

PENGEMBANGAN DESAIN MEKANIK DAN ELEKTRIK SISTEM PENENDANG PADA ROBOT SEPAK BOLA BERODA DENGAN METODE *FUZZY LOGIC*

Fahreza Haqqi¹, M Basuki Rahmat², Agus Khumaidi³

¹²³Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
E-mail : fahrezahaqqi@student.ppn.ac.id

Abstrak

Kontes robot Indonesia memiliki beberapa kategori untuk diperlombakan, salah satunya ialah kontes robot sepak bola beroda. Secara umum peraturan lomba robot sepak bola beroda yaitu berebut bola pada lapangan dan mencetak gol, tim yang mencetak gol lebih banyak dinyatakan sebagai pemenangnya. Dari penjelasan rule tersebut disimpulkan bahwa mencetak gol menjadi kriteria utama perlombaan. Gol sendiri terjadi akibat tendangan robot yang masuk menuju gawang, tetapi pada perlombaan terdapat faktor yang mempengaruhi terjadinya gol. kemampuan tendangan robot, robot musuh menghalangi lintasan tendangan dan akurasi tendangan merupakan beberapa faktor yang berpengaruh. Berdasarkan permasalahan di atas peneliti melakukan pengendalian kecepatan dan sudut tendangan menggunakan *fuzzy* sehingga dapat berubah dinamis mengikuti *input* yang diberikan, *Input* berupa jarak Penghalang terhadap robot, jarak gawang dan tinggi Penghalang. Nantinya *output* berupa PWM *motor* dan ketinggian kaki penendang. Dengan penelitian tersebut diharapkan tendangan dapat melampaui *object* yang menghalangi sehingga peluang terjadinya gol lebih tinggi. Dari percobaan yang telah dilakukan robot dapat menentukan jarak gawang, jarak penghalang, dan tinggi penghalang dengan baik dengan tingkat keberhasilan membuat gol 93.75%.

Kata kunci: Robot, Sepakbola beroda *Fuzzy logic*.

1. PENDAHULUAN

Dalam kategori robot sepak bola beroda di Indonesia, terdapat aturan umum seperti pertandingan sepak bola dengan dua tim saling berhadapan di lapangan dengan ukuran tertentu, kedua tim akan saling bersaing dengan mencetak gol sebanyak-banyaknya ke gawang lawan. Tim yang mencetak gol terbanyak dalam waktu yang ditentukan adalah pemenang dalam kompetisi. Dalam perlombaan satu tim yang terdiri dari 3 robot, satu robot penjaga gawang dan dua robot sebagai pemain, kedua belah pihak akan memperebutkan bola dengan cara mengejar dan memblokir bola. Awalnya robot akan berusaha mengejar dan mendapatkan bola setelah itu bola akan ditendang ke arah gawang lawan, namun setiap tendangan belum tentu menjadi gol, banyak faktor yang mempengaruhi mulai dari kecepatan tendangan, sudut tendangan (posisi bola bola saat ditendang), robot lawan menghadang di depan saat akan menendang.

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Desain dan Implementasi Kecepatan Tendangan dan Kontrol Sudut Pada Robot

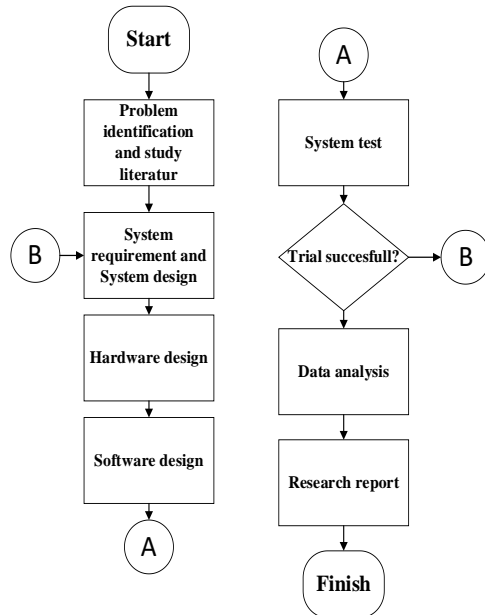
Sepak Bola Beroda Menggunakan *Neural Network*” yang ditulis oleh Zainul Afif Cholidin membahas tentang pengaturan kecepatan dan tinggi kaki penendang dengan metode *neural network*, dalam karyanya Penelitian *aktuator* penendang menggunakan solenoida yang dirakit sendiri dengan jarak maksimum yang terbatas dan terkadang terkendala waktu tunggu pengisian [1].

Dari permasalahan tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan pengontrolan kecepatan dan sudut tendangan menggunakan motor DC PG 45 sebagai pengganti solenoida menggunakan metode *fuzzy*. Untuk *input* dan pengolahan yaitu jarak benda penghalang, jarak robot ke gawang, dan tinggi penghalang yang akan diolah sehingga diperoleh nilai untuk pengendalian kecepatan motor *kicker* dan *setting*. ketinggian kaki penendang yang dapat menyesuaikan kondisi di lapangan agar bola tendangan tidak mengenai objek dan langsung menuju gawang. lawan dengan persentase yang lebih tinggi dari sebelum dilakukan proses kontrol.

2. METODE

2.1 Alur penelitian

Secara sistematis langkah-langkah dalam penelitian dibuat dalam bentuk diagram alir seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.1**



Gambar 2.1 Flowchart penelitian

Berdasarkan diagram *flowchart*, perancangan dan perancangan sistem merupakan panduan dalam perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Untuk memastikan seluruh sistem yang telah dirancang berjalan sesuai dengan yang diharapkan maka dilakukan pengujian sistem. Setelah pengujian sistem berhasil, tahap selanjutnya adalah analisis data dan pembuatan buku laporan

2.2 Identifikasi Masalah

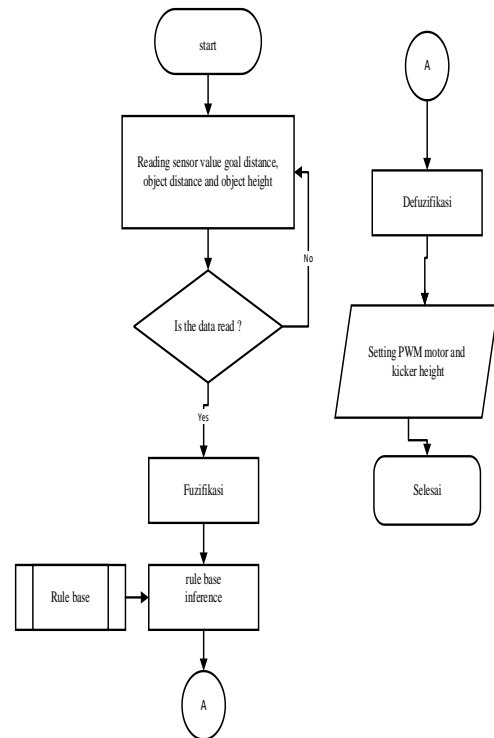
Pada sistem ini permasalahan yang diangkat adalah meminimalkan kesalahan tendangan dan waktu sebelum tendangan sehingga sistem tendangan menjadi lebih cepat dan tepat dengan tiga parameter masukan jarak gawang, jarak benda, dan tinggi benda.

2.3 Studi Literatur

Pada tahap ini penulis mencari informasi sebanyak-banyaknya tentang konsep-konsep yang akan digunakan dalam penelitian. Pencarian dilakukan terkait informasi tentang logika *Fuzzy* [2], jarak citra polaroid[3], deteksi ambang batas warna [4]. Informasi ini diharapkan dapat mendukung penyelesaian penelitian ini.

2.4 Sistem Plan

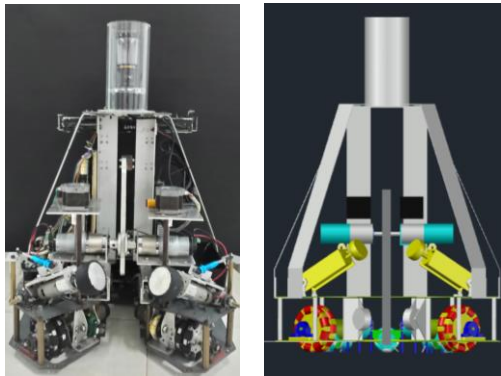
Perancangan dan perancangan sistem merupakan tahapan yang digunakan untuk memberikan gambaran tentang sistem yang digunakan dalam penelitian. Penelitian ini menggunakan peralatan yaitu laptop dengan spesifikasi prosesor GPU, kamera *omnidirection* dengan resolusi kamera 640 x 480 sebagai *input* gambar, dan motor DC untuk *output*. *Flowchart* sistem pada penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 2.2**



Gambar 2.2 Flowchart Sistem

2.5 Hardware Design

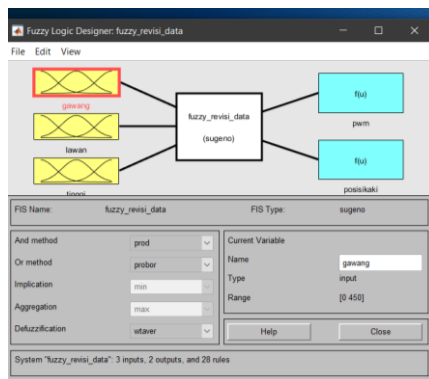
Perancangan perangkat keras bertujuan untuk memberikan gambaran tentang alat-alat yang digunakan. Pada **Gambar 2.3**, apakah perangkat keras menggunakan kamera *omnidirectional* di atas untuk mendeteksi objek, motor DC untuk *kicker*, Motor *stepper* untuk *aktuator* vertikal, dan komponen lainnya.



Gambar 2.3 Hardware Design

2.6 Software Design

Dalam penelitian ini sistem menggunakan logika *fuzzy* untuk proses utama dengan tiga *input* dan dua *output*. *Input*nya adalah jarak gawang, jarak benda, dan tinggi benda. Untuk *output*nya adalah motor PWM dan posisi *kicker*.



Gambar 2.4 Software Design

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Fuzzy Rulebase

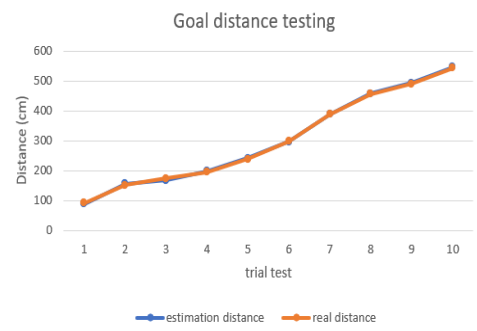
Berikut *rulebase fuzzy* yang digunakan pada sistem penelitian ini.

Tabel 1. Rulebase fuzzy

No	Input			Output	
	Jarak gawang	Jarak Penghalang	Tinggi Penghalang	Kecepatan penendang	Posisi penendang
1	Sangat dekat	Sangat dekat	Tinggi	Sedang	Rendah
2	Sangat dekat	Sangat dekat	Rendah	Rendah	Rendah
3	Sangat dekat	Dekat	Tinggi	Sedang	Rendah
4	Sangat dekat	Dekat	Rendah	Rendah	Rendah
5	Dekat	Sangat dekat	Tinggi	Sedang	Rendah
6	Dekat	Sangat dekat	Rendah	Rendah	Sedang
7	Dekat	Dekat	Tinggi	Sedang	Rendah
8	Dekat	Dekat	Rendah	Rendah	Sedang
9	Dekat	Sedikit jauh	Tinggi	Tinggi	Rendah
10	Dekat	Sedikit jauh	Rendah	Rendah	Tinggi
11	Dekat	Jauh	Tinggi	Tinggi	Sedang
12	Dekat	Jauh	Rendah	Rendah	Tinggi
13	Sedikit jauh	Sangat dekat	Tinggi	Tinggi	Rendah
14	Sedikit jauh	Sangat dekat	Rendah	Rendah	Tinggi
15	Sedikit jauh	Dekat	Tinggi	Tinggi	Sedang
16	Sedikit jauh	Dekat	Rendah	Sedang	Sedang
17	Sedikit jauh	Sedikit jauh	Tinggi	Sedang	Tinggi
18	Sedikit jauh	Sedikit jauh	Rendah	Sedang	Sedang
19	Sedikit jauh	Jauh	Tinggi	Tinggi	Sedang
20	Sedikit jauh	Jauh	Rendah	sedang	Sedang
21	Jauh	Sangat dekat	Tinggi	Tinggi	Tinggi
22	Jauh	Sangat dekat	Rendah	sedang	Tinggi
23	Jauh	Dekat	Tinggi	Tinggi	Tinggi
24	Jauh	Dekat	Rendah	sedang	Tinggi
25	Jauh	Sedikit jauh	Tinggi	Tinggi	Tinggi
26	Jauh	Sedikit jauh	Rendah	sedang	Tinggi
27	Jauh	Jauh	Tinggi	Tinggi	Tinggi
28	Jauh	Jauh	Rendah	sedang	Tinggi

3.2 Pengujian Jarak Gawang

Pengujian ini merupakan pengembangan yang dilakukan untuk mengetahui jarak robot ke tujuan dari pembacaan sensor *rotary encoder* yang telah diolah dengan data matematis [5]. Pada pengujian ini jarak diukur dari bagian depan robot ke garis gawang. Berdasarkan hasil pengujian seperti terlihat pada **Gambar 3.1** menggunakan 10 data jarak, *error* terbesar adalah 3,01% dengan selisih jarak 5,2 cm.

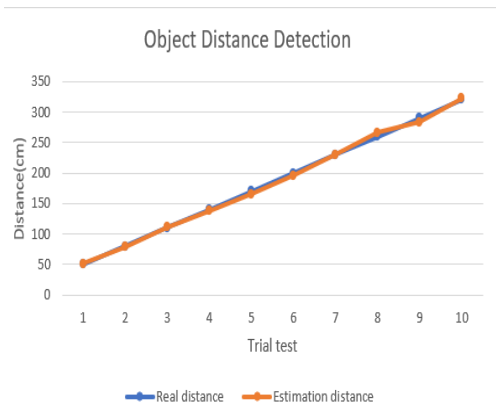


Gambar 3.1 Grafik pengujian jarak gawang

3.3 Pengujian Jarak Penghalang

Tes ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kamera dalam mendeteksi objek

yang dianggap lawan. Berdasarkan hasil pengujian seperti pada **Gambar 3.2** menggunakan 10 data jarak, *error* terbesar adalah 2,64% dengan selisih jarak 4,5 cm



Gambar 3.2 Grafik pengujian jarak penghalang

3.4 Pengujian tinggi lawan

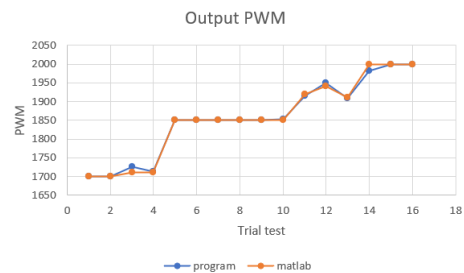
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kamera dalam mendeteksi ketinggian suatu benda penghalang. Nilai tersebut didapatkan dari hasil pendeteksian kontur objek kemudian dibangkitkan piksel tinggi dari *bounding box* yang terdeteksi. Berdasarkan hasil pengujian seperti terlihat pada Tabel dengan menggunakan 10 data jarak, *error* terbesar adalah 11,74% dengan selisih tinggi 8,2 cm.

Tabel 2. pengujian tinggi lawan

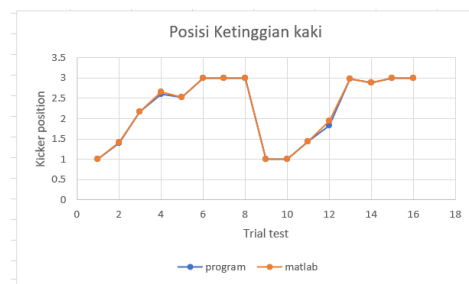
<i>Real Height</i>	<i>Estimation Height</i>	<i>Error</i>
40	40.59	1.47%
40	42.63	6.57%
40	44.65	11.62%
40	42.92	5.72%
40	40.22	0.55%
70	72.45	3.5%
70	74.84	6.91%
70	68.95	1.5%
70	78.22	11.74%
70	74.72	6.74%
<i>Average Error</i>		4.96%

3.5 Fuzzy Testing

Pada sub bab ini akan diuji nilai *fuzzy* yang telah dibuat sebelumnya mulai dari perhitungan program bahasa c dan hasil *toolbox* Matlab. Nanti akan diketahui ada atau tidaknya perbedaan antara keduanya. Berdasarkan hasil pengujian seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.3** dan 3.4 menggunakan 16 data, *error* terbesar adalah 5,64% dengan selisih 0,9 poin



Gambar 3.3 Fuzzy PWM output



Gambar 3.4 Fuzzy Position kicker output

3.6 Pengujian Tendangan

pengujian tendangan robot ke arah gawang dengan asumsi robot telah membawa bola dan tanpa penjaga gawang, kemudian penghalang diletakkan masih di depan robot dengan jarak tertentu, posisi robot tetap sesuai aturan kompetisi *online* tanpa ada lawan yang bergerak.

Tabel 3. pengujian tendangan

No	Goal Distance	Object Distance	Object Height	Result
1	461	152	68	
2	428	210	74	
3	364	126	77	
4	327	159	68	
5	282	130	68	
6	258	120	70	
7	226	102	72	
8	187	80	73	
9	450	94	37	
10	412	234	44	
11	375	187	41	
12	340	173	40	
13	280	84	38	
14	244	93	45	
15	180	80	40	
16	143	70	38	
Average Result				93.75%

4. KESIMPULAN

Dari pengujian yang telah dilakukan, hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode *fuzzy* untuk menentukan PWM dan tinggi kaki penendang dapat bekerja dengan baik, dengan nilai *input* berupa jarak gawang, jarak penghalang, dan tinggi penghalang yang memiliki rata-rata error sebesar 2,72%. Hasil program dan *toolbox* terdapat perbedaan MATLAB dengan rata-rata 0,37%.
2. Pengujian sistem diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 93,75% dari 16 kali uji coba, setiap uji coba dilakukan 3 kali uji coba. Jarak gawang efektif untuk sistem tendangan adalah 226 cm sampai dengan 461 cm dengan jarak penghalang lebih dari 102 cm.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cholidin, Z, A. "Desain dan Implementasi Pengendalian Kecepatan dan Sudut Tendangan Pada Robot Sepak Bola Beroda dengan Neural Network," 2020.
- [2] Purnomo, R, A. "Implementasi Metode Fuzzy Sugeno pada Embedded Sytem untuk mendeteksi Kondisi Kebakaran Dalam Ruangan," 2017.
- [3] Pangestu, N, D. "Implementasi metode

polynomial regression pada omnidirectional camera untuk estimasi jarak bola terhadap robot penjaga gawang sepak bola beroda," 2020.

- [4] Khumaidi, A. "Implementasi Pengolahan Video dengan Metode Color Threshold pada Prototype Kapal Pendeteksi Korban Kecelakaan Laut Berbasis Android," 2015.
- [5] Borenstein, J. and Feng, L. 'Gyrodometry: a new method for combining data from gyros and odometry in mobile robots', in *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pp. 423–428. doi: 10.1109/robot.1996.503813, 1996.