

Aplikasi Kendali Navigasi “W-Bot” Berbasis Mobile pada Robot *Omni-Directional Wheels*

**Nuril Esti Khomariah¹, Naufal Abdillah², Mohammad Eko Hardiyanto³,
Aldion Ammirul Endryanto⁴**

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik,
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jln. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Sukolilo, Surabaya
nuril@untag-sby.ac.id, naufal@untag-sby.ac.id

Abstrak

Di Indonesia penerapan robot pada sektor pergudangan / warehouse masih sangat minim sekali. Padahal di beberapa negara lain sudah menerapkan teknologi robot untuk membantu management penataan barang agar lebih efisien dan akurat. Maka pada penelitian ini akan membuat sebuah robot warehouse yang mempunyai fungsi utama untuk mengantar dan memindahkan barang dari suatu titik awal ke titik tujuan. Robot menggunakan roda omni-directional wheels agar lebih mudah dalam bernavigasi ke 8 arah. Setiap roda digerakkan oleh masing-masing sebuah motor stepper. Fitur lainnya adalah obstacle avoiding dimana terdapat 8 sensor jarak untuk menghindari tabrakan dengan robot lain ataupun benda lain disekitarnya. Selain sistem kendali utama pada robot, terdapat juga aplikasi kendali berbasis mobile / android. Sehingga robot warehouse ini dapat dikendalikan secara otomatis maupun secara manual melalui aplikasi W-Bot. Terdapat 10 tombol navigasi untuk menggerakkan robot yang terkoneksi melalui komunikasi Bluetooth. Keseluruhan sistem yang dirancang pada robot ini akan memberikan kontribusi besar pada dunia pergudangan khususnya di Indonesia untuk membantu management penataan barang lebih cepat, akurat, efisien dan hemat energi.

Kata kunci— *Android, Robot Warehouse, Omni-Directional Wheels*

Abstract

Indonesia, the application of robots in the warehouse sector is still very low. Even though in several countries, robot technology has been implemented to help the management of goods arrangement to be more efficient and accurate. So in this study will create a robot warehouse that has the main function to deliver and move goods from a starting point to the destination point. The robot uses omni-directional wheels to make it easier to navigate in 8 directions. Each wheel is driven by each stepper motor. Another feature is obstacle avoiding where there are 8 proximity sensors to avoid collisions with other robots or other objects around them. In addition to the main control system on robots, there are also control applications based on mobile / android. So the robot can be controlled automatically or manually through the W-Bot application. There are 10 navigation buttons to move the robot that is connected via Bluetooth communication. The system designed on this robot will make a major contribution to the world of warehousing, especially in Indonesia to help the management of goods arrangement more quickly, accurately, efficiently and energy saving.

Keywords— *Android, Robot Warehouse, Omni-Directional Wheels*

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia penggunaan robot di sektor pergudangan masih sangat minim sekali. Sedangkan di beberapa negara sudah menjadi saat umum sekali proses management penataan barang memanfaatkan teknologi robot. Beberapa peneliti telah membuat robot yang berfungsi untuk memindahkan barang menggunakan lengan robot sehingga lebih memudahkan ketika mengangkat barang yang sangat berat (Saefullah, Immaniar and Juliansah, 2015). Model robot warehouse dapat diaplikasikan dengan robot line follower (Susilo, Wibawanto and Mulwinda, 2018). Robot line follower terdiri dari rangkaian sensor cahaya berfungsi sebagai deteksi garis, sistem minimal berfungsi sebagai unit pengolahan data, driver motor berfungsi sebagai modul putar kanan-putar kiri pada motor DC dan gearbox berfungsi sebagai penggerak roda melalui sebuah gear (Khafri and Jahanian, 2012).

Karakteristik tersebut menyerupai robot warehouse maka dapat dimodelkan dengan robot line follower dengan penambahan rangkaian pengangkut yaitu penjepit barang dengan motor servo. Selain itu analisis konsumsi daya baterai pada robot warehouse juga menjadi hal utama yang perlu diperhatikan. Pengujian terhadap jarak tempuh robot menjadi salah satu parameter utama (Setiawan, Budiyanto and Pratomo, 2018).

Robot dapat dikatakan “holonomic” atau omni-directional adalah robot yang dapat bergerak ke segala arah. Pada umumnya robot “non-holonomic” tidak dapat bergerak ke arah yang tegak lurus terhadap rodanya (Bräunl, 2008). Misalnya, sebuah robot digerakkan secara differential dapat bergerak maju / mundur tetapi tidak dapat bergerak kesamping. Sedangkan robot omni-directional dapat bergerak kesegala arah termasuk kesamping kanan, kiri, serong kanan dan serong kiri.

2. METODE PENELITIAN

Perancangan sistem secara garis besar dibagi menjadi 3 bagian utama yaitu mekanik robot, kinematika omni-directional dan aplikasi android.

3.1. Mekanik Robot

Hal pertama yang harus diselesaikan ketika merancang sebuah robot adalah mekanik. Desain mekanik robot dapat dilihat pada Gambar 1. Robot ini memiliki 4 roda omni-directional yang masing-masing digerakkan oleh aktuator berupa motor stepper. Komponen pendukung lainnya adalah sensor jarak dan sensor garis. Fitur *obstacle avoiding* memanfaatkan data dari sensor jarak untuk mengetahui jarak setiap sisi robot dengan benda disekitar sehingga robot tidak akan bertabrakan baik dengan robot lainnya maupun benda disekitar.

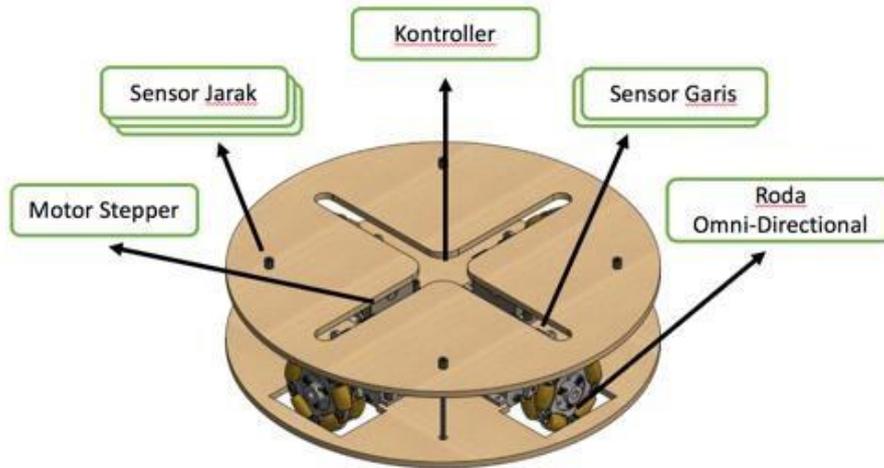
Sedangkan pergerakan robot dari titik awal ke titik tujuan berdasarkan garis / *line tracking*. Untuk dapat mendeteksi garis tersebut maka robot menggunakan sensor garis yang diletakkan pada bagian bawah badan robot.

3.2. Kinematika Omni-directional

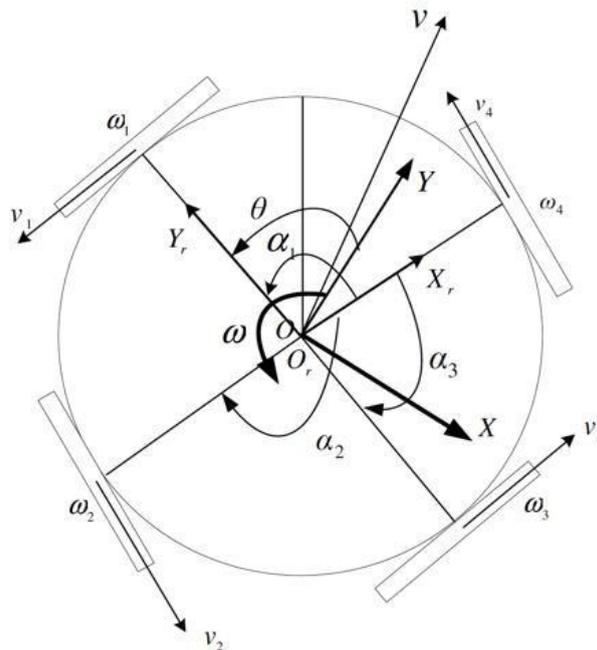
Robot yang menggunakan kinematika omni-directional lebih mudah dalam melakukan bermacam-macam gerakan sulit dan bahkan gerakan sulit yang tidak

mungkin dilakukan oleh robot beroda biasa. Robot ini menggunakan 4 konfigurasi roda seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Berdasarkan pada Gambar 2, koordinate $X_r O_r Y_r$ diletakkan pada badan robot dan XOY menunjukkan koordinat utama. Sedangkan r dan b menunjukkan nilai *radius* dari roda dan badan robot. Lalu untuk sudut antar as roda ditunjukkan oleh α_i ($i = 1,2,3,4$). *Angular velocity* / kecepatan sudutnya ditunjukkan oleh ω_i ($i = 1,2,3,4$) dan untuk arah *linear velocity* / kecepatan linier dari pusat roda dinyatakan oleh v_i ($i = 1,2,3,4$) dimana berhubungan dengan koordinate $X_r O_r Y_r$.



Gambar 1. Skema sistem robot



Gambar 2. Robot omni-directional konfigurasi 4 roda (Huang et al., 2004)

Sudut antara koordinat $X_rO_rY_r$ dan XOY dideskripsikan dengan θ . Linier dan *angular velocity* / kecepatan sudut robot ditunjukkan $v = (v_x \ v_y)^T$ dan ω . Pada desain robot, tiap roda memiliki jarak yang sama terhadap titik tengah badan robot. Dengan asumsi bahwa x_r sejajar dengan roda ke empat.

Maka hubungan kinematika berikut berlaku :

$$r\omega_1 = b \omega + v_{r1}^T \quad (1)$$

$$r\omega_2 = b \omega + v_{r2}^T \quad (2)$$

$$r\omega_3 = b \omega + v_{r3}^T \quad (3)$$

$$r\omega_4 = b \omega + v_{r4}^T \quad (4)$$

Dimana :

$$v_1 = [-\sin(\alpha_1) \ \cos(\alpha_1)]^T \quad (5)$$

$$v_2 = [-\sin(\alpha_2) \ \cos(\alpha_2)]^T \quad (6)$$

$$v_3 = [-\sin(\alpha_3) \ \cos(\alpha_3)]^T \quad (7)$$

$$v_4 = [0 \ 1]^T \quad (8)$$

$$v_r = [v_{rx} \ v_{ry}]^T \quad (9)$$

$$v_{rx} = v_x \cos \theta + v_y \sin \theta \quad (10)$$

$$v_{ry} = -v_x \sin \theta + v_y \cos \theta \quad (11)$$

Dari persamaan (1) dan (3), *angular velocities* / kecepatan sudut dari roda yang digerakkan dapat diambil dari fungsi linier dan *angular speeds* robot,

$$\omega_1 = r^{-1}(b \omega + v_{ry} \cos(\alpha_1) - v_{rx} \sin(\alpha_1)) \quad (12)$$

$$\omega_2 = r^{-1}(b \omega + v_{ry} \cos(\alpha_2) - v_{rx} \sin(\alpha_2)) \quad (13)$$

$$\omega_3 = r^{-1}(b \omega + v_{ry} \cos(\alpha_3) - v_{rx} \sin(\alpha_3)) \quad (14)$$

$$\omega_4 = r^{-1}(b \omega + v_{ry}) \quad (15)$$

3.3. Aplikasi Android

Sebelum memulai membuat aplikasi android, maka diperlukan desain mockup terlebih dahulu agar proses pembuatan aplikasi lebih terarah dan cepat. Pada Gambar 3 terlihat tampilan awal / splash screen dari aplikasi. Lalu tampilan kedua adalah panel kendali yang terdiri dari 8 tombol arah pergerakan dan 2 tombol rotasi robot. Namun sebelum bisa mengendalikan robot, aplikasi dan robot harus disambungkan melalui konektivitas Bluetooth.



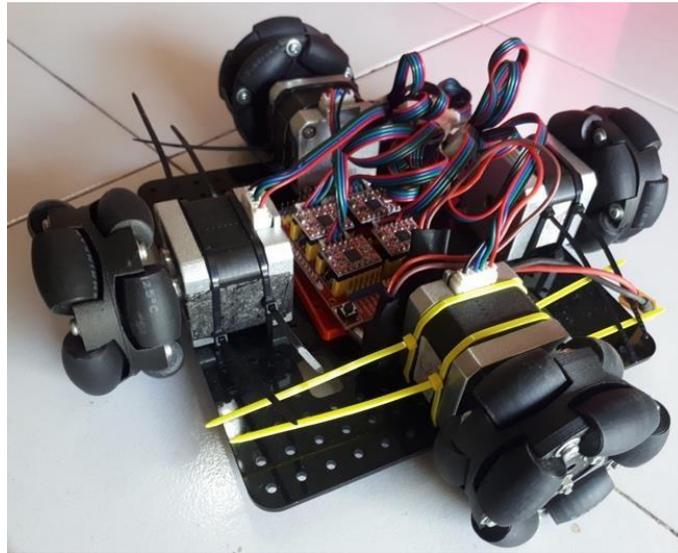
Gambar 3. Desain mockup aplikasi android W-Bot

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

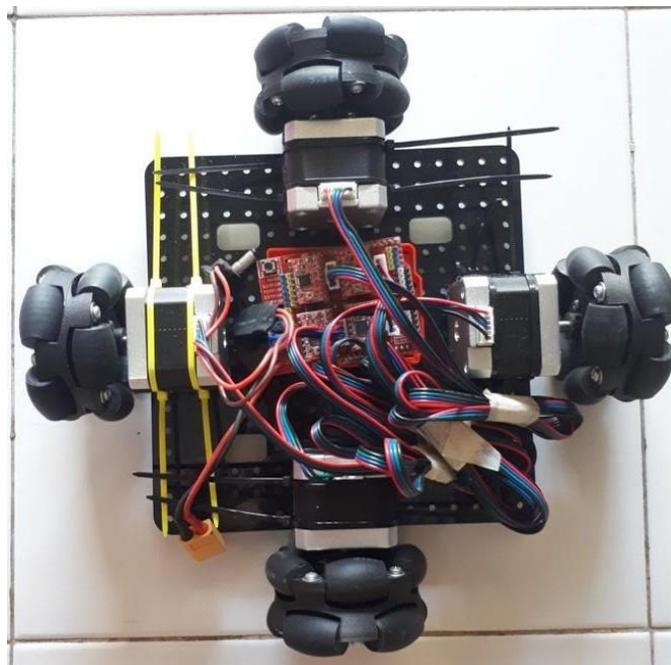
Pada subbab ini akan membahas mengenai hasil mekanik robot, aplikasi android W-Bot dan hasil pengujian.

3.1 Mekanik Robot

Desain mekanik robot menggunakan stepper motor dan roda *omni-directional* sebagai penggerakannya. Kelebihan dari roda ini adalah robot dapat bergerak bebas ke segala arah. Roda *omni-directional* dipasang dengan jarak 90° antar roda. Hal ini membuat 2 roda berada secara parallel terhadap 2 roda lainnya.



Gambar 4. Robot tampak samping



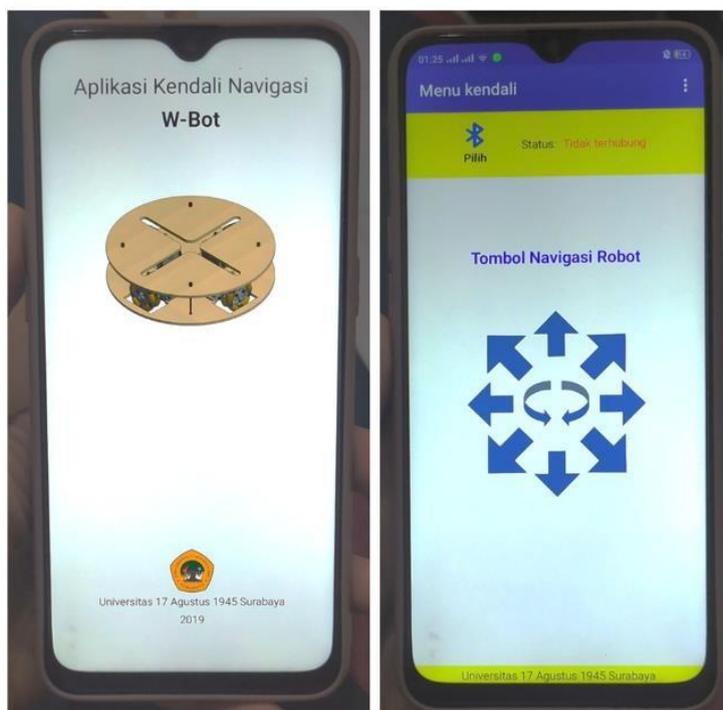
Gambar 5. Robot tampak atas



Gambar 6. Roda Omni-directional

3.2 Aplikasi Android W-Bot

Hasil implementasi dari aplikasi W-Bot dapat dilihat pada Gambar 3 dimana aplikasi telah di install pada perangkat telepon. Terdapat 2 bagian yaitu *splash screen* dan menu kendali. Pada menu kendali ini terdapat tombol yang digunakan untuk melakukan koneksi ke robot melalui bluetooth. Setelah terhubung, maka robot baru bisa dikendalikan pergerakannya melalui aplikasi ini.



Gambar 7. Dokumentasi hasil jadi aplikasi setelah instalasi pada perangkat telepon

3.3 Pengujian

Tahapan selanjutnya adalah proses pengujian terhadap aplikasi yang sudah dibuat. Pengujian dilakukan terhadap aplikasi android W-Bot berbasis android menggunakan pendekatan *blackbox*. Pengujian *blackbox* merupakan pengujian terhadap keberhasilan fungsional aplikasi. Tabel 1 merupakan hasil skenario pengujian pengaruh jarak perangkat android ke robot terhadap keberhasilan pengiriman data.

Tabel 1. Hasil Pengujian Jarak Terhadap Pengiriman Data

Jarak (meter)	Hasil
0.2	Sukses
0.5	Sukses
1	Sukses
1,5	Sukses
2	Sukses
3	Sukses
4	Sukses
5	Sukses
6	Sukses
7	Sukses
8	Sukses
9	Sukses
10	Gagal
11	Gagal
12	Gagal

Lalu skenario pengujian kedua adalah pengujian terhadap fungsional dari tombol-tolbol pada aplikasi yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Fungsional Aplikasi

Komponen	Pengujian	Hasil
Konektivitas Bluetooth	Menampilkan perangkat Bluetooth yang aktif disekitar	Sukses
	Melakukan <i>connect</i> ke perangkat robot	Sukses
Navigasi Arah	Panah atas	Sukses
	Panah geser kanan atas	Sukses
	Panah geser kanan	Sukses
	Panah geser kanan bawah	Sukses
	Panah mundur	Sukses
	Panah geser kiri bawah	Sukses
	Panah geser kiri	Sukses

Panah geser kiri atas	Sukses
Panah putar kiri / CCW	Sukses
Panah putar kanan / CW	Sukses

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa penelitian ini telah menghasilkan suatu aplikasi kendali navigasi W-Bot berbasis android. Aplikasi ini telah berhasil digunakan untuk mengendalikan pergerakan dari robot dengan 4 roda omni-directional. Dimana robot tersebut adalah robot warehouse yang digunakan untuk membantu management penataan barang lebih cepat, akurat, efisien dan hemat energi. Komunikasi Bluetooth antara robot dan aplikasi android memiliki jarak maksimal 9 meter untuk dapat mengirim dan menerima data dengan baik. Navigasi robot melalui aplikasi android tidak memiliki pengaruh terhadap pergerakan. Robot tetap bergerak sesuai dengan data yang dikirim dari aplikasi android.

5. SARAN

Penelitian ini masih banyak yang harus dikembangkan dan dilanjutkan, seperti memperbaiki / memperkuat lagi konstruksi mekanik robot terutama dibagian roda untuk mengurangi resiko slip. Penambahan sensor jarak yang dapat berputar 360 derajat sehingga robot dapat memetakan ruangan disekitarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Teknik Informatika, khususnya LPPM dan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memfasilitasi penelitian ini (skema Hibah Penelitian PT no kontrak 487.03/ST/003/LPPM/Lit/2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Bräunl, T., 2008. Omni-Directional Robots. In: *Embedded Robotics*. [online] Springer, Berlin, Heidelberg. pp.147–156. Available at: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-70534-5_9>.
- Huang, L., Lim, Y., Li, D. and Teoh, C.E.L., 2004. Design and analysis of a four-wheel omnidirectional mobile robot. In: *2nd International Conference of Autonomous Robots and Agents*. pp.425–428.
- Khafri, Y.Z. and Jahanian, A., 2012. Improved Line Tracking System for Autonomous Navigation of High-Speed Vehicle. *International Journal of Robotics and Automation (IJRA)*, 1(3), pp.163–174.

- Saefullah, A., Immaniar, D. and Juliansah, R.A., 2015. Sistem kontrol robot pemindah barang menggunakan aplikasi android berbasis Arduino Uno. *CCIT Journal*, 8(2), pp.45–56.
- Setiawan, A., Budiyanto, A. and Pratomo, S.W., 2018. ANALISIS LINEARITAS BATERAI PADA PERFORMA ROBOT WAREHOUSE. *Konferensi Ilmiah Teknologi Texmaco* |, 1, p.303.
- Susilo, D.B., Wibawanto, H. and Mulwinda, A., 2018. Prototype Mesin Pengantar Barang Otomatis Menggunakan Load Cell Berbasis Robot Line Follower. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(1), pp.23–29.