

# IMPLEMENTASI METODE *FUZZY* SUGENO PADA ROBOT KAPAL PENGHINDAR RINTANGAN

Sarmayanta Sembiring<sup>1</sup>

Jurusan Sistem Komputer, Universitas Sriwijaya  
Indralaya, Indonesia.

E-mail : sarmayanta@ilkom.unsri.ac.id

Rossi Passarella<sup>2</sup>, Hendra Setiawan<sup>3</sup>, Yandi Prasetya<sup>4</sup>

Jurusan Sistem Komputer, Universitas Sriwijaya  
Indralaya, Indonesia.

E-mail : <sup>2</sup>rossi.passarella@ilkom.unsri.ac.id,

<sup>3</sup>q\_hendra@ymail.com

<sup>4</sup>yandiprasetya@gmail.com

**Abstract**—This research was designed a control *fuzzy* system using Sugeno method for obstacle avoidance behavior on a ship robot. Ultrasonic sensor (SRF05) is applied as input sensor for detecting and measuring a distance of obstacles. This single sensor is setting with 3 zone area which area zone 600, zone 900 and zone 1200. The sensor is controlling by servo motor more over this output of sensor is using as input data for *fuzzy* Sugeno which is processed in microcontroller. The microcontroller is sending the output result from *fuzzy* Sugeno to a servo motor which is then controlling the driving rudder. The experiment result show the sensor is covering the distance of 10 cm to 200 cm for 3 zones respectively the maneuver of ship robot is able to move freely without colliding due to maximum error of angle of rudder is 3,684%.

**Keywords**— Obstacle Avoidance Behavior; Fuzzy ; Servo Motor; Ultrasonic Sensor

## I. PENDAHULUAN

Perilaku menghindari rintangan merupakan salah satu perilaku yang membawa robot bergerak bebas tanpa bertabrakan dan merupakan perilaku yang fundamental dalam topik mobile robot autonomous. Ultrasonik merupakan salah satu sensor yang dapat digunakan dalam sistem navigasi robot kapal sebagai pendeteksi jarak, dengan range 1 s/d 300 cm dengan persentase akurasi rata-rata 0,245 seperti yang dilakukan dalam penelitian [1,2].

Pentingnya perilaku penghindar rintangan pada mobile robot autonomous mendorong penulis untuk memecahkan permasalahan perilaku penghindar rintangan pada robot kapal dengan menggunakan sensor ultrasonik sebagai pengukur jarak dan radar dalam menentukan jarak rintangan terhadap robot kapal dengan pertimbangan jangkauan deteksi yang jauh, akurasi yang baik dan harga yang terjangkau. Dalam penelitian ini akan menggunakan sebuah sensor ultrasonik yang dapat berputar sejauh 60° dengan sudut 60° – 120° dengan menggunakan motor servo 180° sehingga sistem ini dapat dimanfaatkan sebagai radar yang dapat mendeteksi jarak kapal terhadap rintangan sekaligus mengetahui sudut kapal terhadap rintangan.

Untuk merealisasikan sistem kendali dengan perilaku penghindar rintangan, perancangan algorima perlu dipertimbangkan agar robot kapal dapat bergerak bebas tanpa bertabrakan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan

adalah dengan menggunakan sistem kendali *fuzzy*. Penggunaan logika *fuzzy* didasarkan pada kemampuannya menangani masalah-masalah ketidak pastian. Masalah-masalah ketidak pastian tersebut terdapat pada sensor, aktuator, dan lingkungan [3]. Dalam penelitian [4] mengusulkan pengendalian pada kapal autonomous menggunakan logika *fuzzy* dalam melakukan navigasi yang dilakukan secara real-time dikarenakan *fuzzy* mampu melakukan pengontrolan dengan baik pada penerapan kapal autonomous.

Berdasarkan uraian tersebut maka penulis akan merancang sistem kendali dalam penelitian ini dengan menerapkan sistem kendali *fuzzy* menggunakan metode Sugeno sebagai kendali robot kapal trimaram dengan perilaku penghindar rintangan.

## II. PERANCANGAN SISTEM

Dalam penelitian ini sebuah sensor ultrasonik yang diputar dengan motor servo pada sudut 60°, 90° dan 120° akan mendeteksi rintangan pada sisi kiri, tengah dan kanan robot kapal. Jarak rintangan ini akan menjadi *crisp input* sistem kendali *fuzzy* yang akan menghasilkan *output* berupa sudut *rudder* sehingga robot kapal dapat bergerak bebas tanpa bertabrakan. Dalam penelitian ini penggerak *rudder* menggunakan motor servo dan *propeller* digerakkan dengan motor DC dengan kecepatan konstan, Gambar 1 menunjukkan desain robot kapal dan Gambar 2 menunjukkan perancangan sistem elektronik secara keseluruhan.

### A. Perancangan sensor jarak

Sensor jarak yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor ultrasonik SRF05. Prinsip kerja sensor ini adalah transmitter mengirimkan seberkas gelombang ultrasonik, lalu diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari obyek. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan obyek, sehingga jarak sensor dengan obyek dapat ditentukan persamaan 1.

$$\left[ \frac{(t_{in} s \times 344 \frac{m}{s})}{2} \right] \dots \dots \dots (1)$$

Mikrokontroler mengirimkan pulsa positif melalui pin TRIGGER minimal 10  $\mu$ s, selanjutnya SRF05 akan mengirimkan pulsa positif melalui pin ECHO selama 100  $\mu$ s hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak obyek. Dalam penelitian ini pin sensor ultrasonik SRF05 dihubungkan dengan pin mikrokontroler ATmega8535 dengan pin *echo* terhubung ke PORTB.2 dan pin *trigger* terhubung ke PORTB.3, berikut ini merupakan petikan program sensor jarak.

```
void sensor()
{
    unsigned int i;
    jarak=0;
    delay_us(100);
    trigger=1; //tout, H=5 us
    delay_us(15);
    trigger=0;
    delay_us(100);
    while(!echo);
    for (i=0;i<=299;i++)
    {
        if (echo) {jarak++;}
        delay_us(57);
    }
}
```

#### B. Perancangan penggerak sensor jarak

Desain motor servo untuk menggerakkan sensor ultrasonik ditunjukkan pada Gambar 1. Dalam penelitian ini memanfaatkan metode PWM (Pulse Width Modulation), dengan metode PWM dapat dihasilkan gerakan servo yang cukup akurat dengan resolusi yang sesuai dengan yang diinginkan. Pin motor servo ini dihubungkan dengan PORTD.4 mikrokontroler ATmega8535, berikut ini merupakan petikan program motor servo penggerak sensor ultrasonik.

```
void servo_sensor (int y)
{
    float a = (float)y;
    float x = (a+60.391)/0.2111;
    OCR1B = x;
}
```

#### C. Perancangan rudder

*Rudder* sebagai kemudi robot kapal digerakkan dengan menggunakan motor servo seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Metode yang digunakan dalam perancangan perangkat lunak sama dengan metode Perancangan penggerak sensor jarak. Pin motor servo ini dihubungkan dengan PORTD.5 mikrokontroler ATmega8535, berikut ini merupakan petikan program *rudder*.

```
void servo_rudder (int y)
{
    float a = (float)y;
    float x = (a+67.427)/0.2111;
    OCR1A = x;
}
```

#### D. Perancangan kendali fuzzy

Sistem inferensi *fuzzy* yang digunakan pada sistem ini menggunakan metode Sugeno. Pada metode ini untuk mendapatkan *output* diperlukan empat tahapan, yaitu pembentukan himpunan *fuzzy* (fuzzifikasi), pemberian basis aturan, inferensi dan penegasan (defuzzifikasi). Basis aturan menggunakan mekanisme min-max, sedangkan untuk defuzzifikasi menggunakan metode *Weighted Average* [5].

Dalam penelitian ini 3 buah fungsi keanggotaan input dirancang dengan bentuk yang sama untuk fungsi keanggotaan variabel kiri, variabel tengah dan variabel kanan dan setiap variabel input kiri, tengah dan kanan dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, ketiga himpunan *fuzzy* tersebut Dekat (D), Sedang (S) dan Jauh (J). Dengan fungsi keanggotaan *output* dalam bentuk singleton seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Basis aturan secara lengkap terdiri atas 27 aturan seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilaksanakan desain robot kapal, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak, tahap selanjutnya dilakukan pengujian untuk setiap bagian robot kapal dan pengujian secara keseluruhan untuk memastikan rancangan telah berjalan dengan baik.

#### A. Pengujian pembacaan sensor jarak

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dengan cara membandingkan jarak sebenarnya rintangan terhadap robot dan jarak hasil pembacaan sensor ultrasonik. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian untuk daerah pembacaan sensor ultrasonik kiri ( $120^\circ$ ), tengah ( $90^\circ$ ) dan kanan ( $60^\circ$ ).

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa *error* tertinggi 3,684%. Dapatlah disimpulkan bahwa sensor ultrasonik SRF05 dengan program yang dirancang dapat mendeteksi jarak dengan baik pada jarak 10 cm s.d. 200 cm.

#### B. Pengujian penggerak sensor jarak

Pengujian dilakukan dengan memberikan nilai sudut yang diinginkan pada program, yaitu  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  dan  $120^\circ$ . Tabel 3 menunjukkan Hasil pengujian motor servo penggerak sensor jarak. Dari Tabel 3 terlihat perbedaan sudut yang diinginkan dengan sudut sebenarnya, sudut sebenarnya akan lebih kecil dari sudut yang diinginkan untuk sudut yang diinginkan lebih kecil dari  $90^\circ$  dan sebaliknya sudut sebenarnya akan lebih besar untuk sudut yang diinginkan lebih besar dari  $90^\circ$ . Perbedaan sudut sebenarnya dengan sudut yang diinginkan memiliki selisih terbesar pada saat sudut yang diinginkan adalah  $120^\circ$  dengan selisih  $10^\circ$ .

#### C. Pengujian rudder

Pengujian dilakukan dengan memberikan nilai sudut *rudder* yang diinginkan, yaitu  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$  dan  $150^\circ$ . Tabel 4 menunjukkan Hasil pengujian motor servo *rudder*. Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4 terdapat selisih terbesar  $3^\circ$  dari sudut servo yang diinginkan dengan keadaan

sebenarnya pada saat sudut yang diinginkan lebih besar dari  $90^0$ .

#### D. Pengujian kendali fuzzy

Hasil pengujian sistem kendali fuzzy ditunjukkan pada Tabel 5 dengan memberikan variasi jarak rintangan. Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 5 output sudut rudder yang dihasilkan sistem kendali fuzzy telah sesuai dengan perhitungan secara manual, dimana untuk sudut servo  $33^0$  adalah  $33,829^0$ , untuk sudut servo  $70^0$  adalah  $70,9^0$ , untuk sudut servo  $85^0$  adalah  $85,609^0$ , dan untuk sudut servo  $144^0$  adalah  $144,473^0$ .

### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian terhadap sub sistem dan sistem secara keseluruhan, dapatlah dibuat suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Sebuah sensor ultrasonik yang diputar dengan motor servo dapat mendeteksi jarak pada sisi kiri, tengah dan kanan dengan *error* terbesar 3,684%.
2. Terdapat selisih sudut yang diinginkan terhadap keadaan sebenarnya dengan selisih sudut terbesar  $10^0$  pada motor servo-1.
3. Terdapat selisih sudut yang diinginkan terhadap keadaan sebenarnya dengan selisih sudut terbesar  $3^0$  pada motor servo-2.

Kendali logika fuzzy telah dapat diimplementasikan pada robot kapal trimaran dengan perilaku menghindari rintangan.

**Tabel 1.** Basis Aturan [5]

No	Input Daerah Sensor			Output
	Kiri	Tengah	Kanan	Motor Servo
1	Dekat	Dekat	Dekat	Kekanan
2	Dekat	Dekat	Sedang	Kekanan
3	Dekat	Dekat	Jauh	Kekanan
4	Dekat	Sedang	Dekat	Kekanan
5	Dekat	Sedang	Sedang	Kekanan
6	Dekat	Sedang	Jauh	Kanan Sedang
7	Dekat	Jauh	Dekat	Kekanan
8	Dekat	Jauh	Sedang	Kekanan
9	Dekat	Jauh	Jauh	Kanan Sedang
10	Sedang	Dekat	Dekat	Kekiri
11	Sedang	Dekat	Sedang	Kekanan
12	Sedang	Dekat	Jauh	Kanan Sedang
13	Sedang	Sedang	Dekat	Kekiri
14	Sedang	Sedang	Sedang	Kekanan
15	Sedang	Sedang	Jauh	Kekanan
16	Sedang	Jauh	Dekat	Kekiri
17	Sedang	Jauh	Sedang	Lurus
18	Sedang	Jauh	Jauh	Lurus
19	Jauh	Dekat	Dekat	Kekiri
20	Jauh	Dekat	Sedang	Kekiri
21	Jauh	Dekat	Jauh	Kekiri
22	Jauh	Sedang	Dekat	Kekiri
23	Jauh	Sedang	Sedang	Kiri Sedang
24	Jauh	Sedang	Jauh	Kiri Sedang
25	Jauh	Jauh	Dekat	Kiri Sedang
26	Jauh	Jauh	Sedang	Lurus

27	Jauh	Jauh	Jauh	Lurus
----	------	------	------	-------

**Tabel 2.** Hasil pengujian pembacaan sensor jarak

Jarak Sebenarnya Menggunakan Meteran (cm)			Hasil Pengujian (cm)			Error Pengukuran (%)		
Kanan	Tengah	Kiri	Kanan	Tengah	Kiri	Kanan	Tengah	Kiri
10	10	10	10	10	10	0	0	0
30	30	40	30	30	40	0	0	0
40	50	60	40	50	59	0	0	1.667
60	60	70	59	59	69	1.667	1.667	1.429
80	80	90	79	79	88	1.25	1.25	2.222
100	80	100	98	79	99	2	1.25	1
120	130	100	117	126	98	2.5	3.08	2
140	120	130	136	118	126	2.837	1.667	3.077
160	150	170	155	145	164	3.125	3.333	3.529
180	190	200	174	183	193	3.333	3.684	3.5
200	180	190	194	174	183	3	3.333	3.684

**Tabel 3.** Hasil pengujian penggerak sensor jarak

Sudut pada Program	Sudut Sebenarnya
$60^0$	$55^0$
$90^0$	$83^0$
$120^0$	$110^0$

**Tabel 4.** Hasil pengujian rudder [5]

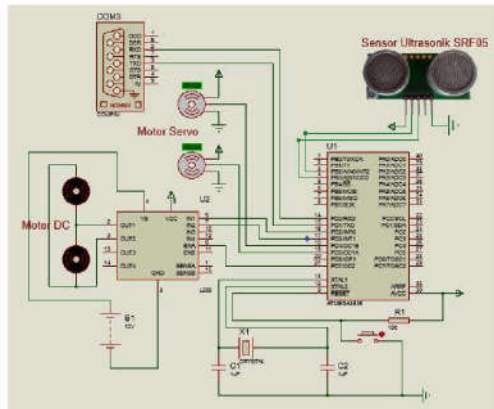
Sudut pada Program	Sudut Sebenarnya
$30^0$	$32^0$
$60^0$	$61^0$
$90^0$	$90^0$
$120^0$	$117^0$
$150^0$	$147^0$

**Tabel 5.** Hasil pengujian kendali fuzzy

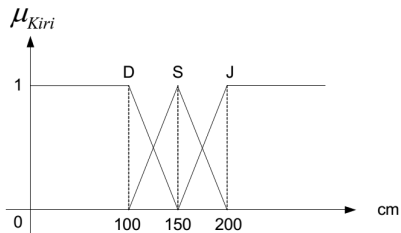
Sensor kiri (cm)	Sensor Tengah (cm)	Sensor Kanan (cm)	Sudut Rudder ( $^0$ )
300	300	266	90
217	300	250	90
300	300	235	90
178	300	219	90
161	300	202	90
148	300	187	85
277	300	171	90
264	300	150	90
254	128	128	133
244	131	107	144
227	227	96	120
154	218	117	128
121	212	210	72
108	131	200	48
117	187	189	61
169	167	174	74
141	147	156	33
122	127	136	70
107	113	132	51



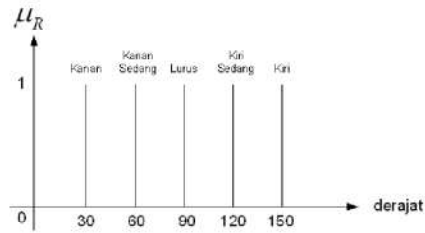
**Gambar 1.** Desain robot kapal



**Gambar 2.** Perancangan Sistem Elektronik Keseluruhan [5]



**Gambar 3.** Fungsi Keanggotaan Variabel Kiri [5]



**Gambar 4.** Fungsi Keanggotaan Output [5]

## Referensi

- [1]. Prasetyo, H. P., & SA, I. A. (2012). PERANCANGAN SISTEM NAVIGASI PADA KAPAL (MCST-1 SHIP AUTOPILOT) UNTUK Mendukung SISTEM AUTOPILOT
- [2]. Prime Ade Furiyanti, 2013. Perancangan Sistem Navigasi Autonomous Mobile Robot Menggunakan Radar Ultrasonik Multi sensor Untuk Aplikasi Obstacle Avoidance. Institut Teknologi Bandung: Bandung
- [3]. Zadeh, L. A. (1965). *Fuzzy sets*. Information and control, 8(3), 338-353.
- [4]. Vaneck, T. W. (1997). *Fuzzy guidance controller for an autonomous boat*. Control Systems, IEEE, 17(2), 43-51.
- [5]. Sembiring, S., Passarella, R., Setiawan, H., & Prasetya, Y. (2015). PERANCANGAN SISTEM KENDALI PENGHINDAR RINTANGAN PADA ROBOT KAPAL TRIMARAM. Forum In Research, Science, and Technology (FIRST) (pp. A-143-A-150). Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya..