

DESAIN GERAKAN ROBOT BERKAKI 4

Ogi Saputra¹, Akhmad Musafa²

1. Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur
Jakarta, Indonesia
ogisaputraa@gmail.com
2. Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur
Jakarta, Indonesia
akhmad.musafa@budiluhur.ac.id

ABSTRAK

Dalam tugas akhir ini dirancang 4 jenis gerakan pada robot berkaki empat dengan berbagai rintangan dan kondisi. Robot berkaki empat dirancang memiliki ukuran 22 cm x 23 cm x 22 cm. Jumlah servo pada robot terdiri dari 12 servo dan masing-masing kaki memiliki 3 derajat kebebasan. Setiap sendi digerakkan oleh satu motor servo. Sistem elektronik pada robot terdiri dari kontroler Arduino MEGA2560, modul ultrasonic HCSR04 sebagai sensor jarak antara robot dengan dinding, rangkaian foto diode dan comparator sensor garis, dan rangkaian servo controller. Pada kondisi memutar kanan dengan jarak keliling 250 cm jenis gerakan 1 robot dapat bergerak maju dengan kecepatan 3,428 cm/s dan jenis gerakan 2 robot dapat bergerak maju dengan kecepatan 1,754 cm/s. Kondisi memutar kiri dengan jarak keliling 250 cm jenis gerakan 1 robot dapat bergerak maju dengan kecepatan 3,362 cm/s dan jenis gerakan 2 robot dapat bergerak maju dengan kecepatan 1,722 cm/s. Kondisi di bidang miring dengan jarak 100 cm jenis gerakan 1 dikemiringan 5° memiliki kecepatan 4,604 cm/s, kemiringan 10° memiliki kecepatan 4,53 cm/s dan kemiringan 15° memiliki kecepatan 4,538 cm/s dan jenis gerakan 2 dengan kemiringan 5° memiliki kecepatan 1,816 cm/s, kemiringan 10° memiliki kecepatan 1,834 cm/s dan kemiringan 15° memiliki kecepatan 1,85 cm/s. Kondisi melewati rintangan polisi tidur dengan tinggi 8 cm dan panjang 70 cm pada jenis gerakan 1 memiliki kecepatan 4,758 cm/s dan jenis gerakan 2 memiliki kecepatan 1,728 cm/s. Kondisi menaiki anak tangga dengan tinggi 1 cm dan lebar pada jenis gerakan 1 memiliki kecepatan 6,602 cm/s dan jenis gerakan 2 memiliki kecepatan 2,906 cm/s.

Kata kunci : Gerakan, robot berkaki 4, motor servo, kecepatan gerak, rintangan

I. PENDAHULUAN

Pada umumnya robot berkaki akan mengalami kesulitan dalam bernavigasi ketika melewati rintangan seperti melewati polisi tidur, kondisi berbelok kanan maupun belok kiri, berjalan dibidang miring dan melewati anak tangga. Untuk itu robot berkaki harus di kontrol pergerakannya agar dapat melewati rintangan.

Penelitian tentang kecepatan dan pengendalian pergerakan pada jenis robot berkaki sudah pernah dilakukan. Seperti contoh pada jurnal dengan judul Penerapan Petri-net Pada Model Gerakan Berjalan Walking Robot Berkaki Empat (Quadruped) [1], pada penelitian tersebut gerak kaki robot menggunakan motor DC, yang dimodelkan dengan menggunakan aljabar max plus untuk memudahkan pencarian kaki mana yang naik dan yang akan turun. Penelitian dilakukan dalam kondisi robot berjalan normal tanpa adanya rintangan. Pada penelitian lain dengan judul Penerapan Petri-net Pada Model Gerakan Berlari Pada Robto Berkaki Empat Kaki (Quadruped) [2] juga membahas tentang pergerakan pada robot berkaki empat. Namun penelitian dilakukan dengan cara berlari. Pada penelitian lain dengan judul Penerapan Invers Kinematik Terhadap Pergerakan Kaki Pada Robot Hexapod [3] telah dibahas mengatasi medan-medan yang sulit, oleh

karena itu pergerakan kaki-kaki harus lebih fleksibel. Permasalahan dalam menggerakkan kaki robot pada robot berkaki dapat diatasi dengan invers kinematik. Invers kinematik dapat mempercepat proses pemberian sudut kepada setiap kaki untuk bergerak menuju suatu titik tertentu yang dimasukkan kepada mikrokontroler. Pada penelitian lain dengan judul Kontrol Kecepatan Robot Hexapod Pemandam Api Menggunakan Metoda Logika Fuzzy [4] telah dibahas tentang pergerakan robot menggunakan metoda logika fuzzy agar lebih halus dan sebanding dengan jaraknya. Input dari metoda logika fuzzy didapatkan dari tiga sensor ultrasonik sebagai pendeteksi jarak terhadap dinding. Pada penelitian lain dengan judul desain dan implementasi metode *invers kinematics* dan *sine pattern* untuk kontrol gerak pada autonomous quadruped robot [5] dibahas tentang perancangan sistem kontrol gerak pada autonomous quadruped robot yaitu robot yang memiliki 4 kaki dan 3 DOF pada setiap kaki menggunakan metode *invers kinematics* dan *sine pattern*. Pengujian dilakukan dengan mengukur kemiringan pada badan robot saat berjalan di dua medan yang berbeda yaitu pada medan rata dan medan tidak rata.

Pada Penelitian ini telah dilakukan tentang rancangan gerak robot berkaki empat dengan metode

empat jenis gerakan yang berbeda untuk menghasilkan mekanisme pergerakan robot yang tepat. Pengujian robot dilakukan untuk kondisi robot berjalan normal dan robot dapat melewati rintangan yang bervariasi.

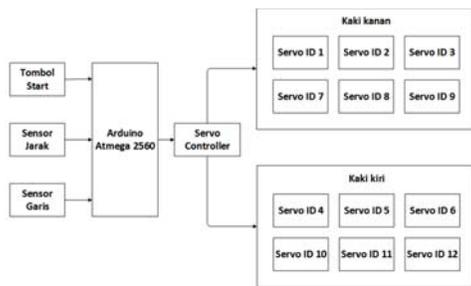
II. PERANCANGAN SISTEM

Sistem yang dirancang dalam penelitian ini meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Pembahasan meliputi rancangan perangkat keras (*hardware*) yang terdiri dari sistem mekanik, elektronik dan desain berbagai macam gerakan robot, serta perancangan perangkat lunak (*software*), yaitu rancangan flowchart program yang akan ditanamkan pada pengendali Arduino Mega2560.

A. Diagram blok sistem

Diagram blok sistem gerakan robot berkaki empat pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.

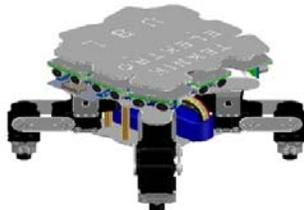
Gambar 1. Diagram blok sistem



B. Rancangan Mekanik

Pada perancangan mekanik robot dirancang menggunakan bahan dari akrilik sebagai kerangka dengan ukuran panjang = 22 cm, lebar = 23 cm dan tinggi = 22 cm dalam keadaan *stand by*. Ketika dalam keadaan bergerak memiliki panjang = 23 cm, lebar = 23 cm dan tinggi = 24 cm.

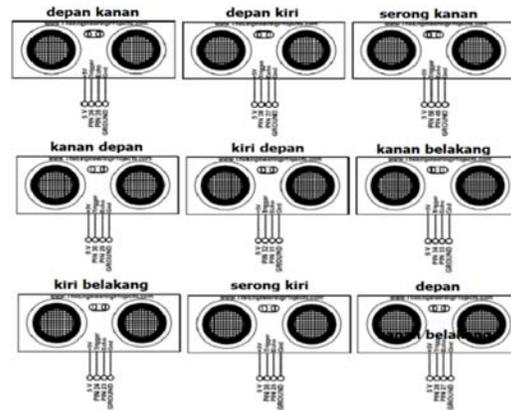
Gambar 2. Rancangan mekanik robot berkaki empat



C. Rangkaian Sensor Jarak

Sensor jarak pada robot berkaki 4 ini digunakan untuk mendeteksi jarak robot dengan objek di sekitar robot, dalam hal ini dinding partisi lintasan robot. Pada robot terdapat sembilan buah sensor jarak, sensor jarak dirancang menggunakan modul ultrasonik HCSR04.

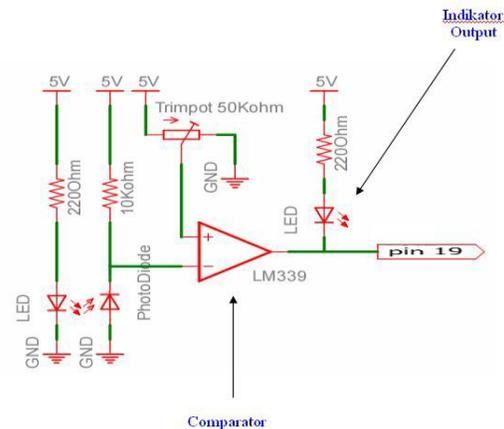
Gambar 3. Wiring ultrasonik



D. Rangkaian Sensor Garis

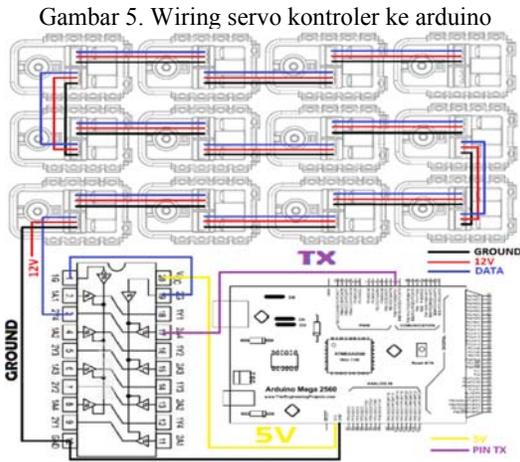
Pada robot berkaki empat ini menggunakan sensor garis sebagai pendeteksi ada atau tidaknya garis putih pada area atau lintasan robot. Sensor garis dirancang terdiri dari beberapa komponen yaitu LED dan photo dioda sebagai pendeteksi warna, IC op-amp LM339 sebagai pembanding (*comparator*), resistor 220 Ω , resistor 10 K Ω dan trimpot 50 K Ω sebagai pengatur tegangan referensi. Rangkaian skematik sensor garis dan antarmuka dengan kontroler Arduino Mega2560 ditunjukkan pada gambar 4.

Gambar 4. Rangkaian sensor garis



E. Rangkaian Servo Controller

Servo controller digunakan untuk mengatur servo yang di kontrol dari Arduino Mega2560. Rangkaian servo controller ini menggunakan IC buffer 74LS241N sebagai buffer, dimana IC 74LS241N adalah sebuah gerbang yang memilah-milah apakah data dialamatkan sebagai data transfer (TX) atau data receiver (RX). Namun data yang digunakan untuk penelitian ini hanya dialamatkan sebagai data yang ditransfer (TX) yaitu pin 1 Arduino Mega2560 ke pin 17 IC 74LS241N. Untuk wiring motor servo dengan arduino dapat dilihat pada gambar 5.

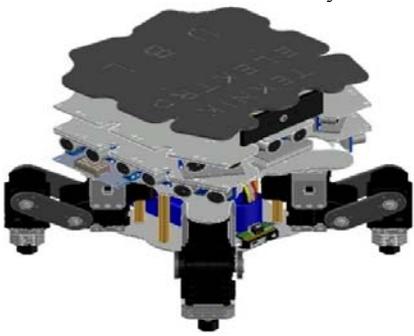


Gambar 5. Wiring servo kontroler ke arduino

F. Desain Mekanisme Gerakan Robot

Desain gerakan robot terdiri dari 4 jenis gerakan, yaitu jenis gerakan 1, jenis gerakan 2, jenis gerakan 3 dan jenis gerakan 4. Sebelum robot diperintahkan untuk bergerak, robot akan berada pada posisi stand by yang ditunjukkan pada gambar 6.

Gambar 6. Posisi stand by



A. Jenis Gerakan 1

Pada jenis gerakan 1, pergerakan robot dilakukan berdasarkan kombinasi pergerakan dua kaki, yaitu kaki kanan depan dengan kaki kiri belakang dan kaki kiri depan dengan kaki kanan belakang. mekanisme pergerakannya adalah sebagai berikut :

- Robot stand by
- Servo ID 2 dan ID 11 bergerak naik sebesar 14,6°
- Servo ID 3 dan ID 10 bergerak maju sebesar 29°
- Servo ID 5 dan ID 8 bergerak naik sebesar 14,6°
- Servo ID 4 dan ID 9 bergerak maju sebesar 29°

B. Jenis Gerakan 2

Pada jenis gerakan 2, pergerakan robot dilakukan berdasarkan kombinasi pergerakan 1 kaki, yaitu kaki kanan depan, kaki kanan belakang, kaki kiri depan dan kaki kiri belakang. mekanisme pergerakannya adalah sebagai berikut :

- Robot stand by
- Servo ID 2 bergerak naik sebesar 14,6°
- Servo ID 3 bergerak maju sebesar 29°
- Servo ID 8 bergerak naik sebesar 14,6°
- Servo ID 9 bergerak maju sebesar 29°
- Servo ID 5 bergerak naik sebesar 14,6°
- Servo ID 4 bergerak maju sebesar 29°
- Servo ID 11 bergerak naik sebesar 14,6°
- Servo ID 12 bergerak maju sebesar 29°

C. Jenis Gerakan 3

Pada jenis gerakan 3, pergerakan robot dilakukan berdasarkan kombinasi pergerakan dua kaki, yaitu kaki kanan depan dengan kaki kiri depan dan kaki kiri belakang dengan kaki kanan belakang. mekanisme pergerakannya adalah sebagai berikut :

- Robot stand by
- Servo ID 2 dan ID 5 bergerak naik sebesar 14,6°
- Servo ID 3 dan ID 4 bergerak maju sebesar 29°
- Servo ID 8 dan ID 11 bergerak naik sebesar 14,6°
- Servo ID 9 dan ID 10 bergerak maju sebesar 29°

D. Jenis Gerakan 4

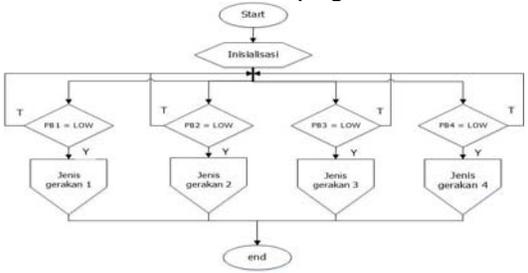
Pada jenis gerakan 4, pergerakan robot dilakukan berdasarkan kombinasi pergerakan dua kaki, yaitu kaki kanan depan dengan kaki kanan belakang dan kaki kiri depan dengan kaki kiri belakang. mekanisme pergerakannya adalah sebagai berikut :

- Robot stand by
- Servo ID 2 dan ID 8 bergerak naik sebesar 14,6°
- Servo ID 3 dan ID 9 bergerak maju sebesar 29°
- Servo ID 5 dan ID 11 bergerak naik sebesar 14,6°
- Servo ID 4 dan ID 10 bergerak maju sebesar 29°

G. Diagram Alir Program

Diagram alir program utama terdiri dari proses yang dilakukan robot ketika otomatis bekerja. Diagram alir program ditunjukkan pada gambar 7.

Gambar 7. Flowchart program utama

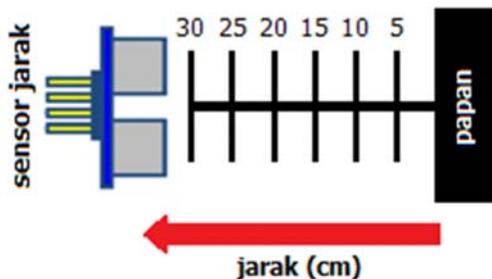


III. PENGUJIAN SISTEM

A. Pengujian Sistem Pengukuran Jarak

Pengujian sistem pengukuran jarak dilakukan untuk mengetahui keakuratan hasil pembacaan sensor jarak, apakah sudah sesuai dengan pengukuran menggunakan alat ukur meteran. Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah objek berupa papan, sensor jarak HCSR04, papan mikrokontroler Arduino Mega2560, mistar dan laptop untuk menampilkan ke serial monitor. Skema pengujian ditunjukkan pada gambar 8. Pengujian dilakukan dengan cara hadapkan sensor jarak tegak lurus terhadap papan dengan jarak 0 cm, lalu mundurkan sensor sensor dengan tiap-tiap jarak 5 cm hingga pada jarak 30 cm, kemudian lihat hasil pengujian yang ditampilkan pada serial monitor. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 2.

Gambar 8. Pengujian pengukuran jarak



Dari pengujian sensor jarak didapatkan data yang ditunjukkan pada Tabel 2 :

Tabel 2. Tabel nilai counter dari sensor jarak

Jarak yang diukur dengan mistar (cm)	Jarak yang ditampilkan pada Serial Monitor (cm)	Kesalahan (cm)	Persentase kesalahan (%)
5	5,03	0,03	0,6
10	10,28	0,28	2,8
15	15,05	0,05	0,33
20	20,09	0,09	0,45
25	25,12	0,12	0,48
30	29,84	0,16	0,53
Jumlah kesalahan			0,865

Dari hasil pengujian sensor jarak pada Tabel 2 adapun perhitungan untuk mencari kesalahan sebagai berikut :

Kesalahan = jarak menurut teori – jarak pembacaan sensor

$$\text{Persentase kesalahan} = \frac{\text{kesalahan}}{\text{nilai sebenarnya}} \times 100\%$$

Rata-rata persentase kesalahan =

$$\frac{0,6+2,8+0,33+0,45+0,48+0,53}{6}$$

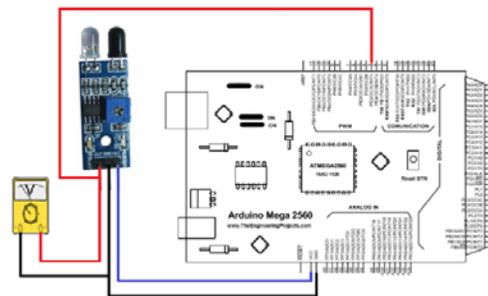
Rata-rata persentase kesalahan = 0,865 %

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan pembacaan dari sensor jarak cukup akurat, dengan nilai rata-rata eror 0,865 % perbedaan nilai pembacaan yang terjadi dimungkinkan karena perbedaan posisi pada saat mengukur.

B. Pengujian Sensor Garis

Pengujian sensor garis dilakukan untuk mendeteksi perbedaan warna putih dan hitam. Untuk melakukan pengujian menggunakan alat dan bahan, berupa Arduino Mega2560, modul sensor garis, multi tester, kertas putih dan kertas hitam. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besar tegangan pembacaan untuk warna putih dan hitam. Pengambilan data dilakukan sesuai dengan skema pada gambar 9 dan tabel 3 menunjukkan hasil pengujian tegangan rata-rata pembacaan sensor.

Gambar 9. Skema pengujian sensor garis



Tabel 3. Hasil nilai tegangan pada tiap sensor

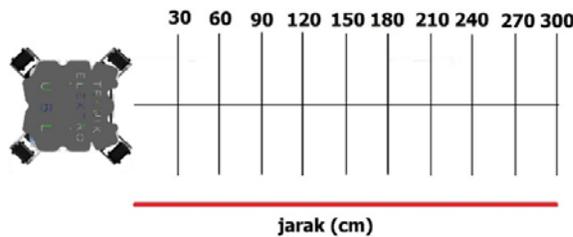
Jarak	Tegangan output	Keterangan
1 cm	4,74 V	Terdeteksi warna putih
2 cm	4,73 V	Terdeteksi warna putih
3 cm	4,73 V	Terdeteksi warna putih
4 cm	0 V	Terdeteksi warna hitam
5 cm	0 V	Terdeteksi warna hitam

Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap sensor mampu mendeteksi perbedaan warna garis putih dan hitam.

C. Pengujian jenis gerakan 1

Pada jenis gerakan 1 ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan pergerakan robot. Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah robot, mistar dan stopwatch. Skema pengujian ditunjukkan pada Gambar 10. Pengujian dilakukan dengan cara robot berjalan lurus tanpa ada halangan dan rintangan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.

Gambar 10. Pengujian jenis gerakan 1



Jadi pada jenis gerakan 1 didapatkan kecepatan rata-rata ketika berjalan normal ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian kecepatan pada jenis gerakan 1

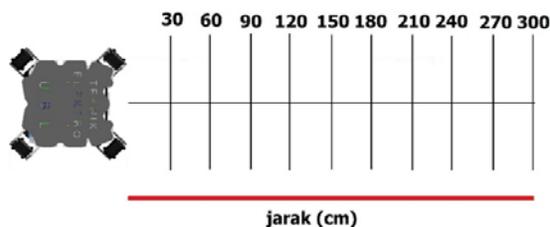
Pengujian	Jarak tempuh	Waktu tempuh	Kecepatan
1	30 cm	6,11 s	4,91 cm/s
2	60 cm	12,41 s	4,83 cm/s
3	90 cm	18,20 s	4,95 cm/s
4	120 cm	25,46 s	4,71 cm/s
5	150 cm	32,83 s	4,57 cm/s
6	180 cm	48,93 s	3,68 cm/s
7	210 cm	55,10 s	3,81 cm/s
8	240 cm	61,39 s	3,91 cm/s
9	270 cm	67,02 s	4,03 cm/s
10	300 cm	73,89 s	4,06 cm/s
Kecepatan rata-rata			4,364 cm/s

Jadi, kecepatan rata-rata pada gerakan jenis 1 untuk berjalan normal adalah 4,364 cm/s . Setiap waktu 1 detik robot dapat menempuh jarak 4,364 cm.

D. Pengujian Jenis Gerakan 2

Pada jenis gerakan 2 ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan pergerakan robot. Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah robot, mistar dan stopwatch. Skema pengujian ditunjukkan pada Gambar 11. Pengujian dilakukan dengan cara robot berjalan lurus tanpa ada halangan dan rintangan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.

Gambar 11. Pengujian jenis gerakan 2



Tabel 5. Hasil pengujian kecepatan pada jenis gerakan 2

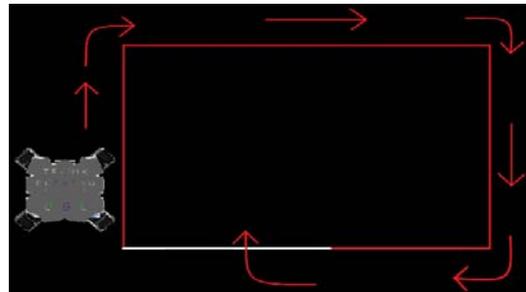
Pengujian	Jarak tempuh	Waktu tempuh	kecepatan
1	30 cm	17,62 s	1,7 cm/s
2	60 cm	33,71 s	1,78 cm/s
3	90 cm	48,84 s	1,84 cm/s
4	120 cm	66,34 s	1,81 cm/s
5	150 cm	81,13 s	1,85 cm/s
6	180 cm	99,11 s	1,81 cm/s
7	210 cm	106,91 s	1,96 cm/s
8	240 cm	123,54 s	1,94 cm/s
9	270 cm	140,14 s	1,92 cm/s
10	300 cm	155,91 s	1,92 cm/s
Kecepatan rata-rata			1,853 cm/s

Jadi, kecepatan rata-rata pada gerakan jenis 2 ini untuk berjalan normal adalah 1,853 cm/s . Setiap waktu 1 detik robot dapat menempuh jarak 1,853 cm.

E. Pengujian Robot Pada Lintasan Memutar Kanan

Perilaku belok kanan akan bekerja ketika robot mendeteksi adanya halangan pada bagian kiri dan halangan didepan robot. Pada perilaku ini, sensor ultrasonik yang diletakkan pada sisi kiri robot mendeteksi adanya benda pada jarak 8-10 cm sedangkan sensor ultrasonik pada bagian kanan robot tidak mendeteksi adanya halangan.

Gambar 12. Skema pengujian gerakan memutar kanan



Tabel 6. Hasil pengujian kecepatan pada gerakan memutar kanan dengan jenis gerakan 1

Pengujian	Jarak tempuh	Waktu tempuh	Kecepatan
1	250 cm	73,03 s	3,42 cm/s
2	250 cm	72,56 s	3,44 cm/s
3	250 cm	72,76 s	3,43 cm/s
4	250 cm	73,01 s	3,42 cm/s
5	250 cm	72,82 s	3,43 cm/s
Kecepatan rata-rata			3,428 cm/s

Jadi, kecepatan rata-rata pada gerakan jenis 1 ini untuk gerakan putar kanan adalah 3,428 cm/s . Setiap waktu 1 detik robot dapat menempuh jarak 3,428 cm.

Table 7. Hasil pengujian kecepatan pada gerakan memutar kanan dengan jenis gerakan 2

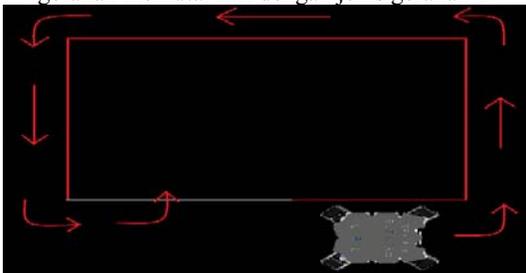
Pengujian	Jarak tempuh	Waktu tempuh	Kecepatan
1	250 cm	141,03 s	1,77 cm/s
2	250 cm	143,54 s	1,74 cm/s
3	250 cm	142,19 s	1,75 cm/s
4	250 cm	140,89 s	1,77 cm/s
5	250 cm	143,29 s	1,74 cm/s
Kecepatan rata-rata			1,754 cm/s

Jadi, kecepatan rata-rata pada gerakan jenis 2 ini untuk gerakan putar kanan adalah 1,754 cm/s . Setiap waktu 1 detik robot dapat menempuh jarak 1,754 cm.

F. Pengujian Robot Pada Lintasan Memutar Kiri

Perilaku belok kiri akan bekerja ketika robot mendeteksi adanya halangan pada bagian kanan dan adanya halangan didepan robot. Pada behavior ini sensor inframerah yang diletakkan pada sisi kanan robot mendeteksi adanya benda atau halangan pada jarak 8-10 cm sedangkan sensor bagian kiri robot tidak mendeteksi adanya halangan.

Gambar 13. Skema pengujian kecepatan pada gerakan memutar kiri dengan jenis gerakan 1



Tabel 8. Hasil pengujian kecepatan pada gerakan memutar kiri dengan jenis gerakan 1

Pengujian	Jarak tempuh	Waktu tempuh	Kecepatan
1	250 cm	74,98 s	3,33 cm/s
2	250 cm	74,77 s	3,43 cm/s
3	250 cm	73,95 s	3,38 cm/s
4	250 cm	73,49 s	3,4 cm/s
5	250 cm	74,19 s	3,36 cm/s
Kecepatan rata-rata			3,362 cm/s

Jadi, kecepatan rata-rata pada gerakan jenis 1 ini untuk gerakan putar kiri adalah 3,362 cm/s . Setiap waktu 1 detik robot dapat menempuh jarak 3,362 cm.

Tabel 9. Hasil pengujian kecepatan pada gerakan memutar kiri dengan jenis gerakan 2

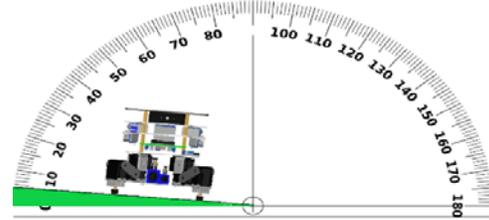
Pengujian	Jarak tempuh	Waktu tempuh	Kecepatan
1	250 cm	144,66 s	1,72 cm/s
2	250 cm	144,06 s	1,73 cm/s
3	250 cm	144,14 s	1,73 cm/s

4	250 cm	145,14 s	1,72 cm/s
5	250 cm	145,78 s	1,71 cm/s
Kecepatan rata-rata			1,722 cm/s

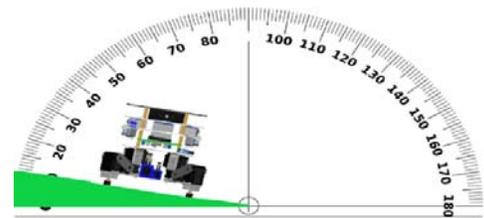
Jadi, kecepatan rata-rata pada gerakan jenis 2 ini untuk gerakan putar kiri adalah 1,722 cm/s . Setiap waktu 1 detik robot dapat menempuh jarak 1,722 cm.

G. Pengujian Robot dengan melewati bidang miring

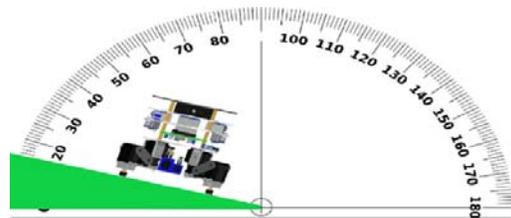
Pengujian robot pada bidang miring dimaksudkan untuk menguji keseimbangan gerak robot terhadap kondisi pada bidang miring. Peralatan yang digunakan adalah robot, papan, busur dan stopwatch. Skema pengujian dikemiringan 5° ditunjukkan pada Gambar 13, dikemiringan 10° ditunjukkan pada Gambar 14 dan dikemiringan 15° ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 4.11. Skema pengujian di kemiringan 5°



Gambar 4.12. Skema pengujian di kemiringan 10°



Gambar 4.13. Skema pengujian di kemiringan 15°

1. Kemiringan 5°

Tabel 10. Hasil perhitungan kecepatan pada jenis gerakan 1 di kemiringan 5°

Pengujian	Kemiringan 5°		
	Jarak tempuh (cm)	Waktu tempuh (s)	Kecepatan (cm/s)
1	100	21,56	4,63
2	100	22,03	4,53
3	100	21,34	4,68
4	100	22,10	4,52
5	100	21,42	4,66

Kecepatan rata-rata	4,604
---------------------	-------

2. Kemiringan 10°

Tabel 11. Hasil perhitungan kecepatan pada jenis gerakan 1 di kemiringan 15°

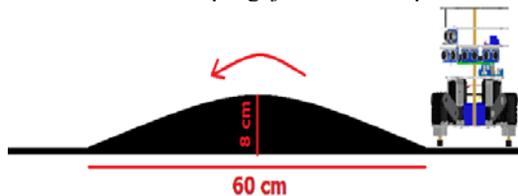
Pengu- jian	Kemiringan 15°		
	Jarak tempuh (cm)	Waktu tempuh (s)	Kecepatan (cm/s)
1	100	22,12	4,52
2	100	21,96	4,55
3	100	21,74	4,59
4	100	21,85	4,57
5	100	22,39	4,46
Kecepatan rata-rata			4,538

Pada pengujian untuk jenis gerakan 1 pada kemiringan 5° robot dapat menempuh rata-rata dengan kecepatan $4,604\text{ cm/s}$, kemiringan 10° robot dapat menempuh rata-rata dengan kecepatan $4,53\text{ cm/s}$ dan kemiringan 15° robot dapat menempuh rata-rata dengan kecepatan $4,538\text{ cm/s}$. Dengan alas kaki robot yang terbuat dari karet menjadi keuntungan dikarenakan landasan yang cukup licin dan beban robot yang cukup berat sehingga robot tidak mudah tergelincir ketika berjalan.

H. Pengujian Robot Dengan Melewati Rintangan Polisi Tidur

Pengujian robot melewati rintangan polisi tidur dilakukan untuk mengetahui apakah robot dapat melewati polisi tidur dengan baik dan untuk mengetahui waktu tempuh serta kecepatan pergerakan robot. pengujian menggunakan robot, stopwatch dan papan-papan yang telah disusun seperti polisi tidur dengan tinggi 8 cm dan dengan jarak 70 cm. Skema pengujian robot pada melewati polisi tidur ditunjukkan pada Gambar 14. Pengujian dilakukan dengan cara robot berjalan dimulai dari bidang datar kemudian melewati polisi tidur hingga bidang datar lagi. Didapatkan kecepatan rata-rata dari pengujian yang ditunjukkan pada tabel 15 dan tabel 16.

Gambar 14. Skema pengujian melewati polisi tidur



Tabel 15. Hasil perhitungan kecepatan melewati polisi tidur pada jenis gerakan 1

Pengujian	Jarak tempuh	Waktu tempuh	Kecepatan
1	60 cm	12,61 s	$4,75\text{ cm/s}$

2	60 cm	11,96 s	$5,01\text{ cm/s}$
3	60 cm	12,33 s	$4,86\text{ cm/s}$
4	60 cm	13,02 s	$4,6\text{ cm/s}$
5	60 cm	13,11 s	$4,57\text{ cm/s}$
Kecepatan rata-rata			$4,758\text{ cm/s}$

Jadi, kecepatan rata-rata pada gerakan jenis 1 ini untuk melewati rintangan polisi tidur adalah $4,758\text{ cm/s}$. Setiap waktu 1 detik robot dapat menempuh jarak 4,758 cm.

Tabel 16. Hasil perhitungan kecepatan melewati polisi tidur pada jenis gerakan 2

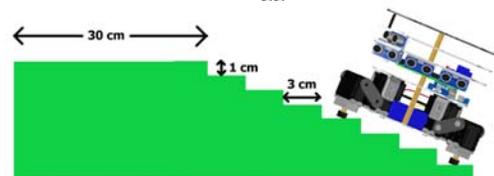
Pengujian	Jarak tempuh	Waktu tempuh	Kecepatan
1	60 cm	34,60 s	$1,73\text{ cm/s}$
2	60 cm	34,10 s	$1,76\text{ cm/s}$
3	60 cm	34,77 s	$1,72\text{ cm/s}$
4	60 cm	35,01 s	$1,71\text{ cm/s}$
5	60 cm	34,83 s	$1,72\text{ cm/s}$
Kecepatan rata-rata			$1,728\text{ cm/s}$

Jadi, kecepatan rata-rata pada gerakan jenis 2 ini untuk melewati rintangan polisi tidur adalah $1,728\text{ cm/s}$. Setiap waktu 1 detik robot dapat menempuh jarak 1,728 cm.

I. Pengujian Robot Melewati Rintangan Anak Tangga

Pengujian menggunakan robot, stopwatch dan papan-papan yang telah disusun seperti tangga dengan lebar (*aantrede*) 3 cm dan tinggi (*optrade*) 1 cm. Skema pengujian robot pada melewati anak tangga ditunjukkan pada gambar 15. Pengujian dilakukan dengan cara robot berjalan dimulai dari anak tangga pertama hingga anak tangga ke delapan. Didapatkan kecepatan rata-rata dari pengujian yang ditunjukkan pada tabel 17 dan tabel 18.

Gambar 15. Skema pengujian melewati anak tangga



Tabel 17. Hasil pengujian melewati polisi tidur pada jenis gerakan 1

Pengujian	Jarak tempuh	Waktu tempuh	Kecepatan
1	54 cm	8,06 s	$6,69\text{ cm/s}$
2	54 cm	8,11 s	$6,65\text{ cm/s}$
3	54 cm	8,14 s	$6,63\text{ cm/s}$
4	54 cm	8,42 s	$6,41\text{ cm/s}$
5	54 cm	8,15 s	$6,63\text{ cm/s}$
Kecepatan rata-rata			$6,602\text{ cm/s}$

Jadi, kecepatan rata-rata pada gerakan jenis 1 ini untuk melewati rintangan anak tangga adalah

6,602 cm/s . Setiap waktu 1 detik robot dapat menempuh jarak 6,602 cm.

Tabel 18. Hasil pengujian kecepatan melewati anak tangga pada jenis gerakan 2

Pengujian	Jarak tempuh	Waktu tempuh	Kecepatan
1	54 cm	18,67 s	2,89 cm/s
2	54 cm	18,43 s	2,93 cm/s
3	54 cm	18,25 s	2,95 cm/s
4	54 cm	18,89 s	2,85 cm/s
5	54 cm	18,55 s	2,91 cm/s
Kecepatan rata-rata			2,906 cm/s

Jadi, kecepatan rata-rata pada gerakan jenis 2 ini untuk melewati rintangan anak tangga adalah 2,906 cm/s . Setiap waktu 1 detik robot dapat menempuh jarak 2,906 cm

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembacaan dari sensor jarak cukup akurat, dengan nilai rata-rata persentase kesalahan 0,865 % perbedaan nilai pembacaan yang terjadi dimungkinkan karena perbedaan posisi pada saat mengukur.
2. Pembacaan dari sensor garis mampu mendeteksi warna putih dengan tegangan output 4,74 Volt dan mendeteksi warna hitam dengan tegangan output 0 Volt.
3. Perubahan input data pwm akan berpengaruh terhadap perubahan arah putar. Pada input data pwm 0 memiliki sudut 0° , input data pwm 50 memiliki sudut $14,65^\circ$ dan pada input data pwm 100 memiliki sudut $29,3^\circ$.
4. Pada jenis gerakan 1 robot dapat berjalan normal dengan kecepatan 4,364 cm/s , robot dapat berjalan memutar kanan dengan kecepatan 3,428 cm/s , robot dapat berjalan memutar kiri dengan kecepatan 3,362 cm/s , robot dapat berjalan melewati bidang miring pada kemiringan 5° dengan kecepatan 4,604 cm/s , pada kemiringan 10° dengan kecepatan 4,53 cm/s , pada kemiringan 15° dengan kecepatan 4,538 cm/s , robot dapat

melewati rintangan polisi tidur dengan kecepatan 4,758 cm/s dan robot dapat melewati rintangan anak tangga dengan kecepatan 6,602 cm/s .

5. Pada jenis gerakan 2 robot dapat berjalan normal dengan kecepatan 1,853 cm/s , robot dapat berjalan memutar kanan dengan kecepatan 1,754 cm/s , robot dapat berjalan memutar kiri dengan kecepatan 1,722 cm/s , robot dapat berjalan melewati bidang miring pada kemiringan 5° dengan kecepatan 1,816 cm/s , pada kemiringan 10° dengan kecepatan 1,834 cm/s , pada kemiringan 15° dengan kecepatan 1,85 cm/s , robot dapat melewati rintangan polisi tidur dengan kecepatan 1,728 cm/s dan robot dapat melewati rintangan anak tangga dengan kecepatan 2,906 cm/s .
6. Pada jenis gerakan 3 dan jenis gerakan 4 robot tidak dapat berjalan, dikarenakan kedua tumpuan kaki tidak dapat bergerak maju secara bersamaan.

REFERENSI

- [1] Kuzairi, T. Yulianto, M. F. M. Mardianto, Faisol, and R. Amalia, "PENERAPAN PETRI-NET PADA MODEL GERAKAN BERJALAN WALKING ROBOT BERKAKI EMPAT (QUADRUPED)," *Zeta - Math*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2015.
- [2] T. Yulianto, "PENERAPAN PETRI-NET PADA MODEL GERAKAN BERJALAN TROTTLING ROBOT BERKAKI EMPAT (QUADRUPED)," *UJMC*, vol. 1, no. 1, pp. 85–93, 2015.
- [3] P. Shinta and H. Dedy, "PENERAPAN INVERS KINEMATIK TERHADAP PERGERAKAN KAKI PADA ROBOT HEXAPOD," 2015.
- [4] R. Wahyudi and Darwison, "Kontrol Kecepatan Robot Hexapod Pemadam Api Menggunakan Metoda Logika Fuzzy," *Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2302–2949, pp. 227–234, 2015.
- [5] A. Hidayat, "Desain dan implementasi metode inverse kinematics dan sine pattern untuk kontrol gerak pada autonomous quadruped robot design and implementation inverse kinematics and sine pattern methods for locomotion control on," *e-proceeding Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 2116–2123, 2016.