

Desain dan Implementasi Kendali Cerdas untuk Robot *Quadpod* (Berkaki Empat) – Studi Kasus Robot Pemadam Api (RPA)

Muhammad Bagus Bintang Timur¹⁾, Achmad Fanany Onnilita Gaffar²⁾, Agusma Wajiansyah³⁾

^{1,2,3)}Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Samarinda
mc.bintang@gmail.com

Abstract

In robot fire extinguisher not only extinguish the fire but search for space contained by fire. When a robot searches for a fire inside the room, the robot goes through the process and tries to know the surroundings in order to know the position of the robot and to know what action to take, on positioning not only knowing where the robot is but also knowing the direction of the robot. This study aims to build intelligent control based Fuzzy Logic (Logic Samar) to determine the position of robots are located when inside the arena or the environment. Fuzzy Logic Testing using Matlab Software (software). The sensor data as a reference environment is built on Random (random). Once data is built, data is then processed using Fuzzy Logic. The result will be robot position. From that position it will be known where the robot and what decisions to take.

Keywords: Artificial Intelligent, Fuzzy Logic, Robot, Quadpod.

Abstrak

Pada robot pemadam api tidak hanya sekedar memadamkan api melainkan mencari ruang yang terdapat api. Ketika robot mencari api yang terdapat didalam ruangan, robot melakukan proses berjalan dan berusaha mengetahui lingkungan sekitar agar dapat mengetahui posisi robot berada dan mengetahui tindakan apa yang harus diambil, pada penentuan posisi tidak hanya mengetahui dimana robot berada tapi juga mengetahui posisi arah robot. Penelitian ini bertujuan untuk membangun Kendali Cerdas berbasis Fuzzy Logic (Logika Samar) untuk menentukan posisi robot berada ketika berada didalam arena atau lingkungan sekitar. Pengujian Fuzzy Logic menggunakan Software (perangkat lunak) Matlab. Data sensor sebagai referensi lingkungan dibangun secara Random (acak). Setelah data dibangun, data kemudian diproses menggunakan Fuzzy Logic. Hasil proses akan berupa Posisi robot. Dari posisi tersebut maka akan diketahui robot berada dimana dan keputusan apa yang harus diambil.

Kata Kunci: Kendali Cerdas, Fuzzy Logic, Robot, Quadpod.

1. Pendahuluan

Sebagian besar dari penelitian – penelitian awal di bidang robotika modern didukung oleh kepentingan – kepentingan komersil, sasarannya secara ekonomis adalah mengembangkan robot – robot perakitan yang dapat dipergunakan di pabrik – pabrik untuk meningkatkan produktivitas dan konsistensi. Robotika merupakan disiplin ilmu yang didominasi oleh bidang – bidang keilmuan yang lebih tradisional seperti teknik mekanika (mesin) dan teknik elektro. Pengembangan perangkat – perangkat semisal penggenggam presisi tinggi (*Precision gripper*) dan lengan yang sangat fleksibel (*Highly flexible elbow*) seringkali lebih

diutamakan ketimbang pengembangan kecerdasan yang mendasari kemampuan perangkat – perangkat tersebut. [1]

Keuntungan robot berkaki ialah mampu bergerak di daerah yang halus atau kasar, bergelombang dan tidak rata atau datar, memanjat tangga, menghindar dan melangkah di atas halangan. Salah satu jenis robot berkaki yang paling banyak digunakan ialah robot *Hexapod* (berkaki enam). *Hexapod* memiliki banyak keuntungan di antaranya ialah Fleksibilitas dalam pola gerakan, karena robot memiliki kestabilan statis jika tiga atau lebih kakinya ada di tanah. [2]

Kecerdasan buatan merupakan salah satu bagian dari ilmu komputer yang

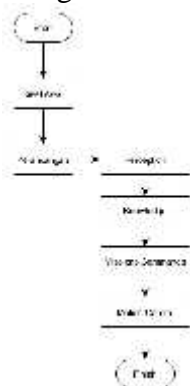
mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia bahkan bisa lebih baik daripada yang dilakukan manusia. [3]

Dalam penerapannya, pengendali *FuzzyLogic* memanfaatkan pengalaman seorang pakar yang oleh perancang pengendali diekstrak ke dalam bentuk aturan-aturan *if-then* (jika-maka). Oleh karena itu, proses pengendalian akan mengikuti pendekatan secara linguistik. Pendekatan secara linguistik berupa interpretasi manusia (operator atau ahli) tentang tingkat keadaan suatu sistem, yang merupakan informasi penting dalam menggambarkan perilaku sistem dan jauh lebih mudah untuk diperoleh. Pengendali *FuzzyLogic* tidak memiliki ketergantungan pada variabel-variabel proses kendali sehingga pengendali ini banyak digunakan pada sistem yang memiliki sifat tidak linear dan perilaku dinamik yang berubah terhadap waktu. Namun dasar-dasar pengetahuan tentang sistem yang akan dikendalikan akan sangat membantu dalam memperoleh prestasi pengendalian yang memadai. [4]

Pada penelitian ini akan di terapkan *Fuzzy Logic* pada *Behavior Based Control* untuk kecerdasan Robot *Quadpod*. *Fuzzy Logic* Pertama Pada *Behavior Based Control* akan menentukan posisi robot dan *Fuzzy Logic* Kedua akan menentukan Gerakan Robot.

2. Metode Penelitian

Diagram alir metodologi penelitian ditunjukkan dalam gambar berikut.

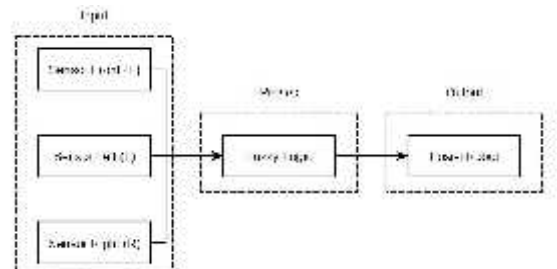


Gambar 1. Metodologi Penelitian

Dalam pertama kali melakukan penelitian adalah Riset awal. Riset awal terdiri dari pengumpulan Data dan Referensi yang berkaitan. Setelah semuaterkumpul, dilanjutkan dengan penelitian berupa Sensor Jarak. Data yang diterima Sensor Jarak dalam bentuk satuan jarak (Cm). Jarak yang didapat juga tidak boleh melebihi kapasitas kemampuan minimal dan maksimum pada Sensor Jarak agar tidak terjadi kesalahan pengambilan data. Setelah pengambilan data selesai, data kemudian diproses menggunakan Kendali Cerdas *Fuzzy Logic*. Hasil dari *Fuzzy Logic* berupa posisi.

3. Pembahasan

3.1 Blok Diagram Sistem Robot Sistem Penentuan Posisi Robot



Gambar 2. Diagram Sistem Penentuan Posisi Robot

Robot ini memiliki 3 *Input* yang diperoleh dari 3 sensor yaitu Sensor *Front* (F), sensor *Left* (L) dan sensor *Right* (R). *Input* dari 3 sensor ini kemudian diproses menggunakan *Fuzzy Logic* yang akan menghasilkan *Output* berupa posisi robot. Kendali cerdas pada robot ini menggunakan kendali cerdas *Fuzzy Logic* menggunakan metode Mamdani. Kendali cerdas ini disimulasikan melalui aplikasi Matlab. Proses pertama adalah pengambilan data menggunakan sensor. Setelah pengambilan data selesai, ketiga data tersebut kemudian disimpan kedalam variabel F, R dan L.

Untuk menentukan kemiringan / gradien disetiap *subset* dapat menggunakan rumus garis miring atau gradien yaitu :

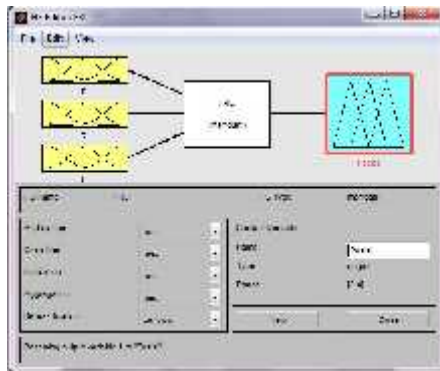
$$m = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}$$

Dengan rentang nilai Input pada *fuzzy* (sumbu x) dari 5 – 30 (*Low & High*)

dan titik tengah (*Med*) dengan nilai 17.5 dan ketinggian (sumbu y) yaitu 1, dengan titik tengah memiliki nilai 17.5 dan rentang lebar *Subset Med* adalah 20 di setiap sisi kiri dan kanan memiliki lebar 10 maka jika dimasukkan kedalam rumus gradien seperti berikut :

$$m = \frac{0 - 1}{10 - 1} = -0,1$$

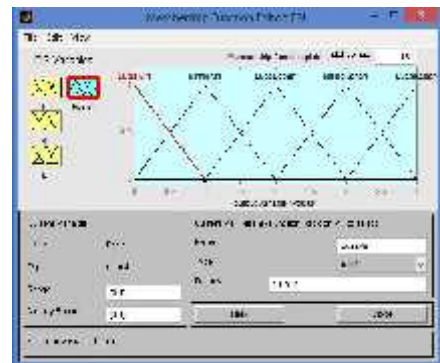
Maka kemiringan yang akan dibangun pada *Fuzzy Subset* adalah -0,1 yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3. Proses F & R & L



Gambar 4. Input Dari F



Gambar 5. Output Dari FRL

F, R dan L memiliki rentang nilai dari 5 sampai 30, memiliki 3 *Membership*

Function yaitu *Low*, *Med*, dan *High*. *Output* memiliki rentang nilai dari 0 sampai 4 yang terdiri dari 5 *Membership Function* yaitu Belok Kanan, Serong Kanan, Maju, Serong Kiri dan Belok Kiri dan memiliki 27 *Rule*. Dalam kendali cerdas *Fuzzy Logic* ini memiliki 3 *Input* yaitu F, R dan L. Masing – masing dibangun dengan *Fuzzy Set* yang memiliki 3 *Linguistic Value* yaitu *Low*, *Med* dan *High*. Maka jumlah *Rule Base* yang harus dibangun dengan menggunakan persamaan 1 adalah:

$$n_{Rules} = (3)^3 = 27$$

Maka *Rule Base* yang harus dibangun adalah 27 *Rule*.

Tabel 1. Rule F & R & L

No	F	R	L	Act
1	Low	Low	Med	Luas Kiri
2	Low	Low	High	Luas Kiri
3	Low	Med	High	Luas Kiri
4	Med	Low	Med	Miring Kanan
5	Med	Low	High	Miring Kanan
6	High	Low	Med	Miring Kanan
7	High	Low	High	Miring Kanan
8	Med	Low	Low	Luas Depan
9	Med	Med	Med	Luas Depan
10	Med	Med	High	Luas Depan
11	Med	High	Med	Luas Depan
12	Med	High	High	Luas Depan
13	High	Low	Low	Luas Depan
14	High	Med	Med	Luas Depan
15	High	Med	High	Luas Depan
16	High	High	Med	Luas Depan
17	High	High	High	Luas Depan
18	Med	Med	Low	Miring Kiri
19	Med	High	Low	Miring Kiri
20	High	Med	Low	Miring Kiri
21	High	High	Low	Miring Kiri
22	Low	Low	Low	Luas Kanan
23	Low	Med	Low	Luas Kanan
24	Low	High	Low	Luas Kanan
25	Low	Med	Med	Luas Kanan
26	Low	High	Med	Luas Kanan
27	Low	High	High	Luas Kanan

Setelah proses FRL selesai, *Output* yang didapat berupa posisi robot.

3.2 Pengujian *Fuzzy Logic*

Pengujian *Fuzzy Logic* dilakukan secara simulasi melalui Matlab. Nilai *input* sebagai parameter pengganti F, R dan L ditentukan sesuai prediksi kemungkinan yang akan terjadi yang nantinya akan menghasilkan keputusan Posisi robot.

3.2.1 Posisi Luas Depan

Pada Tabel 1, Untuk mendapatkan gerakan maju maka data prediksi yang akan digunakan adalah F = 29, R = 24 dan L = 25. *Rule* yang digunakan adalah *Rule* ke 17. Data ini telah di uji coba melalui Matlab dan hasil akhirnya adalah 2, pada gambar 10 menunjukkan bahwa posisi 2 mengarah pada posisi luas depan sesuai dengan *Rule* yang sudah ditentukan. Jika dilakukan perhitungan secara matematis maka persamaan yang digunakan adalah persamaan *Triangular Membership Function*. Data yang dimiliki adalah F = 29, R = 24 dan L = 25. *Rule* yang digunakan adalah *Rule* ke 17 yaitu :

Tahap pertama yaitu membangun *Fuzzy Subset* dengan data F menggunakan *Rule High* sesuai dengan Tabel 2. Nilai a, b dan c adalah a = 20, b = 30 dan c = 30. Maka persamaan yang digunakan adalah:

$$\mu(x, a, b, c) = \frac{x-a}{b-a} \quad a \leq x \leq b$$

jika semua data F dimasukkan maka akan menjadi :

$$\mu(29,20,30,30) = \frac{29-20}{30-20} \quad a \leq x \leq b$$

maka hasilnya adalah :

$$\mu F = 0.9$$

Kemudian membangun *Fuzzy Subset* dengan data R menggunakan *Rule High* sesuai dengan Tabel 1. Jika data R dimasukkan maka akan menjadi :

$$\mu(24,20,30,30) = \frac{24-20}{30-20} \quad a \leq x \leq b$$

maka hasilnya adalah :

$$\mu R = 0.4$$

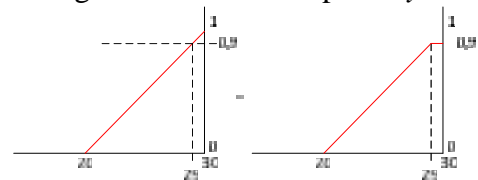
Kemudian membangun *Fuzzy Subset* dengan data L menggunakan *Rule High* sesuai dengan Tabel 1. Jika data L dimasukkan maka akan menjadi :

$$\mu(25,20,30,30) = \frac{25-20}{30-20} \quad a \leq x \leq b$$

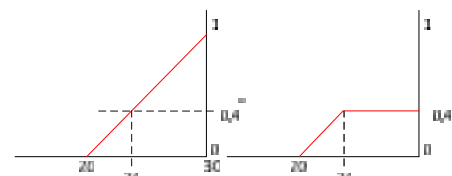
maka hasilnya adalah :

$$\mu L = 0.5$$

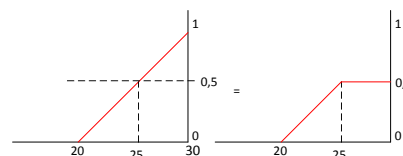
Setelah *Fuzzy Subset* $\mu F, \mu L, \mu R$ selesai dibangun, kemudian hasil dari *Fuzzy Subset* dibangun kedalam Grafik 2D. Berikut grafik 2D dari setiap *Fuzzy Subset*:



Gambar 8. Grafik *Fuzzy Subset F*

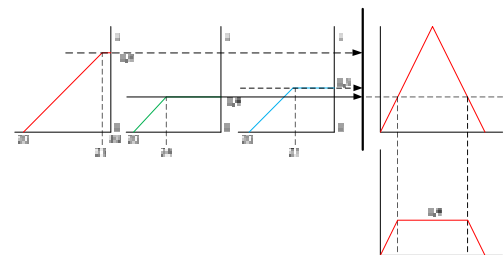


Gambar 9. Grafik *Fuzzy Subset R*



Gambar 10. Grafik *Fuzzy Subset L*

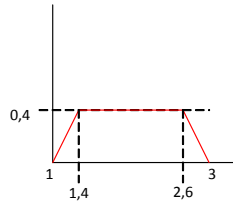
Setelah melakukan *Fuzzy Subset*, selanjutnya adalah melakukan Inferensi (Penalaran). Inferensi menggunakan Operator Implikasi *Min* atau nilai terkecil dari seluruh *Input* dalam satu *Rule*. Berikut adalah hasil dari Inferensi F,R dan L dalam satu *Rule*.



Gambar 11. Hasil Inferensi dari F,R dan L dalam satu *Rule*

Tahap Selanjutnya adalah Agregasi *Output*. Tahap ini menggunakan Agregasi dengan Operator *Max* atau tertinggi. Agregasi dilakukan jika menggunakan lebih dari 1 *Rule*, tetapi dalam percobaan

ini hanya menggunakan 1 *Rule* jadi nilai yang digunakan adalah 0,4 hasil dari *Inferensi*. setelah tahap Agregasi selesai, maka selanjutnya adalah tahap *Defuzzifikasi* menggunakan metode *Centroid*.

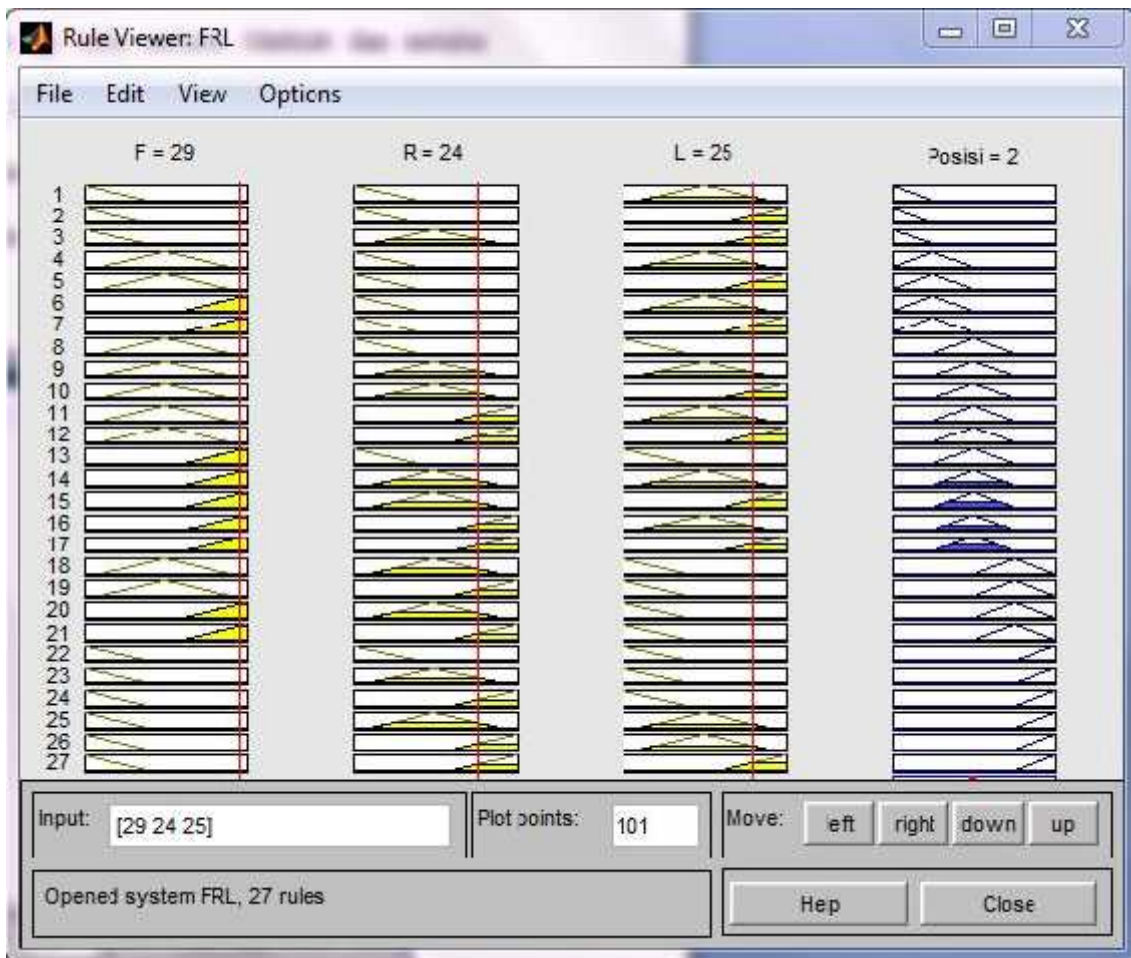


Gambar 12. Hasil Agregasi

Hasil *Defuzzification* dari gambar 12 menggunakan persamaan dapat diperoleh :

$$x_c = \frac{1 \cdot 0 + 1,4 \cdot 0,4 + 2,6 \cdot 0,4 + (3 \cdot 0)}{0 + 0,4 + 0,4 + 0} = \frac{0,56 + 1,04}{0,8} = 2$$

Jadi hasil *Defuzzification* adalah 2, maka hasil *Defuzzification* dinyatakan benar sesuai dengan uji coba Matlab pada simulasi proses Luas Depan.



Gambar 13. Pembuktian Posisi Luas Depan Pada Matlab

Pengujian BBC dilakukan secara simulasi melalui Matlab. Nilai *input* / Stimulus sebagai ditentukan melalui *Output Fuzzy Logic* berupa posisi robot.

4 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan pada hasil penelitian ini adalah :

1. Data F, R dan L dibangkitkan secara *Random*.

2. Pengujian dilakukan diseluruh *Basic* gerakan robot menggunakan simulasi Matlab. Pada posisi luas depan, data *Random* yang digunakan adalah F = 29, R = 24 dan L = 25.

3. Hasil dari Matlab kemudian dibuktikan menggunakan proses secara matematis dan hasil yang didapat pada Matlab dan proses

matematis adalah 2, dimana nilai 2 termasuk kedalam posisi luas depan. Pada posisi luas Kiri, data *Random* yang digunakan adalah $F = 7$, $R = 5$ dan $L = 22$. Data ini telah di uji coba melalui Matlab dan hasil akhirnya adalah 0.369, dimana nilai 0.369 adalah posisi luas Kiri. Pada posisi luas kanan, data *Random* yang digunakan adalah $F = 5$, $R = 28$ dan $L = 22$. Data ini telah di uji coba melalui Matlab dan hasil akhirnya adalah 3.63, dimana nilai 3.63 adalah posisi luas Kanan. Pada posisi miring kiri, data *Random* yang digunakan adalah $F = 14$, $R = 8$ dan $L = 23$. Data ini telah di uji coba melalui Matlab dan hasil akhirnya adalah 1.24, dimana nilai 1.24 adalah posisi miring Kiri. Pada posisi miring kanan, data *Random* yang digunakan adalah $F = 11$, $R = 26$ dan $L = 7$. Data ini telah di uji coba melalui Matlab dan hasil akhirnya adalah 3.12, dimana nilai 3.12 adalah posisi miring Kanan.

Setelah menyelesaikan penelitian ini maka terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan sebagai saran untuk tindak lanjut hasil penelitian dimaksud, antara lain :

1. Hasil penelitian ini dapat dilanjutkan dalam bentuk penerapan langsung ke robot atau mengembangkan lagi dari sisi *Fuzzy Logic* atau mengembangkan *Behavior Based Control*
2. Untuk meningkatkan kemampuan deteksi robot maka perlu adanya ditambahkan sensor lagi agar dapat menentukan kondisi posisi robot lebih akurat

5 Daftar Pustaka

- [1] Brookshear, J. Gleen, (2003). *Computer Science: Suatu Pengantar*, Marquette University
- [2] Wicaksono, H. (2008). *Perancangan Sistem Navigasi Otonom pada Behavior Based Hexapod Robot* : Vol. 8, No. 2, 1
- [3] Dahria, M. (2008). *Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligent)* : Vol. 5, No. 2,1
- [4] Yazid, E. (2009). *Penerapan Kendali Cerdas pada Sistem Tangki Air menggunakan Fuzzy Logic* : Vol. 9, No. 2, 2