

## DESAIN DAN IMPLEMENTASI ALGORITMA PLEDGE PADA ROBOT MOBIL UNTUK PENYELESAIAN WALL MAZE BERBASIS LOGIKA FUZZY

Mochamad Gilang Saputra<sup>1</sup>, Yuliant Sibaroni<sup>2</sup>, Reza Fauzi Iskandar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ilmu Komputasi, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

### Abstrak

Wall maze pada umumnya dikenal dengan istilah labirin, yaitu suatu lintasan yang terbentuk atas lorong-lorong dengan dinding tanpa atap. Untuk dapat menyelesaikan sebuah wall maze, maka dibutuhkan algoritma yang efisien dimana algoritma tersebut bekerja untuk menemukan jalan keluar tanpa menelusuri dinding rintangan melingkar, serta tanpa bantuan kompas atau hardware lainnya yang dapat mengetahui letak posisi jalan keluar.

Dalam tugas akhir ini dilakukan implementasi algoritma pledge pada sebuah robot mobil, karena algoritma tersebut dirancang untuk menyelesaikan masalah tanpa harus menelusuri dinding rintangan melingkar, dengan arah awal yang bergerak maju kedepan tanpa memerlukan bantuan kompas, sampai bertemu dinding penghalang. Ketika suatu kondisi sudah terpenuhi, robot mobil tersebut akan menghitung jumlah belokan yang akan disimpan di memori sampai total belokan bernilai nol. Proses ini akan terus dilakukan sampai tidak ada dinding penghalang lagi didepannya, sehingga robot mobil tersebut dapat menemukan jalan keluar. Dari segi manfaat, robot mobil ini diharapkan kedepannya dapat membantu manusia seperti eksplorasi tanpa awak, otomasi dalam transportasi dan platform bergerak untuk robot industri.

Tentunya agar robot mobil dapat berjalan stabil, maka dibutuhkan kontrol pada kecepatan dan arah motordengan menggunakan kontrol logika fuzzy. Hal ini sangat diperlukan dikarenakan adanya kesamaran jarak terhadap posisi yang didapat dari sensor ultrasonik, serta dapat memberikan nilai toleransi terhadap data yang tidak tepat.

Tingkat keberhasilan dari hasil pengujian robot mobil ini, yaitu dapat menyelesaikan wall maze pada lima rintangan hingga menemukan jalan keluar sebesar 100%. Waktu rata-rata tercepat dari lima rintangan wall maze sebesar 4,704 detik dan waktu rata-rata terlamanya sebesar 9,726 detik. Penggunaan kontrol logika fuzzy pada kecepatan dan arah motor tergolong baik berdasarkan hasil eksperimen, tetapi hal ini sangat dipengaruhi oleh ketepatan pemasangan sensor ultrasonik pada robot mobil.

**Kata Kunci :** Robot Mobil, Wall Maze, Algoritma Pledge, Logika Fuzzy.



Telkom  
University

### Abstract

Wall maze is generally known as the labyrinth consists of a trajectory that is formed by halls with uncovered roof. It needed an efficient algorithm which can solve the problem of finding the exit way without having circular hurdles and a compass or other hardware to be able to complete wall maze.

In this final project, pledge algorithm is used in a mobile robot because this algorithm is designed to solve problems that can avoid circular hurdles, by moving forward on the initial condition without using a compass until it find a barrier wall. When certain conditions have been fulfilled, the mobile robot will calculate the number of turning points that will be stored in the memory until the total count turns back to zero. In terms of benefits, this mobile robot can be used in the future such as in unmanned exploration, automation in the transportation and moving platforms for industrial robots.

It needs a control on its speed and direction by using fuzzy logic to make this robot walks in a stable condition. This condition should be fulfilled because there is similar distance which is caught by the ultrasonic sensor and can tolerate the inaccurate datas.

The accuracy of the testing result shows 100% in completing five different wall maze problems until the mobile robot find its way out. The fastest average time of completing five different wall maze problems is 4.704 seconds and longest time reaches 9.726 seconds. The use of fuzzy logic to control the speed and direction of this motor is classified as good based on the experimental results, but it is strongly influenced by the accuracy of the installation of ultrasonic sensors on the mobile robot.

Keywords : Mobile Robot, Wall Maze, Pledge Algorithm, Fuzzy Logic.



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Kemajuan teknologi seiring perkembangan ilmu pengetahuan pada abad modern ini semakin melaju dengan pesat, khususnya dalam bidang robotika. Kata robot pertama kali dikenalkan oleh seorang penulis dari Ceko bernama Karel Capek, yang diambil dari istilah *robot* yaitu pekerja atau pelayan,[10] serta beliau memperkenalkan kata robot dalam naskah teaternya yang berjudul *R.U.R. (Rossum's Universal Robots)* pada tahun 1921.[21] Sejalan dengan perkembangan teknologi, bermacam-macam robot telah diciptakan untuk membantu aktivitas manusia, sehingga dapat mempermudah manusia dalam kehidupan sehari-harinya.

Banyak berbagai robot yang telah dibuat oleh manusia, seperti robot mobil yang akan dibahas oleh penulis, dimana robot mobil yang memiliki ciri yaitu menggerakkan keseluruhan badan robot tersebut menggunakan aktuator berupa roda yang dapat melakukan perpindahan posisi dari satu titik ke titik lain yang secara otomatis bergerak dalam kondisi tertentu. Terkadang banyak robot yang tidak berjalan sesuai lintasan, karena pengaruh dari algoritma dan kontrol yang dibuat, maka dari itu dibutuhkan algoritma dan kontrol yang lebih baik yaitu dengan membuat algoritma *pledge* dengan kontrol logika fuzzy sehingga robot mobil bisa menyelesaikan *maze*. [22] Manfaat yang diharapkan kedepannya, robot mobil ini dapat digunakan untuk kendaraan tanpa awak yang dapat menghindari halangan di depannya, serta dapat melakukan pengukuran jarak menggunakan sensor pada suatu kondisi tertentu, sehingga dapat menanggulangi kecelakaan yang dapat membahayakan manusia.

Robot mobil tersebut dapat menghindari dari halangan didepannya dengan menggunakan sensor ultrasonik yang dapat menentukan keberadaan dinding dan jarak robot terhadap dinding di dekatnya serta dapat mengetahui posisi robot terhadap suatu objek sehingga dapat digunakan sebagai alat navigasi gerak robot.

Agar robot mobil berjalan stabil maka dibutuhkan kontrol pada kecepatan motor.[22] Hal ini sangat diperlukan dikarenakan adanya kesamaran jarak

terhadap posisi yang didapat dari sensor ultrasonik, maka penggunaan kontrol logika fuzzy dibutuhkan dalam permasalahan ini, karena memiliki performa yang baik dan kemampuan dalam proses penalaran secara bahasa serta pada perancangan tidak memerlukan persamaan matematik dari objek yang dikendalikan, sehingga dapat mengontrol posisi robot mobil sesuai *maze* yang dilintasinya sesuai dengan kenyataan.

*Maze* adalah jaringan jalan yang rumit dan berliku-liku. *Maze* tersebut terdapat dua jenis yang umum dan sering digunakan, yaitu *line maze* dan *wall maze*, disini penulis akan menyelesaikan masalah pada *wall maze* dimana yang membedakan dengan *line maze* adalah: jika *wall maze*, jaringan yang terbentuk dari dinding-dinding tanpa atap, sedangkan *line maze*, jaringan yang terbentuk dari garis. Banyak robot mobil untuk menyelesaikan *wall maze* menggunakan algoritma *wall follower* atau bisa disebut pengikut dinding, namun kelemahan pada algoritma *wall follower* apabila ada lintasan yang *looping* atau rintangan berupa cincin, robot mobil tidak akan bisa sampai ke *finish* dikarenakan robot mobil tersebut terus mengikuti dinding yang berputar. Maka dari itu dibutuhkan algoritma yang dapat menutupi kelemahan algoritma tersebut.

Pada tugas akhir ini, penulis akan menutupi kelemahan algoritma *wall follower* yang dibandingkan dengan algoritma *pledge* dan melakukan pengujian kinerja suatu sistem pada waktu eksekusi robot, serta kemampuan mencapai target sesuai algoritma yang ditanamkan, dimana sebelumnya pernah di analisis oleh Arif Darmawan yang menerapkan algoritma *pledge* dan diimplementasi pada *line follower* dengan kontrol PID, dengan hasil tersebut tentunya akan banyak perbedaan dengan tugas akhir yang dibuat oleh penulis, salah satunya adalah kontrol yang digunakan.[2] Algoritma *pledge* yang memungkinkan robot mobil dengan menggunakan arah untuk menemukan jalan dari titik manapun dari dalam *wall maze* dan menemukan *finish* ditepi luar *wall maze*. Algoritma ini bekerja dengan memilih arah dan selalu bergerak ke arah itu bila memungkinkan. Ketika ada dinding yang menghalangi robot mobil, maka robot mobil akan menghitung jumlah belokan yang akan disimpan di memori pada *wall maze* tersebut, misalnya berbelok ke kiri adalah -1 dan berbelok ke kanan adalah 1, sampai menemukan arah *finish* ketika jumlah total belokan 0.

## 1.2 Batasan Masalah

Pembatasan masalah yang dilakukan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. *Start* hanya bisa dari dalam *wall maze* menuju tepi luar *wall maze*, tidak bisa dari arah sebaliknya.
2. Arah robot mobil pertama kali diletakkan pada *start* harus menunjukkan searah dengan *finish*.
3. Posisi *start* dan *finish* telah ditentukan.
4. Robot mobil berjalan tidak menggunakan *mapping*.
5. *Maze* memiliki belokan  $90^0$ .
6. Parameter pengujian kinerja suatu sistem hanya meliputi waktu eksekusi robot, ketepatan pembacaan sensor dan kemampuan mencapai target sesuai algoritma yang ditanamkan.

## 1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah diatas, maka dirumuskan beberapa rumusan masalah yang dibahas pada tugas akhir ini :

1. Bagaimana cara mengimplementasikan algoritma *pledge* pada robot mobil untuk menyelesaikan masalah *wall maze*,
2. Bagaimana mengintegrasikan mikrokontroler, sensor dan *driver* motor agar menjadi sistem robot mobil yang dapat menyelesaikan masalah *wall maze*,
3. Bagaimana merancang kontrol logika fuzzy sehingga membuat sistem lebih baik,
4. Bagaimana cara mengetahui algoritma yang akan digunakan robot mobil agar mendapatkan algoritma yang lebih baik?

## 1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengimplementasikan algoritma *pledge* pada robot mobil untuk menyelesaikan masalah *wall maze*.

2. Dapat mengintegrasikan mikrokontroler, sensor dan *driver* motor menjadi sistem robot mobil yang dapat menyelesaikan masalah *wall maze*.
3. Untuk memperoleh sistem kontrol robot mobil yang dapat berjalan stabil berbasis logika fuzzy.
4. Membandingkan algoritma *pledge* dengan algoritma *wall follower*, agar mengetahui algoritma mana yang jauh lebih baik.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Dengan hasil penelitian ini diharapkan kedepannya dapat membuat sebuah robot mobil tanpa awak yang dapat menghindari dari halangan serta dapat menanggulangi kecelakaan yang dapat membahayakan nyawa manusia. Pada penelitian ini penulis mengharapkan dapat memberikan wacana tentang implementasi algoritma *pledge* pada suatu sistem robot, sehingga dapat menyelesaikan masalah *wall maze*, dari dalam *wall maze* dan menemukan *finish* ditepi luar *wall maze*.

### 1.6 Metodologi Penelitian

Dalam tugas akhir ini, digunakan metode penelitian yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

#### 1. Studi Literatur

Mengumpulkan, mencari dan mempelajari informasi referensi yang berkaitan dengan tugas akhir ini yang bersumber dari buku, jurnal, artikel, *ebook*, diskusi, internet dan sumber-sumber lainnya sebagai landasan teori dalam pengerjaan dan penyusunan tugas akhir ini.

#### 2. Analisis Perancangan Sistem dan Alat

Merancang sistem dan alat berdasarkan parameter yang ingin direalisasikan menggunakan algoritma *pledge*.

#### 3. Implementasi Sistem dan Alat

Mengimplementasikan rancangan sistem yang ditanamkan kedalam program dan mengimplementasikan alat sesuai dengan hasil perancangan yang telah dilakukan.

#### 4. Pengujian Sistem dan Alat

Melakukan pengujian terhadap kerja sistem dan simulasi alat untuk melihat performansi alat yang dirancang sebagai mestinya.

#### 5. Pembuatan Laporan Tugas Akhir

Mendokumentasikan penyelesaian tugas akhir ini kedalam bentuk laporan tertulis.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan laporan tugas akhir ini disusun sesuai rencana berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab pertama ini menjelaskan gambaran secara umum tentang tentang tugas akhir yang dikerjakan mengenai latar belakang masalah, batasan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II DASAR TEORI**

Pada bab kedua ini akan dijelaskan dasar-dasar teori yang mendukung penyelesaian tugas akhir, khususnya teori yang berkaitan dengan masalah penelitian sehingga dapat mendukung perancangan alat, mengimplementasikannya serta pengujiannya terutama pada algoritma *pledge*, kontroler dan jenis sensor yang digunakan.

#### **BAB III ANALISIS PERANCANGAN DAN REALISASI ALAT**

Pada bab ketiga ini dijelaskan perancangan yang diperlukan berdasarkan mekanisme dan batasan yang digunakan, sehingga dapat diimplementasikan serta direalisasikan baik *software* maupun *hardware* yang dijelaskan secara terperinci.

#### **BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM**

Pada bab keempat ini akan dijelaskan hasil pengujian dari perancangan dan implementasinya mengenai parameter-parameter yang dibutuhkan sesuai metode yang digunakan dalam sistem yang telah dibangun pada bab sebelumnya.

#### **BAB V PENUTUP**

Pada bab terakhir ini menyajikan kesimpulan terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan berikut saran yang perlu dikemukakan dari hasil penelitian.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada perancangan sistem robot mobil dengan menggunakan algoritma *pledge* untuk penyelesaian *maze* berbasis logika fuzzy, dengan spesifikasi *maze* sesuai gambar 3.1 dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Algoritma *pledge* yang telah ditambah dan ditanamkan pada robot mobil dapat berjalan dengan baik, tingkat keberhasilan algoritma disetiap rintangan sebesar 100% sesuai dengan perhitungan manual dan pengujian pada robot.
2. Waktu rata-rata tercepat dari lima rintangan *wall maze* sebesar 4,704 detik dengan jarak 1.5 m dan catu daya 12,4 volt, serta waktu rata-rata terlamanya sebesar 9,726 detik dengan jarak 3 m dan catu daya 12,4 volt.
3. Nilai set point yang diberikan terkait dengan sistem kontrol logika fuzzy adalah 7 cm, dimana posisi tersebut berada pada posisi cukup pada sensor kiri dan sensor kanan dengan lebar *maze* 30 cm. Ditanamkannya sistem kontrol fuzzy pada otak robot mobil, maka robot mobil tersebut dapat berjalan sebagai mestinya dan berfungsi dengan baik dalam segi performansi, dimana hanya memiliki rata-rata *error* dengan percobaan sebanyak 12 kali, pada logika fuzzy *right follower* sebesar 0,91%, sedangkan pada logika fuzzy *left follower* sebesar 0,5%.
4. Uji performansi dengan menggunakan algoritma *pledge* pada rintangan 1 mendapatkan hasil yang paling baik dikarenakan rintangan ini lurus dan memiliki selisih nilai rata-rata paling kecil diantara yang lainnya, dengan nilai sebesar 0,022  $\mu$ S dengan *error* 2,2%.

5. Tidak hanya dari algoritma dan kontrol saja yang dapat mempengaruhi kinerja robot, tetapi dari bahan *maze* yang dibuat pun sangat mempengaruhi. Dengan mengubah bahan *maze* menjadi *acrylic* pada rintangan 1, hasilnya dapat mengurangi nilai *error* yang didapat dengan nilai sebesar  $0,017 \mu\text{S}$  dengan *error* 1,7%.
6. Perbandingan antara algoritma *pledge* dan algoritma *wall follower*, berdasarkan hasil pengujian dan analisis menunjukkan bahwa algoritma *pledge* lebih baik dari pada algoritma *wall follower*, dilihat dari tingkat keberhasilan melewati rintangan sampai menemukan jalan keluar dengan syarat pengujian sesuai batasan masalah penulis.

## 5.2 Saran

Pengembangan yang dapat dilakukan untuk menyempurnakan tugas akhir ini adalah :

1. Mekanika robot mobil harus lebih diperhatikan terutama dari ukuran robot mobil dengan ukuran *maze* yang dibuat serta letak posisi roda, karena berpengaruh saat robot mobil bermanuver di *maze*.
2. Semakin banyak rule pada logika fuzzy yang dibuat, semakin lama juga waktu eksekusi program. Maka dari itu perlu dibuat bagaimana caranya, meskipun rule yang dibuat sangat banyak, tetapi waktu eksekusi program masih bisa lebih cepat.
3. Agar waktu eksekusi lebih cepat penulis menyarankan lebih diperhatikan delay saat pembacaan sensor terhadap dinding, agar kedepannya bisa lebih baik lagi.
4. Bahan untuk pembuatan *maze* perlu diperhatikan, agar pembacaan sensor lebih baik terhadap dinding. Maka bahan material *maze* lebih baik menggunakan *acrylic*, setelah diuji dan dianalisis pantulan gelombang terhadap dinding menggunakan *acrylic* memiliki rata-rata waktu eksekusi  $88,025 \mu\text{S}$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chung, Y. (2002). “*A Position Control Differential Drive Wheeled Mobile Robot*”. South Korea : **IEEE**.
- [2] Darmawan, Arif. (2011). “*Penerapan Algoritma Pledge Untuk Menyelesaikan Maze Pada Line Follower*”. Surabaya : PENS-ITS.
- [3] Datasheet. *Atmel Microcontroller ATmega12*.
- [4] Datasheet. *PING))) Parallax*.
- [5] Heryanto, M Ary dan Adi P, wisnu. (2008). “*Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMEGA 8535*”. Yogyakarta : ANDI.
- [6] <http://lontar.ui.ac.id/file?file=digital/20249291-R231076.pdf>  
Diakses pada tanggal 12 April 2013
- [7] [http://repository.upi.edu/operator/upload/s\\_kom\\_056831\\_chapter2.pdf](http://repository.upi.edu/operator/upload/s_kom_056831_chapter2.pdf)  
Diakses pada tanggal 22 April 2013
- [8] <http://web.informatik.uni-bonn.de/I/GeomLab/>  
Diakses pada tanggal 15 April 2013
- [9] <http://www.scribd.com/doc/117624866/jurnal-hbridge>  
Diakses pada tanggal 23 April 2013
- [10] Jatmika, Yusep N. (2011). “*Cara Mudah Merakit Robot untuk Pemula*”. Yogyakarta : FlashBooks.
- [11] Kamphans, Tom. and Klein, Rolf. (2011). “*Pledge's Algorithm*”. Germany : **Springer**.
- [12] Mishra, S. (2008). “*Maze Solving Algorithms for Micro Mouse*”. Ghaziabad : **IEEE**.
- [13] Purnama, A. (2013). Diakses pada tanggal 24 Mei 2013, dari Elektronika dasar : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/>
- [14] Siswaja, H. D. (2008). “*Prinsip Kerja Dan Klasifikasi Robot*”. Media Informatika.
- [15] Suyanto. (2007). “*Artificial Intelligence*”. Bandung: Informatika Bandung.

- [16] Tantos, A. (2011). Diakses pada tanggal 15 April 2013, dari Modular Circuits: <http://www.modularcircuits.com/blog/articles/old-h-bridge-secrets/part-1/>
- [17] Tsuzuki, Fabio and Sasaki, Ken. (1994). “*A Novel Configuration of Ultrasonic Sensors for Mobile Robots*”. Japan : **IEEE**.
- [18] Turenout, P van. Honderd, G and Sehlven, LJ Van. (1992). “*Wall Following Control a Mobile Robot*”. Netherlands : **IEEE**.
- [19] Vocking, Berthold. Alt, Helmut. (2011). “*Algorithms Unplugged*”. Germany: **Springer**.
- [20] Wanner, M. K. (1992, Agustus 1992). Diakses pada tanggal 17 Mei 2013, dari RobotWorx: <http://www.robots.com/education>
- [21] Widodo, Budiharto. (2012). “*Robot Vision (teknik membangun robot cerdas masa depan)*”. Yogyakarta: ANDI.
- [22] Saffiotti, Alesandro. Ruspini, Enrique H. Konolige, Kurt (1999). “*Using Fuzzy Logic for Mobile Robot Control*”. **Springer**.