

Simulasi Trajectory Robot Asisten Medis berbasis Odometry dengan Matlab SIMULINK

Rizana Fauzi¹⁾, Aidynal Mustari²⁾, Erwin Ardias³⁾, Tan Suryani S⁴⁾, Mery Subito⁵⁾, Jumadil Khair⁶⁾

^{1,2,3,4,5} Fakultas Teknik/Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tadulako

⁶ Politeknik Industri Logam Morowali, Universitas Tadulako

rfauzi86@gmail.com

Abstrak

Teknologi robotika semakin berkembang dan diterapkan diberbagai bidang seperti pendidikan, industri, rumah tangga, kesehatan, dan lain-lain. Saat ini dunia dilanda wabah Corona Virus Disease (COVID-19) sebuah penyakit menular dengan gejala umum infeksi seperti flu, demam dan sesak napas. Berdasarkan data World Health Organization, (2020), virus ini sudah menyebar dan melanda banyak negara di dunia dan mempengaruhi berbagai aspek kehidupan. Salah satunya pada sektor pelayanan kesehatan. Dimana untuk mencegah penularan virus ini harus meminimalisir kontak fisik pada orang yang terjangkit virus ini (Baloch et al., 2020). Untuk itu diperlukan sebuah solusi yang dapat meminimalisir terjadinya kontak fisik antara tenaga medis dengan pasien. Robot mobile adalah salah satu teknologi robotika yang dapat memberikan solusi untuk mengatasi masalah tersebut. Pada penelitian ini dirancang pemodelan pergerakan dari robot asisten medis berbasis prinsip odometry. Simulasi dilakukan dengan Matlab Simulink. Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa kombinasi nilai $K_p=10$, $K_d=2$ dapat memberikan respon output yang lebih baik karena selisih yang kecil ($-/+ 10$ rad) ini menunjukkan jika nilai K_p diperbesar dan nilai K_d diperkecil, maka akan memperbaiki respon output sehingga robot dapat bergerak sesuai dengan trajectory yang diinginkan.

Keywords: Robot Asisten Medis, Matlab Simulink, Odometry, Trajectory

I. PENDAHULUAN

Teknologi robotika menjadi salah satu dampak dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat terhadap kehidupan manusia. Teknologi robotika mulai diterapkan diberbagai bidang seperti pendidikan, industri, rumah tangga, kesehatan, dll. Kondisi pada saat ini dimana munculnya wabah Corona Virus Disease (COVID-19) sebuah penyakit menular dengan gejala umum infeksi seperti flu, demam dan sesak napas. Berdasarkan data World Health Organization, (2020), virus ini sudah menyebar dan melanda banyak negara di dunia dan mempengaruhi berbagai aspek kehidupan. Salah satunya pada sektor pelayanan kesehatan. Dimana untuk mencegah penularan virus ini harus meminimalisir kontak fisik pada orang yang terjangkit virus ini [1]. Untuk itu diperlukan sebuah solusi yang dapat meminimalisir terjadinya kontak fisik antara tenaga medis dengan pasien. Robot mobile adalah salah satu teknologi robotika yang dapat memberikan solusi untuk mengatasi masalah tersebut.

Robot mobile merupakan salah satu jenis robot yang dapat bergerak ke segala arah [2]. Robot mobile otonom adalah jenis robot yang mampu bergerak ke tempat tujuan secara otomatis. Robot ini banyak digunakan di lingkungan industri maupun rumah tangga. Beberapa aplikasi di industri dari jenis robot ini antara lain monitoring keamanan di area industri, monitoring pada industri kimia, gas, dan minyak, serta pengantar barang. Adapun aplikasi di lingkungan rumah tangga antara lain untuk melayani

manula, membersihkan rumah, dan monitoring keamanan rumah. Dengan memanfaatkan robot ini pada pelayanan kesehatan dapat membantu beberapa tugas tenaga medis seperti untuk memonitoring pasien, sebagai pengantar obat-obatan, makanan, dan barang. Untuk mengaplikasikan robot mobile otonom ini diperlukan sebuah sistem navigasi dan algoritma sistem kontrol yang baik. Salah satu masalah pada *mobile robot* adalah mobilitas robot[2]. Untuk menentukan sistem pergerakan robot mobile, dapat digunakan media dari luar dan dalam robot. Garis dan dinding merupakan media dari luar tetapi kurang efisien. Sistem navigasi berbasis GPS (Global Position System) merupakan media dari dalam namun belum mendukung untuk aplikasi di ruang yang terbatas dan tertutup. Sehingga diperlukan algoritma sistem navigasi yang lebih kompleks. Salah satunya yaitu menggunakan prinsip *odometry*.

II. KAJIAN LITERATUR

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan acuan jurnal dan paper yang berkaitan dengan penerapan prinsip *odometry* yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu:

Chen & Zhang (2017), dalam penelitian yang berjudul "An Indoor Mobile Robot Navigation Technique Using Odometry and Electronic Compass" yang menggunakan metode navigasi untuk robot seluler dalam ruangan. Pendekatan yang dilakukan yaitu dengan menggabungkan data *odometry* dan kompas elektronik untuk navigasi. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa kesalahan posisi dan navigasi pada percobaan menghasilkan kinerja

yang baik. Dari penelitian tersebut penulis akan menerapkan konsep tersebut pada penelitiannya.

Dari Enkhbold et al.,(2019) dalam jurnal penelitian yang berjudul “Coordinate Estimation Scheme for Differential Mobile Robots Using Rotary Encoder”. Membahas tentang perancangan skema estimasi koordinat untuk robot mobile menggunakan sensor rotary encoder yang dipasangkan di sumbu differensial. Dengan menggunakan matlab sebagai media simulasi secara numerik. Sehingga mendapatkan waktu dan estimasi kesalahan koordinat posisi robot. Mengacu pada penelitian tersebut, penulis memanfaatkan sensor rotary encoder yang sudah terdapat pada motor DC sebagai nilai acuan untuk menentukan jarak yang akan dilalui oleh robot asisten medis.

A. Robot Asisten Medis

Robot adalah sistem atau alat yang dapat berperilaku atau memiliki kemampuan seperti manusia yang berfungsi untuk menggantikan atau mempermudah pekerjaan atau aktifitas manusia. Sistem atau alat yang dapat diklasifikasikan sebagai robot harus memiliki dua macam kemampuan yaitu :

Bisa memperoleh informasi dari sekelilingnya, Bisa melakukan sesuatu secara fisik seperti bergerak atau memanipulasi objek. Alasan digunakannya robot yaitu untuk melakukan tugas yang berbahaya, kotor dan beresiko. Pada kondisi saat ini adanya pandemi virus COVID-19 yang tingkat penularannya sangat tinggi sehingga pasien yang memiliki gejala terinfeksi virus COVID-19 harus mendapatkan perawatan di ruang isolasi agar dapat meminimalisir kontak langsung dengan yang lain[1]. Namun setiap hari pasien perlu dilayani untuk bertemu dokter, perawat serta petugas yang menyediakan dan mengantarkan makanan/minuman, obat atau kebutuhan lain pasien.

Dengan adanya pengembangan teknologi robotika salah satunya di bidang kesehatan (*Healthcare System*) yaitu robot asisten medis. Robot asisten medis yang dirancang untuk dapat membantu dokter dan perawat dalam melayani pasien di rumah sakit. Sehingga kontak langsung dapat dikurangi agar resiko dokter dan perawat yang tertular dapat diperkecil (Wijayanti et al., 2021).

B. Metode Odometry

Metode *Odometry* adalah metode perhitungan posisi dengan menggunakan data dari pergerakan aktuator. Perhitungan posisi tersebut dilakukan terus menerus sampai mencapai posisi tujuan. Secara umum *odometry* digunakan untuk memperkirakan posisi relatif terhadap posisi awal. Tiga buah parameter utama dalam menghitung koordinat posisi robot yaitu diameter roda, jumlah resolusi encoder, dan jumlah pulsa rotary encoder yang dihasilkan[4][5].

Dengan menggunakan *odometry* pada robot, maka posisi relatif robot dapat ditentukan dari perhitungan jumlah pulsa yang dihasilkan dari sensor rotary encoder (Rakhman et al., 2019). Jumlah pulsa tersebut kemudian dikonversi ke besaran jarak dalam satuan milimeter. Dimisalkan pada Persamaan berikut ini:

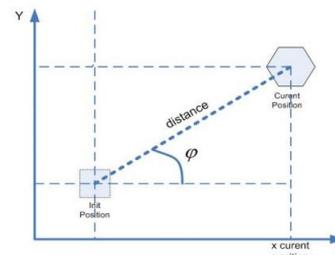
$$\text{keliling_roda} = 2\pi r \tag{1}$$

$$\text{pulsa_per_mm} = \text{resolusi_encoder} / \text{keliling_roda} \tag{2}$$

Nilai dari jumlah pulsa tersebut dapat dikonversi ke besaran jarak dalam satuan milimeter berdasarkan pada Persamaan (1) dan (2). Rakhman et al., (2019) menjelaskan Jika robot menggunakan sistem penggerak diferensial dan dimisalkan jumlah pulsa_per_mm untuk roda kanan adalah pulsa_enc_kanan dan roda kiri adalah pulsa_enc_kiri dan jarak antara dua roda adalah as_roda maka didapatkan jarak tempuh dan sudut orientasi θ seperti pada Persamaan (3) dan (4) berikut ini.

$$\text{jarak_tempuh} = (\text{pulsa_enc_kanan} + \text{pulsa_enc_kiri}) / 2 \tag{3}$$

$$\theta = (\text{pulsa_enc_kiri} - \text{pulsa_enc_kanan}) / \text{as_roda} \tag{4}$$

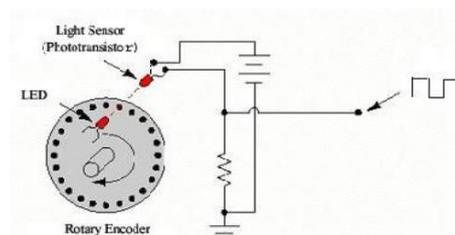


Gambar 1. Ilustrasi pada sumbu kartesian[2]

C. Rotary Encoder

Encoder atau penyandi adalah rangkaian kombinasi beberapa gerbang logika yang memiliki input banyak yang terbentuk dalam line input menjadi bentuk format bilangan digital yaitu bilangan biner. Rangkaian Encoder berfungsi mengubah inputan tombol menjadi kode-kode bilangan biner.

Dalam perkembangannya telah dibuat Rotary Encoder. Incremental encoder terdiri dari dua track atau single track dan dua sensor yang disebut channel A dan B. Ketika poros berputar[3], deretan pulsa akan muncul di masing-masing channel pada frekuensi yang proporsional dengan kecepatan putar sedangkan hubungan fasa antara channel A dan B menghasilkan arah putaran. Dengan menghitung jumlah pulsa yang terjadi terhadap resolusi piringan maka putaran dapat diukur[6][8].



Gambar 2. Incremental rotary encoder[6]

D. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560. Arduino Mega 2560 memiliki 54 input / output digital pin, 14 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM, 16 input analog, 4 UART (port serial perangkat keras), kristal 16 MHz osilator, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Arduino

Mega 2560 memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Dalam penelitian ini, Arduino Mega 2560 digunakan untuk menjalankan algoritma prinsip *odometry* yang akan dijalankan. Untuk mendapatkan nilai sensor rotary encoder dan sensor kompas, serta sebagai pengontrol driver motor BTS7960.

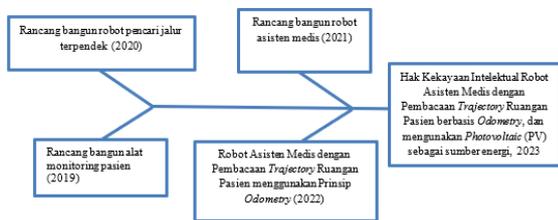


Gambar 3. Arduino Mega 2560[5]

III. METODE PENELITIAN

A. Road Map Penelitian

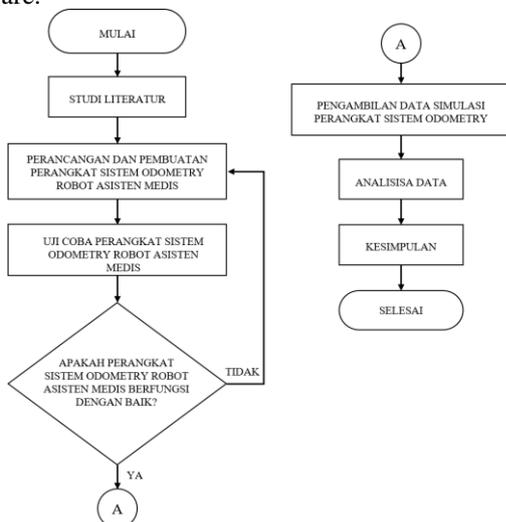
Dalam mencapai tujuan dari penelitian ini, telah dikembangkan beberapa penelitian sebelumnya yang telah mendukung penelitian ini. Penelitian-penelitian pendahulu dan penelitian yang akan dicapai digambarkan dalam bentuk road map, yang dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Road map penelitian Robot Asisten Medis dengan Pembacaan *Trajectory* Ruangannya Pasien berbasis *Odometry*

B. Desain Sistem

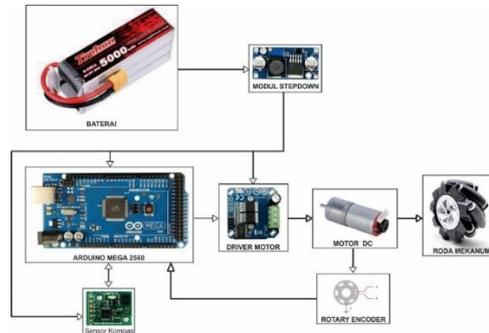
Perancangan Robot Asisten Medis dengan Pembacaan *Trajectory* Ruangannya Pasien berbasis *Odometry*, dan menggunakan *Photovoltaic* (PV) sebagai sumber energi terdiri dari perancangan konsep kerja, perancangan bentuk mekanik dan perancangan perangkat elektronik dan software.



Gambar 5. Diagram Alir (Flowchart) penelitian



Gambar 6. Desain Mekanik Robot asisten medis

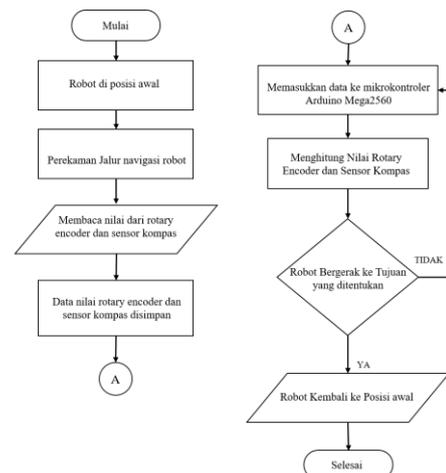


Gambar 7. Desain sistem elektronik Robot asisten medis

Pada gambar 7 dapat kita lihat bahwa perancangan mekanik dibuat menggunakan empat buah roda penggerak yang jenisnya adalah roda omnidirectional, hal ini ditujukan agar robot dapat melakukan pergerakan bebas.

Desain Algoritma *Odometry* pada robot asisten medis, terdiri dari perancangan program untuk dimasukkan ke mikrokontroler agar robot dapat bekerja sesuai dengan prinsip yang diinginkan dalam hal ini digunakan mikrokontroler atmega 328 sebagai pengendali utama yang terangkai dalam sebuah board Arduino.

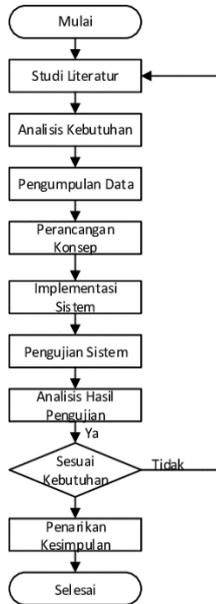
Untuk proses pergerakan robot di dasarnya oleh inputan dari sensor rotary encoder. Dengan sensor rotary encoder, robot dapat menghitung dan mengkalkulasi setiap perubahan pergerakan pada roda robot. Dengan metode *odometry* maka akan dihasilkan posisi real dari robot. Adapun Flowchart algoritma prinsip *odometry* yang akan dibuat yaitu sebagai berikut :



Gambar 8. Flowchart Algoritma Prinsip *Odometry*

C. Alur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan pengamatan pada literatur dan referensi yang didapatkan kemudian dilakukan percobaan terhadap konsep desain yang dikembangkan. Adapun alur penelitian dapat dilihat dalam gambar 4.



Gambar 9. Alur proses penelitian

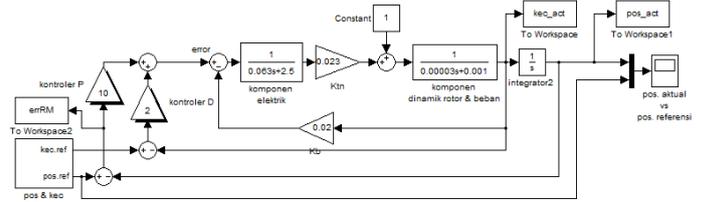
Hasil yang diharapkan dalam penelitian ini adalah mampu mengimplementasikan prinsip odometri dalam proses pembacaan jalur secara otomatis oleh robot asisten medis, sehingga robot dapat bergerak secara otonom sesuai dengan jalur yang diinginkan. Selain itu dengan penambahan photovoltaic sebagai sumber energi pada robot, diharapkan robot dapat melakukan tugasnya dengan mengandalkan sumber energi alternatif tanpa harus bergantung dari suplay listrik dari PLN. Dengan sumber energi alternatif ini, robot dapat dengan fleksibel mensuplay daya nya saat membutuhkan pengecasan pada unit catu dayanya, dalam hal ini baterai. Selain itu luaran yang diharapkan berupa jurnal Nasional terindeks SINTA juga menjadi target capaian dalam output penelitian ini, dan seminar internasioal sebagai bentuk implementasi penyebaran informasi riset ini kepada masyarakat yang ditujukan memberikan manfaat yang menyeluruh khususnya pada dunia medis

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

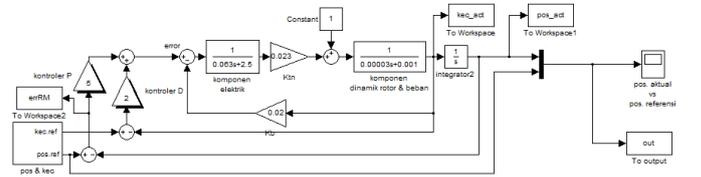
Dalam penelitian ini dilakukan dua langkan dalam proses pengambilan data yaitu dengan pemodelan dan simulasi menggunakan MATLAB Simulink dan dengan implementasi langsung secara hardware.

A. Pengujian dengan Simulasi (menggunakan MATLAB Simulink)

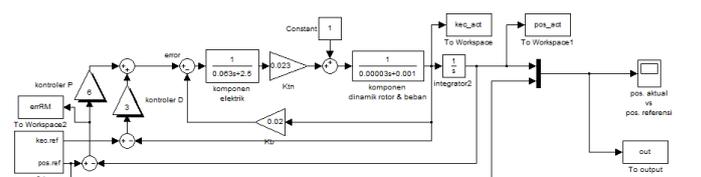
Dalam bagian ini, digunakan software Matlab Simulink untuk mensimulasikan kondisi real dari robot asisten medis dan bagaimana implementasi dari metode odometry sebagai proses penjajakan rute yang dilakukan oleh robot. Adapun hasil simulasi antara lain :



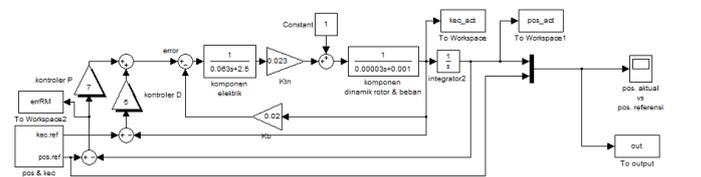
(Gambar 10 : pengendalian posisi dengan odometry berbasis kendali PI dengan nilai $K_p=10$ dan $K_d=2$)



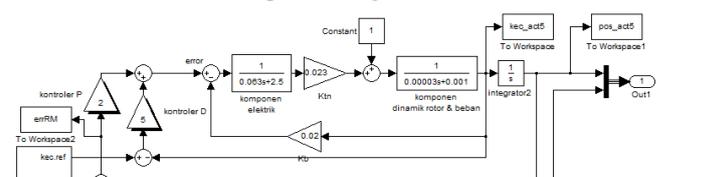
(Gambar 11 : pengendalian posisi dengan odometry berbasis kendali PI dengan nilai $K_p=5$ dan $K_d=2$)



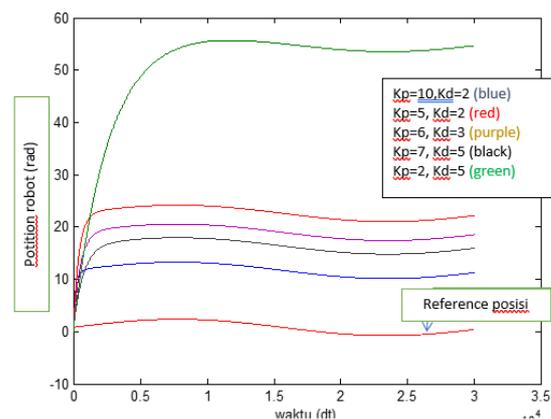
(Gambar 12 : pengendalian posisi dengan odometry berbasis kendali PI dengan nilai $K_p=6$ dan $K_d=3$)



(Gambar 13 : pengendalian posisi dengan odometry berbasis kendali PI dengan nilai $K_p=7$ dan $K_d=5$)



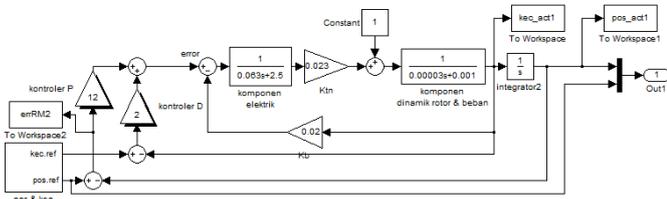
(Gambar 14 : pengendalian posisi dengan odometry berbasis kendali PI dengan nilai $K_p=2$ dan $K_d=5$)



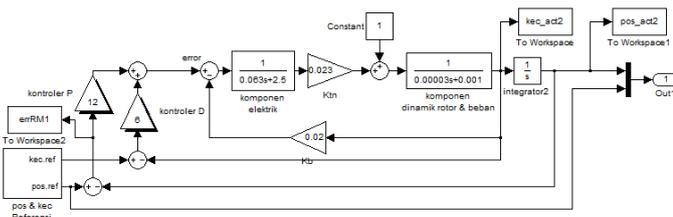
(Gambar 15 : Hasil perbandingan Simulasi)

Analisis :

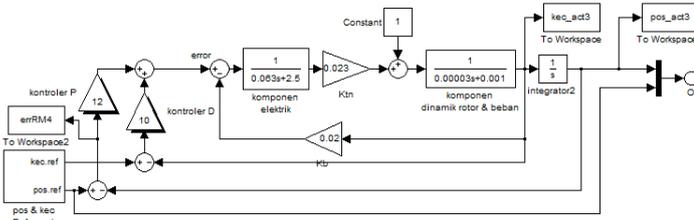
Pada grafik diatas, dapat kita lihat bahwa kombinasi nilai $K_p=10$, $K_d=2$ dapat memberikan respon output yang lebih baik karena selisih yang kecil (± 10 rad) ini menunjukkan jika nilai K_p diperbesar dan nilai K_d diperkecil, maka akan memperbaiki respon output.



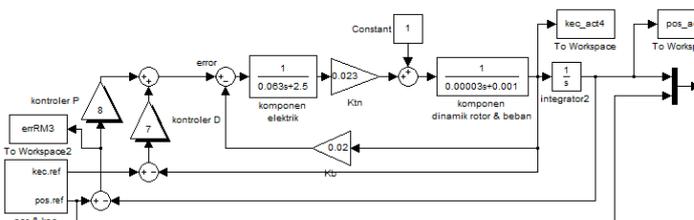
(Gambar 16 : pengendalian posisi dengan odometry berbasis kendali PI dengan nilai $K_p=12$ dan $K_d=2$)



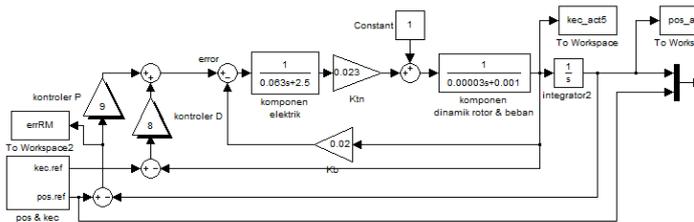
(Gambar 17 : pengendalian posisi dengan odometry berbasis kendali PI dengan nilai $K_p=12$ dan $K_d=6$)



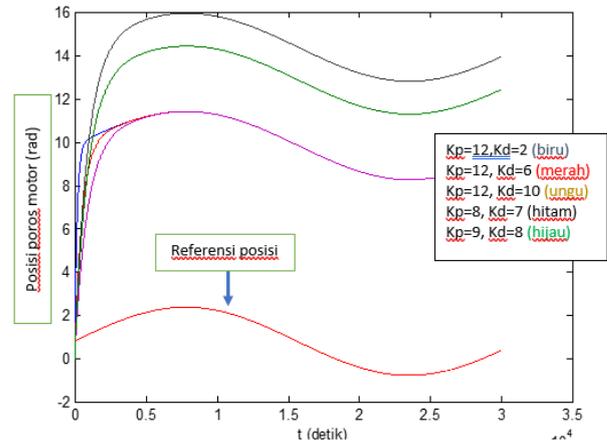
(Gambar 18 : pengendalian posisi dengan odometry berbasis kendali PI dengan nilai $K_p=12$ dan $K_d=10$)



(Gambar 19 : pengendalian posisi dengan odometry berbasis kendali PI dengan nilai $K_p=8$ dan $K_d=7$)



(Gambar 20 : pengendalian posisi dengan odometry berbasis kendali PI dengan nilai $K_p=9$ dan $K_d=8$)



(Gambar 21 : Perbandingan hasil output sistem)

Analisis :

Pada grafik diatas, dapat kita lihat bahwa kombinasi nilai $K_p=12$, $K_d=2$ dapat memberikan respon output yang lebih baik karena selisih yang kecil (± 9 rad) ini menunjukkan jika nilai K_p diperbesar dan nilai K_d diperkecil, maka akan memperbaiki respon output

V. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh dalam penelitian ini adalah :

1. Metode Odometry sangat efektif digunakan dalam penentuan posisi untuk fungsi robot yang bergerak melewati trajectory atau jalur yang diinginkan pengguna. Namun konsep odometry yang berdiri sendiri tanpa didampingi dengan Algoritma kendali konvensional seperti Proportional dan Integral (PI) membuat proses pembacaan posisi menjadi tidak maksimal. Ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi kesalahan trajectory dari robot, diantaranya kondisi mekanik yang bergerak dengan menggunakan roda omniwheel kurang baik digunakan dikarenakan konsep pergerakan roda omniwheel memanfaatkan slip yang terjadi pada roda, hal ini tentu saja tidak dapat terekan dengan baik oleh rotary encoder yang difungsikan untuk menghitung posisi dan kecepatan robot.
2. Dengan menggunakan simulasi Matlab SIMULINK dapat dimodelkan bagaimana robot dalam bergerak melalui trajectory yang diinginkan. Dari hasil bahwa kombinasi nilai $K_p=10$, $K_d=2$ dapat memberikan respon output yang lebih baik karena selisih yang kecil (± 10 rad) ini menunjukkan jika nilai K_p diperbesar dan nilai K_d diperkecil, maka akan memperbaiki respon output sehingga robot dapat bergerak stabil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penelitian ini tentu saja melibatkan banyak pihak yang sangat membantu akan lancarnya kegiatan penelitian ini. Adapun ucapan terimakasih tersampaikan kepada ALLAH SWT Tuhan yang Maha Esa yang

memberikan jalan hidayah bagi peneliti, kepada Rasulullah SAW yang telah mengajarkan agama yang mulia, kepada keluarga, ayah dan ibu yang telah senantiasa memberikan dukungan, kepada saudara yang telah memberikan dukungan. Kepada Istri dan anak tercinta yang telah memberikan semangat dan terkhusus kepada tim riset Jurusan Teknik Elektro yang sudah dengan sabar membangun riset ini dari awal hingga hari ini.

REFERENSI

- [1] Baloch, S., Baloch, M. A., Zheng, T., & Pei, X. (2020). The Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 250(4), 271–278.
- [2] Chen, W., & Zhang, T. (2017). An indoor mobile robot navigation technique using odometry and electronic compass. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 14(3), 172988141771164.
- [3] Enkhbold, M., Nanzadragchaa, D., & Bayarpurev, M. (2019). *Skema Estimasi Koordinat untuk Robot Seluler Diferensial Menggunakan Rotary Encoder. 4.*
- [4] Fahmizal, F., Rijalussalam, D. U., Budiyanto, M., & Mayub, A. (2019). Trajectory Tracking pada Robot Omni dengan Metode Odometry. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 8(1), 35.
- [5] Irsyadi, F., Pratomo, D. N., Julianto, S., Anwar, M. S., & Paripurna Barus, A. A. (2021). Desain dan Implementasi Sistem Navigasi pada Automated Guided Vehicle (AGV). *Jurnal Listrik, Instrumentasi dan Elektronika Terapan (JuLIET)*, 2(1).
- [6] Rakhman, E., Basjaruddin, N. C., & Susanto, V. E. P. (2019). Robot Mobile Otonom Menggunakan Metode Odometry. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 18(02), 105–116.
- [7] Rifqi Khoiri, F. (2019). *Perancangan Alat Ukur Kecepatan Angin Dengan Rotary Encoder*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [8] Shahin, S., Sadeghian, R., Sedigh, P., & Masouleh, M. T. (2017). *Simulasi, Kontrol, dan Konstruksi Empat Mecanum-Roda Obot. 2017*, 315–319.