

ANALISIS KINERJA GERAK ROBOT ASISTEN MEDIS DENGAN KONFIGURASI TIGA AKTUATOR BERBASIS *OMNIDIRECTIONAL*

¹Donny Suryawan, ²L Buchori, ³Sulardjaka, ⁴S Adinandra, ⁵M AL Qadim

^{1,5}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

^{1,2,3}Pendidikan Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

⁴Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

^{1,4,5}Jl. Kaliurang km. 14,5, Ngemplak, Sleman, Yogyakarta, Indonesia. Kode Pos 55584

^{1,2,3}Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang. Jawa Tengah, Indonesia. Kode Pos 50275

Email Korespondensi: donny.suryawan@uii.ac.id

Abstrak

Pandemi Virus Corona (COVID-19) masih berlangsung hingga saat ini. Tercatat total jumlah kasus yang terkonfirmasi di Indonesia adalah 4,24 juta, dengan korban meninggal sebanyak 143 ribu orang. Jumlah tersebut termasuk 2032 tenaga kesehatan yang meninggal dunia akibat terpapar virus COVID-19. Banyaknya korban di kalangan tenaga Kesehatan tentu perlu menjadi perhatian. Pengembangan robot yang mampu menggantikan petugas kesehatan dalam memberikan pelayanan rutin terhadap pasien karantina COVID-19 merupakan salah satu upaya untuk mengurangi interaksi langsung antara tenaga kesehatan dengan pasien COVID-19. Perancangan, simulasi dan pembuatan prototipe robot asisten medis telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Hanya saja, kinerja geraknya belum diuji keakuratan dan kestabilannya. Pada penelitian ini berfokus pada pengujian dan analisis kinerja gerak pada robot asisten medis. Hasil pengujian kinerja gerak robot menunjukkan bahwa robot mengalami overshoot akibat inersia massa dari robot hingga mencapai 30 cm saat gerak lurus dan 20° saat gerak berputar. Selain itu tidak adanya tumpuan pada bagian depan robot dan titik pusat massa yang tidak segaris dengan titik pusat tumpuan menyebabkan terjadinya fenomena ayunan akibat momen inersia.

Kata Kunci: COVID-19, Kesehatan, Robot

Abstract

The pandemic of the Corona Virus (COVID-19) is still happening. The total number of confirmed cases in Indonesia is 4.24 million, with 143,000 deaths. The number includes 2032 health workers who died because of COVID-19 infection. It certainly needs to be a concern because the spread of COVID-19 can occur due to interactions between the medical workers and the patients. So, limiting the interaction between health workers and patients is needed. Making a robot is an alternative solution to replace the medical workers in providing routine services and reduce direct interactions between health workers and COVID-19 patients. Design, simulation, and prototyping of medical assistant robots have been done in previous research. But, the motion performance has not yet been tested for accuracy and stability. Thus, this research focuses on testing and analyzing the motion performance of medical assistant robots. The results show that the robot experiences an overshoot due to the mass inertia of the robot. It happened up to 30 cm when moving in a straight line and 20° when rotating. Moreover, The three actuators' configuration and the unalignment position between the center of mass and center of support caused the robot to be unstable and swing due to the moment of inertia.

Keywords: COVID-19, Medical, Robot

PENDAHULUAN

Pandemi akibat *Coronavirus Disease* (COVID-19) masih terus berlanjut. COVID-19 adalah sebuah penyakit yang menyerang sistem respiratori atau pernapasan. Virus Corona dapat menyebar melalui droplet yang diakibatkan saat bersin oleh penderita. Selain itu, virus tersebut dapat bertahan diberbagai bahan yang terkena droplet tersebut. Sehingga membantasi kontak fisik dengan orang yang terinfeksi merupakan salah satu upaya bentuk pencegahan penyebaran virus COVID-19. Penyebaran COVID-19 hampir mencapai seluruh negara di dunia. Di Indonesia, total jumlah kasus yang terkonfirmasi adalah 4,24 juta dengan jumlah korban meninggal dunia sejumlah 143 ribu orang [1]. Hingga saat ini, kasus tersebut masih terus bertambah. Sepanjang pandemi COVID-19 tercatat 2032 tenaga medis meninggal akibat terinfeksi COVID-19 [2]. Hal tersebut tentunya perlu menjadi perhatian untuk meminimalisir kematian tenaga kesehatan jika terjadi lonjakan kasus kembali. Pengurangan kontak antara pasien COVID-19 dengan tenaga kesehatan dapat menjadi salah satu upaya untuk mencegah infeksi COVID 19 pada tenaga kesehatan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan pembuatan robot yang mampu menggantikan petugas kesehatan dalam memberikan pelayanan rutin terhadap pasien karantina COVID-19. Tugas rutin yang dapat digantikan oleh robot antara lain adalah pengantaran makanan, obat ataupun alat

kesehatan lainnya yang bersifat tidak darurat.

Sebelum adanya pandemic COVID-19, pengembangan robot sebagai sarana transportasi keperluan medis memang tidak banyak dilakukan. Hal tersebut terlihat dari sangat terbatasnya publikasi ataupun jurnal yang berkaitan dengan pengembangan robot sebagai sarana transportasi keperluan medis. Meskipun beberapa tahun sebelum terjadi pandemic COVID-19 menunjukkan bahwa pengembangan robot mulai merambah di berbagai bidang diluar proses manufaktur. Berbagai pengembangan robot dilakukan, mulai dari hal-hal sederhana yang sifatnya berfungsi untuk mainan seperti robot sepak bola berbasis android [3] hingga robot yang memiliki fungsi yang kompleks untuk keperluan medis. Pengembangan robot untuk keperluan kesehatan memang lebih berat dan kompleks karena selain dituntut untuk meningkatkan pelayanan medis, robot asisten medis juga dituntut untuk mampu berperan untuk memberikan nilai lebih pada investor rumah sakit [4]. Salah satu penelitian terkait pengembangan robot untuk transportasi keperluan medis adalah Perancangan Model Balancing Robot untuk Sarana Transportasi Tenaga Medis [5]. Robot tersebut memanfaatkan 2 aktuator sebagai penggerak dan menggunakan metode kendali proporsional dan integral untuk menyeimbangkan robot. Hanya saja, robot tersebut masih bersifat model yang ukurannya masih terskala. Sehingga belum bisa dimanfaatkan dalam kondisi nyata. Penelitian lainnya adalah

tentang sistem navigasi pada robot pembawa nampam obat pasien berbasis IoT [6]. Fokus dari penelitian tersebut adalah perancangan sistem navigasi robot menggunakan *wall dan line following* untuk mencapai tempat tidur pasien. Hanya saja robot masih berbentuk model sehingga belum bisa diimplementasikan secara nyata. Pengembangan lain adalah berkaitan dengan robot avoider sebagai penggerak robot medical assistant [7]. Pengembangan tersebut berkaitan tentang pemanfaatan metode obstacle avoidance untuk robot medis. Beberapa pengembangan robot yang berkaitan dengan pelayanan medis lainnya antara lain analisis kestabilan robot *health care* saat bergerak [8], pengembangan robot untuk memonitor pasien pengidap demensia dengan mendeteksi aktivitas keluar [9], pengembangan sistem pengecekan Kesehatan untuk *health-care robot* [10], Pengembangan robot untuk aplikasi logistik dalam ruangan [11], dan pengembangan robot pelayanan Kesehatan untuk memberikan pelayanan berupa pengambilan obat pasien sesuai jadwal yang telah ditentukan [12].

Selama pandemi COVID-19, pengembangan robot untuk keperluan pelayanan medis yang secara spesifik sebagai upaya penanganan pasien COVID-19 cukup banyak dikembangkan di beberapa intitusi Pendidikan di Indonesia. Salah satu pengembangan robot terkait pelayanan medis yang dikembangkan adalah Robot RAISA. Robot RAISA adalah robot penanganan COVID-19 yang merupakan hasil kolaborasi

antara ITS dan Unair [13]. Robot tersebut mampu digerakan dari jarak jauh menggunakan dengan joystick. Hanya saja dalam literasi tersebut tidak ditemukan pembahasan hasil kinerja gerak dari robot tersebut. Robot lainnya adalah SuryaMU yaitu robot yang dikembangkan oleh UMS [14]. Robot tersebut dapat dikendalikan menggunakan perangkat android dan menggunakan penggerak motor DC. Konfigurasi aktuator yang digunakan adalah empat aktuator berbasis omnidireksional [15]. Hanya saja pada literatur tersebut juga tidak dibahas kinerja geraknya. Robot selanjutnya adalah KECE atau robot yang dikembangkan oleh UNESA [16]. Robot tersebut dirancang untuk dapat menarik trolley, komunikasi dua arah, UV sterilisasi, pengukuran suhu jarak maksimal 5 meter, rak pembawa logistik, oxymeter wireless dan terapi musik [17]. Dalam literasi tersebut juga tidak menunjukkan terkait kinerja gerak dari robot. Robot asisten medis terkahir adalah robot yang dikembangkan di UII. Robot tersebut menggunakan konfigurasi tiga aktuator berbasis omnidireksional. Fokus awal dari pengembangan robot tersebut pada perancangan struktur robot, simulasi pembebanan dan perancangan perangkat lunak [18]. Sebagai penelitian lanjutan dari robot tersebut maka penelitian ini difokuskan untuk mengetahui dampak inersia massa terhadap akurasi robot saat tombol kendali dilepas. Hal tersebut perlu dilakukan untuk mengetahui jarak *overshoot* robot ketika kendali dilepas agar dapat diketahui jarak aman robot terhadap

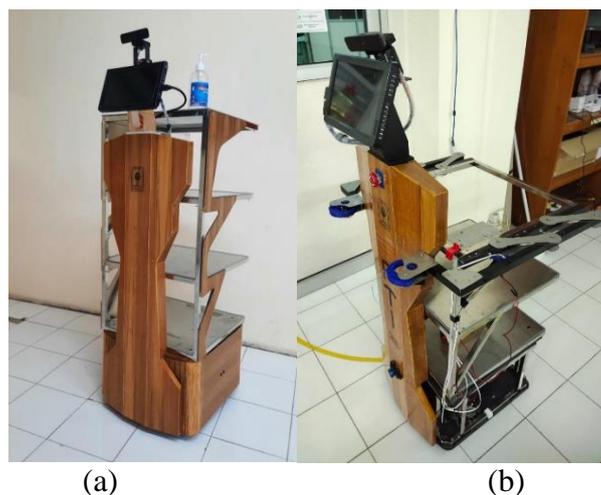
objek saat akan berhenti. Upaya tersebut dilakukan untuk meningkatkan keamanan dan dapat menjadi acuan perancangan sistem kendali yang dapat mengkompensasi inersia massa dari robot.

METODE PENELITIAN

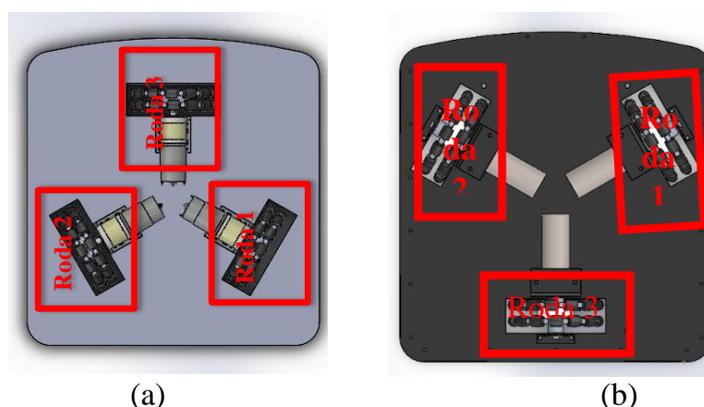
Robot yang digunakan adalah robot yang dikembangkan oleh UII [18]. Beberapa perubahan dilakukan untuk menyempurnakan kinerja robot dibanding kondisi sebelumnya. Perubahan yang dilakukan antara lain adalah pengurangan rak, penambahan mekanisme

pembuka pintu, dan perubahan konfigurasi roda. Perbandingan robot secara umum sebelum dan sesudah mengalami modifikasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Perbedaan lain antara robot sebelum dilakukan perubahan dengan sesudah perubahan adalah konfigurasi aktuator robot. Konfigurasi aktuator robot sebelum perubahan menggunakan tiga aktuator dengan aktuator ke 3 pada bagian depan robot. Sedangkan setelah perubahan, aktuator ke-3 dipindah pada bagian belakang robot. Visualisasi perubahan konfigurasi aktuator dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Perbandingan Robot (a). Sebelum modifikasi [18] (b) Setelah modifikasi

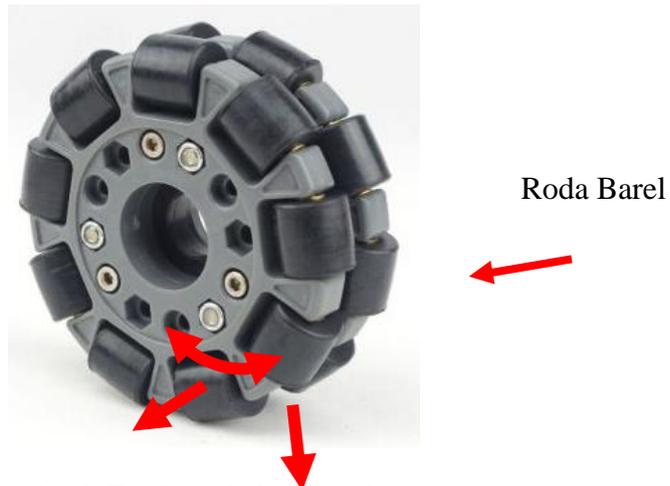


Gambar 2. Konfigurasi aktuator robot (a) Sebelum modifikasi (b) Sesudah Modifikasi

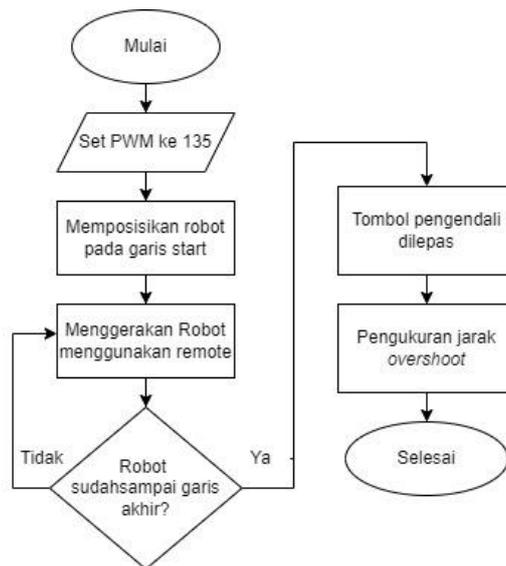
Perubahan konfigurasi aktuator dilakukan karena robot tidak bisa bergerak lurus saat bergerak maju. Hal tersebut terjadi karena saat roda ke-3 berada pada bagian depan robot, roda 3 sebagai roda pasif saat bergerak maju seringkali ikut berputar kekanan atau ke kiri. Posisi roda barel yang sering kali tidak ditengah dan mengalami kontak dengan lantai menyebabkan roda 3 menjadi berputar kearah tertentu. Sehingga robot tidak bisa bergerak maju dengan lurus. Visualisasi kondisi roda 3 saat gerak maju dapat dilihat

Gambar 3.

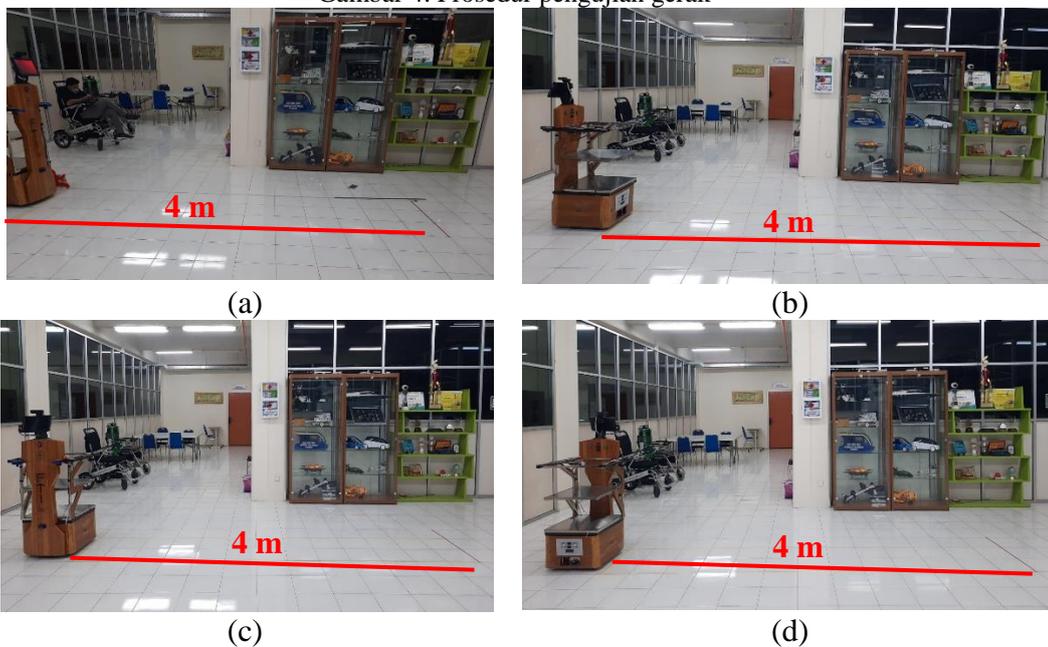
Hasil modifikasi tersebut kemudian dilakukan uji kinerja robot untuk mengukur *overshoot* dari titik saat tombol kendali dilepas. Pengujian tersebut dilakukan dalam kondisi gerak maju, mundur, geser kiri, geser kanan, putar kanan dan putar kiri. Kecepatan motor bersifat konstan dengan pengaturan nilai PWM sebesar 135. Prosedur pengujian tiap gerak robot dapat dilihat pada Gambar 4.



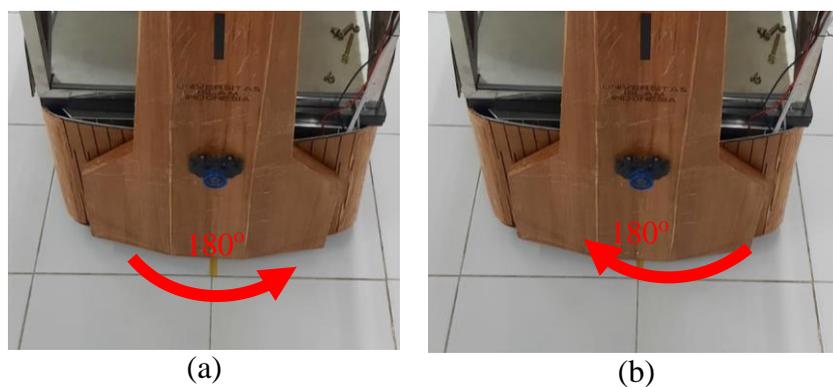
Gambar 3. Kondisi roda 3 saat gerak maju



Gambar 4. Prosedur pengujian gerak



Gambar 5. Posisi robot saat pengujian gerak (a) maju (b) mundur (c) geser kiri (d) geser kanan



Gambar 6. Posisi robot saat pengujian gerak (a) putar kiri (b) putar kanan

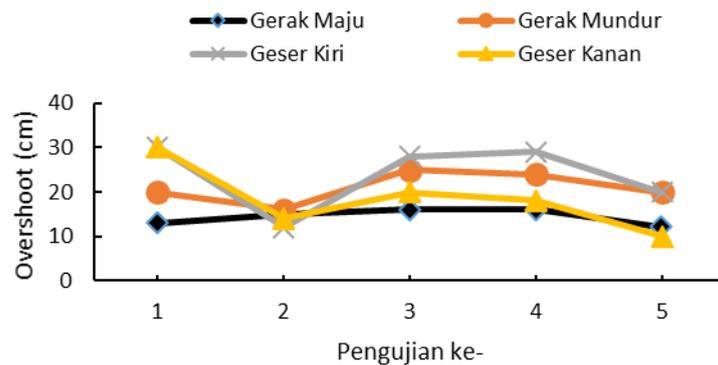
Pengukuran jarak *overshoot* bertujuan untuk mengetahui dampak akibat adanya inersia massa robot. Posisi robot saat pengujian gerak maju, mundur, geser kanan dan geser kiri dapat dilihat pada Gambar 5.

Pengujian berputar ke kanan dan berputar ke kiri dilakukan dengan cara mengendalikan robot berputar searah jarum

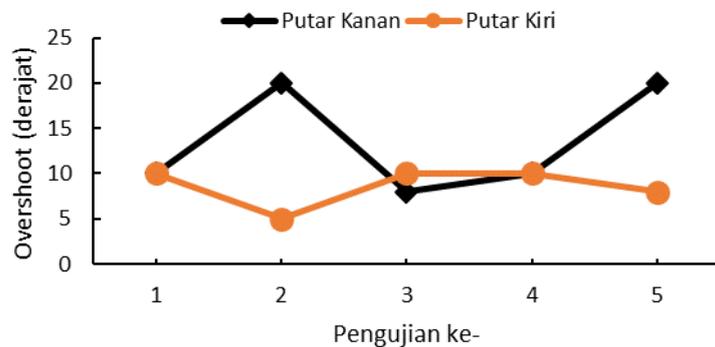
jam untuk gerak putar kanan dan berlawanan arah jarum jam untuk gerak putar kiri. Besar target gerak putar robot adalah hingga mencapai sudut 180°. Saat sudah mencapai sudut tersebut, tombol kendali dilepas untuk mengetahui *overshoot* posisi robot. Gambaran posisi robot dan arah geraknya saat pengujian putar kanan dan putar kiri dapat dilihat pada

Gambar 6. Uji kinerja gerak dilakukan untuk mengetahui pengaruh inersia massa terhadap jarak *overshoot* robot saat tombol kendali dilepas. Hasil uji kinerja gerak dapat dilihat pada Gambar 7.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 7. Pengujian Gerak



Gambar 8. Pengujian gerak berputar

Hasil pengujian gerak maju menunjukkan bahwa robot mengalami *overshoot*

dengan rata-rata 14,4 cm dan maksimal sebesar 16 cm. Hasil pengujian mundur tidak

jauh berbeda dengan gerak maju. Robot juga mengalami *overshoot* dari titik dimana tombol dilepas. Rata-rata *overshoot* saat robot bergerak mundur adalah 21 cm dengan nilai maksimal 25 cm. Pengujian geser kanan juga mengalami *overshoot* dengan rata-rata 18,4 cm dan nilai maksimal 30 cm. Sedangkan pengujian geser kiri nilai rata-rata *overshoot* yang dihasilkan adalah sebesar 23,8 cm dengan nilai maksimal adalah 30 cm.

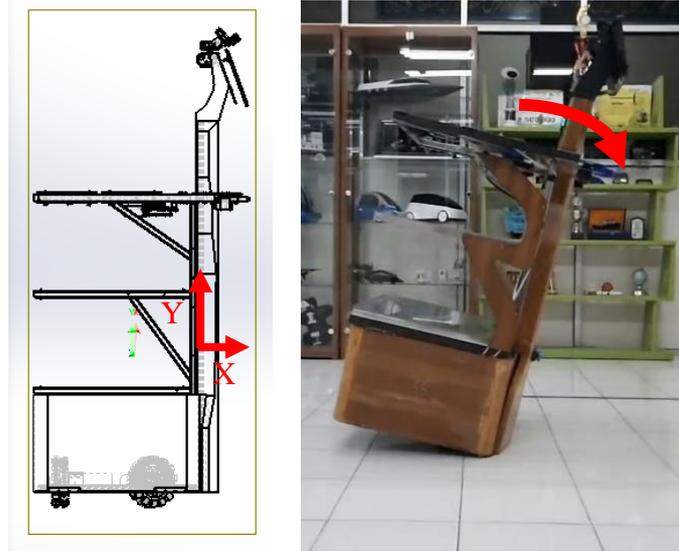
Fenomena *overshoot* juga terjadi pada pengujian gerak berputar. Pada pengujian putar kanan, nilai maksimal *overshoot* yang terjadi adalah 20 derajat. Sedangkan nilai rata-ratanya adalah 13,6 derajat. Hal tersebut menunjukkan saat berputar, posisi robot cukup jauh menyimpang setelah tombol dilepas. Pengujian putar kiri juga menunjukkan hasil yang sama dengan pengujian putar kanan. Meskipun nilai *overshoot* pada saat pengujian putar kiri lebih rendah dibanding pada saat putar kanan. Nilai rata-rata *overshoot* yang didapat adalah 8,6 derajat dengan nilai maksimal adalah 10 derajat. Hasil pengujian gerak putar dapat dilihat pada Gambar 8.

Pembahasan

Fenomena *overshoot* terjadi akibat adanya inersia massa dari robot. Berat robot yang mencapai 50 kg menyebabkan robot memiliki inersia massa yang besar. Sehingga, saat tombol kendali dilepaskan, robot masih tetap bergerak dan menyebabkan terjadinya *overshoot*. Idealnya, robot tidak boleh mengalami *overshoot* agar tidak membahayakan objek

disekitar robot. Hal tersebut juga berkaitan dengan akurasi posisi robot. Nilai *overshoot* gerak lurus yang dapat mencapai 30 cm dari titik saat kendali dilepas tentu menjadikan robot menjadi tidak akurat saat berhenti dan berbahaya terhadap objek sekitar. Selain itu, *overshoot* gerak berputar robot yang mencapai 20° juga akan berpengaruh saat pengendalian jarak jauh. Robot menjadi sulit mendapatkan orientasi yang akurat dan sulit untuk dikendalikan.

Selain *overshoot*, masalah lain yang timbul adalah ketidakstabilan robot saat kendali dilepas. Perubahan konfigurasi aktuator robot yaitu pemindahan roda-3 ke bagian belakang robot menyebabkan adanya ruang kosong di bagian depan robot. Sedangkan titik pusat massa hasil kalkulasi dari *software CAD* pada desain robot menunjukkan berada pada 42,25 cm dari dasar robot (arah sumbu Y) dan 3,25 cm dari pusat ketiga aktuator (arah sumbu X). Hal tersebut menyebabkan ketidakstabilan akibat adanya momen inersia saat robot dihentikan dari geraknya. Adanya ruang kosong pada bagian depan robot menyebabkan bagian depan robot tidak tertumpu dengan baik. Sehingga menyebabkan robot mengayun kedepan. Titik pusat massa dan fenomena ayunan robot akibat momen inersia dapat dilihat pada Gambar 9. Penggunaan konfigurasi 3 aktuator pada robot omnidireksi memang memiliki masalah kestabilan jika digunakan pada struktur dengan *Center of Gravity* yang tinggi [19].



Gambar 9. Posisi titik pusat massa dan fenomena akibat momen inersia

Oleh karena itu, fenomena terjadinya *overshoot* akibat inersia massa dan ketidakseimbangan robot akibat momen inersia tentu perlu menjadi perhatian untuk pengembangan kedepan agar pergerakan robot menjadi lebih stabil dan akurat. Pengembangan konfigurasi 4 atuatur dan pemanfaatan sistem kendali *close loop* pada atuatur perlu dipertimbangkan untuk meningkatkan kestabilan robot dan mengkompensasi adanya inersia massa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian kinerja gerak robot menunjukkan bahwa robot mengalami *overshoot* akibat inersia massa dari robot hingga mencapai 30 cm saat gerak lurus dan 20° saat gerak berputar. Selain itu tidak adanya tumpuan pada bagian depan robot dan titik pusat massa yang tidak segaris dengan titik pusat tumpuan menyebabkan terjadinya fenomena ayunan akibat momen inersia.

Sehingga, penelitian kedepan perlu mempertimbangkan penggunaan konfigurasi 4 atuatur dan mengimplementasikan sistem kendali atuatur untuk mengkompensasi inersia massa dan momen inersia dari robot.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Ritchie, E. Mathieu, L. Rodés-Guirao, C. Appel, C. Giattino, E. Ortiz-Ospina, J. Hasell, B. Macdonald, D. Beltekian dan M. Roser, "Coronavirus Pandemic (COVID-19)," 27 October 2021. [Online]. Available: <https://ourworldindata.org/coronavirus>.
- [2] Pusara Digital Tenaga Kesehatan, "Lapor COVID-19," 29 Oktober 2021. [Online]. Available: <https://nakes.laporcovid19.org/statistik>.
- [3] D. Suryawan, I. Muhimmah dan A. N. Adi, "Rancang Bangun Robot Sepak

- Bola Berbasis Android,” *Jurnal Teknik Mesin*, hal. 57-63, 2020.
- [4] M. Alotaibi dan M. Yamin, “Role of Robots in Healthcare Management,” *6th International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*, hal. 1311-1314, 2016.
- [5] M. Munadi, M. Ariyanto, R. Saputra dan J. D. Setiawan, “Perancangan Model Balancing Robot untuk Sarana Transportasi Tenaga Medis,” *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 13, no. 2, hal. 70-76, 2018.
- [6] N. S. Nurhayati, “SISTEM NAVIGASI ROBOT PEMBAWA NAMPAN OBAT PASIEN BERBASIS INTERNET OF THINGS,” *Electro National Conference (ENACO) Politeknik Negeri Sriwijaya*, vol. 1, no. 1, hal. 248-255, 2021.
- [7] B. Fandidarma, Y. R. Praditya dan G. Y. Kurniawan, “Prototipe Robot Avoider sebagai Mesin Penggerak Robot Medical Assistant,” *Jurnal ELECTRA : Electrical Engineering Articles*, vol. 1, no. 1, hal. 10-15, 2020.
- [8] C. Diansheng, L. Sitong, L. Xuanhai dan W. Min, “Stability analysis of a mobile health care robot,” *IEEE International Conference on Real-time Computing and Robotics (RCAR)*, hal. 591-596, 2016.
- [9] G. Yun, K. Kim, S. Park dan D. H. Kim, “A Monitoring System to Support Home Health Care for the Elderly with Dementia by Detecting Going Out Activities Based on RGB-D Sensors,” *16th International Conference on Ubiquitous Robots (UR)*, hal. 71-76, 2019.
- [10] X. Yu, S. Wang dan X. Zhao, “A health-check system for health-care robot,” dalam *2005 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics - ROBIO*, 2005.
- [11] N. Ramdani et al, “A Safe, Efficient and Integrated Indoor Robotic Fleet for Logistic Applications in Healthcare and Commercial Spaces: The ENDORSE Concept,” *20th IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM)*, hal. 425-430, 2019.
- [12] P. Shubha dan M. Meenakshi, “Design and Implementation of Healthcare Assistive Robot,” *5th International Conference on Advanced Computing & Communication Systems (ICACCS)*, hal. 61-65, 2019.
- [13] ITS NEWS, “ITS News,” 10 November 2021. [Online]. Available: <https://www.its.ac.id/news/2020/04/14/kolaborasi-its-unair-luncurkan-raisa-robot-pelayan-pasien-covid-19/>.
- [14] UMS, “UMS Luncurkan Robot “SuryaMu” untuk Tangani Pasien Covid-19,” 10 Oktober 2020. [Online]. Available: <https://news.ums.ac.id/id/10/2020/ums-luncurkan-robot-suryamu-untuk-tangani-pasien-covid-19/>.
- [15] F. N. S. Putra dan U. Fadlilah, “Robot Surya-Mu Upaya Dalam Penanganan Covid-19,” Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2021.

- [16] Kompas, "Youtube," 24 November 2020. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=Mm1-nbJxOsQ>.
- [17] E. Widiyana, "Detik News," Detik News, 17 09 2020. [Online]. Available: <https://news.detik.com/berita-jawa-timur/d-5177315/menristek-launching-robot-kece-kedua-unesa-yang-punya-fitur-terapi-musik/1>. [Diakses 11 08 2022].
- [18] D. Suryawan, S. Adinandra, J. Arifianto, E. S. Nugroho, L. A. Masykur dan R. H. Purnama, "RANCANG BANGUN ROBOT PELAYAN MEDIS UNTUK PASIEN KARANTINA COVID-19 DENGAN KENDALI BERBASIS ANDROID," *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, vol. 7, no. 1, hal. 68-75, 2021.
- [19] J.-B. Song dan K.-S. Byun, "Steering control algorithm for efficient drive of a mobile robot with steerable omnidirectional wheels," *Journal of Mechanical Science and Technology*, hal. 2747-2756, 2009.