

PENERAPAN *GYRODOMETRY* PADA *THREE OMNI WHEELS* UNTUK ROBOT SEPAK BOLA BERODA

Moh. Nasir¹⁾ Pauladie Susanto²⁾ Weny Indah Kusumawati³⁾

Program Studi/Jurusan Teknik Komputer
Universitas Dinamika

Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

Email: 1)Mohnasir086@gmail.com, 2) pauladie@dinamika.ac.id, 3) Weny@dinamika.ac.id

Abstrak: Kontes Robot Sepak Bola Beroda Indonesia atau lebih sering disebut KRSBI merupakan salah satu divisi lomba yang diadakan oleh DIKTI dalam Kontes Robot Indonesia (KRI). Pada divisi Robot Sepak Bola Beroda memiliki beberapa aturan yang ditetapkan oleh panitia penyelenggara. Dan untuk membuat robot mematuhi aturan tersebut, robot ditanamkan kecerdasan buatan didalamnya. Salah satu yang terpenting adalah *posisioning* robot untuk mengatur formasi dan lokasi dari robot tersebut. Robot yang digunakan Universitas Dinamika dalam KRSBI tahun kemarin untuk mengatur posisi menggunakan metode ordometri. Ordometri merupakan metode yang menggunakan umpan balik dari rotary encoder yang digunakan robot. Ordometri memiliki kelemahan dalam pembacaan rotary yang tidak sempurna karena sering terjadi kesalahan dalam pembacaan rotary encoder. Misalnya roda robot yang digunakan terjadi slip pada roda namun rotary masih menghitung sebagai umpan balik dari pergerakan robot, maka dari itu penulis ingin memperbaiki hal tersebut dengan mengganti metode ordometri menjadi gyrodometri. Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan pada robot sejauh dua meter metode gyrodometri menghasilkan pergerakan yang lebih presisi. Hasil dari pengujian metode gyrodometri telah memperbaiki robot dalam membaca pergerakan robot sebesar 93% terhadap koordinat y, 94% terhadap koordinat x, dan 98% sudut hadap robot dari pergerakan robot dengan menggunakan metode ordometri.

Kata kunci: gyrodometri, ordometri, robot.

PENDAHULUAN

Robot merupakan alat yang digunakan untuk membantu pekerjaan manusia dalam menangani berbagai masalah supaya lebih efisien. Robot memiliki berbagai macam konstruksi, diantaranya adalah Robot mobile (bergerak), robot manipulator (tangan), robot humanoid (menyerupai keseluruhan manusia), *flying* robot (drone, pesawat tanpa awak), robot berkaki, robot jaringan, robot animalia (robot logistic militer), dan lain-lain. Untuk menunjang perkembangan robot di Indonesia Menristekdikti mengadakan kompetisi robot dengan berbagai macam divisi. Salah satu divisi robot yang dikonteskan adalah Kontes Robot Sepak Bola Beroda Indonesia.

Pada divisi robot sepak bola beroda memiliki beberapa aturan yang ditetapkan oleh panitia penyelenggara. Aturannya dibuat semirip mungkin dengan sepak bola sesungguhnya, meskipun tidak semuanya, dan untuk membuat

robot mematuhi aturan tersebut, robot ditanamkan kecerdasan buatan didalamnya. Salah satu yang terpenting adalah *posisioning* robot untuk mengatur formasi dan lokasi dari robot tersebut.

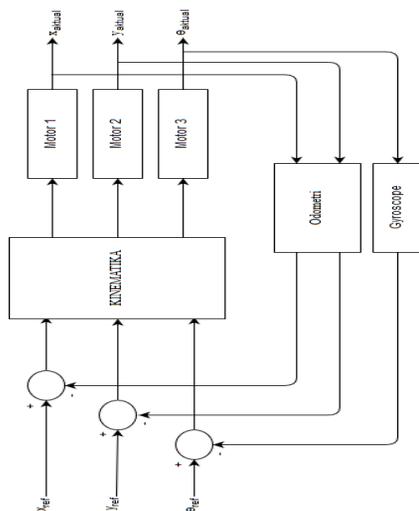
Posisioning dalam sepak bola sangat bermanfaat. Ketika robot bisa melakukan formasi dengan baik tentu lebih mudah untuk mengatur strategi selanjutnya. Dan juga memberikan kepastian tugas pada masing-masing robot. *Positioning* menggunakan odometri telah dilakukan oleh Abseno (Abseno, Penerapan Kinematika Untuk Lokalisasi Pada Robot Sepak Bola Beroda, 2019). Seperti yang diketahui odometri merupakan sebuah metode yang digunakan sebagai sistem umpan balik dari pembacaan ketiga rotary encoder untuk membaca pergerakan robot. Tapi pada sistem odometri robot masih belum akurat untuk sudut hadapnya secara *realtime*. Seperti yang diketahui odometri mengambil data dari 3 rotari encoder, dimana rotary encoder memiliki kelemahan, yakni ketika

roda selip tapi rotary tetap menghitungnya. Untuk mengurangi hal tersebut, maka dibutuhkan kombinasi sensor gyro.

Sensor gyro memiliki output berupa kecepatan sudut dari arah 3 sumbu yakni yaw, pitch, dan roll. Sudut yang dibutuhkan oleh robot ini hanya sudut yaw untuk mengetahui sudut hadap robot. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan pada robot ini diperlukan pengujian pada robot untuk mengatur dan menentukan posisi sendiri dengan cara menanam kecerdasan buatan pada robot.

Perancangan yang dilakukan dalam mengatur posisi robot yaitu dengan cara membaca data pergerakan robot yang bergerak dari titik awal ke titik akhir dari robot. Dimana data titik awal tersebut diperoleh dari metode umpan balik *gyrodometry*.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Rancangan penelitian

Sistem yang digunakan sebagai umpan balik dari pergerakan robot merupakan kombinasi antara dua rotary encoder dengan sensor gyro atau disebut dengan *gyrodometry*. Digunakanlah rumus forward kinematika untuk perhitungan dari rotary encoder dan juga sensor gyro, sehingga keluaran yang dihasilkan berupa satuan kordinat yaitu x, y, dan sudut hadap.

Untuk memudahkan pengguna melakukan kontrol robot, robot ini menggunakan base station yang biasa digunakan pada saat lomba KRI. Aplikasi ini digunakan untuk memberikan koordinat tujuan terhadap robot. Komunikasi antara

robot dengan base station menggunakan protokol TCP/IP.

Kontrol pergerakan digunakan untuk mengatur PWM yang berfungsi untuk mengatur kecepatan masing-masing motor untuk menghasilkan nilai kecepatan v_x , v_y , dan ω . Rotary encoder memberikan feedback posisi motor.

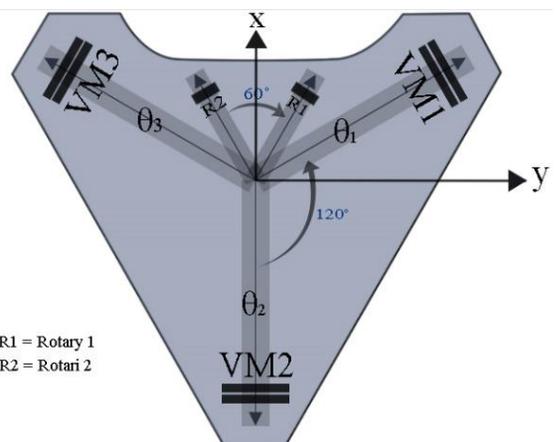
Seperti pada gambar 1 pada tahap ini yaitu mengenai pergerakan robot Dimana robot digerakkan oleh tiga motor. Setiap kecepatan putaran motor akan berpengaruh pada arah sudut pergerakan robot. Oleh karena itu setiap kecepatan motor diatur inputan x_{ref} , y_{ref} , θ_{ref} , data tersebut diolah di perhitungan kinematika dan dikirim ke motor berupa pwm setiap motor untuk menjadi sebuah pergerakan robot. Setiap pergerakan dari motor 1 dan motor 2 dibaca oleh rotary eksternal 1 dan eksternal 2 saat melakukan pergerakan, sedangkan untuk membaca sudut hadap, robot ini menggunakan nilai sudut yaw dari sensor gyro. Dimana sensor gyro lebih akurat untuk menentukan sudut daripada hanya menggunakan rotary. Penggabungan antara rotary dan sensor gyro ini disebut dengan metode *gyrodometri*.

1. Perancangan Sistem Robot

Pada sub bab ini menjelaskan mengenai seluruh perancangan sistem robot sepak bola beroda.

A. Perancangan Mekanik

Pada robot ini motor yang digunakan adalah motor DC-PG-36 dengan supply tegangan 12V yang sudah dilengkapi gearbox planetary. Terdapat tiga buah motor yang berbentuk Y, dimana sudut setiap motor adalah 120° .



Gambar 2. Rancangan mekanik

Seperti pada gambar 2 berdasarkan desain tersebut, maka sudut roda pada base tersebut yaitu

60°, 180°, 300°. Arah pergerakan robot ditentukan oleh kecepatan masing-masing motor.

Sedangkan untuk dua rotary encoder untuk menerapkan metode gyro dometri. Untuk penempatan sensor gyro harus berada dititik 0° (ditengah robot). Penempatan sensor gyro berada di titik 0° berfungsi agar sudut hadap robot sesuai dengan sudut yang dihasilkan sensor gyro. Seperti pada gambar 2 sudut antara R1 dan R2 yaitu 60°. Disela antara R1 dan R2 ruang tersebut bisa digunakan untuk penendang bola. Dengan begitu penendang bola dari robot tersebut tepat berada di titik tengah, sehingga tendangan dari robot tersebut sesuai dengan sudut hadap dari robot tersebut, dan hal itu memudahkan untuk robot menendang tepat ke gawang.

B. Perancangan Kinematika

Motor yang digunakan sebagai penggerak sistem pada penelitian ini adalah motor DC PG-36 dengan spesifikasi suplai tegangan 12 Volt dan juga dilengkapi dengan *gearbox planetary*, dimana yang menentukan arah pergerakan motor merupakan kecepatan dari masing-masing motor. Tiga buah motor DC dipasang membentuk segitiga dengan masing-masing sudut 120° seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.

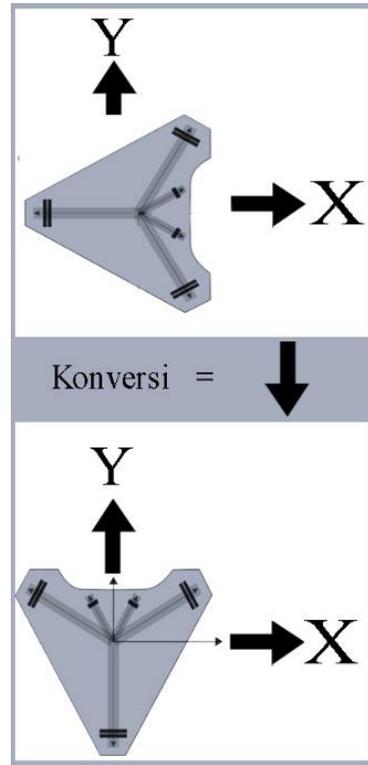
Berdasarkan desain robot seperti pada gambar 2, maka rumus kinematika dari sistem dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} V_{m1} \\ V_{m2} \\ V_{m3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\sin\theta_1 & \cos\theta_1 & 1 \\ -\sin\theta_2 & \cos\theta_2 & 1 \\ -\sin\theta_3 & \cos\theta_3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_x \\ V_y \\ \omega \end{pmatrix} \quad (1-1)$$

Berdasarkan rumus 1-1, maka arah awal hadap robot menghadap koordinat Y, maka perlu dilakukan penyesuaian agar sudut awal hadap depan robot menghadap koordinat X, agar sesuai standard normal hadap robot. Untuk melakukan perubahan sudut awal hadap robot, maka perlu konversi arah hadap robot, yaitu dengan cara menggunakan metode *inverse* kinematika.

Cara melakukan konversi arah hadap yaitu dengan cara mengurangi sudut pemasangan seluruh roda dengan 90°, sehingga menghasilkan persamaan seperti berikut dan menghasilkan ilustrasi gambar seperti gambar 3.

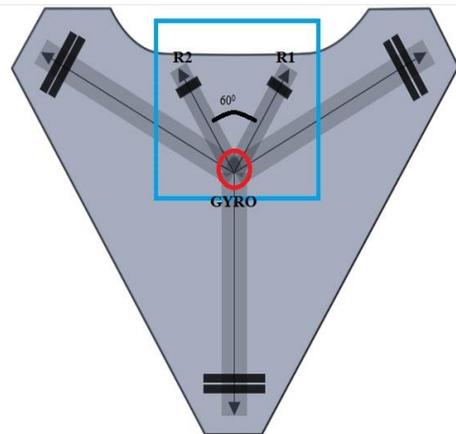
$$\begin{pmatrix} V_{m1} \\ V_{m2} \\ V_{m3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\sin(\theta_1 - 90) & \cos(\theta_1 - 90) & 1 \\ -\sin(\theta_2 - 90) & \cos(\theta_2 - 90) & 1 \\ -\sin(\theta_3 - 90) & \cos(\theta_3 - 90) & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_x \\ V_y \\ \omega \end{pmatrix} \quad (1-2)$$



Gambar 3. *Inverse* Kinematika

C. Perancangan Gyrodometry

Gyrodometri adalah metode yang digunakan sebagai umpan balik dari kombinasi ordometri dan sensor gyro. Metode gyrodometri menggunakan dua buah rotary encoder untuk membaca dan menyimpan seluruh pergerakan robot, sehingga dapat menghasilkan titik koordinat kartesian (x,y), dan satu buah sensor modul gyro untuk menentukan sudut hadap robot.



Gambar 4. Rancangan gyrodometri

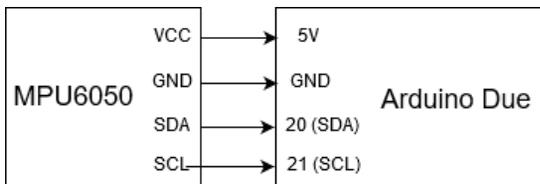
1. Ordometri

Rotary encoder yang digunakan memiliki spesifikasi suplai tegangan 12-24 VDC, sehingga membutuhkan rangkaian optocoupler supaya Arduino due bisa membaca setiap pulse yang diberikan oleh rotary encoder, dimana Arduino due hanya bisa membaca tegangan sebesar 3.3V. Sesuai dengan desain gyrodometri pada gambar 4, maka diperoleh persamaan rumus ordometri yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\cos \theta 1^\circ & -\cos \theta 2^\circ \\ -\sin \theta 1^\circ & -\sin \theta 2^\circ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R1 \\ R2 \end{bmatrix} \quad (1-2)$$

2. Gyro

Untuk pemasangan sensor MPU6050 harus berada dititik 0 atau dititik tengah pada robot sepak bola beroda. Tujuan sensor ditempatkan dititik paling tengah robot agar sudut yang dihasilkan sensor sesuai dengan arah hadap robot. Komunikasi yang digunakan sensor ini merupakan I2C. Desain interkoneksi antar pin gyro dan Arduino due seperti yang ditunjukkan gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian elektro sensor gyro

Seperti yang diketahui MPU6050 mempunyai nilai output enam yaitu tiga nilai gyro (pitch, yaw, roll), dan nilai accelero (x, y, z), dan pada penelitian ini nilai sensor yang dibutuhkan hanyalah nilai gyro yaitu yaw untuk menentukan sudut hadap robot. Output dari modul ini masih belum berupa derajat seperti yang dibutuhkan pada robot ini. Jadi untuk merubah nilai gyro dalam bentuk derajat pada penelitian ini menggunakan library *tockn* untuk merubah nilai gyro menjadi sudut. Setelah diketahui rumus ordometri seperti diatas untuk koordinat x, dan y, maka nilai gyro dijadikan sebagai acuan sudut hadap robot

$$\text{Heading} = \text{Gyro} \quad (1-3)$$

Untuk mendapatkan nilai sudut dari sensor MPU6050 menggunakan complementary filter. Untuk mendapatkan nilai sudut Complementary filter menggunakan perpaduan antara keluaran

accelerometer dan gyroscope. Berikut merupakan persamaan complementary filter:

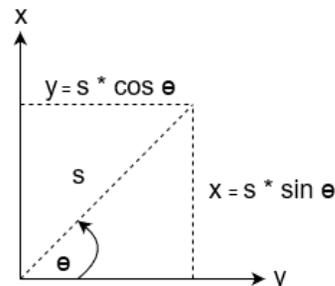
$$\text{Sudut} = (0.02 * \text{accel}) + (0.98 * \text{gyro}) \quad (1-4)$$

D. Konversi Jarak Menjadi koordinat

Perhitungan konversi jarak menjadi koordinat digunakan untuk mengkonversi jarak inputan user kordinat x atau y, dan sudut yang diisi oleh operator menjadi koordinat bentuk kordinat kartesian (x,y), nilai sudut pada robot mengacu pada nilai yang dihasilkan oleh modul gyro. Perlu diketahui konversi jarak ini dilakukan ketika robot sudah mengkonversi pulsa setiap rotary yang dihasilkan robot menjadi cm dan bukan lagi berupa nilai pulsa dari rotari encoder robot. Untuk perhitungan pulsa rotary menjadi cm, maka diperlukan persamaan seperti berikut:

$$S = R * \text{keliling roda} * \text{ppr} \quad (1-4)$$

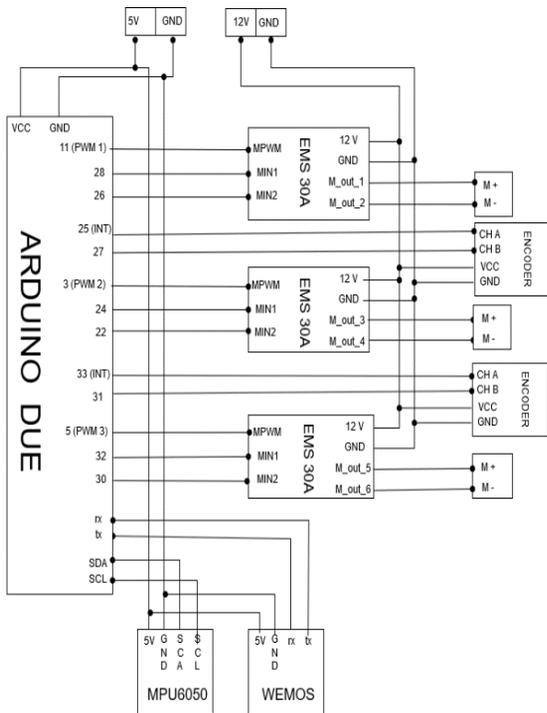
Setelah melakukan konversi ke cm barulah bisa dilakukan konversi jarak menjadi koordinat. Persamann perhitungan konversi jarak menjadi koordinat ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Konversi jarak menjadi koordinat kartesian

2. Perancangan Elektronika

Kontroller yang digunakan pada robot ini menggunakan Arduino due. Arduino due memiliki CPU Atmel SAM3X8E ARM Cortex M3. Berikut merupakan gambar rangkaian elektro secara keseluruhan pada gambar 7.

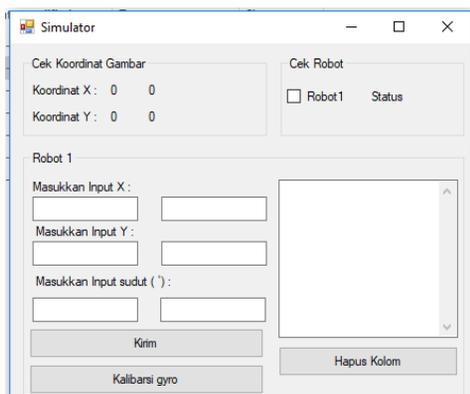


Gambar 7. Rangkaian elektronika

Komunikasi antar pengguna dengan robot menggunakan base station. Dimana penghubung antara base station dengan robot menggunakan wemos. Wemos mengirim data menggunakan jalur rx tx biasa dengan Arduino sedangkan dari wemos ke base station menggunakan tcp/ip. Wemos membutuhkan sumber tegangan sebesar 3-5V.

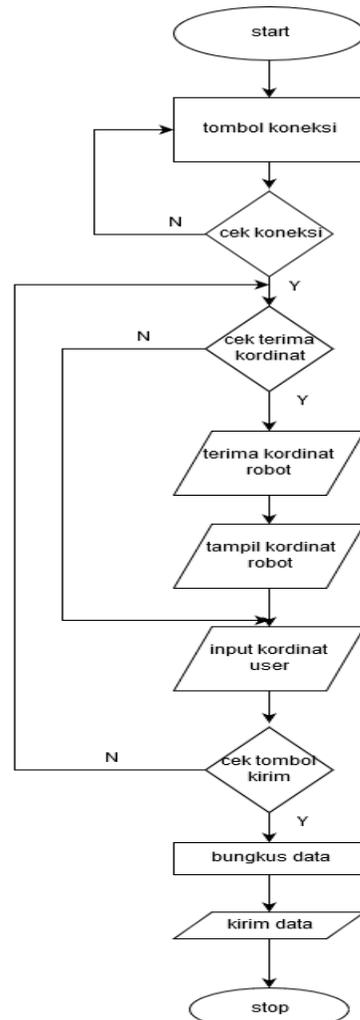
3. Perancangan Base Station

Untuk monitoring robot sepak bola beroda ini menggunakan *base station* yang biasa digunakan pada saat lomba KRSBL. Pengiriman antara *base station* dengan robot menggunakan modul wemos. *Base station* ini dibuat menggunakan aplikasi visual studio.



Gambar 8. Base Station

Sedangkan untuk *Flowchart* dari perancangan base station ini ditunjukkan pada gambar 9.



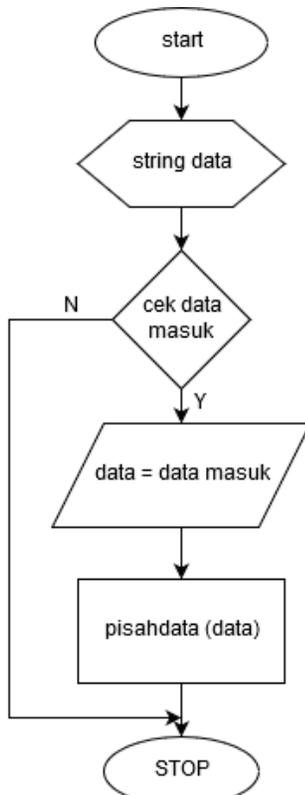
Gambar 9. Flowchart base station

4. Perancangan Komunikasi Robot

Bab ini membahas tentang komunikasi robot mengenai menerima data kemudian diolah oleh robot menjadi inputan robot dan setelah robot bergerak, maka robot mengirimkan kordinatnya secara berkalasebagai umpan balik dari robot.

A. Terima data kordinat

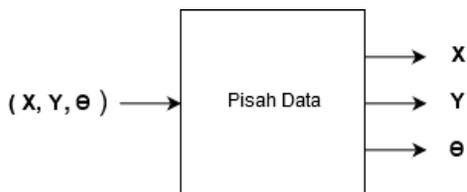
Setelah basestation mengirim data ke robot tepatnya ke wemos dengan menggunakan komunikasi TCP/IP. Kemudian diteruskan ke Arduino due menggunakan komunikasi serial. *Flowchart* terima data dari basestation bisa dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Flowchart terima data

B. Pisah Data Koordinat

Setelah menerima data, dikarenakan data (koordinat kartesian x dan y dan juga sudutnya) yang diterima masih terbungkus dalam satu variabel, maka harus dilakukan pemisahan data.



Gambar 11. Pisah data

Pemisahan data ini bertujuan untuk memisah setiap data agar setiap data bisa menjadi inputan yang sesuai dengan koordinat yang diinputkan. Sebagai pengenalan pemisah data ada beberapa variabel salah satunya “<” sebagai awal dari data masuk. Variabel selanjutnya adalah “:” sebagai pemisah data angka yang masuk. Dan yang terakhir “>” sebagai akhir dari data yang masuk. Dengan begitu data dipisah setiap program membaca petunjuk tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian penelitian ini terdapat dua pembahasan mengenai pengujian ini. Yang pertama yaitu pengujian internal, meliputi uji ketepatan nilai dari sensor gyro dan uji ketepatan perhitungan koordinat rotary encoder. Yang kedua yaitu pengujian eksternal, meliputi uji ketepatan dari sistem metode gyrodometri. Untuk mengetahui metode gyrodometri ini berhasil, maka perlu pengujian juga untuk metode ordometri sebagai perbandingan.

1. Uji Internal

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui nilai setiap sensor gyro dan juga rotary yang digunakan sebagai landasan dari uji gyrodometri. Dengan begitu nilai tersebut bisa dijadikan sebagai acuan setiap error yang dihasilkan oleh metode gyrodometri.

A. Uji Sensor MPU6050

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan setiap sudut hadap robot dengan keluaran dari sensor gyro. Dengan begitu error yang dihasilkan robot bisa diketahui. Berikut merupakan gambar pengujian sensor gyro.



Gambar 12. Uji coba sensor gyro

Berdasarkan uji coba sensor MPU6050 pada tabel dibawah ini menunjukkan bahwa error yang dihasilkan oleh sensor gyro setiap 10^0 error yang dihasilkan paling besar yaitu $1,07^0$, yaitu pada pengujian 160^0 dan error yang paling kecil yaitu pada pengujian 140^0 , seperti tabel dibawah ini.

Tabel 1. Uji sensor gyro

No	Sudut	MPU6050	Error
1	10	10.38	0.38
2	20	20.82	0.82
3	30	30.11	0.11
4	40	39.96	0.04
5	50	50.9	0.9
6	60	60.31	0.31
7	70	69.3	0.7
8	80	79.52	0.48
9	90	89.73	0.27
10	100	99.56	0.44
11	110	109.02	0.98
12	120	119.17	0.83
13	130	129	1
14	140	140.28	0.28
15	150	150.34	0.34
16	160	161.07	1.07
17	170	171.02	1.02
18	180	180.68	0.68
Rata-rata error			0.59167
Error minimum			0.28
Error maksimum			1.07

B. Uji koordinat rotary encoder Menggunakan Gyrodometri

Pada tahap ini pergerakan robot menggunakan metode gyrodometri. Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai dari setiap rotary encoder pada robot sepak bola beroda menggunakan metode gyrodometri.

Tabel 2. Uji koordinat menggunakan rotari encoder menggunakan gyrodometri

gyrodometri tanpa rintangan				Error		
Percobaan	y	x	sudut	y	X	Sudut
1	205	5	-2	5	5	2
2	206	3	0	6	3	0
3	202	5	-1	2	5	1
4	208	5	0	8	5	0
5	206	2	1	6	2	1
6	206	2	2	6	2	2
7	206	7	-1	6	7	1
8	205	3	0	5	3	0
9	205	2	-1	5	2	1
10	207	4	-1	7	4	1
11	206	5	0	6	5	0
12	203	2	0	3	2	0
13	204	3	0	4	3	0
14	202	4	-2	2	4	2
15	204	5	-1	4	5	1
16	205	3	-2	5	3	2
17	207	3	0	7	3	0
18	205	3	-1	5	3	1
19	204	3	0	4	3	0
20	202	5	-1	2	5	1
21	206	3	0	6	3	0
22	202	4	0	2	4	0

gyrodometri tanpa rintangan				Error		
Percobaan	y	x	sudut	y	X	Sudut
23	206	2	0	6	2	0
24	205	1	0	5	1	0
25	205	4	-1	5	4	1
26	202	3	-1	2	3	1
27	205	3	1	5	3	1
28	206	5	0	6	5	0
29	204	4	1	4	4	1
30	205	5	0	5	5	0
Rata-rata error				4.8	3.6	0.66667
Error minimum				2	1	0
Error maksimum				8	7	2

C. Uji koordinat rotary encoder Menggunakan ordometri

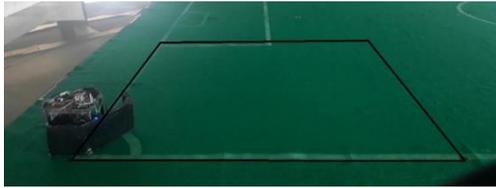
Pada tahap ini pergerakan robot menggunakan metode ordometri sebagai pembandingan dengan metode gyrodometri.

Tabel 3. Uji koordinat menggunakan rotari encoder menggunakan gyrodometri

Ordometri tanpa rintangan				Error		
Percobaan	y	x	Sudut	y	x	sudut
1	162	45	40	38	45	40
2	169	37	45	31	37	45
3	161	43	47	39	43	47
4	159	50	55	41	50	55
5	161	45	49	39	45	49
6	162	46	44	38	46	44
7	162	44	40	38	44	40
8	163	46	43	37	46	43
9	162	44	45	38	44	45
10	165	46	42	35	46	42
11	164	42	43	36	42	43
12	163	43	45	37	43	45
13	165	44	47	35	44	47
14	162	46	45	38	46	45
15	163	46	45	37	46	45
16	162	47	44	38	47	44
17	164	42	46	36	42	46
18	159	49	42	41	49	42
19	164	44	46	36	44	46
20	165	42	42	35	42	42
21	163	45	44	37	45	44
22	165	44	45	35	44	45
23	163	47	47	37	47	47
24	164	43	42	36	43	42
25	163	45	44	37	45	44
26	166	44	45	34	44	45
27	164	43	49	36	43	49
28	167	42	42	33	42	42
29	166	43	44	34	43	44
30	165	44	47	35	44	47
Rata-rata error			36.5667	44.3667		44.8
Error minimum			38	45		55
Error maksimum			41	50		55

2. Uji External Robot

Pengujian ini dilakukan untuk melakukan uji pergerakan gyrodometri agar diketahui keberhasilan dan error pada robot saat melakukan pergerakan sesuai input koordinat robot.



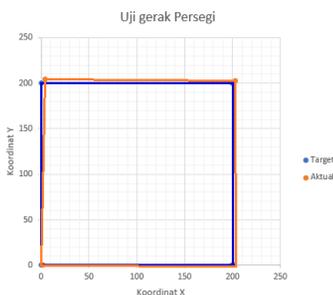
Gambar 13. Uji pergerakan persegi

Pada tabel dibawah ini menampilkan perbandingan angka koordinat target dengan pola gerak Persegi yang diberikan pada robot dengan error yang terukur oleh sistem. Satuan dari koordinat x, dan y merupakan cm, sedangkan untuk sudut derajat ($^{\circ}$).

Tabel 4. Uji pergerakan persegi

Aktual			Error		
y	x	sudut	y	x	sudut
202	-2	30	2	2	0
203	203	150	3	3	0
4	204	270	4	4	0
2	3	360	2	3	0
Rata-rata error			2.75	3	0
Error minimum			2	2	0
Error maksimum			4	4	0

Pada gambar 14 menampilkan data pengujian pergerakan robot dengan pola gerak persegi dalam bentuk grafik:



Gambar 14. Grafik pergerakan persegi

3. Analisis Keseluruhan Pengujian Yang Telah Dilakukan

Setelah dilakukan beberapa pengujian seperti pengujian rotary encoder menggunakan metode ordometri dan gyrodometri dengan beberapa cara seperti robot diangkat lalu diputar, ada yang hanya diputar, dan ada yang tanpa

rintangan dapat ditarik kesimpulan bahwa gyrodometri lebih baik hasilnya dari pada ordometri. Dimana ordometri yang hanya menggunakan kemampuan dari tiga rotary tidak dapat membaca dengan baik saat diputar, mungkin karena ban slip. Dan lebih parah lagi ketika robot itu diangkat dan diputar rotary encoder tidak bisa membaca sama sekali. Berikut merupakan perbandingan error kedua metode tersebut.

Tabel 5. Perbandingan error metode gyrodometri dengan ordometri

Kategori	Gyrodometri			Ordometri		
	Y	X	Sudut	Y	X	Sudut
Tanpa rintangan	4.8	3.6	0.67	36.57	44.37	44.8
Diputar 45	3.5	3.97	0.33	44.8	53.73	53.37
Diangkat dan diputar 45	4.17	3.87	0.13	76.03	91.17	90.47

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini metode umpan balik gyrodometri bekerja sesuai harapan dari penulis. Dimana umpan balik gyrodometri memperbaiki pembacaan rotari untuk menghitung sudut hadap dari robot ketika robot menghadapi sebuah rintangan atau selip pembacaan rotari. Oleh karena itu peletakan sensor gyro berada di titik tengah robot supaya sudut hadap robot sesuai dengan output sensor gyro. Sedangkan untuk pergerakan robot terhadap kordinat x dan y ditentukan oleh hasil dari proses ordometri kedua rotary encoder yang berada pada robot.

Hasil dari pengujian koordinat rotary encoder tanpa rintangan denga menggunakan ordometri menghasilkan error yang relatif sangat besar. Dengan rata-rata error 36 cm sampai dengan 44 cm artinya mekanik dari robot ini masih belum maksimal. Hasil pengujian koordinat rotary encoder menggunakan metode gyrodometri mengurangi besar error yang dihasilkan ordometri. Dengan rata-rata error 4.8 cm.

Hasil dari pengujian dari koordinat rotary encoder menggunakan ordometri setelah diberi rintangan berupa robot diputar 45 $^{\circ}$ ordometri masih terdapat error dalam pembacaan datanya. Sekitar 45 cm, sedangkan sudut hadapnya sekitar 55 $^{\circ}$, sedangkan setelah menggunakan metode gyrodometri error yang dihasilkan berkurang

signifikan. Sekitar 4cm sedangkan sudut hadapnya 0.2° .

Hasil dari pengujian dari koordinat rotary encoder menggunakan ordometri setelah diberi rintangan berupa robot diangkat dan diputar 45° ordometri tidak dapat membaca sama sekali jadi error yang dihasilkan sangat besar. Sekitar 90 cm dari target dandan sudut hadapnya sekitar 90° . Sedangkan setelah menggunakan metode gyrodometri error yang dihasilkan berkurang signifikan. Sekitar 4cm sedangkan sudut hadapnya 0.7° .

Saran

Pergerakan robot yang tidak stabil. Seharusnya robot bergerak secara berkala pertama harus pelan, lalu melaju lebih cepat, dan kemudian ketika robot hampir sampai tujuan pergerakan robot memperlambat pergerakannya dan berhenti ketika sampai tujuan. Mekanik robot yang digunakan lebih presisi dari desain yang seharusnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abseno, A. P. (2019). *Penerapan Kinematika Untuk Lokalisasi Pada Robot Sepak Bola Beroda*. Surabaya: Stikom Surabaya.
- Ardhiansyah, T., & Syarifuddin, I. (2017). Pergerakan Otomatis Robot Sepak Bola Beroda Melalui Komunikasi dengan Refree Box Menggunakan Base Station. *5th Indonesian Symposium on Robotic System and Control*, 5.
- D, P. (2006). Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Ilmiah*.
- DIKTI. (2018). *Buku Panduan Kontes Robot Sepak Bola Beroda Indonesia*. Indonesia: DIKTI.
- eda-channel. (2017, 11). *eda-channel*. Retrieved from Spesifikasi Arduino Due : <http://www.eda-channel.com/2017/11/spesifikasi-arduino-due.html>
- Efendi, J. B. (2007). Design And Development Of Autonomous Omni-Directional Mobile Robot With Mecanum Wheel . *thesis University Malaysia Perlis*.
- Feng, J. B. (1996). Gyrodometry: A New Method for Combining Data from Gyros and Odometry in Mobile Robots. *Proceedings of the 1996 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Minneapolis.*, 423-428.
- Förster, R. R. (2006). Holonomic Control of a robot with an omnidirectional. *innovativeelectronics*. (n.d.). *EMS_30A_HBridge_manual*. Retrieved from innovativeelectronics: http://www.innovativeelectronics.com/innovative_electronics/download_files/manual/EMS_30A_HBridge_manual.pdf
- Kho, D. (2018). *Pengertian Motor DC dan Prinsip Kerjanya*. Retrieved from Teknik elektronika: <https://teknikelektronika.com/pengertian-motor-dc-prinsip-kerja-dc-motor/>
- KRSBI-B, P. (2017). *Buku Panduan Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Devisi (KRSBI BERODA) 2018*. Jakarta: Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia.
- Rizqiawan, A. (2009, 6 12). *Sekilas Rotary Encoder*. Retrieved from konversi ITB: <https://konversi.wordpress.com/2009/06/12/sekilas-rotary-encoder/>
- Tjahyadi, C. (2019). *DC-DC Converter*. Retrieved from Christianto Tjahyadi: <http://christianto.tjahyadi.com/elektronika/ubec.html>
- Wikipedia. (2018, Desember 5). *Suit protokol internet*. Retrieved from id.Wikipedia.org: https://id.wikipedia.org/wiki/Suit_protokol_internet