

Robot Line Maze Pencari Jalur Tercepat

Robby Pranata¹, Retno Tri Wahyuni², Tianur³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektronika

^{1,2,3}Politeknik Caltex Riau

Riau, Indonesia

robbypranata12@gmail.com, retnotri@pcr.ac.id, tianur@pcr.ac.id

Diterima: 29 Agustus 2017

Disetujui: 22 Desember 2017

Abstract— Robot line maze is a robot designed to move with the aid of autonomous sensor to follow a line with a certain pattern. Stripe pattern used is black that is placed on a white surface that is detected by the color sensor. This robot but to follow the flow of the line, also can find the shortest route to reach the target of the starting position to the finish. This maze robot line uses 2 priority is the priority right and left. Left to priority, when the robot will give priority to meet the robot intersection turn left rather than straight or turn right, if it is not found then the robot option left turn will take a straight path. Likewise for the right of priority, when the robot will give priority to meet the robot intersection turn right rather than straight or turn left, when it is not found then the robot turn right choice will take a straight path. Thus, the time required to reach the destination in a maze path more quickly and effectively. At the end of the project is to design and realization of the design of the robot line maze using ATmega8535 AVR microcontroller, sensors photodiode as sensor lines, as LCD displays, DC motors as well as the robot driver using Bascom AVR programming language

Keywords— robot line maze, microcontroller, DC motors, BASCOM AVR

I. PENDAHULUAN

Robot Line Maze merupakan salah satu jenis robot yang dikembangkan untuk dapat mengikuti jalur tertentu dan dilengkapi dengan berbagai algoritma cerdas. Hal yang membedakan robot line maze dengan robot-robot yang lain yaitu kemampuannya dalam menemukan jalur tercepat sesuai dengan tujuannya. Permasalahan yang timbul pada line maze adalah cara untuk mendapat jalur tercepatnya. Pada robot line maze permasalahan tersebut diselesaikan dengan algoritma maze mapping.

Robot merupakan alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik baik dikontrol oleh manusia maupun secara otomatis. Robot line maze adalah salah satu robot yang dikembangkan manusia yang dapat bergerak autonomous yang banyak dirancang untuk penelitian, kompetisi robot, maupun industri. Robot ini selain mengikuti jalur garis, juga dapat mencari jalan tercepat mencapai tujuan yang tentunya membutuhkan sistem kendali untuk melewati setiap jalan dengan baik. Dengan demikian, tujuan pembuatan jalur maze supaya robot dapat memilih jalan yang benar dan cepat untuk mencapai target dari posisi start menuju posisi finish [1].

Robot line maze dibangun dengan menggunakan algoritma maze mapping [2-4]. Prinsip dasarnya adalah menggunakan prioritas kiri. Pada saat menjumpai persimpangan maka robot akan mengutamakan belok kiri dibanding lurus atau belok kanan, bila tidak dijumpai pilihan belok kiri maka robot akan mengambil jalan lurus.

Sedangkan untuk penelitian ini akan dibuat pembaharuan pada robot line maze dengan menggunakan 2 buah prioritas yaitu prioritas kiri dan kanan. Untuk prioritas kiri, pada saat robot menjumpai persimpangan robot akan mengutamakan belok kiri dibanding lurus atau belok kanan, bila tidak dijumpai pilihan belok kiri maka robot akan mengambil jalan lurus. Begitu juga untuk prioritas kanan, pada saat robot menjumpai persimpangan robot akan mengutamakan belok kanan dibanding lurus atau belok kiri, bila tidak dijumpai pilihan belok kanan maka robot akan mengambil jalan lurus. Pada saat robot menjumpai simpang perempatan, robot akan memilih belok kiri jika menggunakan prioritas kiri dan akan memilih belok kanan jika menggunakan prioritas kanan.

II. ROBOT LINE MAZE

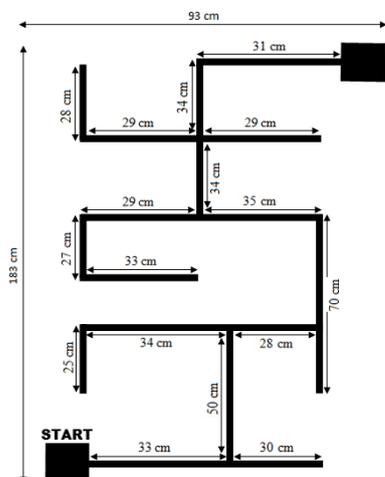
Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik baik menggunakan pengawasan, kontrol manusia ataupun menggunakan program. Istilah robot berasal dari bahasa ceko “robota” yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan. Salah satu robot pengembangan teknologi oleh manusia adalah robot line maze [3-5].

Robot line maze pada dasarnya adalah modifikasi serta pengembangan dari robot line follower. Dimana robot line maze merupakan suatu robot yang dirancang agar dapat beroperasi secara otomatis untuk berjalan mengikuti alur garis. Namun, robot ini tidak hanya bertugas untuk berjalan mengikuti garis saja melainkan juga harus mencari jalan menuju finish dengan rute terpendek. Dengan demikian, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan lebih cepat dan efektif.

Dari rancangan jalur line maze pada Gambar 1 terdapat perbedaan garis pada posisi start dan posisi finish. Dimana posisi start dan finish garis hitamnya dibuat lebih lebar dan besar bertujuan agar dapat membedakan dengan garis buntu dan supaya pada posisi tersebut semua sensor pada robot aktif yang membuat robot akan berhenti berjalan.

Untuk prioritas kiri, pada saat robot menjumpai persimpangan maka robot akan mengutamakan belok kiri dibanding lurus atau belok kanan. Bila tidak dijumpai belok kiri, maka akan mengambil jalan lurus.

Untuk prioritas kanan, pada saat robot menjumpai persimpangan maka robot akan mengutamakan belok kanan dibanding lurus atau belok kiri. Bila tidak dijumpai belok kanan, maka akan mengambil jalan lurus.

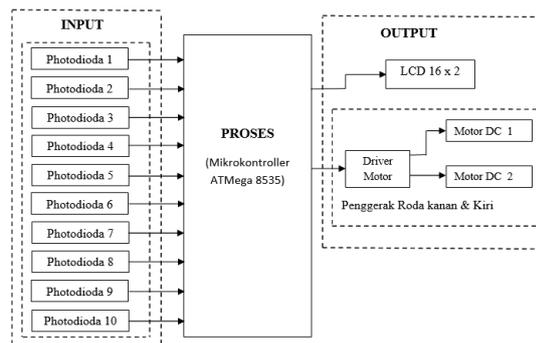


Gambar 1. Rancangan Jalur Line Maze

III. PERANCANGAN DAN PENGUJIAN ROBOT LINE MAZE

A. Perancangan Perangkat Keras

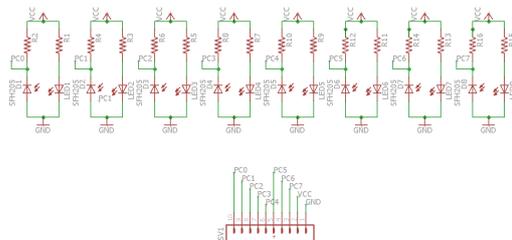
Pada desain robot line maze, terdapat 10 sensor photodiode. Untuk bagian depan robot digunakan 8 buah sensor dan untuk belakang robot terdapat 2 buah sensor. Sensor bagian depan digunakan untuk jalan lurus, sedangkan sensor belakang digunakan untuk mendeteksi adanya persimpangan. Untuk jarak antar sensor pada bagian depan yaitu 1 cm. Untuk desain robot ini menggunakan 4 buah tombol pada LCD, dimana 2 buah tombol untuk pemilihan prioritas, 1 buah tombol untuk jalan singkat dan 1 tombol lagi untuk mengatur nilai PWM. Blok diagram dari sistem dapat dilihat pada Gambar 2. Definisikan singkatan pada saat pertama kali digunakan di dalam isi tulisan, walaupun singkatan tersebut telah didefinisikan di dalam abstrak.



Gbr 2. Diagram Blok Robot Line Maze

Pada diagram blok diatas menjelaskan proses masukan dan keluaran. Dalam rancang bangun robot line maze ini Mikrokontroler ATmega8535 merupakan komponen utama yang berfungsi sebagai pengelolah data dan pengontrol keseluruhan proses input dan output pada robot. Piranti masukan yaitu sensor photodiode. Sensor photodiode yang digunakan pada robot ini berjumlah 10 (sepuluh) buah, sensor photodiode berfungsi sebagai sensor pendeteksi garis pada robot line maze dengan menggunakan prinsip kerja line follower. Piranti keluaran yaitu LCD, Driver motor DC (Roda). Pada gambar 2 terlihat bahwa LCD dihubungkan ke salah satu output dari mikrokontroler. Output LCD ini dapat berupa parameter proses yang terjadi di dalam mikrokontroler. Piranti selanjutnya yaitu driver motor DC (Roda) yang berfungsi untuk mengatur pergerakan Motor DC kiri dan Motor DC kanan sebagai penggerak robot.

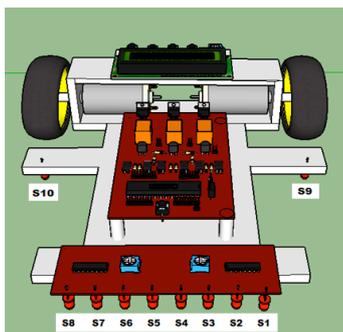
Pada rangkaian sensor garis digunakan LED superbright (transmitter) dan photodiode (receiver). Prinsip kerja sensor garis yaitu LED memancarkan cahaya dan cahaya akan dipantulkan. Cahaya yang dipantulkan akan ditangkap oleh photodiode. Banyaknya cahaya pantul yang ditangkap oleh photodiode dipengaruhi oleh media yang memantulkan cahaya tersebut, pada robot ini digunakan garis hitam sebagai lintasan dan warna putih sebagai alasnya. Semakin gelap media pemantul cahaya maka akan semakin kecil pula intensitas cahaya yang masuk pada photodiode. Masukan dari sensor garis akan masuk ke Port C (PC0 - PC7) untuk sensor depan, PA0 dan PA7 untuk sensor belakang pada mikrokontroler yang kemudian akan dikonversikan ke dalam bentuk digital terlebih dahulu seperti yang terlihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Rangkaian sensor garis (Photodiode)

Sensor S1-S8 ketika berada di garis hitam bernilai 1, ketika digaris putih bernilai 0. Sedangkan untuk sensor S9-S10 ketika berada digaris hitam bernilai 0 dan digaris putih bernilai 1. Ini bertujuan agar dapat dengan mudah mengetahui sensor yang aktif. Pada saat S4-S5 = 1 maka robot akan berjalan lurus, jika S4-S5 = 1 dan S10 = 0 maka robot akan belok kanan, jika S4-S5 = 1 dan S9 = 0 maka robot akan belok kiri dan S1-S8 = 1 dan S9-S10 = 0 maka robot berada dalam keadaan finish.

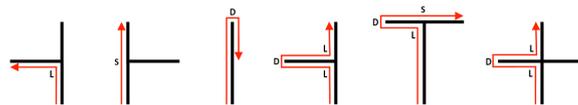
Berikut ini merupakan rancangan dan dimensi robot line maze yaitu 19cm x 19cm x 7.5cm seperti dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Prototype robot line maze

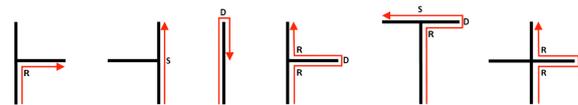
B. Algoritme Maze Mapping

Prinsip dasar dari maze mapping jika menggunakan prioritas kiri adalah bahwa robot saat menjumpai persimpangan maka robot akan mengutamakan belok kiri dibanding lurus atau belok kanan. Bila tidak ada pilihan dan tidak menjumpai belok kiri maka robot akan mengambil jalan lurus. Seperti pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Rancangan Posisi Pemberian Kode Telusur Kiri

Prinsip dasar dari maze mapping jika menggunakan prioritas kanan adalah bahwa robot saat menjumpai persimpangan maka robot akan mengutamakan belok kanan dibanding lurus atau belok kiri. Bila tidak ada pilihan dan tidak menjumpai belok kanan maka robot akan mengambil jalan lurus seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Rancangan posisi pemberian kode telusur kanan

Pada saat robot melakukan proses mapping dengan cara memberikan kode pada setiap kali robot menjumpai persimpangan dan jalan buntu, lalu kode tersebut disimpan dalam memori robot. Kode yang diberikan tersebut akan tersusun terus setiap kali robot menjumpai persimpangan dan jalan buntu. Sampai robot mencapai target.

Adapun kode-kode yang digunakan pada saat mapping adalah:

- L berarti left. Ini menandakan bahwa robot telah melakukan belok kiri karena melewati persimpangan.
- R berarti right. Ini menandakan bahwa robot telah melakukan belok kanan karena melewati persimpangan.
- S berarti straight atau jalan terus. Ini menandakan kalau robot melakukan jalan terus karena bertemu dengan persimpangan tiga dengan pilihan lurus atau belok kanan.
- D berarti robot berjumpa dengan jalan yang terputus dan berjalan kembali ke persimpangan yang terakhir.

Konversi :

L-D-L= S L-D-S= R S-D-L= R

R-D-R= S R-D-S= L S-D-R= L

Berikut merupakan contoh hasil konversi kode-kode tersebut:

a. L-D-L = S

Berarti robot akan menjumpai belok kiri (L) kemudian robot berjumpa dengan jalan yang terputus maka robot kembali ke persimpangan terakhir (D) dan robot kembali menjumpai persimpangan tiga dengan mengutamakan belok kiri (L) maka dengan konversi tersebut robot akan berjalan lurus (S) sebagai jalan tercepatnya.

b. R-D-S = L

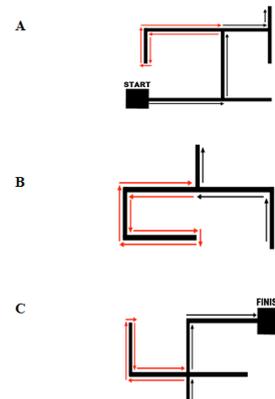
Berarti robot akan menjumpai belok kanan (R) kemudian robot berjumpa dengan jalan terputus maka robot kembali ke persimpangan terakhir (D) dan robot kembali menjumpai persimpangan dengan memilih jalan lurus (S) maka dengan konversi tersebut robot akan belok kiri (L) sebagai jalan tercepatnya.

c. S-D-L= R

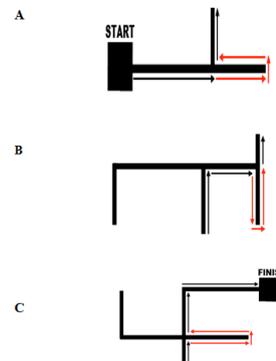
Berarti robot akan berjalan lurus (S) kemudian robot berjumpa dengan jalan terputus maka robot kembali ke persimpangan terakhir (D) dan robot menjumpai persimpangan dan memilih belok kiri (L) maka dengan konversi tersebut robot akan belok kanan (R) sebagai jalan tercepatnya.

C. Metode Pengujian

Berikut ini merupakan jalur-jalur untuk pengujian algoritma robot untuk prioritas kiri dan kanan. Untuk semua blok-blok pada Gambar 7 dan 8, panah yang berwarna merah menunjukkan bahwa secara umum dapat dikonversikan. Sehingga, setelah dikonversi robot akan mempersingkat jalan sesuai dengan konversi yang digunakan, contohnya: L-D-S= R; S-D-L= R; L-D-L= S. Begitu juga untuk prioritas kiri, seperti contoh: S-D-R= L; R-D-S= L; R-D-R= S



Gambar 7. Blok-blok saat robot melakukan mapping untuk prioritas kiri.



Gambar 8. Blok-blok saat robot melakukan mapping untuk prioritas kanan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor

Pada robot ini digunakan LED dan photodiode sebagai sensor garis. Banyaknya cahaya pantul yang ditangkap oleh photodiode dipengaruhi oleh media yang memantulkan cahaya tersebut. Untuk jalur garis hitam sebagai lintasan dan warna putih sebagai alasnya. Semakin gelap warna dari media yang dideteksi maka akan semakin kecil pula intensitas cahaya yang masuk pada photodiode. Pada robot ini terdapat 2 bagian sensor yaitu sensor depan dan sensor belakang. Sensor depan secara umum digunakan untuk mendeteksi jalan lurus. Sedangkan untuk sensor belakang digunakan untuk mendeteksi adanya persimpangan. Tabel berikut merupakan hasil pengujian sensor photodiode sebagai pendeteksi garis pada penelitian ini:

Tabel 1. Hasil Pengujian Output Sensor Depan

Pengujian Sensor Photodioda								
Warna Garis	Tegangan (V)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Hitam	4.3	4.0	4.2	4.3	4.2	4.4	4.3	4.3
Putih	0	0.01	0	0	0.01	0	0.02	0

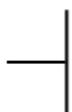
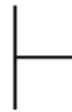
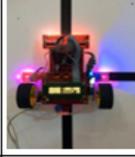
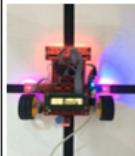
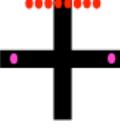
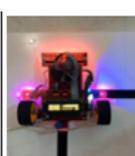
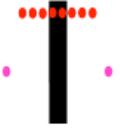
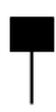
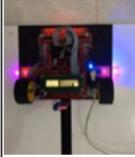
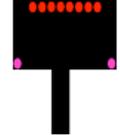
Tabel 2. Hasil Pengujian Output Sensor Belakang

Pengujian Sensor Photodioda		
Warna Garis	Tegangan (V)	
	S9	S10
Hitam	4.0	3.9
Putih	0	0

Dari data diatas output yang dihasilkan oleh sensor depan dan sensor belakang sudah cukup baik. Hasil tersebut sudah mendekati nilai yang diinginkan. Sehingga, dengan output tersebut sensor sudah mampu mendeteksi garis dengan baik. Dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 diatas.

Dalam Gambar 9 dijelaskan kondisi sensor depan dan sensor belakang pada saat dipersimpangan. Dari data tersebut, diketahui bahwa kondisi sensor depan dan sensor belakang pada saat menjumpai persimpangan adalah berbeda- beda. Dimana apabila sensor depan berada digaris hitam maka akan bernilai 1 sedangkan ketika berada digaris putih bernilai 0. Untuk sensor belakang, ketika sensor belakang berada digaris hitam maka akan bernilai 0 sedangkan ketika berada digaris putih bernilai 1.

Pada Gambar 9 tersebut, terlihat bahwa sensor yang aktif merupakan sensor yang berada digaris hitam. Dimana untuk sensor depan aktif dengan logika 1 sedangkan sensor belakang aktif dengan logika 0.

Jalur	Nama Jalur	Kondisi Sensor	Posisi Sensor
	Simpang 3 Kiri		
	Simpang 3 Kanan		
	Simpang Perampatan		
	Belok Kiri		
	Belok Kanan		
	Lurus		
	Finish		

Gambar 9. Hasil Pengujian Sensor Depan dan Belakang

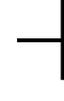
B. Pengujian Persimpangan

Pada pengujian beberapa bentuk persimpangan, robot akan melakukan pergerakan terhadap persimpangan dengan menggunakan 2 prioritas yaitu prioritas kiri dan prioritas kanan. Untuk prioritas kiri, pada saat menjumpai persimpangan robot akan mengutamakan belok kiri dibandingkan lurus atau belok kanan. Sedangkan ketika menggunakan prioritas kanan, pada saat menjumpai persimpangan robot akan mengutamakan belok kanan dibandingkan lurus atau belok kiri seperti dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5 dibawah ini.

Table 3. Hasil Pengujian Pergerakan Robot Dengan Prioritas Kiri Pada Persimpangan

Bentuk Jalur	Nama	Aksi Robot	Keterangan
	Simpang 3 kiri	Belok Kiri	Berhasil
	Simpang Perempatan	Belok Kiri	Berhasil
	Simpang 3 kanan	Lurus	Berhasil
	Simpang T	Belok Kiri	Berhasil
	Jalan Buntu	Mutar Kiri	Berhasil

Table 4. Hasil Pengujian Pergerakan Robot Dengan Prioritas Kanan Pada Persimpangan

Bentuk Jalur	Nama	Aksi Robot	Keterangan
	Simpang 3 kiri	Lurus	Berhasil
	Simpang Perempatan	Belok Kanan	Berhasil
	Simpang 3 kanan	Belok Kanan	Berhasil
	Simpang T	Belok Kanan	Berhasil
	Jalan Buntu	Mutar Kiri	Berhasil

Dari data pengujian di atas, diperoleh data bahwa secara keseluruhan pada saat prioritas kiri

dan prioritas kanan robot berhasil melakukan pergerakan dari beberapa bentuk persimpangan.

Table 5. Kondisi Pemberian Kode Algoritma Maze Mapping

Kondisi Sensor		Jalur	Aksi Robot	Data Yang Tersimpan
Depan	Belakang			
00011000	11	Jalan Lurus	Lurus	S
00011000	10	Simpang 3 kiri	Belok Kiri	L
00011000	01	Simpang 3 Kanan	Belok Kanan	R
00000000	11	Jalan Buntu	Mutar	D

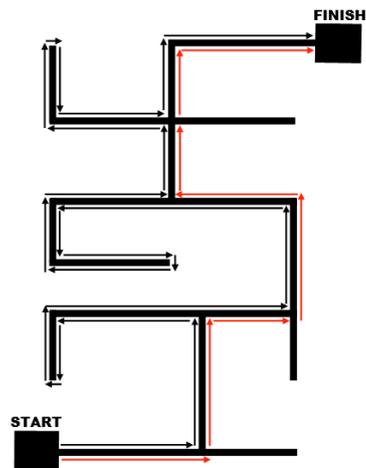
Pada Tabel 5 diketahui bahwa ketika aksi robot lurus maka data yang tersimpan S, belok kiri data disimpan L, belok kanan data disimpan R dan untuk memutar atau pada saat robot menjumpai jalan buntu maka data yang disimpan adalah D. Aksi robot tersebut tergantung dari kondisi sensor depan dan belakang yang aktif.

C. Pengujian Jalur

Dalam pengujiannya jalur yang digunakan untuk mencari jalan tercepat dari *start* sampai *finish* menggunakan 2 buah prioritas yaitu prioritas kiri dan prioritas kanan.

Prioritas Kiri

Berikut jalur untuk mencari jalan tercepat menggunakan prioritas kiri:



Gambar 10. Rancangan Jalur Prioritas Kiri

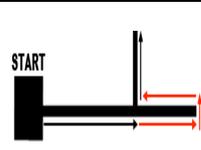
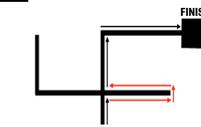
Untuk prioritas kiri, robot terlebih dahulu menelusuri semua jalur dengan menggunakan prinsip ketika menjumpai persimpangan robot akan mengutamakan belok kiri dibanding lurus

menggunakan prioritas kiri maka robot harus memilih jalan lurus dan menyimpan data S. Sehingga untuk konversi pada zona pertama menjadi L-D-S = R.

Untuk zona kedua robot menjumpai simpang 3 kanan. Robot harus memilih lurus karna menggunakan prioritas kiri dan menyimpan data S, kemudian robot menjumpai jalan buntu dan menyimpan data D. Robot menjumpai simpang 3 kiri, karena robot menggunakan prioritas kiri maka robot harus memilih belok kiri dan menyimpan data L. Sehingga untuk konversi pada zona kedua menjadi S-D-L = R.

Untuk zona ketiga robot menjumpai simpang perempatan. Robot harus memilih belok kiri karna menggunakan prioritas kiri dan menyimpan data L, kemudian robot menjumpai jalan buntu dan menyimpan data D. Robot menjumpai simpang perempatan, karena robot menggunakan prioritas kiri maka robot harus memilih belok kiri dan menyimpan data L. Sehingga untuk konversi pada zona ketiga menjadi L-D-L = S

Tabel 11. Hasil Pemberian Kode Prioritas Kanan

Zona Pemberian Data	Pemetaan	Data Yang Tersimpan
	S - D - R	L
	R - D - S	L
	R - D - R	S

Pada Tabel 11 diatas, untuk zona pertama robot menjumpai simpang 3 kiri. Robot harus memilih jalan lurus dan menyimpan data S, kemudian robot menjumpai jalan buntu dan menyimpan data D. Robot menjumpai simpang 3 kanan, karena robot menggunakan prioritas kanan maka robot harus memilih belok kanan dan menyimpan data R. Sehingga untuk konversi pada zona pertama menjadi S-D-R = L.

Untuk zona kedua robot menjumpai simpang T. Karena robot menggunakan prioritas kanan makarobot harus memilih belok kanan dan menyimpan data R, kemudian robot menjumpai jalan buntu dan menyimpan data D. Robot menjumpai simpang 3 kiri, karena robot menggunakan prioritas kanan maka robot harus memilih jalan lurus dan menyimpan data S. Sehingga untuk konversi pada zona kedua menjadi R-D-S = L.

Untuk zona ketiga robot menjumpai simpang perempatan. Robot harus memilih belok kanan karna menggunakan prioritas kanan dan menyimpan data R, kemudian robot menjumpai jalan buntu dan menyimpan data D. Robot menjumpai simpang perempatan, karena robot menggunakan prioritas kanan maka robot harus memilih belok kanan dan menyimpan data R. Sehingga untuk konversi pada zona ketiga menjadi R-D-R = S.

V. SIMPULAN

1. Pada penelitian ini terdapat 2 prioritas yaitu prioritas kanan dan prioritas kiri. Untuk prioritas kiri robot lebih mengutamakan belok kiri sedangkan prioritas kanan robot akan mengutamakan belok kanan.
2. Robot line maze tidak bisa menemukan jalan tercepat sebelum robot menelusuri seluruh jalur sampai selesai dan menyimpan data sesuai prioritas yang digunakan.
3. Dalam sistem mapping robot akan melakukan konversi data dari setiap persimpangan yang dilewati dengan tujuan untuk mendapatkan jalur tercepatnya. Dimana data tersebut terdiri dari : L=kiri, R=kanan, S=lurus, dan D=mutar.
4. Dari setiap prioritas kiri dan prioritas kanan, ada beberapa macam konversi data untuk jalur tercepatnya yaitu :
L-D-L=S L-D-S=R S-D-L=R
R-D-R=S R-D-S=L S-D-R=L
5. Penerapan algoritma maze mapping pada robot line maze untuk mendapatkan jalur tercepat yaitu dengan tingkat keberhasilan 90%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Rummanzah, Indra, "Rancang Bangun Robot Line follower dengan Kemampuan Menemukan Jarak Terpendek pada Jalur Simpang Siur Menggunakan Algoritma Maze mapping". Penelitian Teknik Elektro Universitas Dian Nuswantoro: Semarang, 2012

- [2] Hendriawan, Akhmad. Reesa Akbar. (2010). "Penyelesaian Jalur Terpendek dengan Menggunakan Algoritma Maze mapping pada Line maze". Politeknik Elektronika Negeri Surabaya: Surabaya, 2010.
- [3] Nur Syafidtri Anita.. "Robot Micromouse dengan Menggunakan Algoritma Depth-First Search", Universitas Gunadarma: Depok, 2010.
- [4] S. Sakib, A. Chowdhury, S. T. Ahamed and S. I. Hasan, "Maze solving algorithm for line following robot and derivation of linear path distance from nonlinear path," *Computer and Information Technology (ICCIT), 2013 16th International Conference on*, Khulna, 2014, pp.478-483.
- [5] H. H. Huang, J. H. Su, C. S. Lee, J. Y. Syu, S. W. Chao and Y. W. Chang, "Implementation of the line maze robot with diagonal motion control," *The 26th Chinese Control and Decision Conference (2014 CCDC)*, Changsha, 2014, pp.2421-2425.