

# Rancang Bangun Robot Quadropod Pendeteksi Halangan Dengan Menggunakan Logika Fuzzy

Brahmanto Utama Atmaja<sup>1)</sup>

Hariato<sup>2)</sup>

Ihyaudin<sup>1)</sup>

- 1) Program Studi S-1 Sistem Komputer, STIKOM Surabaya, email: [brambrafe@gmail.com](mailto:brambrafe@gmail.com)
- 2) Dosen Program Studi S-1 Sistem Komputer, STIKOM Surabaya, email: [hari@stikom.edu](mailto:hari@stikom.edu)
- 3) Dosen Program Studi S-1 Sistem Komputer, STIKOM Surabaya, email: [ihya@stikom.edu](mailto:ihya@stikom.edu)

***Abstract:** Many robots have been made by experts mimic the shape of the anatomy of living creatures. One of the many popular robots are legged robots. Utilization of legged robots in industry is able to pass through the places that are not possible using a wheeled robot, for example excess legged robot is up and down the stairs.*

*To support the development and use of more advanced control systems, the authors proposed the creation Robot Quadropod Obstacle Detector Using Fuzzy Logic. Fuzzy logic is used to regulate the movement of four-foot robot with the help of two servo motors in each leg as well as data input in the form of obstacle distance detected by the ultrasound sensor.*

*With the movement of the foot 2 DOF (Degree Of Freedom) system, the robot can run well and be able to control the speed of the robot foot steps in accordance with the detected obstacle distance from the use of fuzzy logic while using only one ultrasound sensor.*

**Key words:** Quadropod, Servo Motors, Fuzzy, Ultrasound Sensor.

Pekembangan robot pada saat ini semakin canggih dan bervariasi mulai dari robot beroda hingga berkaki bahkan sampai menggunakan lengan-lengan robot untuk melakukan pekerjaan tertentu, sehingga banyak bidang yang telah mengaplikasikan ilmu pengetahuan dan teknologi ini kedalam dunia nyata.

Perkembangan di atas mulai terlihat di Indonesia, hal ini tercermin dengan sering diadakannya lomba robot baik tingkat SMP, SMA, perguruan tinggi hingga tingkat Nasional. Bahkan secara khusus diadakan lomba robot berkaki, seperti Kontes Robot Cerdas Indonesia (KRCI) divisi berkaki.

Banyak robot-robot yang telah dibuat oleh para ahli meniru bentuk anatomi makhluk hidup. Salah satu robot yang banyak digemari adalah robot berkaki. Berbeda dengan robot yang menggunakan roda pada umumnya, robot berkaki memerlukan perhitungan yang lebih kompleks untuk melakukan pergerakan

(Mahendrayuda, 2010). Pemanfaatan robot berkaki pada perindustrian adalah mampu melewati tempat-tempat yang tidak dimungkinkan menggunakan robot beroda, sebagai contoh kelebihan robot berkaki adalah menaiki dan menuruni anak tangga.

Robot *hexapod* (Mahendrayuda, 2010), robot tersebut menggunakan dua buah motor servo sebagai penggerak, padahal untuk robot *hexapod* setidaknya dibutuhkan minimal enam buah motor servo, oleh karena itu pergerakan tiap kaki robot tersebut tidak bisa bergerak sendiri-sendiri tetapi secara bersamaan serta robot tersebut memiliki kecepatan langkah kaki yang konstan.

Pemanfaatan logika fuzzy banyak diaplikasikan pada industri yaitu penggunaan logika fuzzy pada mesin cuci, perencanaan produksi dan lain sebagainya. Bahkan pada biogenetika memanfaatkan algoritma ini.

Untuk mendukung pengembangan dan penggunaan sistem kontrol yang lebih maju, maka penulis mengajukan pembuatan Robot Quadropod Pendeteksi Halangan Dengan Menggunakan Logika Fuzzy. Robot ini merupakan pengembangan dari jenis robot berkaki sebelumnya (Mahendrayuda, 2010). Logika fuzzy mempunyai sifat yang fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian serta memiliki kelebihan dalam proses penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*) sehingga mudah dimengerti sekaligus menjadi alasan mengapa robot ini menggunakan logika fuzzy. Untuk mengatur kecepatan langkah kaki robot penggunaan logika fuzzy akan sangat membantu mencapai tujuannya yaitu mengatur pergerakan empat kaki robot dengan bantuan dua buah motor servo disetiap kakinya serta data input berupa jarak halangan yang terdeteksi oleh sensor *ultrasound*.

## RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah disebutkan, maka perumusan masalah yang dapat diangkat dalam tugas akhir ini, antara lain:

1. Bagaimana merancang pergerakan kaki robot berkaki empat agar dapat berjalan dengan baik.
2. Bagaimana merancang dan membuat sistem yang dapat mengatur kecepatan langkah kaki robot berdasarkan jarak halangan yang terdeteksi oleh sensor *ultrasound*.

## TUJUAN

Dalam perancangan dan pembuatan alat ini, terdapat beberapa pembatasan masalah, antara lain:

1. Merancang pergerakan robot berkaki empat agar dapat berjalan dengan baik.
2. Merancang dan membuat sistem yang dapat digunakan untuk mengatur kecepatan langkah empat kaki robot berdasarkan pada jarak halangan yang terdeteksi oleh sensor *ultrasound*.

## METODE

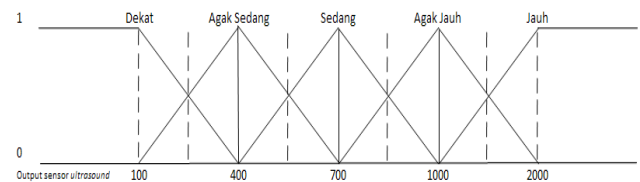
### Fuzzy Logic

Kontroller logika fuzzy dikategorikan dalam kontrol cerdas (*intelligent control*). Unit logika fuzzy memiliki kemampuan menyelesaikan masalah perilaku sistem yang kompleks, yang tidak dimiliki oleh kontroller konvensional. Berbeda dengan sistem kontrol biasa, dimana harga yang dihasilkan diolah dan didefinisikan secara pasti, atau dengan istilah lain hanya mengenal logika 0 dan 1 atau bekerja pada daerah ON dan OFF, sehingga didapatkan perubahan yang kasar. Pada sistem logika fuzzy, nilai yang berada antara 0 dan 1 dapat didefinisikan, sehingga kontroller dapat bekerja seperti sistem syaraf manusia yang bisa merasakan lingkungan eksternalnya, kemudahan-kemudahan yang tidak dimiliki oleh sistem kontrol konvensional. Logika Fuzzy yang kami gunakan untuk pengaturan kecepatan langkah kaki robot berdasarkan jarak halangan yang terdeteksi oleh sensor *ultrasound*, yaitu :

#### Metode Sugeno

Penalaran dengan metode SUGENO hampir sama dengan penalaran MAMDANI, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985.

- ✓ Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol  
Secara umum bentuk model fuzzy SUGENO Orde-Nol adalah:  
IF (x1 is A1) • (x2 is A2) • (x3 is A3) • ..... • (xN is AN) THEN z=k  
dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.



Gambar 1. Fungsi keanggotaan pada himpunan fuzzy pada sensor *ultrasound*

untuk mendapatkan hasil keluaran dari sensor *ultrasound* yang berupa nilai untuk

$$\text{Dekat [d]} = \begin{cases} 0, & us \geq 400 \\ \frac{400 - us}{400 - 100}, & 100 < us < 400 \\ 1, & us \leq 100 \end{cases}$$

pengaturan kecepatan langkah kaki robot bisa dilihat berikut ini, penulis memakai model fuzzy orde nol yang dimana nilai dari Z adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

Fuzzifikasi

$$\text{Agak sedang [as]} = \begin{cases} 0, & us < 100 \text{ atau } us > 700 \\ \frac{us - 100}{400 - 100}, & 100 < us < 400 \\ \frac{700 - us}{700 - 400}, & 400 < us < 700 \\ 1, & us = 400 \end{cases}$$

$$\text{Sedang [s]} = \begin{cases} 0, & us < 400 \text{ atau } us > 1000 \\ \frac{us - 400}{700 - 400}, & 400 < x < 700 \\ \frac{1000 - us}{1000 - 700}, & 700 < x < 1000 \\ 1, & us = 700 \end{cases}$$

$$\text{Agak jauh [aj]} = \begin{cases} 0, & us < 700 \text{ atau } us > 1000 \\ \frac{us - 700}{1000 - 700}, & 700 < us < 1000 \\ \frac{2000 - us}{2000 - 1000}, & 1000 < us < 2000 \end{cases}$$

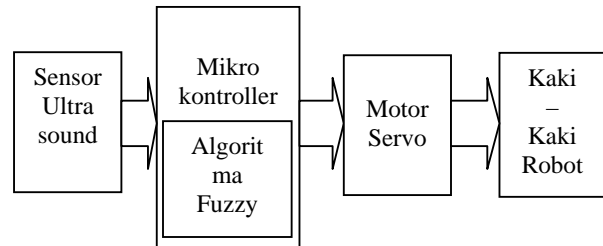
$$\text{Jauh [j]} = \begin{cases} 0, & us \leq 1000 \\ \frac{2000 - us}{2000 - 1000}, & 1000 < us < 2000 \\ 1, & us \geq 2000 \end{cases}$$

Zd : 800, Zas : 600, Zs : 400, Zaj : 200, Zj : 100

$$Z = \frac{Zd \times d + Zas \times as + Zs \times s + Zaj \times aj + Zj \times j}{d + as + s + aj + j}$$

## Perancangan Arsitektur Sistem

Secara garis besar dari keseluruhan sistem pada alat ini sesuai dengan blok diagram pada Gambar 1.



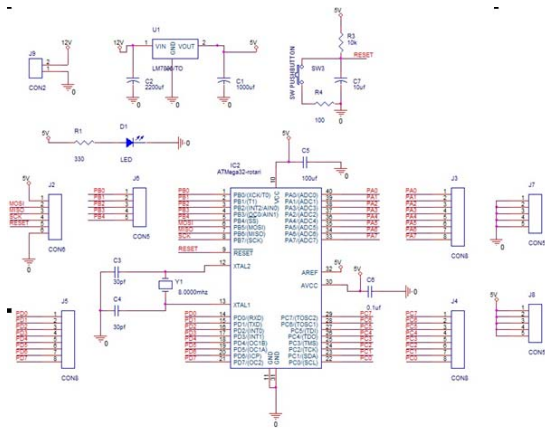
Gambar 2. Blok diagram sistem keseluruhan

Dalam sistem di atas mikrokontroler sebagai pemroses akan mendapatkan data input dari satu modul *ultrasound*. Modul *ultrasound* akan memberikan data berupa jarak antara robot dengan penghalang didepan modul *ultrasound* kemudian data tersebut diolah, dalam hal ini proses fuzzifikasi sedang berjalan. Hasil dari proses fuzzifikasi adalah untuk mengatur kecepatan langkah kaki robot quadropod yang digerakan oleh empat motor servo.

## Perancangan Perangkat Keras Microcontroller ATmega8535

Pada perancangan ini, mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengendali dari sistem secara keseluruhan. Mikrokontroler mempunyai tugas menerima inputan dari sensor *ultrasound* dan memberikan *output* ke LCD, dan motor servo.

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 32 buah I/O, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D. Adapun *minimum system* dari ATmega8535 dapat dilihat pada Gambar 3. berikut:



Gambar 3. Minimum System ATmega8535.

### Sensor *Ultrasonic PING)))™*

*Parallax Inc (2005)* menjelaskan bahwa *PING)))™* dapat mengukur jarak dari 3 cm sampai 300 cm. Pada dasarnya, *PING)))™* terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikropon ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sementara mikropon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya. Pada modul *PING)))™* terdapat 3 pin yang digunakan untuk jalur power supply (+5V), ground dan signal. Pin signal dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa tambahan komponen apapun. *PING)))™* mendeteksi objek dengan cara mengirimkan suara ultrasonik dan kemudian “mendengarkan” pantulan suara tersebut. *PING)))™* hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulsa trigger dari mikrokontroler (Pulsa high selama 5 $\mu$ S). Suara ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40KHz akan dipancarkan selama 200 $\mu$ S. Suara ini akan merambat di udara dengan kecepatan 344.424m/detik (atau 1cm setiap 29.034 $\mu$ S), mengenai objek untuk kemudian terpantul kembali ke *PING)))™*. Selama menunggu pantulan, *PING)))™* akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berhenti (low) ketika suara pantulan terdeteksi oleh *PING)))™*. Oleh karena itulah lebar pulsa tersebut dapat merepresentasikan jarak antara *PING)))™* dengan objek. Selanjutnya mikrokontroler cukup mengukur lebar pulsa tersebut dan mengkonversinya dalam bentuk jarak.



Gambar 4. *PING)))™*

Satu hal yang perlu diperhatikan adalah bahwa *PING)))™* tidak dapat mengukur objek yang permukaannya dapat menyerap suara, seperti busa atau sound damper lainnya. Pengukuran jarak juga akan kacau jika permukaan objek bergerigi dengan sudut tajam (meruncing).

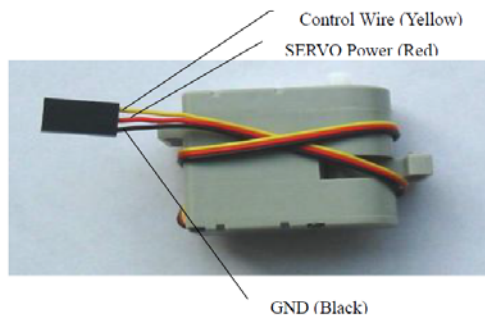
Penempatan sensor *ultrasound* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Penempatan sensor *ultrasound*

### Mini - Servomotor

Pemilihan motor untuk pergerakan kaki adalah sangat penting dalam menentukan unjuk kerja robot dalam melakukan pergerakan. Motor harus memiliki daya dan torsi yang cukup besar untuk mengatasi berat total robot. Dalam pembangunan robot ini jenis motor yang digunakan adalah motor servo, alasan penggunaan motor ini dikarenakan penggunaan motor servo tidak memerlukan gearbox serta rangkaian *driver*, hal ini disebabkan pada motor servo itu sendiri sudah terdapat *gearbox* dan *driver* elektronik sehingga motor servo dapat langsung dihubungkan dengan microcontroller. Selain itu untuk motor seukurannya motor servo mempunyai daya torsi yang cukup besar sehingga cocok untuk pembuatan robot berkaki.



Gambar 6. Mini – Servomotor

Untuk mengontrol pergerakan motor digunakan metoda PWM (*Pulsa Width Modulation*). PWM adalah merupakan suatu metoda untuk mengatur pergerakan motor dengan cara mengatur prosentase lebar pulsa high terhadap perioda dari suatu sinyal persegi dalam bentuk tegangan periodik yang diberikan ke motor.

Motor servo akan dapat menerima pulsa setiap 20 ms. Panjang dari pulsa akan berpengaruh terhadap perputaran dari motor, sebagai contoh jika panjang pulsa 1,5 ms, akan membuat motor berputar sebanyak 90 derajat, jika lebar pulsa lebih besar dari 1.5 ms, motor akan berputar mendekati 180 derajat sedangkan jika lebih kecil dari 1,5 ms motor akan berputar mendekati 0 derajat. Motor servo dapat berputar sebanyak 90 sampai 180 derajat, selain itu ada juga yang dapat berputar 360 derajat.

### Modul Display

*Modul display* merupakan *modul* yang berfungsi untuk menampilkan intruksi-intruksi program yang akan dijalankan dan informasi waktu yang dikirim oleh *microcontroller*. Informasi tersebut ditampilkan pada sebuah LCD 16 x 2.



Gambar 7. LCD

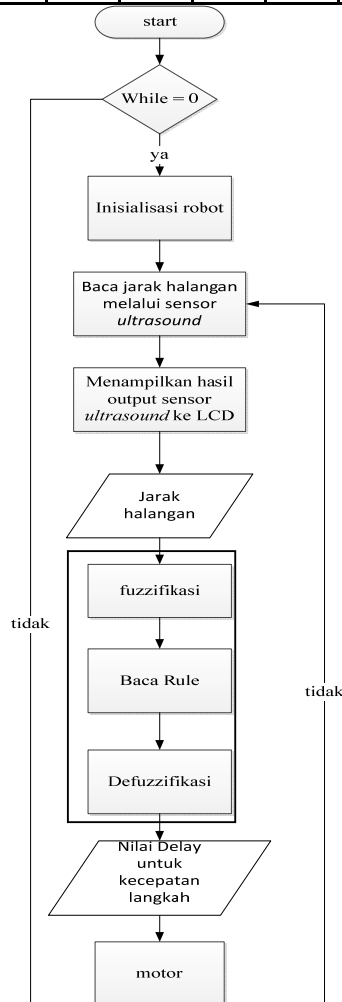
### Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak bertujuan untuk memperoleh jarak halangan dan menampilkannya pada LCD, serta mengatur pergerakan robot. Perancangan perangkat lunak terbagi dalam beberapa program antara lain : program motor servo, program membaca sensor, program LCD *display* dan algoritma fuzzy. Diagram alir perangkat lunak secara umum dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8. Diagram alir secara umum

Pada gambar 8. Dapat dilihat bahwa langkah yang pertama dilakukan adalah inialisasi robot, kemudian sensor membaca jarak halangan dan menampilkannya ke LCD. Setelah itu jarak halangan yang sudah terdeteksi akan jadi masukkan bagi algoritma fuzzy yang dimana keluaran dari proses algoritma fuzzy berupa nilai untuk mengatur kecepatan langkah kaki robot.

No	Input PWM	Posisi Servo 1	Posisi Servo 2	Posisi Servo 3	Posisi Servo 4	Posisi Servo 5	Posisi Servo 6	Posisi Servo 7	Posisi Servo 8
1	5	90°	-90°	-90°	-90°	-90°	-90°	-90°	-90°
2	10	45°	-45°	-45°	-45°	-45°	-45°	-45°	-45°
3	12	42°	-42°	-42°	-42°	-42°	-42°	-42°	-42°
4	15	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
5	18	42°	42°	42°	42°	42°	42°	42°	42°
6	20	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°
7	25	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°



## PENGUJIAN SISTEM

### Hasil pengujian

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap cara jalan robot, dan mengamati kecepatan langkah kaki robot berdasarkan jarak halangan yang dibaca oleh sensor *ultrasound* dan tertampil pada LCD.

- LCD dapat menampilkan jarak halangan serta output dari program fuzzy.
- Motor servo mampu bergerak dengan baik sesuai dengan nilai pwm dan program yang telah dibuat.
- Sensor *ultrasound* berjalan dengan baik dalam mendeteksi halangan.

No	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Terdeteksi (cm)
1	7	7.1
2	10	10
3	15	15.4
4	20	20.3
5	26	26
6	30	30.4
7	34	34
8	40	40.8
9	43	43.8
10	50	50.2
11	55	55.3
12	60	60
13	65.5	65.8
14	70	70
15	77	77.2
16	82.5	82.7

17	90	90
18	96	96.5
19	98	98.2
20	100	100

- d. Robot dapat berjalan maju dengan baik sesuai dengan keinginan dan program yang telah dibuat.

## KESIMPULAN & SARAN

### Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian ini, penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Motor servo dapat bergerak dengan baik sesuai dengan nilai pwm yang telah ditentukan, sehingga robot bisa berjalan dengan baik.
2. Algoritma fuzzy dan program robot quadropod yang dibuat mampu mengendalikan pergerakan robot, dan mengatur kecepatan langkah kaki robot dengan baik.

### Saran

Sebagai pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Menggunakan sistem pergerakan 3 DOF (Degree Of Freedom) untuk memperhalus gerakan kaki robot.
2. Penambahan jumlah motor sehingga robot dapat berjalan dengan beberapa variasi gerakan.
3. Peningkatan sensor baik penambahan jumlah sensor yang digunakan atau mengimplementasikan *webcam* pada robot sehingga robot dapat melakukan tugas yang lebih kompleks.

## DAFTAR PUSTAKA

ATMEL Corporation. 2005, ATmega8535, (Online). (<http://www.atmel.com> , diakses 20 Juli 2011 )

PARALLAX INC. 2006, (PING)))TM Ultrasonic Distance Sensor, (Online ). ( [www.parallax.com](http://www.parallax.com), diakses 17 Oktober 2011 )

Andrianto, Heri, 2008. "Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16

Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)". Informatika. Bandung.

Budiharto, Widodo. 2010, *Robotika Teori + Implementasi*. Yogyakarta : Penerbit Andi Offset.

Sri Kusumadewi, Hari Purnomo, 2010. Aplikasi Logika Fuzzy, edisi 2

Yogyakarta, Graha Ilmu.

LCD-MODULES, diakses 15 November 2011

URL : ( [www.lcd-modules.com.tw](http://www.lcd-modules.com.tw) )

Mengukur Jarak Dengan Sensor Ultrasound , diakses pada 5 Januari 2012

URL : ( <http://blog.indorobotika.com/arduino/mengukur-jarak-dengan-sensor-ultrasonik-dan-arduino.html> )