

Rancang Bangun Program Visualisasi Pergerakan Differential Drive Mobile Robot

Erni Dwi Wahyuni

Jurusan Teknik Informatika
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
E-mail : ernidw@student.eepis-its.edu

Abstrak

Konversi posisi dan pergerakan Differential drive Mobile robot ke dalam bidang koordinat kartesian adalah salah satu masalah dalam bidang robotika, Mengingat dalam realita bahwa tidak ada koordinat manapun untuk menentukan suatu posisi Mobile robot berada saat melakukan gerakan. Pada proyek akhir ini telah dibuat suatu perangkat lunak berbasis 2D ,dimana visualisasi ini mengacu pada visualisasi pergerakan dari sebuah diferential mobile robot sebagai alat pembelajaran untuk Untuk mengetahui bagaimana lintasan yang terbentuk dalam bidang koordinat kartesian. Aplikasi Visualisasi ini menerima data paket pulsa yang dikirim secara langsung dari robot berupa data pulsa putaranv (*rotary*) kedua roda untuk kemudian diolah menjadi data koordinat yang digunakan untuk memvisualisasikan pergerakan robot pada bidang kartesian. Aplikasi Visualisasi pergerakan Differential Drive Mobile Robot ini diolah dengan menggunakan teknik grafika dalam bahasa pemrograman Java. Dari hasil pengujian pada proyek akhir ini, ternyata didapatkan bahwa data perhitungan titik koordinat yang dihasilkan mempunyai jarak antar titik yang cukup jauh sehingga perlu mencari titik-titik lain yang dapat digunakan sebagai pembantu untuk memperhalus transisi antar posisi. Interpolasi antar titik koordinat dari hasil perhitungan dapat memberikan transisi pergerakan yang lebih halus. Adanya selip yang terjadi pada roda. Selip roda tersebut tidak terbaca oleh rotary, sehingga data rotary tidak terbaca dan mengurangi tingkat pendekatan visualisasi.

Kata kunci: teknik grafika komputer, Differential Drive Mobile Robot.

1. PENDAHULUAN

Differential Drive Mobile Robot adalah jenis mobile robot yang pergerakannya dihasilkan dari perbedaan kecepatan pada roda kiri dan kanannya. Jejak lintasan yang dibuat bergantung pada

kecepatan kedua rodanya masing-masing. Lintasan pergerakan robot secara realita dibentuk bukan berdasarkan koordinat apapun. Untuk mengetahui bagaimana lintasan yang terbentuk dalam bidang koordinat kartesian diperlukan suatu perangkat lunak sebagai tempat untuk mengkonversi pergerakan suatu Mobile Robot dalam bidang kartesian dengan kondisi-kondisi yang ditentukan.

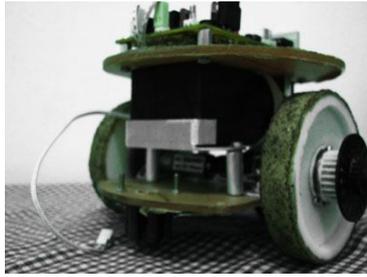
Untuk membuat media sebagai tempat untuk memvisualisasikan pergerakan mobile robot maka digunakan teknologi grafika komputer ter. Grafika komputer mewakili bagaimana obyek Differential Drive Mobile Robot nantinya melakukan pergerakan. Melalui teknologi ini dapat diolah bagaimana memvisualisasikan pergerakan dalam dunia nyata kedalam bidang kartesian.

Pada proyek akhir ini akan dibuat suatu perangkat lunak berbasis 2D , dimana visualisasi ini mengacu pada visualisasi pergerakan dari sebuah diferential mobile robot. Visualisasi ini berfungsi sebagai alat pembelajaran mengkonversi data-data kecepatan Angular menjadi data pergerakan robot dalam bidang Kartesian, sehingga melalui aplikasi ini diharapkan dapat mengetahui bagaimana visualisasi pergerakan Differential Drive Mobile robot dalam bidang kartesian.

2. DASAR TEORI

Mobile Robot Differential Drive

Secara teknis, robot jenis *Differential Drive* ini pada dasarnya memiliki dua roda utama yang masing-masing digerakan oleh penggerak tersendiri (umumnya berupa motor DC magnet permanent dengan gear-pereduksi yang berfungsi untuk memperkuat torsi motor), selain itu robot ini dilengkapi juga dengan satu atau dua buah roda castor yang ditempatkan dibagian belakang robot yang berfungsi sebagai penyeimbang.



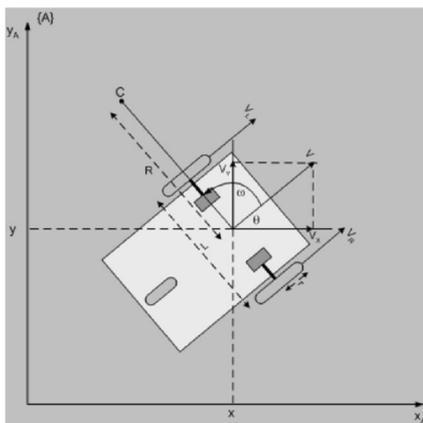
Differential Drive Mobile Robot

Posisi dan Orientasi Mobile Robot Dalam Sistem Koordinat Cartesian

Model Kinematika Mobile Robot

Salah satu jenis mobile robot yang umum digunakan, terutama untuk dioperasikan dalam ruangan adalah mobile robot dengan pengemudian atau sistem penggerak diferensial (*differential drive*).

Secara teknis, robot jenis ini pada dasarnya memiliki dua roda utama yang masing-masing digerakan oleh penggerak tersendiri (umumnya berupa motor DC magnet permanent dengan gear-pereduksi yang berfungsi untuk memperkuat torsi motor), selain itu robot ini dilengkapi juga dengan satu atau dua buah roda castor yang ditempatkan dibagian belakang robot yang berfungsi sebagai penyeimbang. Gambar 2.4 memperlihatkan arsitektur robot dilihat dari bagian atas: Jika kedua roda penggerak tersebut berputar dengan kecepatan yang sama maka robot tersebut akan bergerak dengan arah yang lurus, sedangkan jika kecepatan salah satu roda lebih lambat maka robot akan bergerak membentuk kurva dengan arah lintasan menuju salah satu roda yang bergerak lebih lambat.



Gambar 2.4. Posisi dan Orientasi Mobile Robot Dalam Sistem Koordinat Cartesian

Untuk panjang jari-jari roda r , serta kecepatan rotasi masing-masing roda kanan dan roda kiri berturut-turut ω_r dan ω_l , maka kecepatan linear roda kanan dan roda kiri dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V_r(t) = r\omega_r(t) \tag{1}$$

$$V_l(t) = r\omega_l(t) \tag{2}$$

Ketika robot melakukan gerak memutar (berotasi) sesaat dengan panjang jari-jari R yang diukur dari pusat rotasi (ICC) dan titik pusat kedua roda (Gambar 2.5 dapat dijadikan acuan) maka kecepatan rotasi disetiap titik robot tersebut akan selalu sama (robot adalah sistem mekanis yang rigid), sehingga persamaan berikut ini berlaku untuk menghitung kecepatan rotasi dari robot tersebut.

$$V_R = \omega(R+d) \tag{3}$$

$$V_L = \omega(R-d) \tag{4}$$

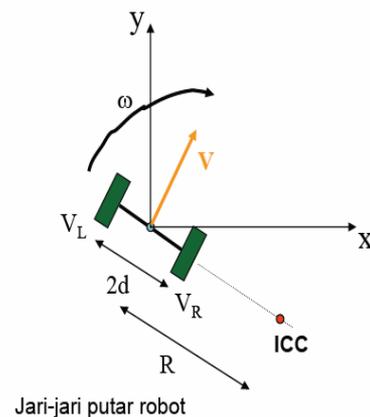
kemudian,

$$\omega = (V_R - V_L) / 2d \tag{5}$$

$$R = d(V_R + V_L) / (V_R - V_L) \tag{6}$$

sehingga kecepatan robot :

$$V = \omega R = (V_R + V_L) / 2 \tag{7}$$



Gambar 2.5 Ilustrasi pergerakan robot berdasar titik pusat rotasi Untuk mendapatkan integrasi kecepatan robot adalah sebagai berikut :

$$V_x = V(t) \cos(\theta(t)) \quad (8)$$

$$V_y = V(t) \sin(\theta(t)) \quad (9)$$

$$x(t) = \int V(t) \cos(\theta(t)) dt \quad (10)$$

$$y(t) = \int V(t) \sin(\theta(t)) dt \quad (11)$$

$$\theta(t) = \int \omega(t) dt \quad (12)$$

Hasil penyelesaian persamaan di atas adalah sebagai berikut :

$$\theta(t) = \frac{(v_R(t) - v_L(t))t}{L} + \theta_0 \quad (13)$$

$$x(t) = x_0 + \frac{v(t)}{\omega(t)} [\sin(\theta(t)) + \theta_0] - \sin(\theta_0) \quad (14)$$

$$y(t) = y_0 - \frac{v(t)}{\omega(t)} [\cos(\theta(t)) + \theta_0] - \cos(\theta_0) \quad (15)$$

Pendekatan dead reckoning

Untuk aplikasi dead reckoning praktis, dapat didekati oleh persamaan – persamaan berikut ini :

$$S = \frac{(S_R + S_L)}{2} \quad (16)$$

$$\theta = \frac{(S_R - S_L)}{L} + \theta_0 \quad (17)$$

$$X = S \cos(\theta) + X_0 \quad (18)$$

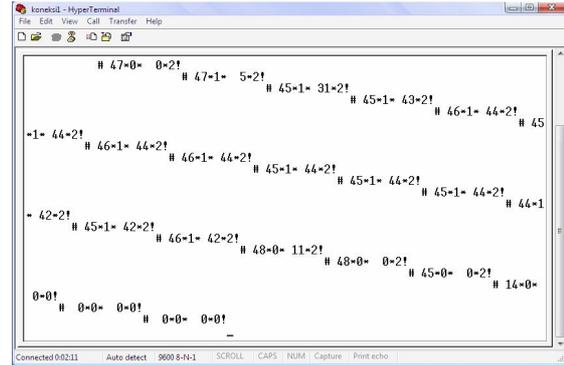
$$Y = S \sin(\theta) + Y_0 \quad (19)$$

Dalam hal ini S_R dan S_L berturut – turut adalah jarak linear yang ditempuh oleh masing – masing roda kanan dan kiri untuk setiap waktu tertentu.

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian penerimaan data pulsa dari Differential Drive Mobile Robot

Untuk menguji apakah port tersebut mampu menerima komunikasi dari Differential Drive Mobile Robot yang dihubungkan dengan kabel serial pada notebook yang digunakan atau tidak maka kita menggunakan hyperterminal. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.8. Penerimaan data dari COM6

4.3.1 Pengujian pembacaan posisi dalam koordinat x dan y

Pada bagian ini dilakukan pengujian keakuratan robot dalam mengetahui posisinya. Posisi yang dimaksud berupa koordinat x, y dan sudut heading terhadap sumbu y. Koordinat x dan y mempunyai satuan pixel. Apabila heading robot ke depan seperti pada posisi start maka mempunyai sudut heading 0. Heading robot ke kanan mempunyai nilai plus (+) dan heading robot ke kiri mempunyai nilai min (-).

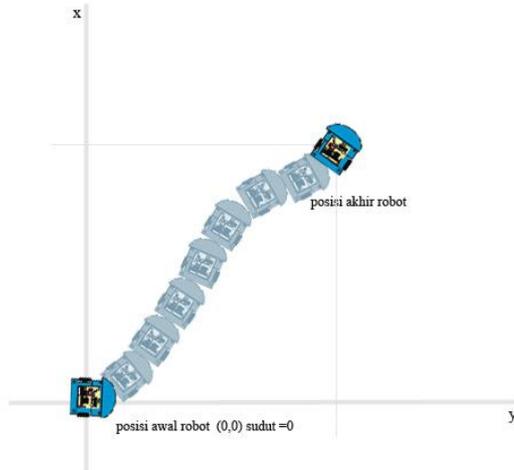
(2.23)

Prosedur

- ✓ Masukkan jari-jari , sudut awal dan diameter DDMR (2.24) (23)
- ✓ Pilih port yang akan digunakan , buka port
- ✓ Jalankan robot dan amati pergerakan robot cocok dengan data visualisasi yang dihasilkan oleh program. (2.25)
- ✓ Data posisi x, y dan sudut heading dapat dilihat pada textfield Koordinat dan diinterpolasikan pada textfield Terinterpolasi, pada program. (2.26)

Hasil dan analisa

Ilustrasi pengujian ini adalah sebagai berikut :



ilustrasi Visualisasi Pergerakan

4.4.1.1 Hasil visualisasi

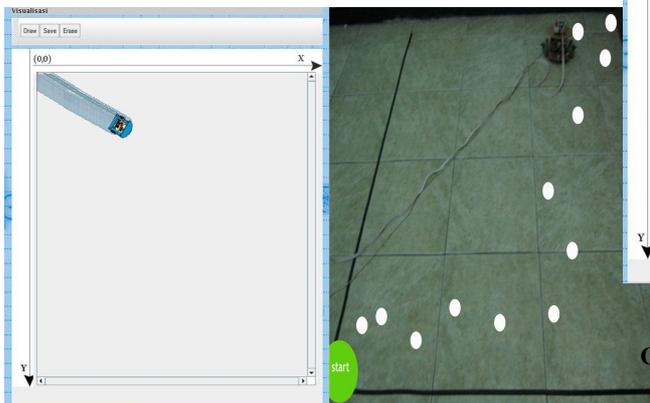
Spesifikasi Differential Drive Mobile Robot adalah sebagai berikut :

- Jari-Jari Roda : 3
- Diameter Robot : 12
- Jumlah lubang rotary roda : 28

Berikut ini adalah hasil serangkaian beberapa jenis lintasan yang dibentuk dari penghitungan menggunakan metode dead reckoning dan lintasan yang asli.

4.4.1.1.1 Visualisasi 1

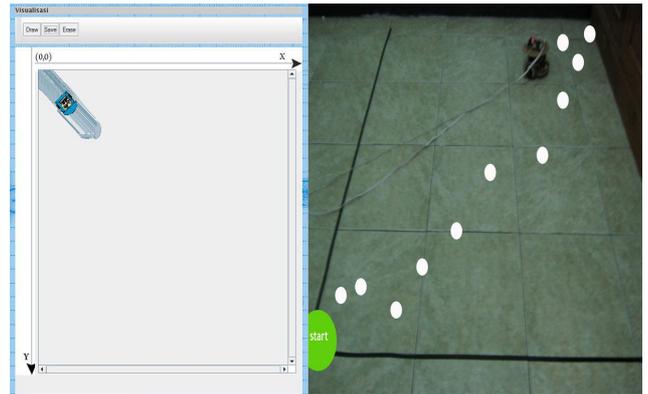
Pada visualisasi ini robot memulai pergerakan dari titik awal (0,0) dengan sudut awal 30°, dalam panel visual di aplikasi, dan berakhir pada titik dengan sudut, sementara dibandingkan dengan hasil nyatanya hasil posisi akhir berada pada titik (98,145) dengan sudut 69°



Gambar 4.16 Visualisasi 1

4.3.1.1.2 Visualisasi 2

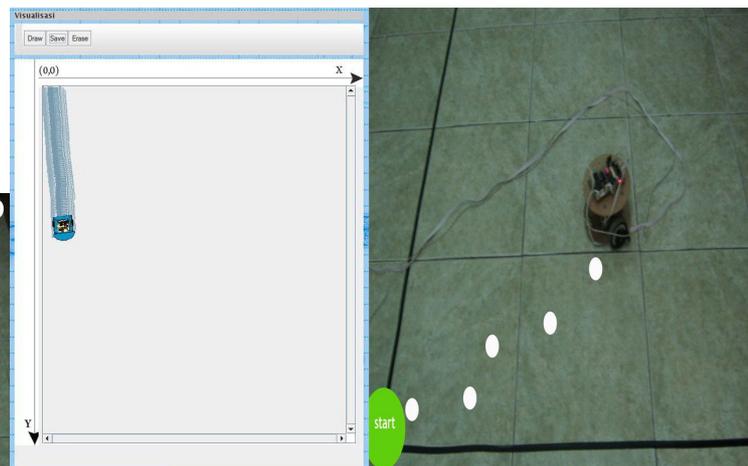
Pada visualisasi ini robot memulai pergerakan dari titik awal (0,0) dengan sudut awal 45°, dalam panel visual di aplikasi, dan berakhir pada titik dengan sudut, sementara dibandingkan dengan hasil nyatanya hasil posisi akhir berada pada titik (98,133) dengan sudut 148°



Gambar 4.17 Visualisasi 2

4.3.1.1.3 Visualisasi 3

Pada visualisasi ini robot memulai pergerakan dari titik awal (0,0) dengan sudut awal 85°, dalam panel visual di aplikasi, dan berakhir pada titik dengan sudut, sementara dibandingkan dengan hasil nyatanya hasil posisi akhir berada pada titik (85,135) dengan sudut °



Gambar 4.18 Visualisasi 3

Gambar 4.19 Pergerakan asli untuk visualisasi 3

Dilakukan beberapa percobaan untuk menguji kepresisian titik akhir yang dihasilkan perhitungan dari visualisasi dengan data posisi terakhir robot yang

telah bergerak sehingga dapat dihitung Nilai Error masing-masing nilai x, y dan sudut dengan rumus :

$$\text{Error} = \frac{\text{nilaivisualisasi} - \text{nilaiperggerakanasli}}{\text{nilaivisualisasi}} \quad (1)$$

Tabel 4.1 Percobaan Visualisasi dengan posisi awal pada titik (0,0)

θ awal	Lintasan Visualisasi			Lintasan Asli			Nilai Error		
	x	y	θ	x	y	θ	x	y	θ
30	105	145	54	24	55	210	0.77	0.62	-2.8
90	-23	159	119	79	105	85	4.4	0.33	0.29
45	107	46	33	35	41	90	0.67	0.11	1.72
70	33	144	74	15	114	88	0.55	0.21	0.19
0	159	-1	6	60	81	50	0.62	82	7.33

Dari perhitungan nilai error dapat diambil kesimpulan bahwa posisi akhir yang dihitung melalui dead reckoning praktis tidak seperti posisi akhir pada pergerakan asli robot. Adanya nilai eror ini dikarenakan medan yang ditempuh robot dan visualisasi berbeda, nilai slip pada roda sangat berpengaruh.

4.4 ANALISA PROGRAM

Hasil dari uji coba aplikasi telah memenuhi tujuan dari pembuatan perangkat lunak yang telah dipaparkan pada Bab I. Berdasarkan analisa dari beberapa pengujian pada bab sebelumnya, kesimpulan yang didapatkan adalah :

1. Dengan menggunakan rumus-rumus dalam kinematika Differential Drive Mobile Robot didapatkan koordinat kartesiannya.
2. Dengan melakukan sedikit pengembangan, aplikasi ini mampu memprioritaskan tugasnya pada pemvisualisasian pergerakan Differential Drive Mobile Robot
3. Aplikasi ini memiliki kemampuan meng-update posisi robot pada bidang kartesian sesuai dengan data rotary yang dikirimkan oleh Differential Drive Mobile Robot secara real time.
4. Gesekan dengan tempat mobile robot berpijak mempengaruhi presisi pergerakan mobile robot dan data yang dikirimkan akibat pergerakannya.

4. KESIMPULAN

Setelah melalui tahap implementasi dan uji coba, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- v Data perhitungan titik koordinat yang dihasilkan mempunyai jarak antar titik yang cukup jauh sehingga perlu mencari titik-titik lain yang dapat digunakan sebagai pembantu untuk memperhalus transisi antar posisi
- v Interpolasi antar titik koordinat dari hasil perhitungan dapat memberikan transisi pergerakan yang lebih halus
- v kesalahan pembacaan jarak tempuh. Hal ini disebabkan adanya selip yang terjadi pada roda. Selip roda tersebut tidak terbaca oleh rotary. Masalah selip sedikit teratasi ketika robot diuji pada lintasan yang benar-benar rata seperti vinil.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki ,Achmad & Nana Ramadijanti. *Pengantar Grafika Komputer. Laboratorium Computer Vision – (PENS-ITS)*.
- Alasiry ,Ali Husein, S.T., M.Eng. *ROBOTIKA Kuliah 11: Kinematika Mobile Robot*. 2008.
- Budiharto ,Widodo. *Belajar Sendiri : Membuat Robot Cerdas*. PT.Elex Media Komputindo. 2006.
- Setiawan ,Iwan. *Perancangan Dan Implementasi Sistem Kontrol Navigasi Robot Mobile Penjejak Trayektori Bezier* . url: <http://222.124.207.182/~iwan/BEZIER.pdf>. 2003. (diakses 26 Juni 2009).
- Balogh ,Richard. *Practical Kinematics Of The Differential Driven Mobile Robot*. url : <http://www.societyofrobots.com/robotforum/index.php?topic=5589.0http://aladin.elf.stuba.sk/~balogh/pdf/07ActaMechanicaCinematics.pdf> . 2007. (diakses 02 Juli 2009).
- Lavale ,Steven M . url: <http://planning.cs.uiuc.edu/node659.html> (diakses 02 Juli 2009).
- Network-Centric Applied Research Team School of Computer Science Ryerson University. *Constructing a Differential Drive Mobile Robot from Simple Components*. url : http://ncart.scs.ryerson.ca/NCART1/EDUCATOR/Diff_Drive_Veh.pdf (diakses 02 Juli 2009).
- Sulityo ,Ir. Erwin & Ir. Endi Sutikno. url : http://mesin.brawijaya.ac.id/diktat_ajar/data/07_a_bab1_kinematika.pdf (diakses 02 Juli 2009) .

Robot Mobile diambil dari
http://id.wikipedia.org/wiki/Robot_Mobile
(diakses 02 Juli 2009)