



Perancangan Fuzzy Logic Model Sugeno untuk Wall Tracking pada Robot Pemadam Api

Ari Azhar¹, Kartina Diah Kesuma W², Heri Subagiyo³

¹Politeknik Caltex Riau, Jl. Umbansari, Rumbai, Pekanbaru, email: ari.azharr@gmail.com

²Politeknik Caltex Riau, Jl. Umbansari, Rumbai, Pekanbaru, email: diah@pcr.ac.id

³Politeknik Caltex Riau, Jl. Umbansari, Rumbai, Pekanbaru, email: heri@pcr.ac.id

Abstrak

Robot pemadam api merupakan robot yang dibuat dengan tujuan memadamkan api pada daerah yang sulit untuk dijangkau manusia. Robot Pemadam Api harus memiliki kemampuan navigasi yang handal dalam menyelesaikan misinya dengan menerapkan metode yang baik. Terdapat beberapa metode navigasi pada Robot Pemadam Api, salah satunya wall tracking. Pada makalah ini dipaparkan penerapan kendali fuzzy logic untuk metode navigasi wall tracking. Dalam proses pengujian terdapat keterlambatan respon pada fuzzy logic, namun dapat diatasi dengan melakukan perhitungan fuzzy logic diluar sub program navigasinya. Dengan cara demikian robot yang menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking mencatatkan waktu rata-rata memadamkan api dan kembali ke home sebesar 66,7 detik untuk start di lorong dan 36,5 detik untuk start di ruang 1 pada sampling jarang dan robot mencatatkan waktu 63,4 detik untuk start di lorong dan 34,9 detik untuk start di ruang 1 pada sampling rapat. Catatan waktu tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan robot yang tidak menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking yang mencatatkan waktu sebesar 78,1 detik untuk start di lorong dan 44,8 detik untuk start di ruang 1.

Kata kunci: Fuzzy Logic, Robot, Navigasi, Wall Tracking

Abstract

Fire fighting robot is a robot that's made with the intention of putting out fires in areas difficult to reach a human. Robot Fire Extinguisher must have a reliable navigation capabilities in accomplishing its mission by implementing good methods. There are several methods of navigation on Robot Fire Extinguisher, one of them is wall tracking. This paper presents implementation of fuzzy logic control for wall tracking navigation method. In the testing process there is delay in response on fuzzy logic, but can be overcome by calculating the fuzzy logic outside the sub-program to navigate. In this way the robot that applies fuzzy logic to the wall tracking record average time to extinguish the fire and back into the home by 66.7 seconds to start in the hallway and 36.5 seconds to start in room 1 on sparse sampling and recorded a time of 63 robots, 4 seconds to start in the hallway and 34.9 seconds to start in the meeting room 1 on sampling. The time was smaller when compared to robots that do not apply fuzzy logic to wall tracking record time of 78.1 seconds to start in the hallway and 44.8 seconds to start in room 1.

Keywords: Fuzzy Logic, Robot, Navigation, Wall Tracking

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi saat ini membuat manusia semakin terbantu dalam menyelesaikan pekerjaannya. Kemajuan teknologi ini tidak hanya dirasakan oleh kalangan industri saja, tetapi dalam kehidupan sehari-hari manusia juga dapat merasakan adanya kemudahan dari kemajuan teknologi ini. Salah satu bentuk teknologi tersebut dapat kita temui dari peralatan-peralatan otomatis yang sangat membantu pekerjaan kita. Pada perkembangannya peralatan-peralatan otomatis tersebut juga sudah berkembang dalam bentuk robot. Berbagai jenis robot telah diciptakan, salah satunya adalah Robot Pemadam Api. Robot Pemadam Api adalah robot yang dibuat dengan tujuan untuk mencari dan memadamkan api. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi menyelenggarakan kompetisi sebagai wahana latihan bagi mahasiswa dalam merancang dan membangun Robot Pemadam Api [1]. Dengan adanya Robot Pemadam Api, peranan manusia untuk memadamkan api pada suatu daerah yang sulit atau bahkan berbahaya untuk dijangkau dapat digantikan.

Dalam menjalankan tugasnya, Robot Pemadam Api harus memiliki kemampuan navigasi yang baik. Untuk itu, dalam pembuatannya, robot tersebut tidak hanya harus baik secara mekaniknya saja, namun robot harus dilengkapi dengan algoritma yang handal. Diantaranya adalah algoritma pemetaan dilengkapi dengan kompas [2] dan *wall tracking* dilengkapi dengan kendali PID [3]. Dengan *wall tracking* robot akan menelusuri dinding sampai robot mendeteksi keberadaan titik api lalu memadamkannya. Algoritma ini cukup efektif untuk Robot Pemadam Api, namun kendala akan ditemui saat robot tidak sejajar dengan dinding, navigasi robot menjadi tidak lurus dan terlihat berbelok-belok sehingga navigasi robot menuju titik api tidak optimal, ini dikarenakan perhitungan jarak robot dengan dinding hanya bersifat *on-off* tanpa ada kondisi yang bisa menyesuaikan posisi robot yang ideal.

Untuk itu dibutuhkan sebuah kontrol yang bisa membuat robot bernavigasi secara lebih baik dalam menemukan api. Kontrol yang akan diterapkan dalam algoritma *wall tracking* pada Robot Pemadam Api yang diterapkan pada penelitian ini adalah *fuzzy logic controller*. Suatu robot penjejak dinding koridor (*wall tracking*) menggunakan *fuzzy logic* dengan sensor jarak dinding berupa sensor infra merah pernah dilakukan pada [4]. Pada penelitian [4] ini, robot telah mengimplementasikan *fuzzy logic* dengan baik, hanya saja kendalanya adalah kurang reaktifnya gerakan robot karena masih terdapat kekurangtelitian pembacaan sensor jarak. Pada penelitian ini, digunakan sensor ultrasonik agar pembacaan jarak lebih baik. Selain itu, perhitungan *fuzzy logic* dilakukan di luar program utama navigasi, sehingga gerakan robot lebih reaktif karena tidak terbebani komputasi *fuzzy logic* saat bergerak menyusuri dinding.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Wall Tracking

Wall following atau *wall tracking* adalah suatu aksi robot untuk mengikuti dinding dan berada tidak jauh dari dinding (www.psurobotics.org, 2011). *Wall tracking* bekerja berdasarkan prinsip mengikuti suatu objek, dalam hal ini objek tersebut adalah dinding. *Wall tracking* dapat diimplementasikan pada beberapa kasus dalam kehidupan kita sehari-hari. Pada perkembangannya, banyak orang yang mengimplementasikan konsep *wall tracking* pada beberapa algoritma, begitu juga pada dunia robotik. Dalam kasus beberapa robot, *wall tracking* dapat diimplementasikan menjadi suatu algoritma pada suatu robot.

2.2 Fuzzy Logic

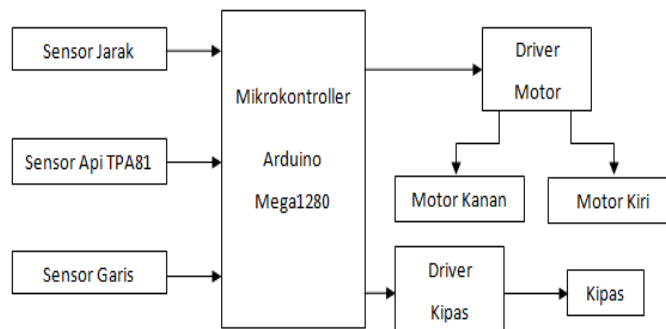
Fuzzy Logic adalah peningkatan dari logika Boolean yang mengenalkan konsep kebenaran sebagian. Pada logika klasik Boolean dinyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak). Sementara itu *fuzzy logic* menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran. *Fuzzy logic* memungkinkan nilai

keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan", dan "sangat". *Fuzzy logic* diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965 [5].

Dengan adanya sistem kontrol seperti *fuzzy logic* ini, perilaku robot akan semakin dinamis dengan adanya istilah tingkat keabuan dalam *fuzzy logic* itu sendiri. Robot tidak lagi hanya mengenal istilah 0 dan 1 atau hitam dan putih, robot akan terlihat lebih cerdas dalam berbagai kondisi yang akan dibuat.

3. Perancangan

3.1 Blok Diagram Robot Pemadam Api



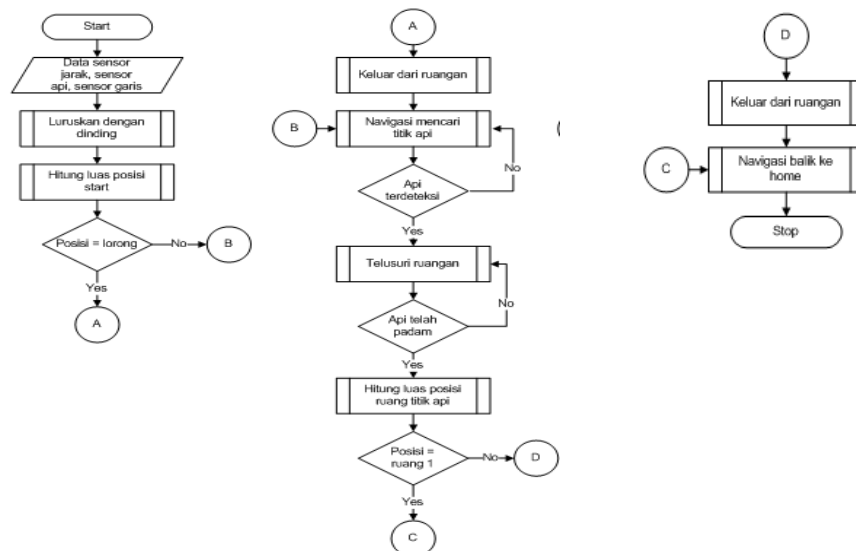
Gambar 1. Blok Diagram Robot Pemadam Api

Robot akan bekerja dengan mikrokontroler menggunakan Arduino Mega 1280 sebagai pusat pengendalian sistem. Robot akan menerima masukan dari sensor ultrasonik berupa jarak depan dan jarak dinding untuk menjaga posisi robot terhadap dinding.

Robot digerakkan oleh motor kanan dan motor kiri yang akan dikontrol menggunakan driver motor. Saat robot bernavigasi, robot akan mengecek keberadaan titik api berdasarkan masukan dari sensor api TPA81. Saat robot mendeteksi adanya api, robot akan bergerak mendekati api, dan apabila sensor garis mendeteksi keberadaan juring berwarna putih, maka robot akan berhenti, kemudian kipas yang dikontrol oleh driver kipas akan aktif untuk memadamkan api.

3.2 Perancangan Algoritma Pada Robot Pemadam Api

Pada algoritma wall tracking di Robot Pemadam Api, fuzzy logic diterapkan untuk navigasi robot agar robot berada pada posisi yang ideal saat bernavigasi. Flowchart pada Robot Pemadam Api dapat dilihat pada Gambar 2.



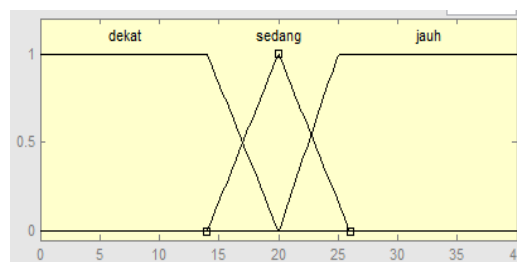
Gambar 2. Flowchart wall tracking dengan fuzzy logic pada Robot Pemadam Api

3.3 Perancangan Fuzzy Logic Untuk Wall Tracking Pada Robot Pemadam Api

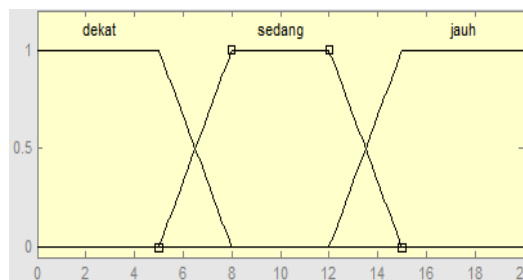
Tahapan dalam fuzzy logic secara umum terdapat 3 proses, yaitu fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi.

3.3.1 Fuzzyfikasi

Dalam perancangan fuzzy logic pada Robot Pemadam Api ini, terdapat dua masukan crips yang didapat dari hasil pengukuran sensor jarak depan dan sensor jarak samping kanan. Fungsi keanggotaan untuk sensor jarak depan dan sensor jarak samping kanan ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Fungsi keanggotaan sensor jarak depan



Gambar 4. Fungsi keanggotaan sensor jarak samping kanan

3.3.2 Inferensi

Tabel rules evaluation pada Robot Pemadam Api yang dibuat pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rules Evaluation

		Sensor Jarak Depan		
		Dekat	Sedang	Jauh
Sensor Jarak Kanan	Dekat	Motor Kiri : Pelan	Motor Kiri : Pelan	Motor Kiri : Sedang
		Motor Kanan : Kencang	Motor Kanan : Sedang	Motor Kanan : Kencang
	Sedang	Motor Kiri : Pelan	Motor Kiri : Sedang	Motor Kiri : Kencang
		Motor Kanan : Kencang	Motor Kanan : Sedang	Motor Kanan : Kencang
	Jauh	Motor Kiri : Pelan	Motor Kiri : Sedang	Motor Kiri : Kencang
		Motor Kanan : Kencang	Motor Kanan : Pelan	Motor Kanan : Sedang

Dari tabel diatas terdapat 9 aturan berdasarkan dari fungsi keanggotaan sensor jarak depan dan sensor jarak dinding kanan. Saat sensor jarak depan berada dalam posisi dekat dan sensor jarak kanan berada dalam posisi dekat atau sedang atau jauh motor kiri akan dibuat pelan dan motor kanan akan dibuat kencang itu artinya robot akan berusaha untuk menghindari halangan di depannya dengan cara belok kiri.

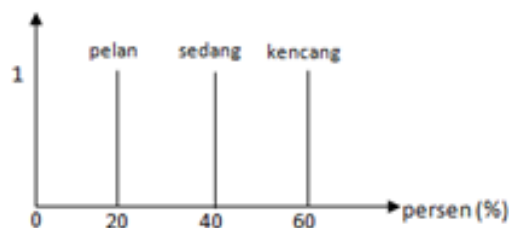
Saat sensor jarak kanan berada dalam posisi dekat dan sensor jarak depan berada dalam posisi sedang robot akan menghindari dinding begitu juga Saat sensor jarak kanan berada dalam posisi dekat dan sensor jarak depan berada dalam posisi jauh, namun pada kondisi ini kecepatan robot akan lebih kencang, karena halangan di depan masih jauh.

Saat sensor jarak kanan berada dalam posisi sedang dan sensor jarak depan berada dalam posisi sedang maka kecepatan motor kanan dan motor kiri akan sama, ini artinya pada kondisi ini robot berada dalam posisi ideal, sama halnya Saat sensor jarak kanan berada dalam posisi jauh dan sensor jarak depan berada dalam posisi jauh, robot masih berada dalam posisi ideal, namun kecepatan robot akan lebih kencang, karena halangan di depan masih jauh.

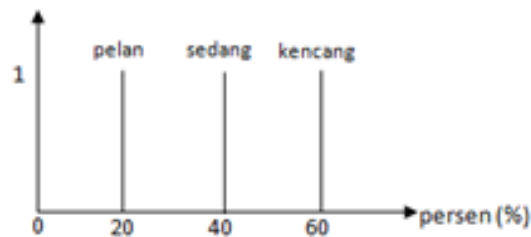
Saat sensor jarak kanan berada dalam posisi jauh dan sensor jarak depan berada dalam posisi sedang robot akan mendekati ke posisi ideal dengan cara belok kanan, begitu juga saat sensor jarak kanan berada dalam posisi jauh dan sensor jarak depan berada dalam posisi jauh namun pada kondisi ini kecepatan robot akan lebih kencang, karena halangan di depan masih jauh.

3.3.3 Defuzzyfikasi

Tahap terakhir dari kendali fuzzy logic ini adalah defuzzifikasi, dimana nilai fuzzy output akan diubah menjadi crisp output. Karena menggunakan inferensi model sugeno, maka defuzzifikasinya menggunakan singleton. Fungsi keanggotaan output untuk menentukan kecepatan motor dc diperlihatkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Fungsi keanggotaan kecepatan motor kiri



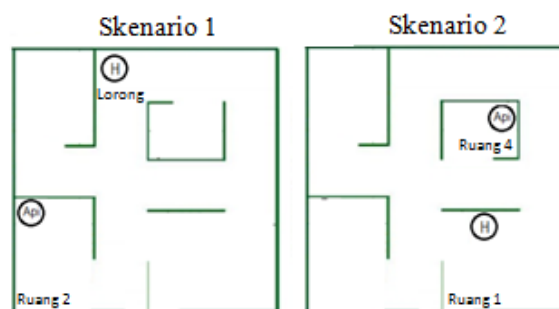
Gambar 6. Fungsi keanggotaan kecepatan motor kanan

Pada fungsi keanggotaan kecepatan motor kiri dan kecepatan motor kanan terdapat 3 variabel linguistik yaitu pelan, sedang dan kencang. Nilai domain pada masing-masing variabel didasarkan pada persentase besaran pulsa PWM yang mengatur kecepatan motor dc, pulsa minimum yang bisa diberikan adalah 0 dan maksimum 255. Berarti untuk variabel pelan kecepatan motor dc yang diberikan adalah 20% dari besar pulsa PWM maksimum 255, untuk fungsi keanggotaan sedang 40% dan fungsi keanggotaan kencang 60%.

4. Pengujian dan Analisa

4.1 Metode Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menjalankan robot untuk memadamkan api dan kembali ke home (titik start). Pengujian dilakukan dengan membandingkan antara robot yang telah menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking dengan robot yang tidak menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking. Skenario pengujian beserta posisi start dan titik api ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Posisi start dan titik api skenario 1 dan skenario 2

Skenario pertama start lorong, yaitu start dilakukan di lorong kemudian posisi lilin berada di ruang 2, sedangkan skenario kedua start ruang 1, yaitu start dilakukan dari ruang 1, sedangkan titik api terletak di ruang 4. Masing-masing skenario dilakukan perulangan sebanyak 10 kali.

4.2 Pengujian Algoritma Pencarian Api Tanpa Menerapkan Fuzzy logic Untuk Wall tracking

Pengujian dilakukan terhadap robot tanpa menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking. Robot diprogram untuk menjaga jarak dengan dinding kanan antara 4 cm hingga 6 cm. Jika jarak kurang dari 4 cm, maka robot berbelok ke kiri dengan membuat roda kiri diam dan roda kanan berputar maju. Sebaliknya, jika jarak lebih dari 6 cm, maka robot berbelok ke kanan dengan membuat roda kanan diam dan roda kiri berputar maju. Untuk sensor depan, apabila sensor membaca jarak dinding depan kurang dari 8 cm maka robot akan bermanuver balik kiri.

Pengujian dilakukan dengan 2 skenario yang berbeda, masing-masing sebanyak 10 kali. Untuk mengaktifkan robot digunakan aplikasi pengaktifan robot untuk menjalankan robot sekaligus mengambil data pencatatan waktu tempuh robot. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase keberhasilan pengujian robot

No	Posisi Start	Padamkan Api	Kembali ke Home
1	Lorong	100%	100%
2	Ruang 1	100%	0%

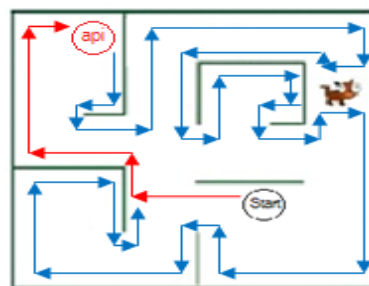
Berdasarkan tabel diatas, pada skenario start lorong, robot berhasil memadamkan api sebanyak 10 kali dan berhasil kembali ke posisi home sebanyak 10 kali. Sedangkan untuk skenario start ruang 1, robot berhasil memadamkan api sebanyak 10 kali tetapi robot tidak berhasil kembali ke posisi home. Rincian waktu pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rincian waktu pengujian robot

No	Posisi Start	Waktu Minimal		Waktu Maksimal	
		Padamkan Api	Kembali ke Home	Padamkan Api	Kembali ke Home
1	Lorong	38,4 detik	42,5 detik	40,4 detik	44,7 detik
2	Ruang 1	43,1 detik	-	45,8 detik	-

Waktu rata-rata robot memadamkan api dan kembali ke posisi home adalah 78,1 detik untuk start lorong, dan 44,8 detik untuk start ruang 1, dengan catatan robot tidak dapat kembali ke home.

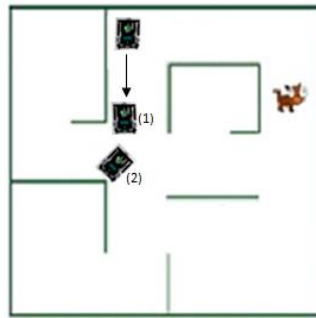
Dari pengujian yang telah dilakukan, robot gagal kembali ke posisi home pada skenario start ruang 1. Setelah selesai memadamkan api robot akan terus bernavigasi namun tidak dapat mendeteksi jurang putih home karena posisi dinding dekat start yang tidak menyatu dengan dinding yang lain, sehingga robot yang mengandalkan navigasi wall tracking kanan tidak dapat menelusuri dinding tersebut. Rute robot dalam kondisi tersebut dapat dilihat dari Gambar 8.



Gambar 8. Rute robot dari ruang 1

4.3 Pengujian Algoritma Pencarian Api Dengan Menerapkan Fuzzy Logic Untuk Wall tracking

Pengujian dilakukan terhadap robot yang sudah diprogram dengan menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking. Pada pengujian ini, ketika bernavigasi terlihat robot sering menabrak dinding dan tersangkut sehingga tidak dapat memadamkan api (lihat Gambar 9).



Gambar 9. Ilustrasi keterlambatan respon robot

Pengolahan data yang lambat antara sensor dengan mikrokontroller arduino menyebabkan adanya keterlambatan respon terhadap output yang dihasilkan, hal ini menyebabkan kecepatan roda tidak sesuai dengan rules yang telah dibuat.

Dalam menjalankan sub-program fuzzy logic, mikrokontroller harus mengolah data masukan dari sensor ultrasonik dengan cepat. Tetapi dalam pengujian yang telah dilakukan, mikrokontroller tampak kurang cepat dalam memproses sub-program fuzzy logic untuk wall tracking, sedangkan sub-program fuzzy logic membutuhkan respon yang cepat terlebih lagi dalam kasus mobile robot seperti robot pemadam api yang terus bergerak cepat dalam bernavigasi. Artinya perlu dilakukan suatu cara agar komputasi sub-program fuzzy logic tidak mengganggu navigasi robot.

Pada penelitian ini, sub-program fuzzy logic yang terdiri dari fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi dilakukan di luar program robot. Jarak dinding kanan dan jarak depan dikuantisasi dengan dua macam sampling, yaitu sampling jarang dan sampling rapat, seperti yang akan diuraikan selanjutnya. Hasil perhitungan yang menunjukkan relasi antara jarak dinding kanan dan depan dengan kecepatan roda kanan dan kiri ini selanjutnya dimasukkan ke program robot dalam bentuk tabel. Sehingga ketika robot bernavigasi, pengaturan kecepatan kedua roda robot cukup dengan melihat tabel tersebut, tanpa melakukan perhitungan fuzzy logic secara terus menerus.

4.3.1 Sampling Jarang

Berikut adalah gambar sampling jarang untuk pemberian nilai input yang berupa jarak sensor ultrasonik dengan dinding. Bagian yang dipilih sebagai batas jarak adalah yang diberi tanda \surd .

<=	\surd	\surd	\surd	\surd	\surd	>=						
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

Gambar 10. Nilai input sampling sensor ultrasonik depan

<=	\surd	\surd	\surd	\surd	\surd	>=				
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Gambar 11. Nilai input sampling sensor ultrasonik kanan

Pada pengujian ini, robot berhasil memadamkan api dan kembali ke posisi start pada 2 skenario start yang berbeda. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Persentase keberhasilan pengujian robot

No	Posisi <i>Start</i>	Padamkan Api	Kembali ke <i>Home</i>
1	Lorong	100%	100%
2	Ruang 1	100%	0%

Tabel 5. Rincian waktu pengujian robot

No	Posisi <i>Start</i>	Waktu Minimal		Waktu Maksimal	
		Padamkan Api	Kembali ke <i>Home</i>	Padamkan Api	Kembali ke <i>Home</i>
1	Lorong	27,4 detik	37,4 detik	29,4 detik	39,6 detik
2	Ruang 1	34,9 detik	-	37,9 detik	-

Dari data tersebut, pada skenario start lorong, waktu rata-rata robot memadamkan api dan kembali ke posisi home adalah 66,7 detik sedangkan pada skenario start ruang 1, waktu rata-rata adalah 36,5 detik dengan catatan robot tidak dapat kembali ke home. Pada pengujian ini robot dapat memadamkan api dan kembali ke posisi start kecuali pada percobaan yang dilakukan di ruang 1. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, hal ini disebabkan oleh dinding robot yang terpisah dengan dinding lainnya.

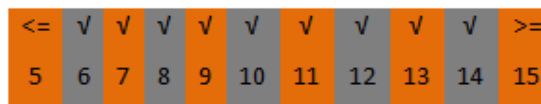
Pengujian dengan menerapkan fuzzy logic yang perhitungannya dilakukan diluar dapat memperbaiki kinerja robot dalam bernavigasi untuk mencari api dan kembali ke posisi start. Robot bisa menyesuaikan antara kecepatan dengan jarak pada dinding. Banyaknya jumlah source code sub-program hasil perhitungan fuzzy dengan sampling jarang memakan memory flash arduino sebesar 3.066 bytes.

4.3.2 Sampling Rapat

Berikut adalah gambar sampling jarang untuk pemberian nilai input yang berupa jarak sensor ultrasonik dengan dinding.



Gambar 12. Nilai input sampling sensor ultrasonik depan



Gambar 13. Nilai input sampling sensor ultrasonik kanan

Pada pengujian ini, robot berhasil memadamkan api dan kembali ke posisi start pada 2 kondisi start yang berbeda. Hasil pengujian ini ditampilkan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Persentase keberhasilan pengujian robot

No	Posisi <i>Start</i>	Padamkan Api	Kembali ke <i>Home</i>
1	Lorong	100%	100%
2	Ruang 1	100%	0%

Tabel 7. Persentase keberhasilan pengujian robot

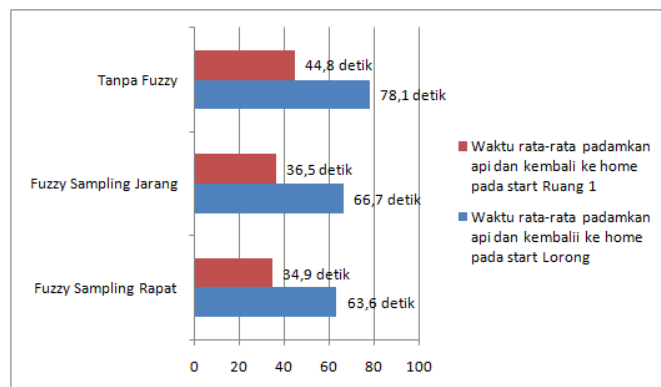
No	Posisi <i>Start</i>	Waktu Minimal		Waktu Maksimal	
		Padamkan Api	Kembali ke <i>Home</i>	Padamkan Api	Kembali ke <i>Home</i>
1	Lorong	26,4 detik	35,9 detik	28,5 detik	36,9 detik
2	Ruang 1	34,1 detik	-	36,2 detik	-

Dari data tersebut, pada skenario posisi start di lorong, waktu rata-rata robot memadamkan api dan kembali ke posisi home adalah 63,4 detik sedangkan pada skenario posisi start di ruang 1 waktu rata-rata yang dibutuhkan robot adalah 34,9 detik dengan catatan robot tidak dapat kembali ke home. Saat robot bernavigasi, terlihat robot dapat menyesuaikan kecepatan dengan jarak pada dinding. Dalam pengujian ini, pergerakan robot untuk mencari api dapat berjalan lebih cepat dibandingkan pada saat pengujian yang tanpa menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking.

Dengan sampling yang rapat, memang lebih banyak kondisi kecepatan yang dimiliki robot pada sub-program perhitungan fuzzy, dan tentu semakin banyak juga source code sub-program hasil perhitungan fuzzy yang dibuat sehingga akan memakan lebih banyak memory flash dari arduino. Sub-program perhitungan fuzzy dengan sampling rapat memakan memory flash dari arduino sebesar 6.434 bytes.

4.4 Perbandingan Hasil Pengujian

Setelah pengujian dilakukan maka didapatkan perbandingan antara pengujian algoritma pencarian api yang menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking dan yang tidak menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking. Hasil dari nilai perbandingan ini didapatkan dengan mencari nilai rata-rata pengujian pada tiap-tiap posisi start kemudian menjumlahkan seluruh hasil pengujiannya. Perbandingannya tersaji dalam Gambar 16. Dari grafik diatas terlihat perbedaan waktu tempuh robot antara robot yang tidak menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking dengan robot yang menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking. Robot yang menerapkan fuzzy logic dengan sampling jarang dan rapat berhasil mencatatkan waktu yang lebih kecil daripada robot yang tidak menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking.



Gambar 14. Grafik perbandingan pengujian

Waktu rata-rata robot yang tidak menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking dalam memadamkan api dan kembali ke home adalah 78,1 detik untuk start di lorong dan 44,8 detik untuk start di ruang 1 dengan catatan robot tidak berhasil kembali ke home jika start di ruang 1. Sedangkan robot yang menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking mencatatkan waktu yang lebih kecil, pada sampling jarang waktu rata-rata robot untuk memadamkan api dan kembali ke home adalah 66,7 detik untuk start di lorong dan 36,5 detik untuk start di ruang 1 dengan catatan robot tidak berhasil kembali ke home jika start di ruang 1. Pada sampling rapat, waktu rata-rata robot untuk memadamkan api dan kembali ke home adalah 63,4 detik untuk start di lorong dan 34,9 detik untuk start di ruang 1 dengan catatan robot tidak berhasil kembali ke home jika start di ruang 1.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Fuzzy logic dapat diterapkan untuk wall tracking pada robot pemadam api.
2. Perhitungan fuzzy logic dapat dilakukan diluar dari program robot dan dimasukkan ke program sebagai tabel.
3. Robot yang menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking dapat mencatatkan waktu tempuh yang lebih kecil daripada robot yang tidak menerapkan fuzzy logic untuk wall tracking.

Daftar Pustaka

- [1] *Panduan Peraturan Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) 2013*, Direktorat JenderalPerguruan Tinggi, <http://rpi.polindra.ac.id/wp-content/uploads/2012/10/Panduan-Aturan-Divisi-Beroda-dan-Berkaki-KRPAI-2013.pdf> (Oktober, 2012)
- [2] Nugroho, Febri Eko, *Rancang Bangun Pemetaan Robot Pemadam Api KRCI Beroda 2011*, Laporan Proyek Akhir, Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Caltex Riau, Pekanbaru, 2011
- [3] Angriawan, T., Susianti, E., Subagiyo, H., *Pergerakan Robot Cerdas Pemadam Api Menggunakan Algoritma Wall-Tacking dan Pengenalan Posisi Home*, dalam Proceeding of Applied Business and Engineering Conference, Batam, 2013
- [4] Septiaji, Ashadi, *Perancangan Robot Mobil Penjejak Dinding Koridor Menggunakan Kendali Logika Fuzzy*, Undergraduate thesis, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang, 2011
- [5] Kusumadewi, Sri, “*Analisis & Desain Sistem Fuzzy*”, Penerbit Graha Ilmu, edisi pertama, 2002