untuk perhitungan putaran roda. Dua sensor encoder yang digunakan diberikan tegangan input 3 volt dc secara seri dari mikrokontroler.

Analisa terkait jarak tempuh robot mengacu pada penggunaan sistem odometry. Untuk mendapatkan data posisi robot, hasil yang diperoleh dari pembacaan sensor akan dimasukkan dalam perhitungan odometry sehingga menghasilkan posisi relatif dari robot. Robot dengan penggerak diferensial dirancang sedemikian rupa menggunakan bahan akrilik dengan tebal 3mm. Kerangka robot terdiri dari tiga bagian yang digabungkan menjadi satu untuk keperluan penelitian ini. Kerangka pertama merupakan kerangka kepala untuk dua buah motor penggerak termasuk roda. Kerangka kepala ini dapat digunakan untuk keperluan penelitian robot self balancing. Kerangka kedua merupakan kerangka tengah atau badan sebagai tempat komponen sistem odometry salah satunya yaitu mikrokontroler Arduino mega 2560. Bagian kerangka ketiga merupakan kerangka ekor yang digunakan sebagai tempat roda bebas.



Gambar 2.2 Sketsa Kerangka robot dengan penggerak diferensial

Desain kerangka robot berpengaruh terhadap fungsi dari robot itu sendiri. Oleh karena itu pada penelitian ini kerangka robot dibuat sedemikian rupa untuk dapat berjalan sesuai tujuannya. Bobot pada robot diminimalisir untuk mengaruhi beban pada motor yang digunakan. Semakin berat bobot pada robot akan mempengaruhi penggunaan daya baterai sebagai sumber daya dan waktu hidup robot akan semakin sedikit. Meskipun banyak jenis baterai yang ada, akan lebih baik jika mempertimbangkan daya baterai.



Gambar 2.3 Robot dengan Penggerak diferensial tampak atas dan samping

Proses komputasi Sinyal encoder dilakukan dengan menggunakan perhitungan matematika. Untuk mengetahui siklus perubahan sinyal sebagai nilai yang kemudian akan di evaluasi, perhitungan tersebut dimasukan ke dalam program arduino IDE. Sinyal encoder berasal dari dua pin keluaran sensor dalam satu motor dc encoder tipe jga25-371. Putaran pada motor encoder menghasilkan gelombang sinyal yang kemudian akan diambil data per-periodenya sebagai satu kali encoder berhitung. Perhitungan sinyal encoder adalah ketika sinyal berubah dari naik ke turun atau dari turun ke naik tmenggunakan mode Change pada Interrupt.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan secara manual dengan cara motor kanan dan kiri dijalankan sejauh 1 meter. Roda robot yang digunakan pada penelitian ini memiliki diameter lingkaran 67mm.

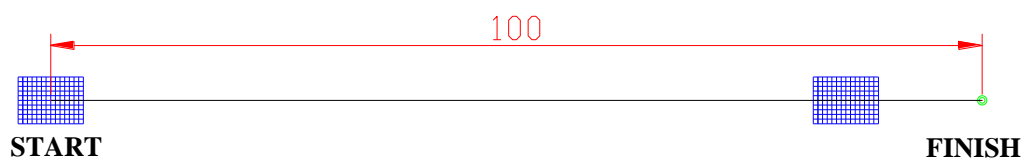
Dari pengujian secara manual didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

1. Roda dengan diameter 67mm dapat menempuh jarak sejauh 21 cm selama satu kali putaran penuh.
2. Satu putaran penuh roda menghasilkan perhitungan encoder sebanyak 215 count.

Oleh karena itu, untuk menentukan nilai perhitungan encoder selama 1 meter dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\text{Jarak Tujuan}}{\text{Jarak 1 putaran}} \times \text{perhitungan encoder 1 putaran} \quad (3.1)$$

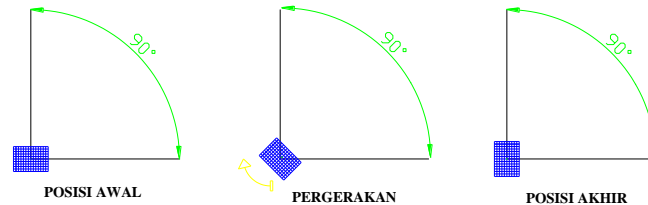
Posisi awal robot bergerak merupakan titik 0 dalam perhitungan langkah perjalanan robot menuju titik tujuan. Berikut ini merupakan simulasi pergerakan robot untuk menempuh jarak sejauh 100cm.



Gambar 3.1 simulai pergerakan robot sejauh 100cm

Pengujian sudut hadap robot dilakukan guna mengetahui nilai dalam satuan derajat. Nilai awal pada sudut hadap robot adalah nol. Ketika robot bergerak ke arah lurus maka nilai sudut hadap robot akan tetap nol selama perhitungan encoder kedua motor adalah sama sejauh robot bergerak. Jika robot bergerak kearah kiri maka nilai sudut hadap robot akan bernilai negatif. Sebaliknya, untuk mendapatkan sudut positif maka robot bergerak ke arah kanan searah dengan jarum jam. motor kanan pada robot tidak diberikan tegangan untuk menghentikan putaran rodanya dan hanya roda kiri yang diberikan tegangan agar robot dapat bergerak ke arah kana searah dengan jarum jam sesuai dengan kalkulasi yang sudah diberikan pada mikrokontroler.

Sudut hadap robot pada posisi awal adalah nol. Robot digerakan untuk mencapai sudut hadap robot sebesar 90° sesuai dengan program. Roda kanan pada robot mungkin juga akan menghasilkan perhitungan encoder meskipun tidak diberikan tegangan untuk berputar. Hal itu dikarenakan pergerakan tubuh robot yang memaksa berbelok hanya dengan satu roda kiri. Berikut ini merupakan simulasi pergerakan robot untuk membentuk sudut 90°.



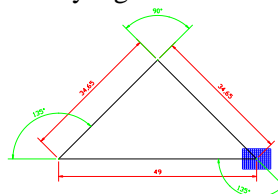
Gambar 3.2 Simulasi pergerakan robot membentuk sudut 90°

Untuk mengetahui sudut hadap robot dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{sudut hadap robot} = \theta \frac{180}{\pi} \tag{3.2}$$

Pengujian pertama yang dilakukan dari hasil implementasi sistem odometry pada robot dengan penggerak diferensial dengan menggerakkan robot dengan jalur berbentuk segitiga sama kaki. Jarak yang harus ditempuh robot untuk langkah pertama yaitu melaju lurus sejauh 49 cm sebagai sisi bawah segitiga, kemudian berbelok ke kanan dengan sudut hadap robot sebesar 135° kemudian berjalan lurus sejauh 34,65 cm. Dua buah garis untuk sisi segitiga sama kaki terbentuk dengan sudut sebesar 135°. Setelah itu robot kembali berbelok ke kanan dengan sudut hadap robot sebesar 90° kemudian berjalan lurus sejauh 34,65 cm. Posisi sudut hadap semula dari robot adalah 0°, oleh karena itu pergerakan robot yang terakhir untuk membentuk segitiga sama kaki sempurna adalah berbelok ke kanan dengan sudut hadap robot sebesar 135° yang jika ditotal jumlah sudut hadap robot adalah 360° dan artinya sudut hadap robot pada posisi semula.

Berikut ini adalah simulasi pergerakan robot yang membentuk segitiga sama kaki :

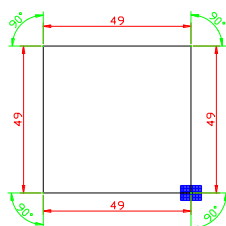


Gambar 3.3 simulasi pergerakan robot yang membentuk segitiga sama kaki

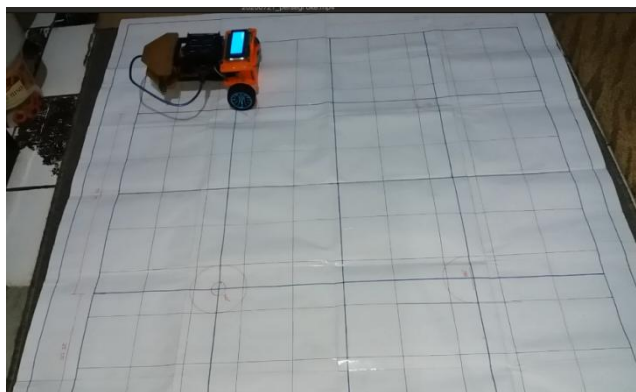
Gambar 3.3 menjelaskan bahwa robot bergerak dari sisi kanan bawah menuju sisi kiri hingga membentuk segitiga sama kaki. Sudut pertama yang dibentuk oleh robot sebesar 135° ke arah kanan pada tahap pertama. sudut kedua yang dibentuk oleh robot sebesar 90° yang diakumulasikan dengan sudut pertama sebesar 225° pada tahap kedua. Sudut ketiga yang dibentuk robot sebesar 135° yang ditotal secara keseluruhan sudut hadap robot sebesar 360°. Implementasi sistem odometry yang dilakukan adalah menghitung langkah pergerakan robot dari titik awal robot hingga titik tujuan.

Pengujian kedua yang dilakukan dari hasil implementasi sistem odometry pada robot dengan penggerak diferensial dengan menggerakkan robot dengan jalur berbentuk Persegi. Jarak yang harus ditempuh robot dalam satu sisi Persegi adalah 49cm atau dalam perhitungan encoder sebesar ±500 penjumlahan hitung sensor. Posisi awal robot adalah nol berada disisi pojok kanan garis sisi bawah persegi. Kedua motor diberikan tegangan sebesar 12v yang didapat dari keluaran driver motor.

Berikut ini merupakan simulasi pergerakan robot membentuk persegi dengan masing-masing sisinya sebesar 49cm.



Gambar 3.4 simulasi pergerakan robot membentuk persegi



Gambar 3.5 Sudut 90^0 Persegi

Robot bergerak maju sejauh 49cm atau sebesar 500 perhitungan encoder, setelah memenuhi nilai yang diberikan robot akan bergerak ke arah kanan searah jarum jam sebesar 90° untuk tahap pertama. Tahap selanjutnya robot akan mengulangi gerakan pada tahap pertama sampai robot berada pada titik semula. Untuk mencapai titik semula, robot melakukan pergerakan tahap pertama sebanyak 4 kali untuk membentuk persegi dengan panjang masing-masing sisinya sebesar 49cm. Sudut yang dihasilkan dalam pergerakan tersebut sampai pada titik awal adalah 360° berdasarkan program yang diberikan pada robot.

4. Kesimpulan

Sistem odometry pada robot dengan penggerak diferensial berhasil diimplementasikan pada robot roda dua. Robot melakukan pengujian pada 4 tahapan, bergerak lurus dengan jarak tempuh sejauh 100 cm, berbelok ke kanan membentuk sudut siku (90°), bergerak membentuk Segitiga Sama Kaki dan bergerak membentuk Persegi. Motor kiri cenderung lebih cepat sehingga nilai sudut hadap terbaca selalu melebihi nilai ketentuan yang diberikan, dikarenakan motor encoder yang digunakan pada robot memiliki selisih kecepatan meskipun diberikan nilai PWM yang sama.

Referensi

- [1] Andrianto, Heri., Darmawan, Aan., 2016. Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman, Bandung : Informatika Article in Online Encyclopedia
- [2] Anwar, M.S., 2014, Ilmu Trajectory Ground Mapping Robot With Madgwick Algorithm (Ilmu Estimasi With Gradient Descent), Institute Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

- [3] Arifin, Samsul., Fathoni, Akhmad., 2014, Pemanfaatn Pulse With Modulation untuk Mengontrol Motor (Studi Kasus Robot Otomatis Dua Deviana), STMIK Asia Malang.
- [4] Basori, Slamet., 2014, Implementasi Pada Robot Otomatis Kontes Robot ABU Indonesia (1-2), Universitas Brawijaya, Malang.
- [5] Firman, Beni., 2016, Implementasi Sensor IMU MPU6050 Berbasis Serial I2C pada Self-Balancing Robot, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- [6] Fiyanti, Ari., Suciati., SW., 2016, Akuisisi data Encoder Absolute Spektrometer Neutron Tiga Sumbu menggunakan NI USB-6351 dan Bahasa Pemrograman LabView, Universitas Lampung.
- [7] Jatmiko, Wisnu., dkk, 2012, Robotika : Teori dan Aplikasi (cetakan 1 : 31), Universitas Indonesia, Depok
- [8] Kadir, Abdul., 2015. *From Zero To A Pro Arduino I.* Yogyakarta : CV.ANDI OFFSET.
- [9] Ketaren, Lio Prisko., 2015, Balancing Robot Beroda Dua Menggunakan Metoda Kontrol Proporsional, Integral dan Derivatif, Politeknik Caltex Riau
- [10] Martha, B.S, Fernando dan Anom. 2011. Path Tracking Pada Mobile Robot Dengan Umpan Balik Odometry. *Proceedings of IES 2011 – Emerging Technology For Better Human Life: 2.* Surabaya. EEPIS.
- [11] Nise, Norman.S., 2011, Control System Engineering 6th Edition, John Wiley.
- [12] Pambudi, A.D., 2015, Sistem Navigasi dengan Kontrol PID Pada Three Wheel Omni Directoral Mobile Robot Menggunakan Metode Odometry, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang.
- [13] Pratama, ASB., Rusdinar, Angga., Susanto, Erwin., 2015. Kontrol Kestabilan Gerak Motor Line Follower dengan Accelerometer dan Gyroscope Menggunakan Metode Logika Fuzzy, Universitas Telkom.
- [14] Rokhmat, Muhammad Miftahur., 2013, Implementasi Sistem Keseimbangan Robot Beroda Dua Dengan Menggunakan Kontroler Proporsional Integral Diferensial, Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- [15] Sudirham, Sudaryanto., 2012, Analisis Rangkaian Listrik jilid 1, Bandung.
- [16] Widiyanto, Wahyu., Sumbodo, Wirawan., Al janan, D.H., 2012, Analisis Rangkaian dan Pembuatan Program PLC Pembacaan Encoder Pada Sistem Robot Record And Replay, Universitas Negeri Semarang, Indonesia