

Judul Karya Ilmiah : Implementasi Pergerakan Omnidirectional pada Three-OmnIWheeled Robot

Bentuk Karya : Prosiding Nasional: The 6th Indonesian Symposium on Robotic Systems and Control (ISRSC) 2018

Link Full Paper : <http://kontesrobotindonesia.id/data/ISRSC/ProsidingISRSC2018.pdf>

Similarity : 2%



UMY

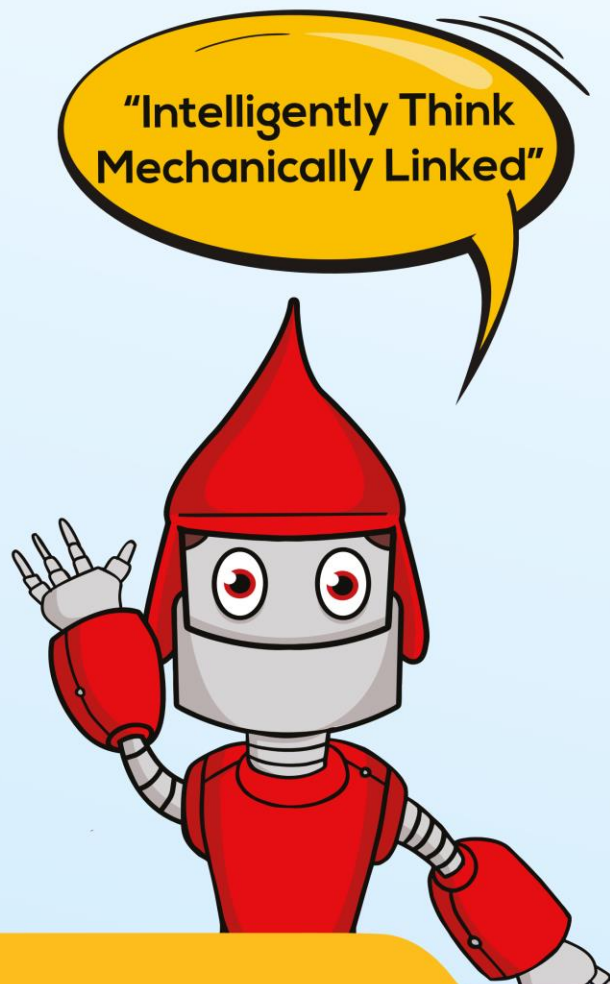
UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA  
Unggul & Islami



# PROCEEDING

The 6<sup>th</sup> Indonesian Symposium  
on Robotic Systems and Control  
(ISRSC)

.....  
10 JULI 2018 | UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA



# PROCEEDING

The 6<sup>th</sup> Indonesian Symposium  
on Robotic Systems and Control  
(ISRSC)



ISBN 978-602-5450-43-3



## SUSUNAN PANITIA

### General Chair

Dr. Ir. Endra Pitowarno, M.Eng (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)

### Steering Committee

Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Dr. Kusprasapta Mutijarsa (Institut Teknologi Bandung)

Hilman Latief, Ph.D. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Ir Nafi Ananda Utama, M.S. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

### Organizing Committee

Sri Atmaja P. Rosyidi, Ph.D., PE. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Eko Purwanti, Ph.D. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Achmad Fachrudin, S.E., M.Si. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Sri Sudarsi, SS., M.Int. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Taufik Akhbar, S.E., MBA. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Triyana, A.Md. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

### Reviewer

Ir. Heru Santoso BR, M.Eng., Ph.D (Universitas Gadjah Mada) – Chair

Prof. Dr. Benyamin Kusumoputro (Universitas Indonesia)

Dr. Ir. Djoko Purwanto, M.Eng. (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Dr. Eril Mozef, MS., DEA. (Politeknik Bandung)

Ir. Gigih Prabowo, MT (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)

Dr. Ir. Indrawanto (Institut Teknologi Bandung)

Karisma Trinanda Putra, S. ST. MT. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Prof. Dr. Mauridhi Hery Purnomo (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Rama Okta Wiyagi, ST, M.Eng. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Dr. Ramadoni Syahputra, ST., MT (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Dr. Ir. Wahidin Wahab, M.Sc (Universitas Indonesia)

### Editor

Dr. Aris Widyo Nugroho (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Dr. Ramadoni Syahputra, ST., MT (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

### Desain Sampul dan Tata Letak

Budi Nugroho, S.IP

### Penerbit

Lembaga Penelitian, Publikasi & Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Brawijaya, Kasihan, Bantul Yogyakarta 55183, Tel.: +62 274 387656 ext. 159, Fax: +62 274 387646

Email: lp3m@umy.ac.id

DAFTAR ISI

SUSUNAN PANITIA	i
PRAKATA CHAIRMAN ISRSC	ii
SAMBUTAN REKTOR	iii
KATA PENGANTAR EDITOR	iv
DAFTAR ISI	v
Pengembangan Robot Sepak Bola Beroda Versi 2 Dagozilla untuk Kompetisi <i>Middle Size League (MSL)</i>	1
Development of Middle-Sized Mobile Robot FUKURO for Robot Soccer Competition	6
Penentuan Posisi Robot Menggunakan <i>Odometry Omniwheel</i>	11
Penerapan Metode <i>Color Filtering</i> HSV untuk Pendeteksian Bola pada Robot KRSBI Beroda	14
<i>Read</i> TCP/IP Menggunakan <i>platform</i> Matlab pada Robot Sepak Bola Beroda	19
Implementasi Jaringan Saraf Tiruan untuk Meningkatkan Akurasi Sensor Kompas HMC5983 pada Robot KRSBI Beroda	25
Sistem Kerja Robot Penjaga Gawang ( <i>Keeper</i> ) Divisi KRSBI Beroda Tim ROTA	30
Perancangan Sistem Gerak pada Robot Kiper R2C-WARRIOR	34
Sinkronisasi Pergerakan Robot Sepak Bola Beroda Menggunakan Metode PID dan <i>Odometry</i>	38
Implementasi Pergerakan <i>Omnidirectional</i> pada <i>Three-Omniwheeled Robot</i>	43
Sistem Pergerakan Robot pada Robot Bola Beroda Tim CHAKRAMAKARA UI	47
Mekanisme Penendang Menggunakan Solenoid pada Robot Sepak Bola Beroda	50
Sistem Deteksi Objek dan Posisi pada Robot Sepak Bola Beroda <i>Middle Size</i> pada Sistem Kamera <i>Omni Vision</i> dengan <i>Scan Lines</i>	54
Teknik Pengambilan Warna untuk Deteksi Objek Berbasis OpenCV	59
Lokalisasi Robot Sepak Bola terhadap Lapangan	62
Optimasi Deteksi Bola pada Robot Sepak Bola Beroda Menggunakan <i>Region-based Segmentation</i>	66
Penggunaan Kamera Global untuk Menentukan Koordinat Robot pada Lapangan	72
Implementasi Protokol TCP dan UDP dalam Sistem Komunikasi <i>Base Station</i> Robot Sepak Bola Beroda	76
Desain dan Implementasi Komunikasi <i>Control</i> Robot <i>Soccer</i> Beroda Menggunakan User Datagram Protocol (UDP)	82
Sistem Kendali Motor DC Menggunakan PID dan Komunikasi I2C Pada <i>Omni Direction</i> untuk Robot <i>Soccer</i> Ten-De (10-D)	89
ROBOSOC UM 2018: Deskripsi Tim Robot KRSBI Beroda Universitas Negeri Malang	94
Rancang Bangun Mekanik Ekspansi Robot <i>Goalkeeper</i> Sepak Bola Beroda Menggunakan Pneumatik	99
<i>Tracking</i> Warna Menggunakan Ruang Warna <i>HSV</i> pada Robot Scada Rt	104
Strategi Pergerakan Robot Sepak Bola Beroda Menggunakan Komunikasi TCP/IP	108
Metode Pendeteksi Bola dan Gawang pada Robot Sepak Bola Beroda	114

Penentuan Posisi Bola berdasarkan Sudut Arah Bola terhadap Robot pada Kamera <i>Omnidirectional</i>	117
Rancang Bangun Robot Sepak Bola Beroda	121
<i>Forward dan Inverse Kinematics</i> pada Robot Sepak Bola Beroda ( <i>Robot Soccer Middle Size</i> )	126
Pendeteksian Bola Menggunakan Metode <i>YUV Color Filtering</i> pada Robot EWS Barracuda	130
Implementasi <i>Omnidirectional Vision Camera</i> Menggunakan Cermin Cembung	134
Centralized System PDI Controller for Balancing of Alfarobi Humanoid Soccer	140
Implementation of Stepping Strategy for Balance Recovery in EROS Humanoid Robot	144
Pola Gerak Dinamis pada Robot Krakatau FC	148
Sistem Penendang Menggunakan Pegas pada Robot Sepak Bola	152
Implementasi <i>Hough Circle, Contours and Convex Hull Method</i> untuk <i>Humanoid Robot Soccer</i> dalam Deteksi Bola Putih Berdasarkan Rule KRSBI Humanoid 2018	157
Prediksi Arah Datang Bola Menggunakan Triangulasi pada Robot Penjaga Gawang	162
Penerapan <i>Google's Speech API</i> sebagai Antarmuka Interaksi Robot dan Manusia	167
Dago Hoogeschool dalam Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Humanoid 2018	171
Rancangan Robot Humanoid Tim Devata 2018	176
Implementation of De Casteljau's Algorithm for Pattern Generation on BIOLOID Based Humanoid Robot's Leg Movement	181
GPU-Accelerated Monte Carlo Localization for Mobile Robot Soccer with Omnidirectional Camera	185
Segmentasi <i>Circle Hough Transform</i> untuk Deteksi Bola pada Robot Sepak Bola Beroda Menggunakan Kamera ov7670	189
Pengembangan Aplikasi Pendeteksi Objek Lingkaran Menggunakan Metode <i>Houghcircle</i> sebagai Media Pembelajaran Penginderaan Visual Robot	193
Penerapan <i>Web Base</i> sebagai Kontroller dan <i>NodeMCU 1.0 (Esp-12E)</i> sebagai Media Komunikasi pada Kendali Robot Soccer	202
Pemanfaatan Sensor Jarak untuk Mengidentifikasi Ruangan pada Map KRPAI (Studi Kasus: Robot KRPAI 2018 STIKOM DB)	208
Implementasi Interpolasi Linier pada Gerakan Tari Robot Humanoid	213
Rancang Bangun Sistem <i>Omnidirectional Vision</i> Cermin Spherical pada Robot KRSBI Beroda	219

# Implementasi Pergerakan *Omnidirectional* pada *Three-Omniwheeled Robot*

Simon Siregar, Muhammad Ikhsan Sani, M. Muchlis Kurnia, Dzikri Hasbiallyoh  
 Universitas Telkom  
 Jln. Telekomunikasi Terusan Buah Batu, Bandung  
 Email korespondensi: simon.siregar@tass.telkomuniversity.ac.id

**Abstrak** – Robot dengan kemampuan bergerak ke segala arah menjadi sebuah kebutuhan pertandingan Kontes Robot Sepak Bola Beroda Indonesia. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan *omni wheels* dengan konfigurasi tiga roda. Penelitian ini akan membangun dinamika dan kinematika konfigurasi tiga roda *omni wheels* yang dilengkapi dengan motor dan *driver motor* dengan karakteristik masing-masing roda, *driver motor* dan motor mendekati sama. Konfigurasi sudut antara sumbu roda satu dengan roda yang lain dibagi dengan sudut 120°. Kemudian konfigurasi sistem tersebut diterapkan pada sebuah robot dan diuji pergerakannya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pergerakan dari robot dengan menggunakan metode *omni wheels* dapat bergerak sesuai rancangan yang dibangun.

**Kata kunci:** *three-wheeled Robot*, *holonomic mobile robot*, kinematika dan dinamika.

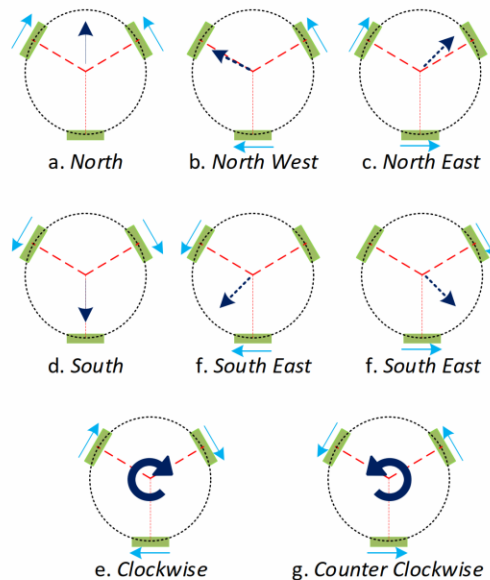
## I. PENDAHULUAN

Kontes Robot Sepak Bola Beroda Indonesia (KRSBI) adalah salah satu kategori dalam Kontes Robot Indonesia yang diselenggarakan oleh Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi (KEMENRISTEKDIKTI) yang mengacu pada RoboCup MSL 2016. Robot sepak bola beroda merupakan robot dengan penggerak menggunakan roda yang dirancang dengan kemampuan yang dapat berpindah-pindah tempat ke segala arah dengan tujuan untuk mengejar, menggiring dan mendang bola. Konstruksi dari robot beroda sendiri dapat dibagi menjadi beberapa tipe, yakni robot yang dapat bergerak ke segala arah (*omnidirectional* atau yang dikenal juga sebagai *holonomic*) dan robot yang tidak dapat bergerak ke segala arah. Robot *holonomic* adalah robot *mobile* yang memiliki kemampuan untuk dapat merubah arah pergerakan tanpa harus melakukan beberapa langkah rotasi dan dapat melakukan gerakan tersebut pada saat itu juga. (1)

Beberapa jenis pergerakan *omnidirectional* menggunakan roda dapat dibagi menjadi beberapa jenis yakni dengan menggunakan *cylindrical wheels*, *omni wheels* dan roda *mecanum wheels* (2). Agar dapat bergerak ke segala arah, jenis roda yang mungkin digunakan adalah *omni wheels* dan *mecanum wheels*. Dengan jenis yang berbeda, konfigurasi peletakan setiap roda menjadi berbeda pula. Selain konfigurasi, terdapat perbedaan juga dalam jumlah

roda yang digunakan. Secara garis besar, tipe mobilitas dari robot *mobile* dapat dibagi menjadi tiga: beroda, berkaki dan menggunakan bola. Sementara robot *mobile* sendiri dibagi menjadi dua: *omnidirectional* dan yang tidak *omnidirectional* (1). Pemilihan jenis roda sendiri berdasarkan hasil penelitian Soni (3), menunjukkan bahwa penggunaan roda dengan jenis *mecanum wheel* lebih rumit, sehingga pada penelitian ini digunakan jenis roda *omni wheels*.

Konfigurasi *Omnidirectional* dari robot *mobile* umumnya menggunakan konfigurasi simetris tiga roda maupun empat roda *omni wheels*. Beberapa bentuk konfigurasi peletakan roda menggunakan *omni wheels* dengan konfigurasi 4 roda dengan kondisi simetris maupun tidak simetris ditunjukkan pada penelitian Bemis(4).



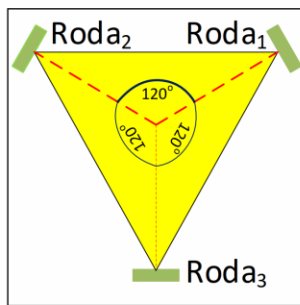
**Gambar 1.** Arah gerak dengan konfigurasi tiga *omni wheels* (2)

Beberapa desain yang menggunakan konfigurasi dengan tipe tiga roda *omni wheels* dan empat roda *omni wheels* telah dilakukan oleh Sani (5) dan Kantori (6). Dengan alasan kemampuan manuver yang baik dan kemudahan dalam sistem kendali seperti pada

penelitian Ribeiro(7), penelitian ini mengacu pada penelitian *Turtle Robot*(8), di mana robot *mobile* tersebut menggunakan roda dengan jenis *Omni wheels* dan dengan konfigurasi 3 roda dengan jarak sudut antar roda adalah  $120^\circ$ . Untuk dapat bergerak ke segala arah, terdapat beberapa metode dalam melakukan gerak beberapa arah seperti pada Gambar 1. Dengan konfigurasi ini, akan dibangun sebuah sistem pergerakan dengan menggunakan konfigurasi tiga roda *omni wheels* simetris dengan sudut peletakan masing-masing roda sebesar  $120^\circ$ .

**II. ROBOT DENGAN TIGA OMNI WHEELS**

Dalam membangun sistem pergerakan *omnidirectional* sistem, konfigurasi dari peletakan roda ditunjukkan pada Gambar 2. Konfigurasi tersebut membagi posisi tiga roda *omni wheels* dengan sudut masing-masing sumbu roda adalah  $120^\circ$ .



**Gambar 2.** Arah gerak dengan konfigurasi tiga *omni wheels* dengan sudut antara masing-masing sumbu roda sebesar  $120^\circ$

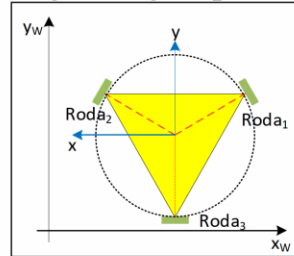
**A. Kinematika dan Dinamika dari Robot Tiga Roda Omni Wheels**

Kinematika pergerakan dari ketiga roda *omni wheels* tersebut digambarkan pada Gambar 3. Dengan menggunakan konfigurasi tersebut, robot jenis ini menghasilkan tiga derajat kebebasan (*Degree of Freedom*), dengan pergerakan arah linear sumbu  $x$ , pergerakan linear sumbu  $y$  dan pergerakan angular. Model kinematika sebuah robot *omnidirectional* digunakan untuk menggambarkan posisi dan kecepatan robot dan perubahan posisi robot dalam *frame World* dan *frame Robot* itu sendiri (9). Vektor posisi robot umumnya dinotasikan dengan  $x, y$ , dan  $\omega$  pada *frame robot* dan notasi  $x_w, y_w$ , dan  $\omega_w$  pada *frame world* seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 1. Sementara untuk vektor kecepatan digambarkan dengan  $v_x, v_y$ , dan  $v_\omega$  pada *frame robot* serta  $v_{x_w}, v_{y_w}$ , dan  $v_{\omega_w}$  pada *frame world*. Agar posisi robot dapat ditransformasikan dari *frame robot* ke *frame world* ataupun sebaliknya, dibutuhkan matrik transformasi  $R(\theta)$  dengan  $\theta$  adalah perbedaan sudut yang dibentuk antara *frame world* dan *frame robot* seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.

$$\begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ \omega_w \end{bmatrix} = R(\theta) \begin{bmatrix} x \\ y \\ \omega \end{bmatrix} \text{ dan } \begin{bmatrix} v_{x_w} \\ v_{y_w} \\ v_{\omega_w} \end{bmatrix} = R(\theta) \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_\omega \end{bmatrix} \quad (1)$$

Dengan:

$$R(\theta) = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & \sin(\theta) & 0 \\ -\sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$



**Gambar 3.** Konfigurasi robot tiga roda *omni wheels* terhadap sumbu  $x$  dan  $y$  *frame Robot* dan sumbu  $x_w$  dan  $y_w$  *frame World*

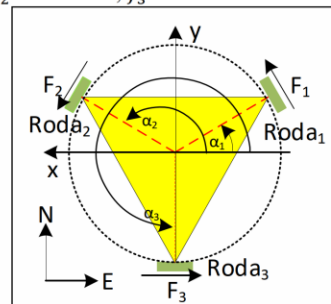
Dinamika sistem *omnidirectional*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, digunakan untuk menggambarkan pengaruh gaya yang diberikan roda terhadap pergerakan arah linear dan angular terhadap posisi robot. Jika masing-masing roda diberikan gaya  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  dan  $\vec{F}_3$  sudut  $\alpha_1, \alpha_2$ , dan  $\alpha_3$  merupakan sudut sumbu roda terhadap sumbu global untuk roda 1, 2 dan 3 secara berurutan, maka diperoleh resultan vektor gaya  $\vec{F}_R$  dari masing-masing roda  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  dan  $\vec{F}_3$  pada Persamaan 3 dengan.

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \quad (3)$$

Dengan asumsi massa yang digunakan adalah sama, maka akan diperoleh matriks berdasarkan metode yang digunakan pada Alaerds(8), diperoleh Persamaan 4.

$$\begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ \omega \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sin(\alpha_1 + \frac{\pi}{2}) & \sin(\alpha_2 + \frac{\pi}{2}) & \sin(\alpha_3 + \frac{\pi}{2}) \\ \cos(\alpha_1 + \frac{\pi}{2}) & \cos(\alpha_2 + \frac{\pi}{2}) & \cos(\alpha_3 + \frac{\pi}{2}) \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Di mana,  $a_x$  adalah percepatan arah  $x$ ,  $a_y$  adalah percepatan arah  $y$  dan  $\omega$  adalah percepatan sudut yang dihasilkan pada gaya yang diberikan pada roda 1,  $f_1$ , roda 2,  $f_2$  dan roda 3,  $f_3$ .



**Gambar 4.** Konfigurasi gaya gerak yang bekerja dari masing roda terhadap sumbu  $x$  dan  $y$  *frame robot*

**B. Motor dan Driver Motor**

Semua jenis motor yang digunakan dalam penerapan metode kontrol arah gerak linear dan angular pada penelitian ini memiliki karakteristik yang ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik Motor PG45RS775

Operating Voltage	24	Volt (dc)
No load speed	468±10%	RPM
No load current	<1,5	Ampere
Rate Load Torque	15	Kgf.cm
Rated Current	<6,5	Ampere
Rated Load Speed	398±10%	RPM
Stall Torque	40	Kgf.cm
GearBox Maximum Torque	60	Kgf.cm
Rotation Direction	CCW/CW	

Dengan bentuk motor yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 5. Jenis motor ini merupakan motor dengan *gear reduction speed* sehingga dapat menghasilkan torsi maksimal hingga 15 kg.



**Gambar 5.** Motor PG45RS775.

Untuk dapat mengendalikan motor sesuai dengan karakteristik yang dimiliki motor tersebut, digunakan driver motor berjenis BTS7960 (Gambar 6). Driver Motor ini merupakan driver motor bertipe H-Bridge yang memiliki karakteristik yang cukup aman dibandingkan terhadap kebutuhan arus rata-rata dari motor yang digunakan. Karakteristik dari driver motor BTS7960 ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Karakteristik H-Bridge Motor BTS7960

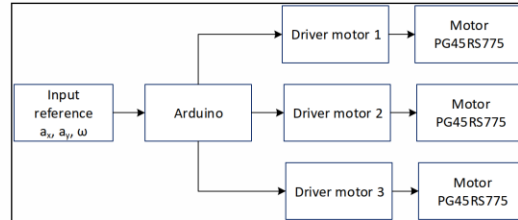
Supply Voltage	5.5-27	Volt (dc)
Logic Input Voltage	-0.3-5,3	Volt (dc)
Continous Drain Current	40	Ampere



**Gambar 6.** Driver Motor H-Bridge BTS7960.

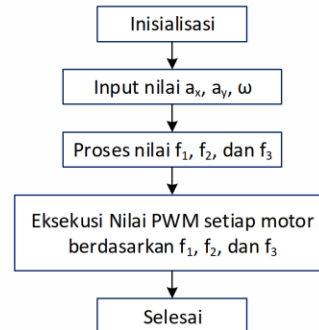
**C. Sistem Penggerak yang Dibangun**

Desain kinematika dan dinamika yang telah dibangun pada sub bab sebelumnya kemudian diterapkan dalam sebuah sistem kendali menggunakan mikrokontroler arduino, dengan bentuk diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Blok diagram sistem penggerak *omni directional*

Dengan menggunakan Persamaan 2, dibentuk sebuah program menggunakan IDE Arduino yang dapat mengatur pergerakan berdasarkan nilai input yang diberikan. Flow chart dari sistematika kerja dari Mikrokontroler yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Flow chart sistem penggerak *omni directional*

Perubahan dari nilai Input  $a_x$ ,  $a_y$ , dan  $\omega$  menjadi nilai gaya  $f_1$ ,  $f_2$  dan  $f_3$  merupakan proses dengan menggunakan Persamaan 2.  $a_x$  merupakan percepatan robot pada sumbu x, sementara  $a_y$  merupakan percepatan robot pada sumbu y dan  $\omega$  adalah percepatan angular robot. Nilai  $f_1$ ,  $f_2$  dan  $f_3$  dapat berupa nilai positif dan negatif, kemudian dikonversi menjadi sebuah nilai yang dapat dieksekusi oleh arduino yakni sebuah nilai antara 0 hingga 255 (8bit).

**III. PENGUJIAN DAN DISKUSI**

**A. Pengujian Menggunakan Matlab**

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan Matlab, dapat dihitung dengan memberi nilai parameter  $\alpha_1 = 30^\circ$ ,  $\alpha_2 = 150^\circ$ , dan  $\alpha_3 = 270^\circ$ , maka diperoleh tabel pergerakan yang ditunjukkan pada Tabel 3.



**Tabel 3.** Hasil tabel simulasi arah pergerakan robot

$a_x$	$a_y$	$\omega$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	Arah Gerakan
1	0	0	0,58	-0,58	0	East
0	1	0	-0,33	-0,33	0,67	North
-1	0	0	-0,58	0,58	0	West
0	-1	0	0,33	0,33	-0,67	South
1	1	0	0,25	-0,91	0,67	North East
-1	-1	0	-0,25	0,91	-0,67	South West
1	-1	0	0,91	-0,25	-0,67	South East
-1	1	0	-0,91	0,25	0,67	North West
0	0	1	0,33	0,33	0,33	Berlawanan Arah Jarum Jam (CCW)
0	0	-1	-0,33	-0,33	-0,33	Searah Jarum Jam (CW)

**B. Pengujian Sistem Gerakan pada Robot**

Dengan menggunakan blok diagram pada Gambar 5 dan Flow Chart Sistem Penggerak *Omnidirectional* pada Gambar 6. Diperoleh hasil pergerakan robot pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil implementasi pergerakan arah robot

$a_x$	$a_y$	$\omega$	Arah Gerakan	Kesesuaian gerakan
1	0	0	East	Sesuai
0	1	0	North	Sesuai
-1	0	0	West	Sesuai
0	-1	0	South	Sesuai
1	1	0	North East	Sesuai
-1	-1	0	South West	Sesuai
1	-1	0	South East	Sesuai
-1	1	0	North West	Sesuai
0	0	1	Berlawanan Arah Jarum Jam (CCW)	Sesuai
0	0	-1	Searah Jarum Jam (CW)	Sesuai

**C. Analisis Sistem Gerakan pada Robot**

Dari hasil percobaan dan hasil simulasi matlab, dihasilkan pergerakan robot yang sesuai dengan rencana penelitian. Beberapa pengembangan yang dapat dilakukan pada penelian ini adalah penerapan sistem kendali arah sesuai yang dapat disesuaikan dengan sistem navigasi yang dimiliki robot seperti sensor kompas, *Inertial Measurement Unit* (IMU) dan *encoder rpm sensor*(10) serta menggunakan kamera(11).

Terdapat beberapa pergerakan yang mengalami deviasi dari arah pergerakan seharusnya. Dengan adanya deviasi ini, dibutuhkan suatu sistem kendali yang dapat mengakomodasi galat arah yang dihasilkan. Terdapat beberapa kemungkinan sistem kendali yang dapat digunakan seperti sistem kendali *Proportional*, *Integral* dan *Derivatif* (PID)(1), *Kalman Filter*, dan *Neural Network*.

**IV. KESIMPULAN**

Dari hasil simulasi dan pengujian, tujuan penelitian yakni menghasilkan pergerakan *omnidirectional* dengan menggunakan konfigurasi 3 *omni wheels* dengan sudut antara masing-masing sumbu roda sebesar 120° dapat dicapai. Adapun mengurangi kondisi galat arah gerakan yang dihasilkan dapat menjadi salah satu rencana penelitian selanjutnya.

**V. UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Telkom yang membiayai penelitian ini melalui Dana Penelitian Internal Universitas Telkom dan Fasilitas yang diberikan pada Laboratorium Robotik *School of Applied Science* (SAS) Universitas Telkom.

**VI. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Moreno J, Clotet E, Lupiañez R, Tresanchez M, Martínez D, Pallejá T, et al. Design, implementation and validation of the three-wheel holonomic motion system of the assistant personal robot (APR). *Sensors* (Switzerland). 2016;16(10).
- [2] Parmar JJ, Savant C V. Selection of Wheels in Robotics. 2014;5(10):339-43.
- [3] Soni S, Mistry T, Hanath J. Experimental Analysis of Mecanum wheel and Omni wheel. *IJSET -International J Innov Sci Eng Technol* [Internet]. 2014;1(3):292-5.
- [4] Bemis S, Quinton B. Design and development of a novel omnidirectional platform. *ProQuest Diss Theses* [Internet]. 2009;(October):209.
- [5] Sani MI, Damayanti I, Ismail, Saleh MI. Vision System on Wheeled Robot Soccer. In: *Indonesian Symposium on Robot Soccer Competition*. 2016.
- [6] Kantori MT, Sugianto Z, Nugraha MI, Febriansyah A. Mobile Robot Pemain Bola : Aplikasi Pada KRSBI 2017. 2017;
- [7] Ribeiro F, Moutinho I, Silva P, Fraga C, Pereira N. Three Omni-Directional Wheels Control on a Mobile Robot. *Control* 2004 [Internet]. 2004;
- [8] Alaerds RJG. Mechanical design of the next generation Tech United Turtle. 2010;
- [9] Oliveira HP, Sousa AJ, Moreira AP, Costa PJ. Dynamical Models for Omni-directional Robots with 3 and 4 Wheels. *Proc 5th Int Conf Informatics Control Autom Robot* [Internet]. 2008;(May 2008):189-96.
- [10] Garcia-Saura C. Self-calibration of a differential wheeled robot using only a gyroscope and a distance sensor. 2015;(September).
- [11] Jesus F, Ventura R. Simultaneous Localization and Mapping using Stereo and Mono Vision for Tracked Wheel Robots. 2012;7.

# Implementasi Pergerakan Omnidirectional pada Three-Omniwheeled robot

*By* Simon Siregar

---

WORD COUNT

2189

TIME SUBMITTED

27-NOV-2018 06:19PM

PAPER ID

42296454

# Implementasi Pergerakan *Omnidirectional* pada *Three-Omniwheeled robot*

Simon Siregar<sup>a,1</sup>, Muhammad Ikhsan Sani<sup>b</sup>, M. Muchlis Kurnia<sup>c</sup>, Dzikri Hasbially<sup>d</sup>

<sup>a, b, c, d</sup>Universitas Telkom, Jln. Telekomunikasi Terusan Buah Batu, Bandung

<sup>1</sup>Email korespondensi: simon.siregar@tass.telkomuniversity.ac.id

**Abstrak** – Robot dengan kemampuan bergerak ke segala arah menjadi sebuah kebutuhan pertandingan Kortes Robot Sepak Bola Beroda Indonesia. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan *omni wheels* dengan konfigurasi tiga roda. Penelitian ini akan membangun dinamika dan kinematika konfigurasi tiga roda *omni wheels* yang dilengkapi dengan motor dan *driver motor* dengan karakteristik masing-masing roda, *driver motor* dan motor mendekati sama. Konfigurasi sudut antara sumbu roda satu dengan rada yang lain dibagi dengan sudut 120°. Kemudian konfigurasi sistem tersebut diterapkan pada sebuah robot dan diuji pergerakannya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pergerakan dari robot dengan menggunakan metode *omni wheels* dapat bergerak sesuai rancangan yang dibangun.

**Kata kunci:** *three-wheeled Robot, holonomic mobile robot, kinematika dan dinamika.*

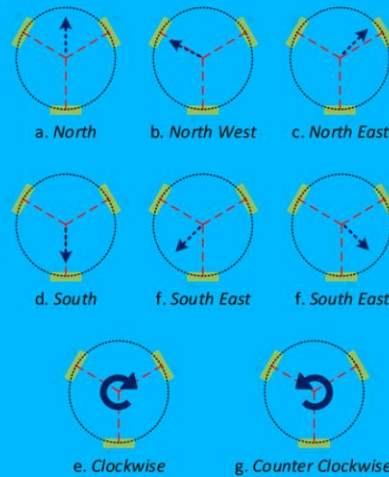
## I. PENDAHULUAN

Kortes Robot Sepak Bola Beroda Indonesia (KRSBI) adalah salah satu kategori dalam Kortes Robot Indonesia yang diselenggarakan oleh Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi (KEMENRISTEKDIKTI) yang mengacu pada RoboCup MSL 2016. Robot sepak bola beroda ini merupakan robot dengan penggerak menggunakan roda yang dirancang dengan kemampuan yang dapat berpindah-pindah tempat ke segala arah dengan tujuan untuk mengejar, menggiring dan memandang bola. Konstruksi dari robot beroda sendiri dapat dibagi menjadi beberapa tipe, yakni robot yang dapat bergerak ke segala arah (*omnidirectional* atau yang dikenal juga sebagai *holonomic*) dan robot yang tidak dapat bergerak ke segala arah. Robot *holonomic* adalah robot *mobile* yang memiliki kemampuan untuk dapat merubah arah pergerakan tanpa harus melakukan beberapa langkah rotasi dan dapat melakukan gerakan tersebut pada saat itu juga. (1)

Beberapa jenis pergerakan *omnidirectional* menggunakan roda dapat dibagi menjadi beberapa jenis yakni dengan menggunakan *Cylindrical wheels, omni wheels* dan roda *mecanum wheels*(2). Agar dapat bergerak ke segala arah, jenis roda yang mungkin digunakan adalah *omni wheels* dan *mecanum wheels*. Dengan jenis yang berbeda, maka konfigurasi

peletakan setiap roda menjadi berbeda pula. Selain konfigurasi, terdapat perbedaan juga dalam jumlah roda yang digunakan. Secara garis besar, tipe mobilitas dari robot *mobile* dapat dibagi menjadi tiga: beroda, berkaki dan menggunakan bola. Sementara robot *mobile* sendiri dibagi menjadi dua: *omnidirectional* dan yang tidak *omnidirectional*(1). Pemilihan jenis roda sendiri berdasarkan hasil penelitian Soni(3), menunjukkan bahwa penggunaan roda dengan jenis *mecanum wheel* lebih rumit, sehingga pada penelitian ini digunakan jenis roda *omni wheels*.

Konfigurasi *Omnidirectional* dari robot *mobile* umumnya menggunakan konfigurasi simetris tiga roda maupun empat roda *omni wheels*. Beberapa bentuk konfigurasi peletakan roda menggunakan *omni wheels* dengan konfigurasi 4 roda dengan kondisi simetris maupun tidak simetris ditunjukkan pada penelitian Bemis(4).



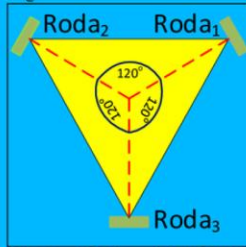
**Gambar 1.** Arah gerak dengan konfigurasi tiga *omni wheels* (2)

Beberapa desain yang menggunakan konfigurasi dengan tipe tiga roda *omni wheels* dan empat roda *omni wheels* telah dilakukan oleh Sani(5) dan Kantori(6). Dengan alasan kemampuan manuver yang baik dan

kemudahan dalam sistem kendali seperti pada penelitian Ribeiro(7), penelitian ini mengacu pada penelitian *Turtle Robot*(8), dimana robot *mobile* tersebut menggunakan roda dengan jenis *Omni wheels* dan dengan konfigurasi 3 roda dengan jarak sudut antar roda adalah 120°. Untuk dapat bergerak ke segala arah, terdapat beberapa metode dalam melakukan gerak beberapa arah seperti pada Gambar 1. Dengan konfigurasi ini, akan dibangun sebuah sistem pergerakan dengan menggunakan konfigurasi tiga roda *omni wheels* simetris dengan sudut peletakan masing-masing roda sebesar 120°

**II. ROBOT DENGAN TIGA OMNI WHEELS**

Dalam membangun sistem pergerakan *omnidirectional* sistem, konfigurasi dari peletakan roda ditunjukkan pada Gambar 2. Konfigurasi tersebut membagi posisi tiga roda *omni wheels* dengan sudut masing-masing sumbu roda adalah 120°.



**Gambar 2.** Arah gerak dengan konfigurasi tiga *omni wheels* dengan sudut antara masing-masing sumbu roda sebesar 120°

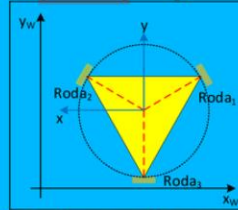
**A. Kinematika dan Dinamika dari Robot tiga roda *Omni wheels***

Kinematika pergerakan dari ketiga roda *omni wheels* tersebut digambarkan pada Gambar 3. Dengan menggunakan konfigurasi tersebut, robot jenis ini menghasilkan tiga derajat kebebasan (*Degree of Freedom*), dengan pergerakan arah linear sumbu x, pergerakan linear sumbu y dan pergerakan angular. Model kinematika sebuah robot *omnidirectional* digunakan untuk menggambarkan posisi dan kecepatan robot dan perubahan posisi robot dalam *frame World* dan *frame Robot* itu sendiri(9). Vektor posisi robot umumnya dinotasikan dengan x, y, dan ω pada *frame robot* dan notasi  $x_w, y_w,$  dan  $\omega_w$  pada *frame world* seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 1. Sementara untuk vektor kecepatan digambarkan dengan  $v_x, v_y,$  dan  $v_\omega$  pada *frame robot* serta  $v_{x_w}, v_{y_w},$  dan  $v_{\omega_w}$  pada *frame world*. Agar posisi robot dapat ditransformasikan dari *frame robot* ke *frame world* ataupun sebaliknya, dibutuhkan matrik transformasi  $R(\theta)$  dengan  $\theta$  adalah perbedaan sudut yang dibentuk antara *frame world* dan *frame robot* seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.

$$\begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ \omega_w \end{bmatrix} = R(\theta) \begin{bmatrix} x \\ y \\ \omega \end{bmatrix} \text{ dan } \begin{bmatrix} v_{x_w} \\ v_{y_w} \\ v_{\omega_w} \end{bmatrix} = R(\theta) \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_\omega \end{bmatrix} \quad (1)$$

Dengan:

$$R(\theta) = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & \sin(\theta) & 0 \\ -\sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$



**Gambar 3.** Konfigurasi robot tiga roda *omni wheels* terhadap sumbu x dan y *frame Robot* dan sumbu  $x_w$  dan  $y_w$  *frame World*.

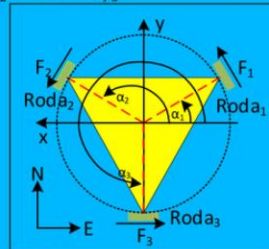
Dinamika sistem *omnidirectional*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, digunakan untuk menggambarkan pengaruh gaya yang diberikan roda terhadap pergerakan arah linear dan angular terhadap posisi robot. Jika masing-masing roda diberikan gaya  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  dan  $\vec{F}_3$  sudut  $\alpha_1, \alpha_2,$  dan  $\alpha_3$  merupakan sudut sumbu roda terhadap sumbu global untuk roda 1, 2 dan 3 secara berurutan, maka diperoleh resultan vektor gaya  $\vec{F}_R$  dari masing-masing roda  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  dan  $\vec{F}_3$  pada Persamaan 3 dengan.

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \quad (3)$$

Dengan asumsi massa yang digunakan adalah sama, maka akan diperoleh matriks berdasarkan metode yang digunakan pada Alaerds(8), diperoleh Persamaan 4.

$$\begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ \omega \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sin(\alpha_1 + \frac{\pi}{2}) & \sin(\alpha_2 + \frac{\pi}{2}) & \sin(\alpha_3 + \frac{\pi}{2}) \\ \cos(\alpha_1 + \frac{\pi}{2}) & \cos(\alpha_2 + \frac{\pi}{2}) & \cos(\alpha_3 + \frac{\pi}{2}) \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Dimana,  $a_x$  adalah percepatan arah x,  $a_y$  adalah percepatan arah y dan  $\omega$  adalah percepatan sudut yang dihasilkan pada gaya yang diberikan pada roda 1,  $f_1,$  roda 2,  $f_2$  dan roda 3,  $f_3$ .



**Gambar 4.** Konfigurasi gaya gerak yang bekerja dari masing roda terhadap sumbu x dan y *frame robot*.

**B. Motor dan driver Motor**

Semua jenis motor yang digunakan dalam penerapan metode kontrol arah gerak linear dan angular pada penelitian ini memiliki karakteristik yang ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik Motor PG45RS775

Operating Voltage	24	Volt (dc)
No load speed	468±10%	RPM
No load current	~1.5	Ampere
Rate Load Torque	15	Kgf.cm
Rated Current	~6.5	Ampere
Rated Load Speed	398±10%	RPM
Stall Torque	40	Kgf.cm
GearBox Torque	Maximum 60	Kgf.cm
Rotation Direction	CCW/CW	

Dengan bentuk motor yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 5. Jenis motor ini merupakan motor dengan gear reduction speed sehingga dapat menghasilkan torsi maksimal hingga 15 kg.



**Gambar 5.** Motor PG45RS775.

Untuk dapat mengendalikan motor sesuai dengan karakteristik yang dimiliki motor tersebut, maka digunakan driver motor berjenis BTS7960, seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Driver Motor ini merupakan driver motor bertipe H-Bridge yang memiliki karakteristik yang cukup aman dibandingkan terhadap kebutuhan arus rata-rata dari motor yang digunakan. Karakteristik dari driver motor BTS7960 ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Karakteristik H-Bridge Motor BTS7960

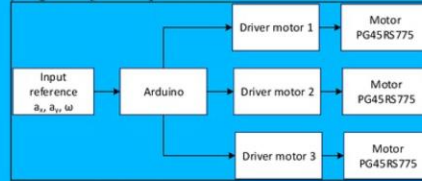
Supply Voltage	5-5.27	Volt (dc)
Logic Input Voltage	-0.3-5.3	Volt (dc)
Continous Drain Current	40	Ampere



**Gambar 6.** Driver Motor H-Bridge BTS7960.

**C. Sistem penggerak yang dibangun.**

Desain kinematika dan dinamika yang telah dibangun pada sub bab sebelumnya kemudian diterapkan dalam sebuah sistem kendali menggunakan mikrokontroler arduino, dengan bentuk diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Blok Diagram Sistem Penggerak Omni Directional.

Dengan menggunakan Persamaan 2, maka dibentuk sebuah program menggunakan IDE Arduino yang dapat mengatur pergerakan berdasarkan nilai input yang diberikan. Flow chart dari sistematika kerja dari Mikrokontroler yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Flow chart Sistem Penggerak Omni Directional.

Perubahan dari nilai Input  $a_x$ ,  $a_y$ , dan  $\omega$  menjadi nilai gaya  $f_1$ ,  $f_2$  dan  $f_3$  merupakan proses dengan menggunakan Persamaan 2.  $a_x$  merupakan percepatan robot pada sumbu x, sementara  $a_y$  merupakan percepatan robot pada sumbu y dan  $\omega$  adalah percepatan angular robot. Nilai  $f_1$ ,  $f_2$  dan  $f_3$  dapat berupa nilai positif dan negatif, kemudian dikonversi menjadi sebuah nilai yang dapat dieksekusi oleh arduino yakni sebuah nilai antara 0 hingga 255 (8bit)

**III. PENGUJIAN DAN DISKUSI**

**A. Pengujian menggunakan Matlab**

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan Matlab, dapat dihitung dengan memberi nilai parameter  $\alpha_1 = 30^\circ$ ,  $\alpha_2 = 150^\circ$ , dan  $\alpha_3 = 270^\circ$ , maka diperoleh tabel pergerakan yang ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil tabel simulasi arah pergerakan robot

$a_x$	$a_y$	$\omega$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	Arah Gerakan
1	0	0	0,58	-0,58	0	East
0	1	0	-0,33	-0,33	0,67	North

$a_x$	$a_y$	$\omega$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	Arah Gerakan
-1	0	0	-0,58	0,58	0	West
0	-1	0	0,33	0,33	-0,67	South
1	1	0	0,25	-0,91	0,67	North East
-1	-1	0	-0,25	0,91	-0,67	South West
1	-1	0	0,91	-0,25	-0,67	South East
-1	1	0	-0,91	0,25	0,67	North West
0	0	1	0,33	0,33	0,33	Berlawanan Arah Jarum Jam (CCW)
0	0	-1	-0,33	-0,33	-0,33	Searah Jarum Jam (CW)

**B. Pengujian Sistem Gerakan pada Robot**

Dengan menggunakan blok diagram pada Gambar 5 dan Flow Chart Sistem Penggerak *Omnidirectional* pada Gambar 6. Diperoleh hasil pergerakan robot pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil implementasi pergerakan arah robot

$a_x$	$a_y$	$\omega$	Arah Gerakan	Kesesuaian gerakan
1	0	0	East	Sesuai
0	1	0	North	Sesuai
-1	0	0	West	Sesuai
0	-1	0	South	Sesuai
1	1	0	North East	Sesuai
-1	-1	0	South West	Sesuai
1	-1	0	South East	Sesuai
-1	1	0	North West	Sesuai
0	0	1	Berlawanan Arah Jarum Jam (CCW)	Sesuai
0	0	-1	Searah Jarum Jam (CW)	Sesuai

**C. Analisis sistem gerakan pada robot**

Dari hasil percobaan dan hasil simulasi matlab, dihasilkan pergerakan robot yang sesuai dengan rencana penelitian. Beberapa pengembangan yang dapat dilakukan pada penelian ini adalah penerapan sistem kendali arah sesuai yang dapat disesuaikan dengan sistem navigasi yang dimiliki robot seperti sensor kompas, *Inertial Measurement Unit* (IMU) dan *encoder rpm sensor*(10) serta menggunakan kamera(11).

Terdapat beberapa pergerakan yang mengalami deviasi dari arah pergerakan seharusnya. Dengan adanya deviasi ini maka dibutuhkan suatu sistem kendali yg dapat mengakomodasi galat arah yg dihasilkan. Terdapat beberapa kemungkinan sistem kendali yang dapat digunakan seperti sistem kendali Proportional, Integral dan Derivatif (PID)(1), *Kalman Filter*, dan *Neural Network*.

**IV. KESIMPULAN**

Dari hasil simulasi dan pengujian, tujuan penelitian yakni menghasilkan pergerakan omnidirectional

dengan menggunakan konfigurasi 3 *omni wheels* dengan sudut antara masing-masing sumbu roda sebesar 120° dapat dicapai. Adapun mengurangi kondisi galat arah gerakan yang dihasilkan dapat menjadi salah satu rencana penelitian selanjutnya.

**V. UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Telkom yang membiayai penelitian ini melalui Dana Penelitian Internal Universitas Telkom dan Fasilitas yang diberikan pada Laboratorium Robotik *School of Applied Science* (SAS) Universitas Telkom.

**VI. DAFTAR PUSTAKA**

1. Moreno J, Clotet E, Lupiañez R, Tresanchez M, Martínez D, Pallejá T, et al. Design, implementation and validation of the three-wheel holonomic motion system of the assistant personal robot (APR). *Sensors* (Switzerland). 2016;16(10).
2. Parmar JJ, Savant C V. Selection of Wheels in Robotics. 2014;5(10):339-43.
3. Soni S, Mistry T, Hanath J. Experimental Analysis of Mecanum wheel and Omni wheel. *IJISET -International J Innov Sci Eng Technol* [Internet]. 2014;1(3):292-5.
4. Bemis S, Quinton B. Design and development of a novel omnidirectional platform. *ProQuest Diss Theses* [Internet]. 2009;(October):209.
5. Sani MI, Damayanti I, Ismail, Saleh MI. Vision System on Wheeled Robot Soccer. In: *Indonesian Symposium on Robot Soccer Competition*. 2016.
6. Kantori MT, Sugianto Z, Nugraha MI, Febrnansyah A. Mobile Robot Pemain Bola : Aplikasi Pada KRSBJ 2017. 2017.
7. Ribeiro F, Moutinho I, Silva P, Fraga C, Pereira N. Three Omnidirectional Wheels Control on a Mobile Robot. *Control* 2004 [Internet]. 2004.
8. Alaerds RJG. Mechanical design of the next generation Tech United Turtle. 2010.
9. Oliveira HP, Sousa AJ, Moreira AP, Costa PJ. Dynamical Models for Omni-directional Robots with 3 and 4 Wheels. *Proc 5th Int Conf Informatics Control Autom Robot* [Internet]. 2008;(May 2008):189-96.
10. Garcia-Saura C. Self-calibration of a differential wheeled robot using only a gyroscope and a distance sensor. 2015;(September).
11. Jesus F, Ventura R. Simultaneous Localization and Mapping using Stereo and Mono Vision for Tracked Wheel Robots. 2012;7.

# Implementasi Pergerakan Omnidirectional pada Three-Omniwheeled robot

---

ORIGINALITY REPORT

---

# 2%

SIMILARITY INDEX

---

PRIMARY SOURCES

---

<b>1</b>	<a href="http://uos-app00353-si.soton.ac.uk">uos-app00353-si.soton.ac.uk</a> Internet	12 words — 1%
<b>2</b>	<a href="http://biotifor.or.id">biotifor.or.id</a> Internet	10 words — 1%
<b>3</b>	<a href="http://www.bangsaku.web.id">www.bangsaku.web.id</a> Internet	9 words — 1%

---

EXCLUDE QUOTES ON

EXCLUDE MATCHES OFF

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON