

Pemrograman Sudut-Sudut Kinematis pada Persendian Kaki Robot untuk Menstabilkan Gerak Maju Robot Quadruped

Akhmad Rizal Dzibrillah¹⁾, Gripsy Adeep Firmansyah²⁾, Abrar Dhiya Rabbani³⁾, Yoga Budi Santoso³⁾, Malik Emir Hafta⁴⁾, Rosalina⁵⁾ & Fadhlan Nurrachman⁶⁾

^{1,2,3,4,5,6,7)}Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof.Dr Hamka

Jl. Tanah Merdeka, No. 6, Kampung Rambutan, Ciracas, Jakarta Timur Telp (021) 87782739 Website:

<https://ft.uhamka.ac.id> E-mail: ft@uhamka.ac.id

Programming Kinematic Angles in Robot Leg Joints to Stabilize Forward Motion of Quadruped Robots

Akhmad Rizal Dzibrillah¹⁾, Gripsy Adeep Firmansyah²⁾, Abrar Dhiya Rabbani³⁾, Yoga Budi Santoso³⁾, Malik Emir Hafta⁴⁾, Rosalina⁵⁾ & Fadhlan Nurrachman⁶⁾

^{1,2,3,4,5,6,7)}Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof.Dr Hamka

Jl. Tanah Merdeka, No. 6, Kampung Rambutan, Ciracas, Jakarta Timur Telp (021) 87782739 Website:

<https://ft.uhamka.ac.id> E-mail: ft@uhamka.ac.id

Abstrak

Pada kontes robot SAR Indonesia tahun 2023, robot cerdas dari setiap universitas berlomba mencetak skor dengan cara membawa boneka mini berwarna orange ke lokasi-lokasi yang ditentukan. Robot harus melewati rintangan sulit beraneka ragam. Robot cerdas yang dilombakan adalah robot berkaki yang memiliki penjepit untuk memegang boneka mini. Motor servo merupakan salah satu motor yang sering digunakan pada sendi-sendi robot berkaki. Penelitian ini bertujuan untuk memprogram sudut-sudut kinematis pada persendian robot berkaki agar mampu melintasi arena Kontes Robot SAR 2023 beserta rintangannya dengan stabil. Dengan menggunakan 4 kaki yaitu kanan-depan, kiri depan, kanan-belakang, dan kiri belakang serta menggunakan 3 motor servo pada masing-masing kaki, robot dapat berjalan stabil setelah dilakukan pemrograman sudut-sudut kinematis tertentu pada motor serv. Robot diprogram memiliki 7 fase gerak antar kaki yang selaras dengan delay 500 milidetik setiap fase. Robot dapat berjalan stabil melewati semua rintangan pada arena robot KRSRI 2023 kecuali rintangan jalan bertangga menanjak.

Kata kunci: robot quadruped, pemrograman sudut kinematis.

Abstract

In the 2023 Indonesian SAR robot contest, intelligent robots from each university compete to score by carrying orange mini dolls to designated locations. Robots must overcome various difficult obstacles. The intelligent robot in the competition is a legged robot that has clamps for holding mini dolls. Servo motors are one of the motors that are often used in legged robot joints. This research aims to program the kinematic angles of the joints of a legged robot so that it is able to traverse the 2023 SAR Robot Contest arena and its obstacles stably. By using 4 legs, namely front-right, front-left, rear-right and rear-left and using 3 servo motors on each leg, the robot can walk stably after programming certain kinematic angles on the servo motor. The robot is programmed to have 7 phases of movement between the legs that are aligned with a delay of 500 milliseconds for each phase. The robot can walk stably over all obstacles in the KRSRI 2023 robot arena except for the uphill stairs.

Keyword: quadruped robots, kinematic angle programming.

1 PENDAHULUAN

Kontes Robot SAR Indonesia merupakan suatu kompetisi robot cerdas antar perguruan tinggi tingkat nasional yang diselenggarakan oleh Pusprenas Kemendikbudristek Republik Indonesia. Pada kontes robot SAR Indonesia tahun 2023, robot cerdas dari masing-masing universitas berlomba mencetak skor dengan cara membawa boneka mini berwarna orange ke lokasi-lokasi yang ditentukan. Robot harus melewati rintangan seperti tanggul, jalan retak, jalan berbatu, jalan menurun, jalan licin berkelok, dan

tangga menanjak. Robot cerdas yang dilombakan adalah robot berkaki yang memiliki penjepit untuk memegang boneka mini.

Motor servo merupakan salah satu motor yang sering digunakan pada sendi-sendi robot berkaki yang berfungsi untuk menggerakkan batang kaki robot. Untuk membuat robot berkaki berjalan stabil melewati rintangan yang ada, maka programmer robot cerdas perlu untuk melakukan pemrograman sudut-sudut kinematis persendian kaki melalui pemrograman pada motor-motor servo kaki robot. Penelitian ini

bertujuan untuk memprogram sudut-sudut kinematis pada persendian robot berkaki agar mampu melintasi arena Kontes Robot SAR 2023 beserta rintangannya dengan stabil. Robot berkaki yang peneliti buat adalah robot Quadruped (Robot Berkaki).

2 LANDASAN TEORI

2.1 Motor Servo

Motor servo adalah motor bersistem kontrol umpan balik tertutup dimana posisi motor akan diindra kembali ke rangkaian kontrol pada motor servo[1]. Motor ini terdiri atas sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Fungsi potensiometer adalah untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut sumbu motor servo dikontrol berdasarkan bandwidth pulsa yang dikirim dari kaki sinyal kabel motor[2]. Gambar motor servo ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Motor Servo[1]

2.2 Arduino

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Mempunyai 14 pin masukan dan keluaran digital dimana 6 pin masukan tersebut dapat digunakan sebagai keluaran PWM dan 6 pin masukan analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk membantu fungsi mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya mengkoneksikan Board Arduino Uno ke komputer dengan memakai kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk mengoperasikannya[3]. Gambar arduino uno ditunjukkan pada Gambar 2.

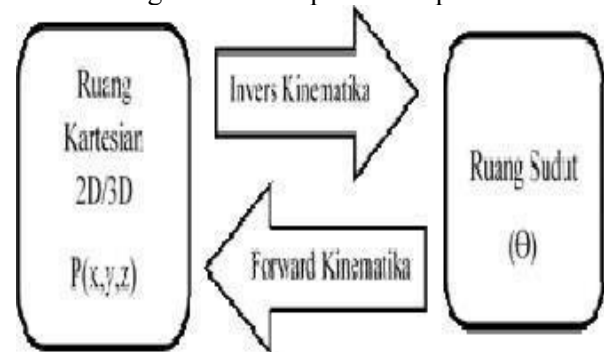


Gambar 2. Arduino Uno

2.3 Kinematika Robot

Kinematika robot adalah studi analisis pergerakan kaki atau lengan robot terhadap sistem kerangka koordinat acuan yang statis atau dinamis dengan menghiraukan gaya penyebab pergerakan. Model kinematika merepresentasikan relasi end effector dalam ruang tiga dimensi dengan variabel sendi pada ruang sendi[4].

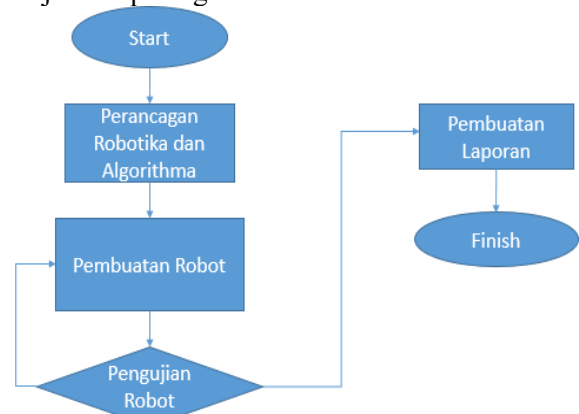
Terdapat 2 konsep pada kinematika yaitu konsep konsep forward kinematika dan invers kinematika. Forward kinematika adalah metode untuk menentukan orientasi dan posisi end effector dari besarnya sudut sendi dan panjang link kaki robot. Invers kinematika adalah metode untuk mengetahui nilai sudut pada sendi-sendi yang diperlukan agar end effector dapat mencapai posisi yang diinginkan[5]. Gambar relasi konsep kinematika dengan ruang sudut dan ruang kartesian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Model Kinematika Robot

3 METODE PERANCANGAN

Untuk melakukan rancang bangun robot berkaki 4 beserta pengujiannya, maka peneliti menyusun tahapan- tahapan penelitian. Tahapan penelitian ini mengacu pada metode Waterfall dalam pengembangan sistem yaitu perancangan, implementasi, dan pengujian. Diagram alur penelitian ditunjukkan pada gambar 4:



Gambar 4 Diagram Alur Penelitian

Metode penelitian dimulai dari perancangan mekanik badan dan kaki robot, perancangan elektrik, serta algorithma gerak robot. Robot yang dirancang

adalah robot otomatis yang berjalan menggunakan 4 kaki. Setelah mendapatkan perancangan yang matang, penelitian dilakukan dengan pembuatan badan robot, pembuatan kaki-kaki robot, dan pemasangan kaki-kaki robot pada persendian yang menggunakan motor servo. Power supply, mikrokontroler, dan komponen elektronik antamuka motor servo-mikrokontroler lalu dipasang sebagai sistem elektrik pada body robot. Kemudian dilakukan pemrograman algoritma gerak robot pada mikrokontroler.

Pengujian tahap pertama dilakukan untuk menguji elektrik, mekanik robot, serta algoritma kendali. Robot lalu diuji untuk melintasi arena robot KRSI 2023 beserta rintangannya.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Robot dirancang berjalan dengan 4 kaki yaitu Front-Right(Kanan-Depan), Front-Left(Kiri- Depan), Back-Right(Kanan-Belakang), dan Back- Left(Kiri-belakang). Masing-masing kaki memiliki 3 persendian. Aktuator penggerak masing-masing sendi adalah motor servo yang terhubung pada mikrokontroler.

Kaki robot bagian bawah terbuat dari bahan akrilik, sedangkan bagian paha dan body terbuat dari batangan plastik.

Motor Servo top adalah motor servo yang terpasang pada persendian badan robot dengan paha bawah, motor servo medium adalah motor servo pada persendian paha atas dengan paha tengah, motor servo bottom adalah persendian antara paha tengah dengan kaki bagian bawah robot.

Gambar mekanik robot beserta kaki-kakinya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Rancangan Mekanik Robot

Untuk membuat robot berjalan stabil, maka peneliti melakukan pemrograman sudut-sudut kinematis dari 12 motor servo yang digunakan. Pemrograman sudut kinematis masing-masing persendian robot ini terdiri dari pemrograman sudut standby, yaitu sudut awal sendi saat awal fase, dan

pemrograman sudut transisi, yaitu sudut untuk melakukan rotasi sendi ke fase selanjutnya. Gerak maju robot dalam gerak maju ke depan terdiri dari 7 fase.

Agar pergerakan robot tiap fase sinkron dan stabil, maka gerak robot diprogram untuk delay

500 milidetik pada setiap perpindahan fase. Setelah mencapai fase 7, maka gerak robot akan kembali berulang ke fase 1 sehingga robot akan terus maju ke depan secara berkelanjutan.

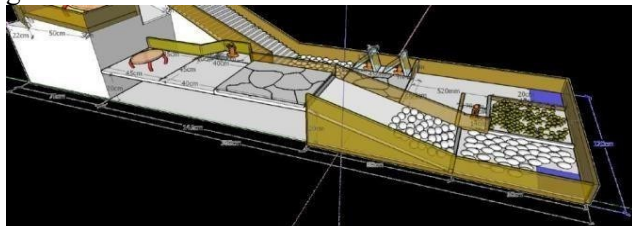
Pemrograman sudut-sudut kinematis persendian robot pada setiap fase dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pemrograman Sudut-Sudut Kinematis masing-masing motor servo

Fase	Kode Servo	Sudut Standby	sudut translasi
1	FrontRight T	125	0
	font right M	160	35
	BackLeft T	125	10
	FrontLeft T	125	-40
	BackRight T	125	20
	delay	500 milidetik	
2	FrontRight M	160	-100
	FrontRight B	85	85
	BackLeft T	50	
	BackLeft M	-20	
	delay	500 milidetik	
3	BackLeft M	160	0
	BackLeft B	85	20
	delay	500 milidetik	
4	FrontRight T	125	140
	FrontLeft T	125	0
	FrontLeft M	160	-70
	delay	500 milidetik	
5	FrontLeft M	160	-50
	FrontLeft B	85	-10
	BackRight T	125	- 20
	BackRight M	160	-100
	delay	500 milidetik	
6	BackRight M	160	-80
	BackRight B	85	10
	delay	500 milidetik	
7	Front Left	125	0
	delay	500	

Setelah dilakukan pemrograman sudut-sudut kinematis persendian melalui mikrokontroler, maka

robot diuji untuk berjalan pada arena robot KRSRI 2023. Miniatur Arena KRSRI 2023 ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6 Arena KRSRI 2023

Macam rintangan untuk pengujian kestabilan gerak maju robot di antaranya adalah tanggul setinggi 2 cm, lantai berkelereng dengan diameter 15-17 mm, jalan berbatu koral dengan ukuran 3-5 cm, jalan pecah ketebalan 2 cm dan ukuran keretakan 3-4 cm, jalan menurun dengan kelandaian 25o ,dan jalan bertangga menanjak.

Hasil pengujian dari semua kestabilan gerak robot dari semua rintangan ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian robot melewati semua rintangan arena KRSRI

Rintangan	Kestabilan jalan robot
tanggul setinggi 2 cm	Stabil terlampaui
lantai berkelereng dengan diameter 15- 17 mm	Stabil terlampaui
jalan berbatu koral dengan ukuran batu 3-5 cm	Stabil terlampaui
jalan pecah ketebalan 2 cm dan keretakan 3-4 cm	Stabil terlampaui
Jalan menurun dengan kelandaian 25°	Stabil Terlampaui
Jalan bertangga menanjak	Tidak Terlampaui

5 SIMPULAN DAN SARAN

Dengan menggunakan 4 kaki yaitu kanan- pan, kiri depan, kanan-belakang, dan kiri belakang serta menggunakan 3 motor servo pada masing-masing kaki, robot dapat berjalan stabil telah dilakukan pemrograman sudut-sudut kinematis tertentu pada motor servo yang merupakan sendi-sendi kaki robot. Robot program memiliki 7 fase gerak antar kaki yang laras dengan delay 500 milidetik setiap fase.

Robot dapat berjalan stabil melewati semua rintangan pada arena robot KRSRI 2023 kecuali rintangan jalan bertangga menanjak. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah memperbaiki sudut kinematis robot quadruped agar mampu berjalan stabil di jalan bertangga menanjak.

KEPUSTAKAAN

- [1] A. Hilal and S. Manan, "Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu," *Gema Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 95–99, 2015, doi: 10.14710/gt.v17i2.8924.
- [2] R. Rinaldy, R. F. Christianti, and D. Supriyadi, "Pengendalian Motor Servo Yang Terintegrasi Dengan Webcam Berbasis Internet Dan Arduino," *J. Inform. dan Elektron.*, vol. 5, no. 2, pp. 17–23, 2014, doi: 10.20895/infotel.v5i2.59.
- [3] Z. Lubis et al., "Kontrol Mesin Air Otomatis Berbasis Arduino Dengan Smartphone," *Cetak) Bul. Utama Tek.*, vol. 14, no. 3, pp. 1410–4520, 2019.
- [4] S. Setiawan, Firdaus, B. Rahmadya, and Derisma, "Penerapan Invers Kinematika Untuk Pergerakan Kaki Robot Biped," no. November, pp. 1–9, 2015.
- [5] J. Andika and K. S. Salamah, "Analisis kinematik pada robot hexapod," *J. Teknol. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 83–91, 2018, [Online]. Available: <https://publikasi.mercubuana.ac.id/files/journal/s/4/articles/4072/submission/original/4072-7845-1-SM.pdf>