

Implementasi Robot Operating System pada Robot ABU ROBOCON 2024 dengan Metode High Precision Path Planning

Jawed Iqbal Alfaruqiy¹, Joko Endrasmono², Zindhu Maulana Ahmad Putra³

e-mail: jawediqbal@student.ppns.ac.id, endrasmono@ppns.ac.id, zindhu@ppns.ac.id

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Program Studi Teknik Otomasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 26 Agustus 2024
Direvisi 24 September 2024
Diterbitkan 30 September 2024

Kata kunci:

Baku Mutu Air
Filtrasi
Klasifikasi
Reverse osmosis
Neural Network

Keywords:

Water Quality Standards
Filtration
Classification
Reverse osmosis
Neural Network

Penulis Korespondensi:

Jawed Iqbal Alfaruqiy,
Teknik Kelistrikan Kapal, Program Studi Teknik Otomasi

ABSTRAK

Kontes Robot Indonesia (KRI) adalah kompetisi nasional dalam bidang robotika yang diselenggarakan oleh Pusat Prestasi Nasional, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Salah satu kategorinya, Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI), mengikuti tema dan aturan dari ABU Robocon. Pada tahun 2024, tema "Harvest Day" mengharuskan robot bergerak otomatis tanpa intervensi manual, menjadikan lokalisasi yang akurat sangat penting untuk memastikan pergerakan robot yang tepat di arena. Lokalisasi, yang merupakan proses penentuan posisi robot, dilakukan menggunakan Robot Operating System (ROS), memanfaatkan pustaka seperti Gazebo dan RViz untuk meningkatkan akurasi dan pemantauan gerakan robot. Dengan Adaptive Monte Carlo Localization (AMCL) dan sensor RPLidarA1M8, robot dapat menentukan posisinya pada sumbu x dan y, serta arah gerak berikutnya. Penelitian ini menunjukkan bahwa AMCL dalam ROS efektif untuk lokalisasi dan perencanaan jalur dengan parameter yang dapat disesuaikan. Namun, untuk hasil optimal, diperlukan peningkatan desain perangkat keras, terutama pada swerve drive dan rotary encoder, serta komunikasi yang lebih efisien antara mikrokontroler STM32F407VGTx dan laptop agar perencanaan jalur lebih cepat dan efektif.

ABSTRACT

The Indonesian Robot Contest (KRI) is a national competition in robotics. in the field of robotics organized by the National Achievement Center, Ministry of Education and Culture of the Republic of Indonesia. One of the category, the ABU Robot Contest Indonesia (KRAI), follows the themes and rules of the ABU Robocon. ABU Robocon. In 2024, the theme "Harvest Day" requires robots to move automatically without manual intervention, making the local to move automatically without manual intervention, making accurate localization critical to ensure proper critical to ensure proper robot movement in the arena. Localization, which is the process of determining the position of the robot, is performed using the Robot Operating System (ROS), utilizing libraries such as Gazebo and RViz to improve the accuracy and monitoring of the robot's movements. With Adaptive Monte Carlo Localization (AMCL) and the RPLidarA1M8 sensor, the robot can determine its position in the x and y axes, as well as the direction of the robot's motion. on the x and y axes, as well as its next direction of motion. This research shows that AMCL in ROS is effective for localization and path planning with adjustable parameters. adjustable parameters. However, for optimal results, it requires hardware design improvements, especially on the swerve drive and rotary encoder, as well as more efficient communication between the microcontroller and the STM32F407VGTx microcontroller and laptop for faster and more effective path planning.



Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,
Kampus ITS Sukolilo Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Indonesia, Kode Pos 60111.
Email: jawediqbal@student.ppns.ac.id
Nomor HP/WA aktif: +6287705046212

1. PENDAHULUAN

Kontes Robot Indonesia (KRI) adalah ajang kompetisi rancang bangun dan rekayasa robotika tingkat mahasiswa yang diselenggarakan setiap tahun oleh Balai Pengembangan Talenta Indonesia (BPTI) Pusat Prestasi Nasional (Puspresnas) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia [1]. Saat ini, KRI memiliki tujuh kategori lomba, salah satunya adalah Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI). KRAI merupakan kategori yang mengacu pada tema dan aturan yang ditetapkan oleh Asia-Pacific Union Robot Contest (ABU Robocon). Setiap tahun, tema dan aturan tersebut disusun oleh negara yang ditunjuk sebagai tuan rumah, sehingga tema dan desain robot yang dibuat akan berubah setiap tahunnya. Pada ABU Robocon 2024, yang diselenggarakan oleh Vietnam sebagai tuan rumah, tema yang diangkat adalah "Harvest Day." [2].

Pada dasarnya, peraturan dan cara bermain lomba di ABU Robocon 2024 bertemakan "Harvest Day" ini adalah terdapat dua tim berlawanan yang memiliki dua robot berbeda dengan nama "Robot 1" dan "Robot 2" [3]. Nantinya, kedua robot tersebut ditugaskan pada "Area 1" untuk mengambil "Paddy Seed" dari "Seedling Rack" untuk ditanam di "Planting Zone", kemudian pada "Area 2" kedua robot ini dapat memanen atau mengambil "empty grain" dan "paddy rice" dari "Harvest Zone" untuk dibawa ke "Area 3" dan dimasukkan ke dalam "Storage Zone", sehingga pada akhirnya diletakkan ke dalam "silo" yang berlokasi di "Silo Zone". Namun, yang membedakan adalah "Area 3" hanya dapat dimasuki oleh "Robot 2" yang bergerak secara otomatis tanpa bantuan kontrol manapun, robot ini akan membawa "paddy rice" dari "Storage Zone" dan dimasukkan ke dalam "Silo". Semua misi ini harus diselesaikan oleh kedua robot dalam waktu kurang dari tiga menit permainan. Tentu saja, semua robot harus mulai dari awal dari "Start Zone" [4].

Salah satu aspek penting dari robot itu sendiri adalah pergerakan yang tepat dan presisi, hal ini sangat mempengaruhi hasil dari permainan robot nantinya. Terutama pada robot 2 yang dituntut untuk bergerak secara otomatis atau tanpa bantuan kontrol manapun. Kurangnya keakuratan dalam perencanaan jalur yang dituju akan memberikan kesulitan pada pergerakan robot 2 [5]. Dimana ini, akan sangat merugikan tim yang sedang bermain. Maka dari itu, penelitian ini akan membahas tentang perencanaan jalur robot dalam mendapatkan rute yang paling efektif untuk dilewati agar mencapai tujuan yang diinginkan [6]. Penulis mengimplementasikan ROS untuk lokalisasi dengan metode High Precision Path Planning sebagai perencanaan jalur antara robot dengan tujuan [7].

Robot Operating System (ROS) merupakan sebuah kerangka kerja (framework) yang menyediakan berbagai fungsi dan library guna mempermudah pembuatan, simulasi, kontrol robot dan bersifat open-source, yang artinya sumber kodenya dapat diakses dan dimodifikasi oleh siapa saja. Sehingga memungkinkan kerja sama dari komunitas yang luas, serta pengembangan solusi yang ada [8]. ROS pernah digunakan di beberapa organisasi seperti di universitas ROS digunakan untuk penelitian dan Pendidikan robotika kemudian didalam perusahaan ROS digunakan untuk pengembangan robot secara komersial [9].

Awalnya ROS dikembangkan untuk digunakan dalam proyek PR2 (Personal robot 2), sebuah robot humanoid yang dirancang untuk penelitian dan Pendidikan. Pada tahun 2012 Willow Garage merilis ROS 1.0 versi pertama yang stabil. Pada tahun 2015 Open Robotics Foundation (ORF) didirikan untuk mengelola dan mengembangkan ROS. Dalam pengimplementasiannya ROS dapat digunakan untuk path planning untuk robot, seperti navigasi area menggunakan kamera didalam ROS yang dilakukan oleh Susijanto T [10]. Rasmana dan rekan-rekannya. Ataupun lokasi are menggunakan wheel odometry yang dilakukan oleh Yaxuan Yan dan rekan-rekannya. Sehingga pada penelitian ini akan diuji Robot menggunakan ROS dengan metode High Precision Path planning yang berisikan metode SLAM GMapping dan RPLidarA1M8 untuk menentukan rute robot bergerak [11].

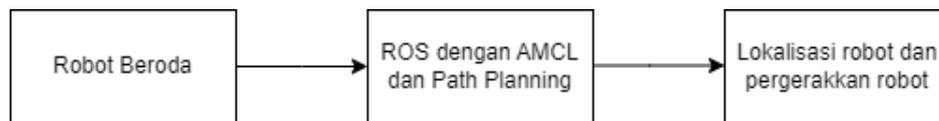
2. METODE PENELITIAN

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



2.1 Konsep Penelitian

Konsep penelitian digunakan sebagai acuan atau landasan bagi penulis untuk menyelesaikan penelitiannya. Pada penelitian ini fokus dalam implementasi metode dan Implementasi Robot Operating System (ROS) pada robot beroda.

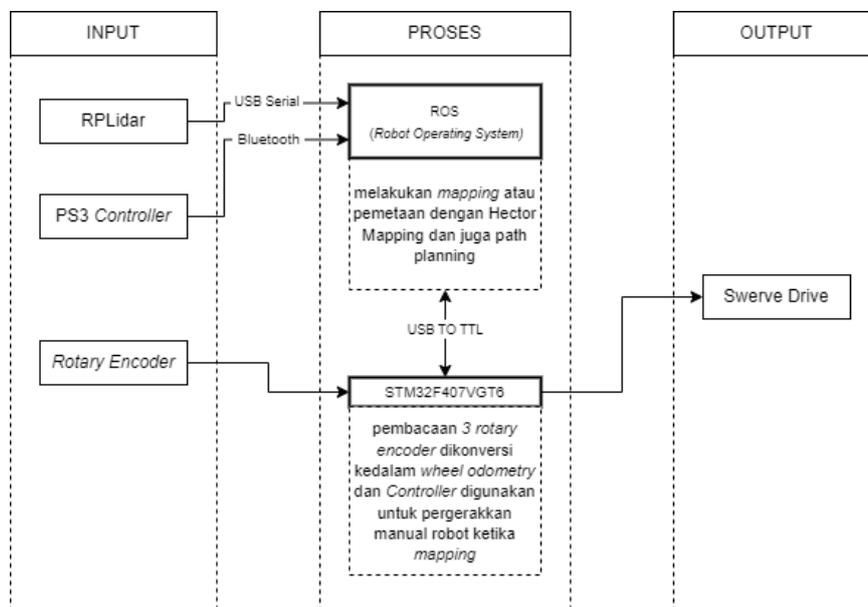


Gambar 1: Diagram Blok Konsep Penelitian

Konsep pada penelitian ini adalah mengambil permasalahan dari Robot Path Planning Beroda kemudian diselesaikan dengan menggunakan metode AMCL untuk lokalisasi dan move base untuk path planning pada ROS. Hasil dari metode tersebut robot dapat melakukan lokalisasi sekaligus path planning secara otomatis.

2.2 Prinsip Kerja Sistem

Prinsip kerja sistem mewakili gambaran secara umum sistem yang akan dibangun. Pada gambar Gambar 3.2 merupakan blok diagram cara kerja sistem dalam penelitian ini.



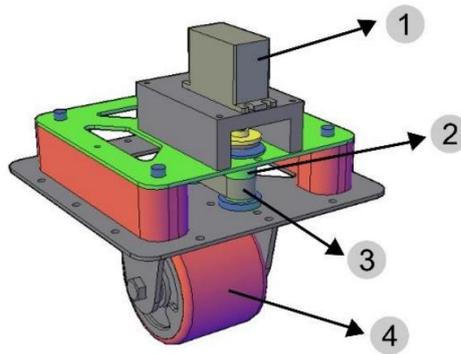
Gambar 2: Prinsip Kerja Sistem

Pada Gambar 3.2 blok INPUT terdapat 3 input sensor dan 1 jenis motor sebagai aktuator yang bekerja pada sistem. RPLidar berfungsi sebagai pemindai objek sekitar dan juga sebagai mapper atau pemeta, hasil dari pemindaian sensor akan dikirimkan ke laptop melalui usb serial untuk diubah menjadi peta. Rotary encoder digunakan sebagai penentu jarak sekaligus orientasi robot melalui perhitungan wheel odometry di STM32F407VGT6 yang nantinya nilainya dikirimkan ke ROS (Robot Operating System). Kemudian, PS3 Controller berkomunikasi dengan laptop melalui bluetooth digunakan untuk pergerakan manual robot ketika sedang melakukan mapping atau pemetaan. Pada blok PROSES ROS (Robot Operating System) dilakukan mapping dari hasil sensor RPLidar sekaligus melakukan path planning yaitu memberikan nilai speed kepada STM32F407VGT6 dimana didalam STM32F407VGT6 melakukan proses perhitungan wheel odometry yang nantinya dikirimkan ke laptop. Dari hasil proses itu didalam blok OUTPUT speed dari ROS akan masuk ke dalam STM32F407VGT6 untuk menggerakkan swerve drive.

2.3 Perancangan Hardware



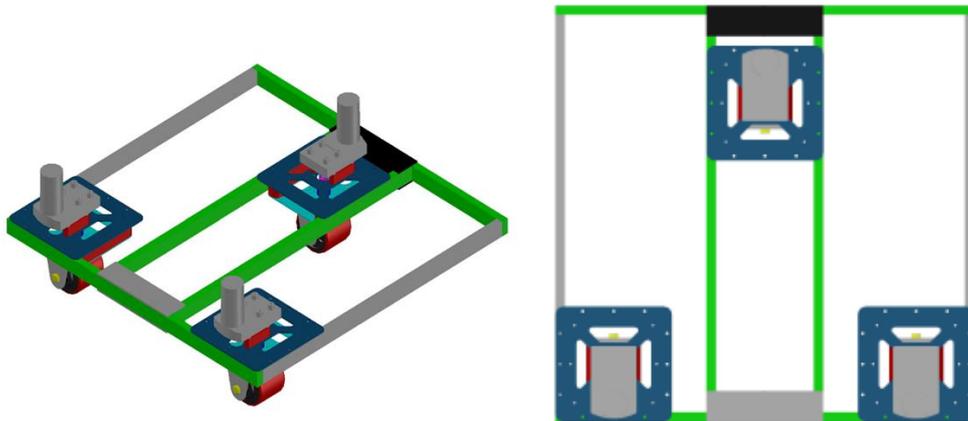
Pada tahap ini, desain mekanik terdiri dari desain swerve drive dan desain base robot. Desain robot dibuat berdasarkan peraturan Abu Robocon 2024.



Gambar 3: Perancangan Hardware

Keterangan dari gambar 3.5 sebagai berikut :

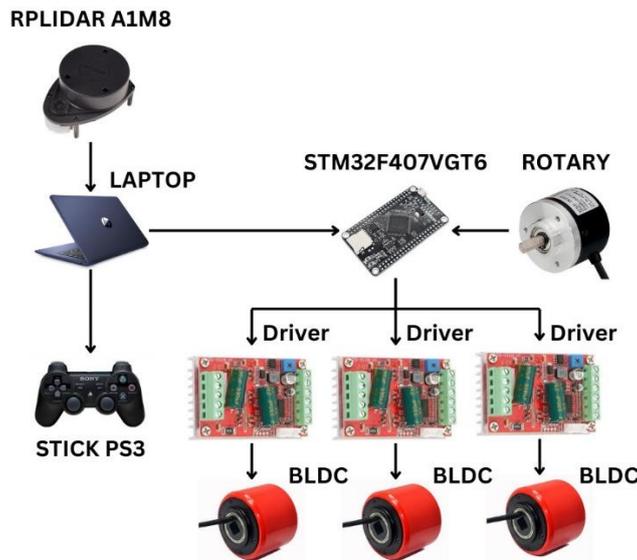
1. Servo
2. Pulley
3. Timing Belt
4. Motor BLDC



Gambar 4: Perancangan Mekanik

Pada gambar 3 dan 4 terdapat dari perencanaan penempatan hardware mekanik dari mekanisme swerve drive yang akan digunakan pada penelitian ini, dengan memakai base robot berbentuk persegi. Perancangan hardware dibuat berdasarkan blok diagram sistem untuk menunjang penelitian ini yang akan di buat.





Gambar 5: Perancangan Elektrik

Pada Gambar 3.5 menunjukkan prinsip kerja dari sistem. PS3 controller memberikan lokasi tujuan robot. Raspberry akan memberikan perintah lokasi ke STM32F407, nantinya STM32F407 akan menggerakkan motor BLDC sesuai perintah dari Laptop sesuai x, dan y dari perhitungan wheel odometry dan RPLidarA1M8.

2.4 perancangan Software

Proses merencanakan dan merancang sistem perangkat lunak sebelum dimulai pembuatan dikenal sebagai perancangan software dapat dilihat pada Gambar 3.9. Perancangan software bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat lunak yang dibuat dapat memenuhi persyaratan fungsional dan non-fungsional, memiliki arsitektur yang tepat, mudah dipelihara dan diubah, dan dapat diuji dan digunakan dengan efisien.



Gambar 6: Perancangan Software

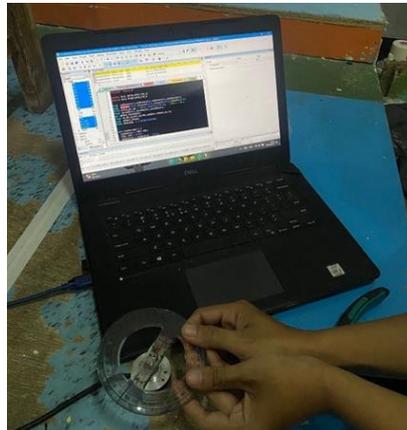
Pada penelitian kali ini note prediksi arah tendangan terdiri dari node Move_base, perhitungan wheel odometry, dan deteksi sensor RPLidar. Data yang dihasilkan oleh rotary encoder akan diproses melalui metode wheel odometry, data dari RPLidar akan diproses melalui node RPLidar dan dimasukkan ke dalam topik /scan, kemudian node pergerakan robot selanjutnya akan dikirim melalui ROS Master menuju ke mikrokontroler STM32F407VGTx untuk diolah. Data yang diperoleh akan diproses untuk menggerakkan robot beroda menuju lokasi yang diingikannya



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 pengujian sensor

Rotary encoder yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu bertipe incremental rotary encoder yang digunakan sebagai koreksi keluaran dari kinematika swerve drive. Pengujian dilakukan dengan melakukan akses sensor pada STM32F407VGT6 untuk mengetahui nilai PPR (pulse per revolution). PPR merupakan jumlah pulsa yang dihasilkan oleh sensor rotary encoder dalam satu putaran penuh atau 360 derajat. Setiap sensor rotary encoder memiliki nilai PPR yang berbeda-beda tergantung spesifikasi yang dimilikinya. Pengujian dilakukan seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 7: Pengujian Rotary Encoder

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

TABEL 1: Pengujian sensor rotary encoder

No	Pengukuran Busur	Data Aktual	Data Sensor	Error (%)
1	10	11,11	11	0,99
2	45	50	50	0,00
3	70	77,77	77	0,99
4	90	100	101	1,00
5	100	111,11	110	1,00
6	120	133,3	133	0,23
7	135	150	151	0,67
8	180	200	201	0,50
9	210	233,33	235	0,72
10	235	261,11	260	0,43
11	270	300	301	0,33
12	330	366,67	365	0,46
13	360	400	400	0,00
Total Persentase Error				0,52 %

Berdasarkan data pengujian pada Tabel 1 diatas, dapat dilihat bahwa nilai pembacaan sensor rotary encoder dengan nilai aktual berdasarkan datasheet mendapatkan total persentase error dibawah 1%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa sensor rotary encoder masih dapat bekerja dengan baik.

Motor yang digunakan pada penelitian ini yaitu JMT 5065-70 brushless outrunner motor 150W. Motor digunakan sebagai aktuator utama yang dapat membuat robot dapat bergerak translasi ke sumbu x ataupun y. Berdasarkan datasheet, motor brushless ini memiliki tegangan input 24V hingga 36V dengan kecepatan maksimal



hingga 1800rpm. Pengujian dilakukan dengan memberikan input PWM kepada motor lalu dilakukan pengukuran kecepatan motor dengan menggunakan tachometer seperti yang ditampilkan pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9: Pengujian Motor

Berikut merupakan sebuah data hasil dari pengujian motor ditunjukkan pada Tabel 2.

TABEL 2: Data pengujian Motor

No	PWM	RPM
1	100	99,6
2	200	198
3	300	301
4	500	500
5	700	692,8
6	800	788,5
7	1000	955,5
8	1100	1032,4
9	1200	1106,4
10	1500	1293,4
11	1500	1293,4
12	1800	1432,4
13	1900	1485,5
14	2048	1545,2
15	2200	1548,2

Pengujian pada motor brushless ini menggunakan tegangan masukan sebesar 24V. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, nilai RPM maksimal yang didapatkan yaitu sekitar 1545 dengan PWM 2048 keatas. Motor servo yang digunakan pada pengujian ini bertipe ASMC-05 yang memiliki tegangan kerja mulai 12V hingga 24V dengan torsi maksimal sebesar 110kg.cm. Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan masukan sebesar 24V dan sinyal PWM menggunakan mikrokontroler STM32F407VGT6 kepada motor servo sehingga bisa bergerak sesuai derajatnya. Gerak derajat yang dihasilkan oleh motor servo akan dibandingkan dengan busur derajat.





Gambar 10: Pengujian motor Servo

. Data hasil pengujian motor servo ditampilkan pada Tabel 3 berikut.

TABEL 3: Data pengujian Motor Servo

No	PWM	Sudut
1	60	0°
2	67	30°
3	69	45°
4	70	50°
5	75	80°
6	77	90°
7	80	110°
8	85	135°
9	90	160°
10	93	165°
11	95	185°
12	110	270°
13	115	290°
14	120	315°
15	125	330°

Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan untuk menggerakkan motor servo ASMC-05 diperlukan rentang PWM mulai 60 hingga 125 dengan nilai sudut servo yang dihasilkan maksimal berada pada 330°. Uji coba sensor RPLidar A1M8 ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana cara kerja dari sensor LIDAR. Selain itu untuk mengetahui apakah sensor RPLidar A1M8 dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Uji coba yang ini bertujuan untuk mengetahui ke akurasian pembacaan jarak dari sensor RPLidar A1M8 Pengujian Sensor ini dilakukan dengan cara membandingkan data yang telah didapatkan. Data tersebut berupa nilai jarak yang ditampilkan di terminal laptop dan nilai jarak yang diambil secara manual dengan cara mengukur jarak pada suatu sudut yang ditentukan dari sensor RPLidar A1M8 ke halangan yang berada pada arah sudut tersebut.





Gambar 11: Pengujian Sensor lidar

Berikut adalah hasil pengujian dari sensor RPLidar yang ditunjukkan pada Tabel 4.

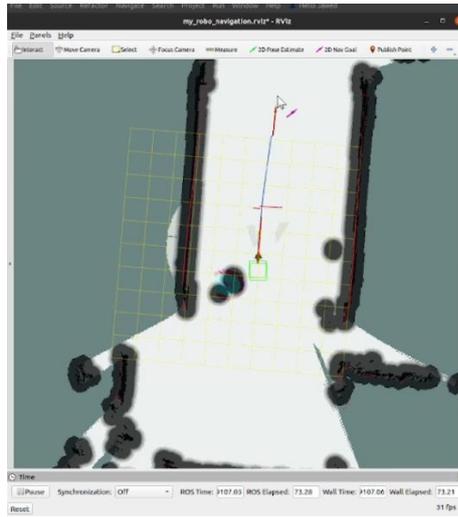
TABEL 4: Hasil Pengujian Sensor Lidar

No	Pengukuran (cm)				Terukur (cm)				Error (%)			
	0°	90°	180°	270°	0°	90°	180°	270°	0°	90°	180°	270°
1	160	160	160	160	161	160	162	161	0,62	0	1,25	0,62
2	160	160	160	160	161	161	161	162	0,62	0,62	0,62	125
3	160	160	160	160	162	161	162	162	1,25	0,62	1,25	1,25
4	160	160	160	160	162	160	161	161	1,25	0	0,62	0,62
5	160	160	160	160	162	161	161	161	1,25	0,62	0,62	0,62
Rata – rata <i>error</i>										0,77 %		

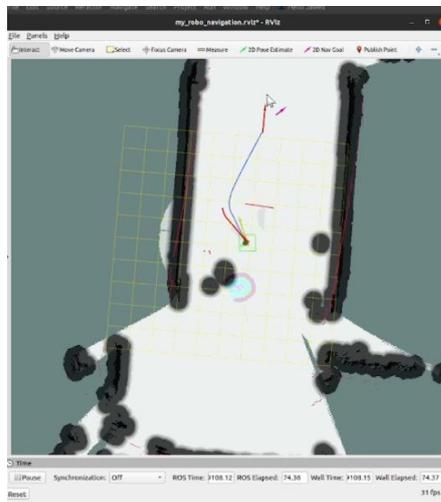
3.2 Pengujian path planning

Uji coba terakhir adalah path planning dimana menulis memanfaatkan parameter-parameter yang disuguhkan oleh ROS untuk mengatur pendeteksian lingkungan sekitar, obstacle avoidance, dan pergerakan robot. Pertama, penulis melakukan lokalisasi AMCL untuk mengetahui posisi robot berada didalam peta. Kemudian, dengan menggunakan 2D nav goal robot akan bergerak kearah yang diinginkannya. Setelah menyiapkan parameter yang dibuat sebelumnya penulis hanya perlu membuka Rviz dan menjalankan 2D Nav Goal agar path planning dapat bekerja dan menggunakan lokalisasi AMCL untuk mengetahui posisi awal robot berada. Berikut hasil path planning yang telah dilakukan.

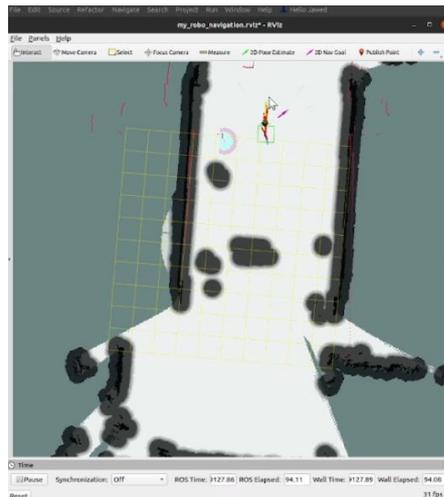




Gambar 12: Start Path Awal Posisi Robot



Gambar 13: Ketika Mendeteksi Obstacle



Gambar 14: Kerika telah mencapai Tujuan

```

/home/its/catkin_ws/src/navigation/servicebot_bring...          ts@TS: ~
INFO [1724109125.380238]: Distance Actual: 9.278500, Distance Desired: 5.113003
INFO [1724109125.381398]: Yaw Actual: 0.138269, Yaw Desired: 1.557493, Yaw Difference: -1.419224
INFO [1724109125.480876]: Distance Actual: 9.278500, Distance Desired: 5.113003
INFO [1724109125.481658]: Yaw Actual: 0.138269, Yaw Desired: 1.557493, Yaw Difference: -1.419224
INFO [1724109125.580266]: Distance Actual: 9.336898, Distance Desired: 5.113003
INFO [1724109125.581361]: Yaw Actual: 0.134047, Yaw Desired: 1.557493, Yaw Difference: -1.423446
INFO [1724109125.680148]: Distance Actual: 9.336898, Distance Desired: 5.113003
INFO [1724109125.681292]: Yaw Actual: 0.134047, Yaw Desired: 1.557493, Yaw Difference: -1.423446
INFO [1724109125.780173]: Distance Actual: 9.396610, Distance Desired: 5.113003
INFO [1724109125.781626]: Yaw Actual: 0.132946, Yaw Desired: 1.557493, Yaw Difference: -1.424547
INFO [1724109125.880233]: Distance Actual: 9.396610, Distance Desired: 5.113003
INFO [1724109125.881812]: Yaw Actual: 0.132946, Yaw Desired: 1.557493, Yaw Difference: -1.424547
INFO [1724109125.980265]: Distance Actual: 9.452959, Distance Desired: 5.113003
INFO [1724109125.982024]: Yaw Actual: 0.131478, Yaw Desired: 1.557493, Yaw Difference: -1.426015
INFO [1724109126.080364]: Distance Actual: 9.452959, Distance Desired: 5.113003
INFO [1724109126.081697]: Yaw Actual: 0.131478, Yaw Desired: 1.557493, Yaw Difference: -1.426015
INFO [1724109126.180869]: Distance Actual: 9.508929, Distance Desired: 5.113003
INFO [1724109126.181646]: Yaw Actual: 0.128662, Yaw Desired: 1.557493, Yaw Difference: -1.428891
INFO [1724109126.280200]: Distance Actual: 9.508929, Distance Desired: 5.113003
INFO [1724109126.281347]: Yaw Actual: 0.128662, Yaw Desired: 1.557493, Yaw Difference: -1.428891
INFO [1724109126.380029]: Distance Actual: 9.572205, Distance Desired: 5.113003
INFO [1724109126.381394]: Yaw Actual: 0.124878, Yaw Desired: 1.557493, Yaw Difference: -1.432623
INFO [1724109126.480197]: Distance Actual: 9.572205, Distance Desired: 5.113003
INFO [1724109126.481713]: Yaw Actual: 0.124878, Yaw Desired: 1.557493, Yaw Difference: -1.432623
INFO [1724109126.580235]: Distance Actual: 9.650900, Distance Desired: 5.113003
INFO [1724109126.581703]: Yaw Actual: 0.119486, Yaw Desired: 1.557493, Yaw Difference: -1.438007
INFO [1724109126.680259]: Distance Actual: 9.650900, Distance Desired: 5.113003
INFO [1724109126.681414]: Yaw Actual: 0.119486, Yaw Desired: 1.557493, Yaw Difference: -1.438007
    
```

Gambar 15: Nilai yang Diinginkan

Berdasarkan pengukuran menggunakan alat ukur meteran dan Kompas pada gawai untuk mengetahui hasil akhir terhadap jarak dan arah hadap yang diinginkan dimana tertulis Distance Desired berarti jarak yang diinginkan dan Yaw Desired maka diperoleh hasil tabel seperti berikut.

TABEL 5: Nilai Hasil jarak percobaan Path Planning

No	Actual Distance	Desired Distance	Error
1	5.2	5.5	5.7
2	4.3	4.6	6.9
3	5.7	5.8	1.7
4	2.1	2.2	4.7
5	1.2	1.3	8.3

TABEL 6: Nilasi Hasil Arah Hadap percobaan Path Planning

No	Yaw Actual	Yaw Desired	Error
1	0.7	0.5	2.8
2	1	0.8	2
3	1.1	1.2	0.9
4	0.7	0.5	2.8
5	0.3	0	1

Seperti hasil pada Tabel 5 dan 6 dengan 5 kali percobaan maka didapat total nilai error untuk mengukur jarak adalah 5,46% sedangkan pada pengukuran arah hadap robot pada percobaan path planning adalah 2%, Dengan kecepatan maksimal robot adalah 250 PWM sehingga mengurangi loncatan nilai pada perhitungan *odometry*.



KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa lokalisasi dengan ROS dapat diimplementasikan menggunakan metode AMCL yang diubah menjadi parameter sehingga mudah diprogram dengan menyesuaikan parameternya, memanfaatkan data dari RPLidar untuk mendeteksi sekitar dan nilai odometri untuk mengetahui posisi robot di peta, serta memungkinkan pengaturan path planning seperti kecepatan, akselerasi, jarak menghindari rintangan, dan frekuensi perubahan peta untuk hasil yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adryady, D. F., Prasetyo, A., Shatyaziamawan, H. P., & Priambodo, A. S. (2022). Implementasi Algoritma Path Planning dan Mapping Arena pada Mobile Robot. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, 9(2), 41–45. <https://journal.trunojoyo.ac.id/triac/article/view/13215>
- [2] Amin, M., & Ananda, R. (2021). Sistem Kendali Jarak Jauh Robot Pemadam Api Dengan Menggunakan Sensor Flam Dan Sensor Mq Berbasis Motor Pompa. *Journal of Science and Social Research*, 4(2), 136. <https://doi.org/10.54314/jssr.v4i2.546>
- [3] Anwar, M. I. S., Murti, M. A., & Mukhtar, H. (2020). Perancangan Sistem Pendeteksi Tanah Longsor Menggunakan Sensor Rotary Encoder Berbasis Iot. *EProceedings ...*, 7(1), 170–177. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/11768%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/download/11768/11633>
- [4] Asia-Pacific Broadcating Union. (2024). ASIA - PACIFIC ROBOT CONTEST 2024. 01, 1–23.
- [5] Bagus, B., Adinugraha, I., Siradjuddin, I., & Kamajaya, L. (2023). Desain dan Kontrol Modular Independent Drive Independent Steering Mobile Robot Aktuator. 2(3), 144–150.
- [6] Cortex, A., Fpu, M. C. U., Ram, F., Otg, U. S. B., & Fs, H. S. (2020). STM32F405xx STM32F407xx. August.
- [7] Edilla, Pulungan, M. A., & Akhyan, A. (2021). Rancang Bangun Robot Penyaji Minuman Menggunakan ATmega 8535 dan Mini Water Pump. 8(2), 112–119.
- [8] Gulo, D., Careful, G., Tumanggor, H. Y., & Azmi, F. (2020). Rancang Bangun Robot Lengan Untuk Deteksi Warna Berbasis ATMEGA328P Mikrokontroler. 3(2), 91–95.
- [9] Harlinanda, D. A. (2022). Trajectory Omni Empat Roda Dengan Metode Robot Abu Indonesia 2022. 23–91.
- [10] Nurdin, A., & A, M. S. H. (2019). Implementasi ROS (Robot Operating System) Pada Sistem Kendali Jarak Jauh Robot Bergerak Jenis Non-holonomic.
- [11] Pratikto, R. B., Setiawan, E., & Syaquy, D. (2021). Rancang Bangun Simulasi Robot Beroda untuk Pengiriman Barang di dalam Gedung berbasis Metode Particle Filter. 5(8), 3229–3236.
- [12] Putri, R. S., Iriawan, E., & Widiyatmoko, B. (2023). Perancangan Alat Timbangan Hewan Ternak Menggunakan Sensor Fiber Optic Dan Software Design Equipment for Livestock Scales Using Fiber Optic Sensors and Arduino Ide Software. 33(3), 1–9.

