



# Analisis Algoritma Untuk Mengidentifikasi Ruang pada Map Kontes Robot Pemadam Api Indonesia Menggunakan Logika Fuzzy

Agus Siswanto

Teknik Informatika, STIKOM Dinamika Bangsa, Jl. Jendral Sudirman, Thehok, Jambi, 36138, Indonesia

## ABSTRACT

Kontes Robot Indonesia (KRI) is one of the venues to develop creativity and enrich the treasures of science and technology in the field of robotics. Where all public and private universities in Indonesia can participate in this competition in one place. This activity is supported by Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia (RISTEKDIKTI). Kontes Robot Indonesia consists of four categories. One of the categories to be discussed in this study is the legged type of Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI). In this category, robots have the task of putting out fires in a room. In a race or when a robot contest takes place, many participants experience problems including robots that only revolve around one room or two rooms, the robot does not find the presence of fire, and the robot cannot enter the middle room if the doll is in the middle of the arena. One solution that can help these problems is by identifying each room, so that the robot can find out its existence. So that the robot can find out where in the room. Besides that, the robot can make a decision in which direction to move after finding a certain room. One method that can be used to help identify the room in the Indonesian Fire Extinguisher Robot Contest MAP is to use fuzzy logic.

Keywords: Analysis, Algorithms, Room Identification, Robots, Fuzzy Logic

## ABSTRAK

Kontes Robot Indonesia (KRI) merupakan salah satu ajang untuk mengembangkan kreatifitas dan memperkaya khazanah ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang robotika. Dimana seluruh perguruan tinggi negeri maupun swasta di Indonesia, dapat mengikuti perlombaan ini dalam satu tempat. Kegiatan ini didukung oleh Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang disingkat (RISTEKDIKTI). Kontes Robot Indonesia ini terdiri dari empat kategori. Salah satu kategori yang ingin dibahas dalam penelitian ini adalah kategori Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) tipe berkaki. Pada kategori ini, robot memiliki tugas untuk memadamkan api yang ada didalam suatu ruangan. Dalam perlombaan atau saat kontes robot berlangsung, banyak peserta yang mengalami permasalahan antara lain robot hanya berputar mengelilingi salah satu ruangan atau dua ruangan, robot tidak menemukan keberadaan api, dan robot tidak bisa memasuki ruangan tengah jika boneka berada ditengah arena. Salah satu solusi yang dapat membantu permasalahan tersebut adalah dengan cara mengidentifikasi setiap ruangan, agar robot dapat mengetahui keberadaannya. Sehingga robot dapat mengetahui sedang berada di ruangan mana. Selain itu juga agar robot dapat mengambil keputusan harus bergerak ke arah mana setelah menemukan suatu ruangan tertentu. Hasil dari penelitian ini menghasilkan robot yang dapat mengidentifikasi ruangan pada MAP Kontes Robot Pemadam Api Indonesia dengan menggunakan logika fuzzy.

Kata Kunci : Analisis, Algoritma, Identifikasi Ruang, Robot, Logika Fuzzy.

## 1. PENDAHULUAN

Kontes Robot Indonesia (KRI) merupakan salah satu ajang untuk mengembangkan kreatifitas dan memperkaya khazanah ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang robotika. Dimana seluruh perguruan tinggi negeri maupun swasta di Indonesia, dapat mengikuti perlombaan ini dalam satu tempat. Kegiatan ini didukung oleh Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang disingkat (RISTEKDIKTI). Kontes Robot Indonesia yang di dalamnya berisikan beberapa bidang kontes antara lain KRAI (Kontes Robot Abu Indonesia), KRPAI (Kontes Robot Pemadam Api Indonesia) tipe berkaki, KRSTI (Kontes Robot Seni Tari Indonesia), dan KRSBI (Kontes Robot Sepak Bola Indonesia) tipe beroda.

Salah satu kategori yang ingin dibahas di penelitian ini adalah kategori KRPAI (Kontes Robot Pemadam Api Indonesia) tipe berkaki. Pada kategori ini, robot memiliki tugas untuk memadamkan api yang ada didalam suatu ruangan. Robot bergerak menggunakan kaki dan menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak pada sebuah ruangan. Terdapat empat ruangan didalam arena KRPAI, dimana ada dua ruangan yang bisa berubah yaitu pada ruangan satu dan empat. Banyak metode atau algoritma yang dapat dipergunakan untuk menyelesaikan tugas tersebut antara lain *Dead Reckoning*, *Follow Line*, *Follow Wall*, *Maze Mapping*, *Algoritma Neural Networks*, *Shortest Path*, dan *Fuzzy Logic*.

Logika fuzzy (*Fuzzy Logic*) merupakan pengembangan dari hasil yang didapat dari logika boolean. Logika boolean hanya mengenal nilai kebenaran atau tidak, sehingga kebenaran yang didapat belum tentu kebenaran yang sebenarnya. Contoh nilai yang ada pada boolean adalah 0 dan 1 atau bisa juga naik dan turun atau hitam dan putih atau contoh lainnya yang mempunyai nilai ya atau tidak. Logika fuzzy mengubah nilai kebenaran pada boolean menjadi tingkat kebenaran. Jika kita belum pernah mengetahui bagaimana logika fuzzy, mungkin akan membayangkan kerumitan dan hal-hal yang tidak menyenangkan di dalam logika fuzzy tersebut. Namun, perlu diketahui sebenarnya logika fuzzy sudah ada pada diri kita masing-masing.[1]

Dalam perlombaan atau saat kontes robot berlangsung, penulis melihat ada beberapa permasalahan yang dialami peserta dengan robotnya yaitu robot hanya berputar mengelilingi salah satu ruangan atau dua ruangan, robot tidak menemukan keberadaan api, robot tidak bisa memasuki ruangan tengah jika boneka berada ditengah arena. Hal ini terjadi karena robot hanya menggunakan sistem navigasi sederhana yaitu dengan menggunakan metode *wall follower*.

Dari permasalahan yang diuraikan diatas, maka salah satu solusi yang dapat membantu adalah dengan cara mengidentifikasi setiap ruangan, agar robot dapat mengetahui keberadaannya. Sehingga robot dapat mengetahui sedang berada di ruangan mana. Selain itu juga agar robot dapat mengambil keputusan harus bergerak ke arah mana setelah menemukan suatu ruangan tertentu. Salah satu metode yang dapat dipergunakan untuk membantu mengidentifikasi ruangan pada MAP Kontes Robot Pemadam Api Indonesia ini adalah dengan menggunakan logika fuzzy.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Algoritma Untuk Mengidentifikasi Ruangan Pada Map Kontes Robot Pemadam Api Indonesia Menggunakan Logika Fuzzy”.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Logika Fuzzy

*Fuzzy* dapat diartikan kabur atau samar. Di dalam fuzzy suatu nilai dapat berarti benar atau salah secara bersamaan. Keanggotaan dari fuzzy adalah rentang nilai 0 sampai dengan 1, bukan bernilai 0 dan 1 atau ya dan tidak. Namun berapa besar rentang nilai tergantung dari bobot keanggotaan yang dimilikinya.[2]

Logika Fuzzy dapat dipergunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang dinyatakan menggunakan *linguistic* (ilmu bahasa). Hal tersebut dapat dicontohkan misalkan besaran kecepatan laju suatu kendaraan yang dinyatakan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Dalam hal ini logika fuzzy menunjukkan sejauh mana suatu nilai dapat dikatakan benar dan sejauh mana nilai dikatakan salah. Tidak seperti logika klasik atau tegas yang hanya mempunyai dua kemungkinan yaitu cepat atau lambat. Derajat keanggotaan lambat artinya bukan merupakan anggota himpunan dan cepat berarti adalah anggota himpunan. Oleh sebab itu dengan fuzzy sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama.

Contoh penggunaan Logika Fuzzy kedalam sistem informasi dan rekayasa proses adalah menghasilkan aplikasi seperti sistem kontrol, alat-alat rumah tangga, dan sistem pengambil keputusan (*decision support system*). Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa logika fuzzy memimpin dalam pengembangan kecerdasan mesin yang lebih tinggi (*machine Intelligency Quotient / MIQ*). Contoh produk-produk yang telah menggunakan logika fuzzy adalah mesin cuci, video dan kamera refleksi lensa tunggal, pendingin ruangan, oven microwave, dan banyak sistem diagnosa mandiri.

Di dalam diri setiap manusia sebenarnya logika fuzzy sudah ada. Konsep logika fuzzy dapat dengan mudah ditemukan pada perilaku manusia dalam sehari-hari antara lain:

1. Kecepatan kendaraan sesuai dengan seberapa besar kita menekan gas pada kendaraan tersebut. Berapa besar tekanan yang kita berikan?
2. Jika kita memberikan hadiah kepada orang lain, maka besar hadiah tersebut tergantung dari sikap orang tersebut terhadap kita. (Berapa besar nilai hadiah yang akan kita berikan? )
3. Setiap orang akan marah jika merasa dirugikan oleh orang lain. ( Berapa besar kemarahan kita? )

Pertanyaan-pertanyaan tersebut tidak bisa kita jawab dengan pasti. Untuk contoh yang bisa dijawab atau dijelaskan dengan pasti menggunakan konsep logika fuzzy adalah sebuah robot yang menggunakan fuzzy logic dapat memprediksikan kapan ia harus bertindak atau menghindari saat ada halangan di depannya. Sedangkan robot yang menggunakan algoritma pemrograman konvensional tidak akan dapat memutuskan sendiri untuk menghindari dari halangan yang ada di depannya.[1]

Kontrol Logika fuzzy merupakan sistem yang dapat diaplikasikan secara khusus dalam bidang kendali. Kontrol logika fuzzy banyak diaplikasikan dalam sistem kendali karena memaparkan pengetahuan operator atau pakar dalam mengendalikan sistem yang akan dikendalikan. Salah satu contoh dari kontrol logika fuzzy dapat digunakan untuk mengatur kecepatan motor servo pada robot. Kecepatan robot tergantung dari jarak objek yang terbaca oleh sensor jarak.[3]

### 2.2 Sensor Ultrasonik

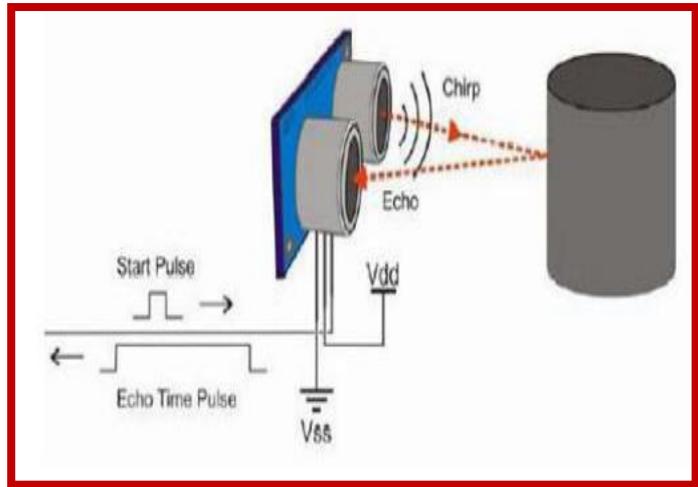
Sensor ini merupakan sebuah alat elektronik yang mempunyai kemampuan bisa mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. Sensor ultrasonik ini berupa rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut *transmitter* dan penerima ultrasonik yang dinamakan *receiver*. Alat yang satu ini dipergunakan untuk mengukur gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik yang memiliki ciri *longitudinal* dan biasanya memiliki frekuensi 40 Khz, Gelombang ultrasonik dapat merambat melalui zat padat, cair maupun gas.[4]

Sensor ultrasonik merupakan alat yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara yang dipergunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu benda atau objek tertentu didepannya. Frekuensi kerjanya adalah pada daerah diatas gelombang suara yaitu dari 20 kHz sampai dengan 2 MHz. Sensor ultrasonik ini terdiri dari 2 bagian, yaitu pemancar dan penerima.[5]

Sensor SRF-04 merupakan sebuah sensor yang mengubah dari besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik.[8]

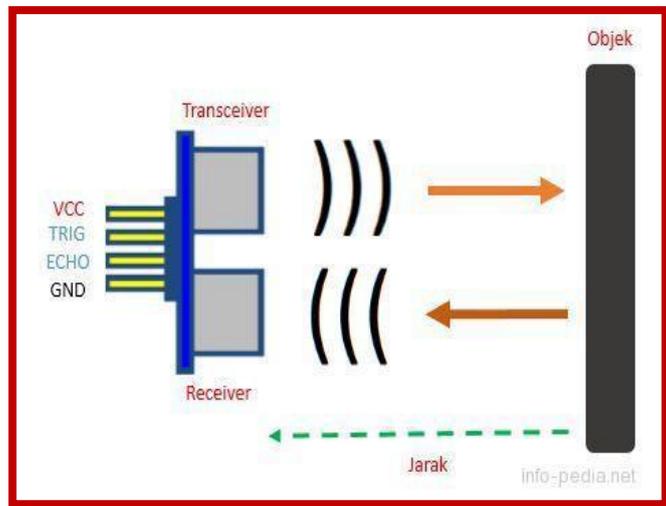
Prinsip kerjanya adalah pantulan gelombang ultrasonik terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama.

Untuk lebih jelas tentang prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat prinsip dari sensor ultrasonik pada gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. Prinsip Sensor Ultrasonik [5]

Besarnya amplitudo sebuah sinyal elektrik yang dihasilkan oleh sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya sebuah objek yang akan dideteksi, serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima. Proses sensing yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan objek sasaran. Prinsip pemantulan dari sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Prinsip Pemantulan Ultrasonik [5]

Prinsip kerja sensor ini adalah *transmitter* mengirimkan sebuah gelombang ultrasonik lalu diukur dengan waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek, sehingga jarak sensor dengan objek dapat ditentukan persamaan sebagai berikut :

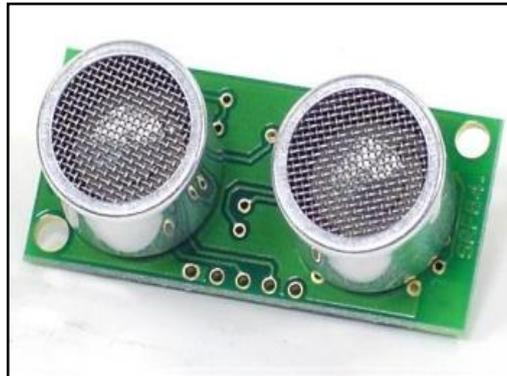
$$s = \frac{vxt}{2}$$

Keterangan:  
 s = jarak (meter)  
 v = kecepatan suara (344 m/detik)  
 t = waktu tempuh (detik)

Gambar 3. Persamaan Nilai Ultrasonik [5]

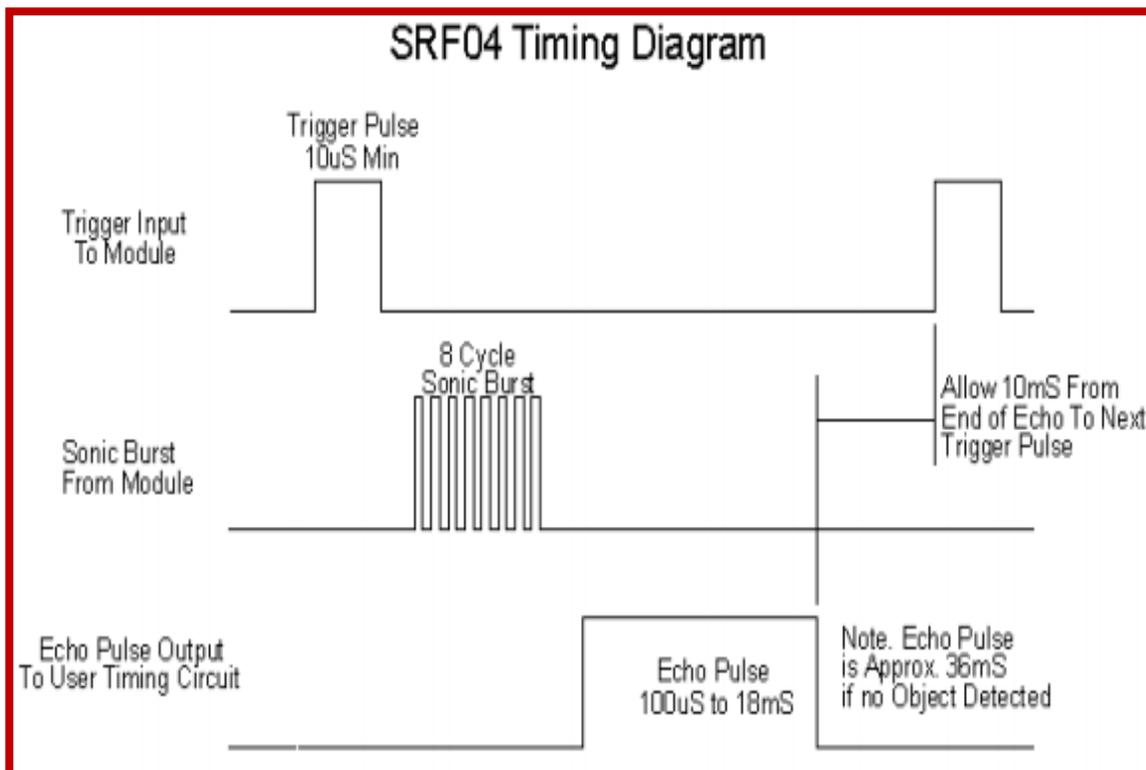
Hcsr-04 dapat mengukur jarak dalam rentang antara 3cm–3m dengan *output* panjang pulsa yang sebanding dengan jarak objek. Sensor ini hanya memerlukan 2 pin I/O untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu *TRIGGER* dan *ECHO*. Untuk mengaktifkan HCSR-04 mikrokontroler mengirimkan pulsa positif melalui pin *TRIGGER* minimal 10  $\mu$ s, selanjutnya HCSR-04 mengirimkan pulsa positif melalui pin *ECHO* selama 100  $\mu$ s hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak objek. Spesifikasi dari sensor ultrasonik HCSR-04 adalah sebagai berikut:

1. Dimensi: 24mm (P) x 20mm (L) x 17mm (T).
2. Konsumsi Arus: 30 mA (rata-rata), 50 mA (max).
3. Jangkauan: 3 cm sampai dengan 3 m.
4. Sensitifitas: Mampu mendeteksi objek dengan diameter 3 cm pada jarak > 1m.



Gambar 4. Sensor Ultrasonic HCSR-04 [5]

Prinsip kerja HCSR-04 adalah *transmitter* memancarkan seberkas sinyal ultrasonik (20 KHz) yang berbentuk pulsa, kemudian jika didepan HCSR-04 ada objek padat maka *receiver* akan menerima pantulan sinyal ultrasonik tersebut *Receiver* akan membaca lebar pulsa (dalam bentuk PWM) yang dipantulkan objek dan selisih waktu pemancaran. Dengan pengukuran tersebut, jarak objek didepan sensor dapat diketahui untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar 5 ini:



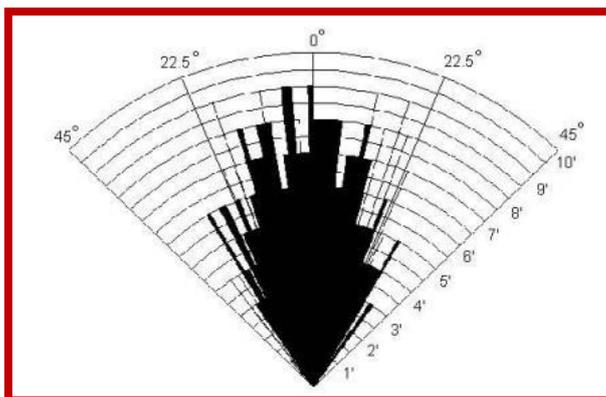
Gambar 5. Timing Diagram Sensor Utrasonik HCSR-04 [5]

Pin *trigger* dan *echo* dihubungkan ke mikrokontroler. Untuk memulai pengukuran jarak mikro mengeluarkan *output high* pada pin *trigger* selama minimal 10  $\mu$ s sinyal *high* yang masuk membuat sensor HCSR-04 ini mengeluarkan gelombang suara ultrasonik. Kemudian ketika bunyi yang dipantulkan kembali ke sensor HCSR-04, bunyi tadi akan diterima dan membuat keluaran sinyal *high* pada pin *echo* yang kemudian menjadi inputan pada mikrokontroler HCSR-04 akan memberikan pulsa 100  $\mu$ s - 18ms pada outputnya tergantung pada informasi jarak pantulan objek yang diterima. Lamanya sinyal *high* dari *echo* inilah yang digunakan untuk menghitung jarak antara sensor HCSR-04 dengan benda yang memantulkan bunyi yang berada didepan sensor.

Untuk menghitung lamanya sinyal *high* yang diterima mikrokontroler dari pin *echo*, maka digunakan fasilitas *timer* yang ada pada masing-masing mikrokontroler. Ketika ada perubahan dari *low* ke *high* dari pin *echo* maka akan mengaktifkan *timer* dan ketika ada perubahan dari *high* ke *low* dari pin *echo* maka akan mematikan *timer*. Setelah itu yang diperlukan adalah mengkonversi nilai *timer* dari yang satuannya dalam detik, menjadi ke dalam satuan jarak (*inch/cm*) dengan menggunakan rumus berikut:

1. Jarak (*inch*) = waktu hasil pengukuran (us)/148.
2. Jarak (cm) = waktu hasil pengukuran (us)/58

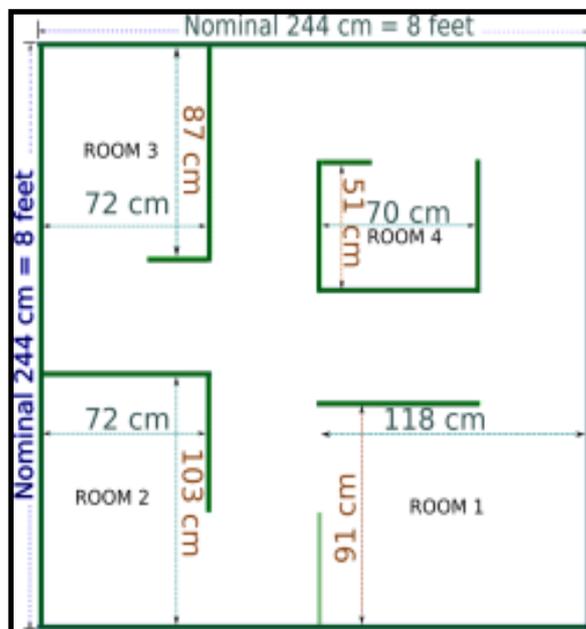
Berikut ini adalah data perbandingan antara sudut pantulan dan jarak pada sensor ultrasonik Hcsr04. Pada gambar 6 :



Gambar 6. Perbandingan sudut pantul [5]

### 2.3 MAP Kontes Robot Pemadam Api Indonesia

MAP dari Kontes Robot Pemadam Api Indonesia sudah ditentukan oleh Dikti. Arena atau rule berbentuk persegi dengan panjang sisi masing-masing adalah 244 cm. Didalam arena atau rule tersebut terdapat empat ruangan yang masing-masing sudah diberi nama Room1, Room2, Room3, dan Room4. Lorong dari arena mempunyai lebar 46 cm. Dan ukuran masing-masing ruangan dapat dilihat pada gambar berikut [6] :



Gambar 7. MAP Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) [6]

### 2.4 Robot

Robot diperkenalkan pertama kali oleh Wright Karel Capek pada tahun 1920 melalui sandiwara yang dibuatnya, yaitu R. U. R. (*Rossum's Universal Robots*). Dalam sandiwara ini, diceritakan seorang tokoh ilmu pengetahuan yang bernama Rossum menciptakan bahan tiruan daging dan tulang melalui proses biologi dan elektronika. Dia menciptakan bahan itu untuk mewujudkan impiannya membuat kehidupan buatan. Namun, eksperimen Rossum gagal.

Robot merupakan hasil rekayasa teknologi yang dirancang untuk mempermudah pekerjaan manusia.[7]

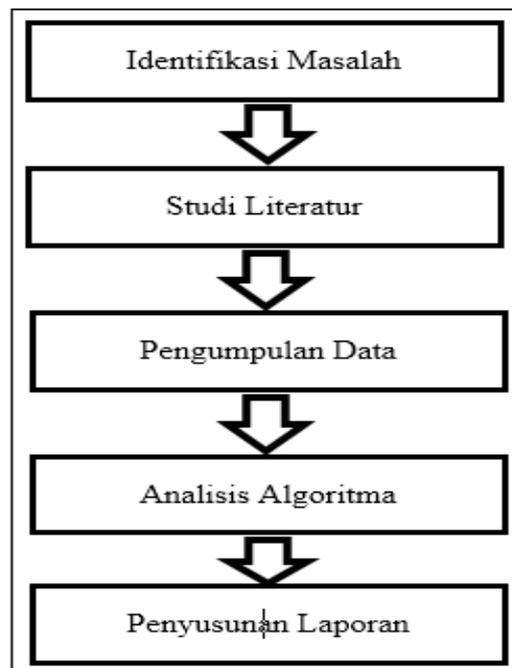
## 2.5 Sensor Suhu (TPA81)

TPA 81 dapat mendeteksi sinar infra merah dengan panjang gelombang  $2\mu\text{m}$ - $22\mu\text{m}$ . Panjang gelombang yang dideteksi sensor ini adalah panjang gelombang radiasi panas dari benda tersebut. Jadi, sensor ini dapat mendeteksi suhu dari panas benda tersebut. Sensor ini dapat mendeteksi nyala lilin sejauh 2 meter tanpa dipengaruhi oleh cahaya ruangan. TPA81 Merupakan kumpulan 8 sensor panas yang difungsikan dalam array.[9]

TPA 81 memiliki array yang terdiri dari 8 titik *thermopiles* yang disusun satu baris. Array ini dapat mengukur suhu secara bersamaan. Sensor ini memiliki keterbatasan jangkauan pendeteksian. 8 titik *thermopiles* tersebut memiliki sudut pandang  $5,12^\circ$  setiap titik terhadap sumbu horizontal. Jadi, total ada  $41^\circ$  sudut pandang pada sumbu horizontal. Sedangkan pada sumbu vertikal terdapat  $6^\circ$  sudut pandang.[10]

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian merupakan suatu usaha untuk menemukan, mengembangkan, dan menguji kebenaran suatu pengetahuan yang dilakukan dengan menggunakan metode-metode ilmiah. Bisa juga dikatakan rangkaian kegiatan ilmiah dalam rangka pemecahan suatu masalah. Di dalam melakukan penelitian kita harus mempelajari hal-hal apa saja yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian. Untuk itu diperlukan suatu perencanaan yang tersusun dengan rinci dan sistematis, sehingga penelitian yang dilakukan dapat menghasilkan sesuatu yang bermanfaat dan dapat dipertanggung jawabkan. Adapun kerangka kerja penelitian yang akan digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 8. Kerangka Penelitian

Berdasarkan kerangka kerja penelitian pada gambar 8, maka dapat diuraikan pembahasan dari masing-masing tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi Masalah  
Tahap ini adalah proses dan hasil pengenalan masalah. Dengan kata lain, identifikasi masalah adalah salah satu proses penelitian yang boleh dikatakan paling penting di antara proses lain. Masalah penelitian akan menentukan kualitas suatu penelitian, bahkan itu juga menentukan apakah sebuah kegiatan bisa disebut penelitian atau tidak.
2. Studi Literatur  
Pada tahapan pertama ini penulis menghimpun data-data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik penelitian. Adapun data atau sumber yang dimaksud adalah seperti jurnal, buku, dan internet. Data yang didapat dari studi literatur ini akan digunakan sebagai acuan untuk merancang dan membuat robot di dalam penelitian ini.
3. Pengumpulan Data  
Pada tahapan proses ini, dilakukan pengumpulan data yaitu penulis melakukan pengumpulan data berupa data-data pustaka antara lain : buku teori tentang robot, buku mengenai cara mengoperasikan mikrokontroler, buku elektronika dasar, buku tentang aplikasi *CodeVision AVR*, buku tentang algoritma robot yang berhubungan dengan metode yang digunakan dan bentuk ruangan yang ada jalan keluarnya. Adapun tujuan dari pengumpulan data pustaka ini adalah agar penulis dapat memahami teori dan konsep dari metode yang dipakai serta robot yang akan dirancang.
4. Analisis Algoritma  
Pada tahap ini, pertama kali akan dilakukan adalah menentukan semua posisi robot pada MAP kontes robot pemadam api indonesia. Kemudian hitung semua nilai sensor yang didapat ketika robot berada diluar maupun dalam ruangan. Setelah ditemukan nilai-nilai dari semua posisi robot tahap selanjutnya adalah mengimplementasikan ke dalam code program.

## 5. Penyusunan Laporan

Pada tahapan proses ini, dilakukan proses penyusunan atau pembuatan laporan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis. Tujuan dari tahap ini adalah agar penelitian ini dapat dibaca sehingga dapat diperoleh kritik maupun saran dari para pembaca. Serta dapat juga dijadikan sebagai bahan acuan dan referensi bagi pengembangan penelitian yang selanjutnya.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Sistem Pada Robot Berkaki

Robot berkaki menggunakan motor servo sebagai penggerakannya. Pada penelitian ini robot yang dirancang adalah robot berkaki enam. Umumnya masing-masing kaki pada robot ini akan menggunakan tiga motor servo. Jadi motor servo yang digunakan seluruhnya adalah 18 motor servo. Motor harus memiliki torsi yang cukup besar untuk dapat menggerakkan persendian kaki dan mengimbangi berat keseluruhan robot. Dengan desain seperti ini diharapkan robot dapat bergerak dengan lebih mudah dan fleksibel. Selain itu robot ini juga memiliki kemampuan mendeteksi dinding atau penghalang dengan jarak 3 sampai 300 cm menggunakan sensor srf-04 yang diletakkan pada masing-masing sisi robot.

### 4.2 Sistem Sensor Dan Interface

Ada beberapa tipe sensor yang digunakan, agar robot dapat memperoleh informasi seakurat mungkin dari kondisi lingkungan yang akan dilaluinya, antara lain:

#### 1. Ultrasonic Distance Sensor SRF04

Sensor SRF04 ini adalah sensor jarak yang gunanya untuk mengetahui berapa jauh jarak antara robot dengan penghalang.

#### 2. UVtron Flame Detector

UVtron Flame Detector merupakan sensor pendeteksi api yang berada disekitar sensor tersebut, gunanya sebagai pendeteksi panas api yang dihasilkan oleh lilin.

#### 3. TPA81

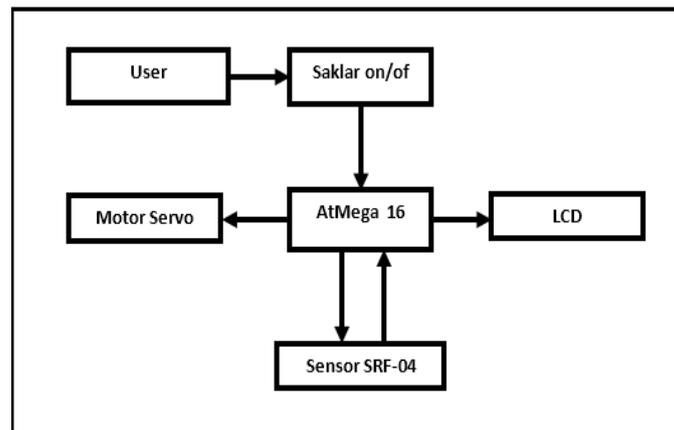
TPA81 adalah sensor yang bisa mendeteksi radiasi panas sehingga bisa mengukur suhu tanpa menyentuh sumber panas nya. TPA81 bekerja dengan cara mendeteksi sinar infra merah dengan panjang gelombang 2um-22um (1mikro meter =sepersepuluh meter). Panjang gelombang ini dihasilkan oleh benda-benda yang panas. Jadi TPA81 dapat mendeteksi suhu api lilin dalam jarak 2 meter tanpa terpengaruh cahaya ruangan.

#### 4. Motor servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo.

### 4.3 Blok Diagram Sistem Robot Berkaki

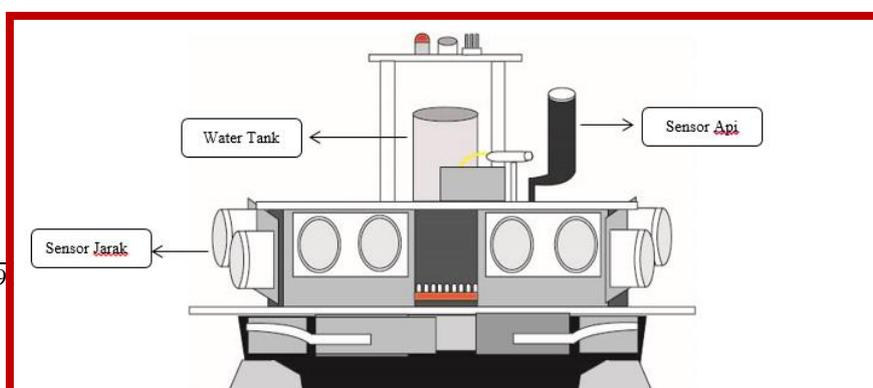
Blok diagram merupakan sistem yang terintegrasi, karena sistem tersebut tidak dapat bekerja apabila salah satu perangkat tidak ada. Block diagram dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 9. Blok Diagram Rancangan Robot

### 4.4 Rancangan Fisik Robot Berkaki

Robot yang dirancang memiliki panjang dan lebar sama yaitu 28cm. Berikut ini adalah bentuk fisik dari rancangan robot berkaki.



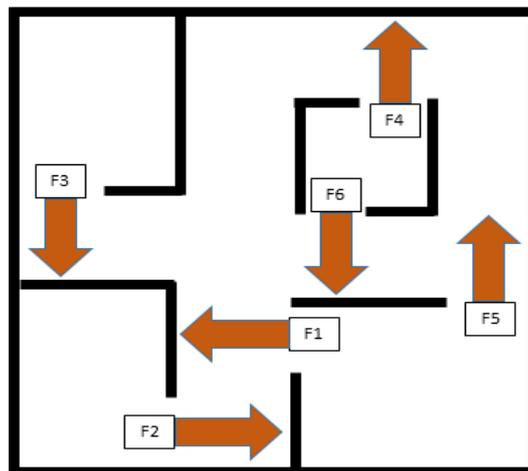
Gambar 10. Rancangan Fisik Robot Berkaki Dari Depan

Dari gambar 10 dapat dilihat terdapat beberapa komponen yaitu motor servo sebagai penggerak robot, serta sensor jarak sebagai pendeteksi penghalang pada robot dan sensor lainnya.

#### 4.5 Rule Fuzzy Pada Robot Berkaki

##### 1. Pembagian Posisi Robot

Di dalam ruangan yang sudah ditentukan ukurannya, jika robot berhasil keluar dari salah satu ruangan maka penulis membagi posisi fuzzy untuk robot menjadi 6 bagian yaitu F1, F2, F3, F4, F5 dan F6. Adapun pembagiannya dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 11. Posisi Fuzzy Untuk Robot

##### 2. Pembagian Jarak Robot

Sensor yang digunakan untuk mencari jarak pada robot ini menggunakan srf-04. Jarak yang dapat dibaca oleh sensor ini adalah mulai dari 3cm untuk jarak terdekat dan 300cm untuk jarak terjauh. Akan sangat sulit jika mengetahui jarak yang sebenarnya jika robot sedang bernavigasi. Oleh karena itu untuk mempermudah pembacaan jarak, maka penulis membagi jarak sensor menjadi 3 variabel yaitu J1, J2 dan J3. Adapun variabel bagian tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Pembagian Jarak Robot

No	Variabel	Range	Keterangan
1	J1	3cm s/d 20cm	Jarak Dekat
2	J2	21cm s/d 50cm	Jarak Sedang
3	J3	$\geq 51$ cm	Jarak Jauh

##### 3. Pembagian Rute Robot

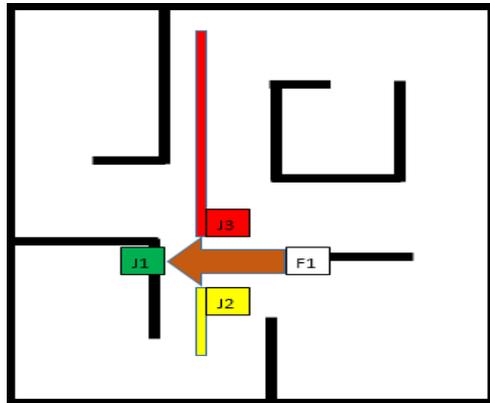
Setelah membagi posisi robot dan jarak, maka selanjutnya adalah menentukan rute robot tersebut. Tahap ini merupakan tahap menentukan ruangan apa yang telah dilalui robot dan ruangan apa yang akan ditemukan oleh robot. Pembagian rute akan dibagi menjadi 3 yaitu R1, R2 dan R3. Untuk lebih jelasnya maka dapat dilihat pembagian rute pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Pembagian Rute Robot

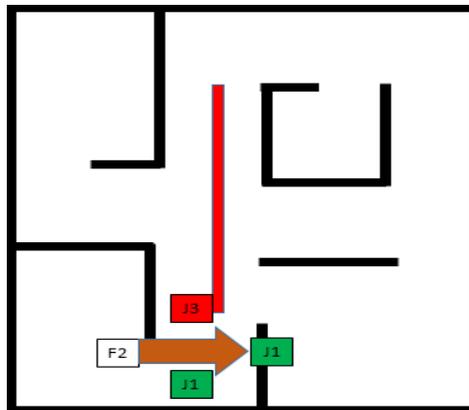
No	Variabel	Nama Rute	Ket
1	R1	Rute L	Robot telah melalui jalan membentuk huruf L
2	R2	Rute U	Robot telah melalui jalan membentuk huruf U
3	R3	Rute O	Robot telah melalui jalan membentuk huruf O

#### 4.6 Identifikasi Ruang Menggunakan Jarak

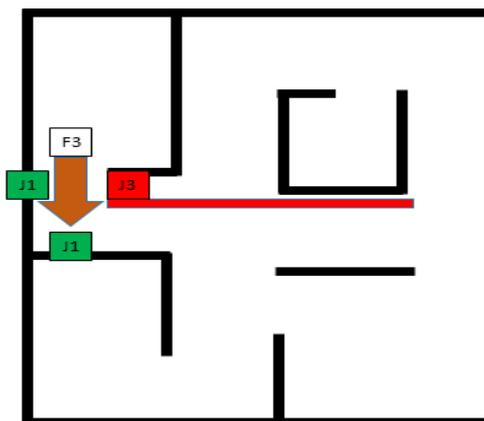
Setelah mengetahui pembagian dari posisi robot, jarak robot dan rute robot. Selanjutnya adalah mengidentifikasi ruangan berdasarkan variabel-variabel yang telah ditentukan. Pada tahap pertama ini penulis mengidentifikasi ruangan hanya dengan menggunakan jarak kanan dan kiri saat robot berhasil keluar dari suatu ruangan. Untuk lebih jelas maka dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini :



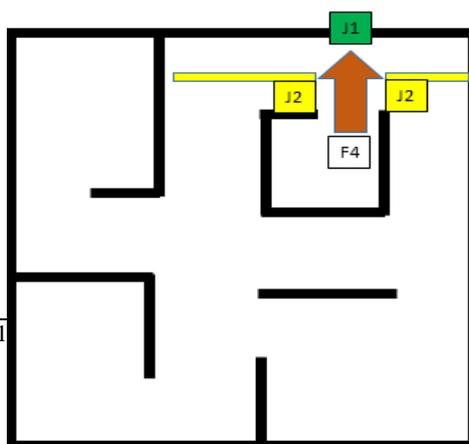
Gambar 12. Identifikasi Ruang Jarak F1



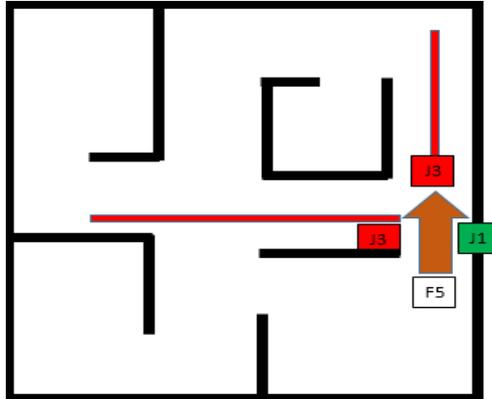
Gambar 13. Identifikasi Ruang Jarak F2



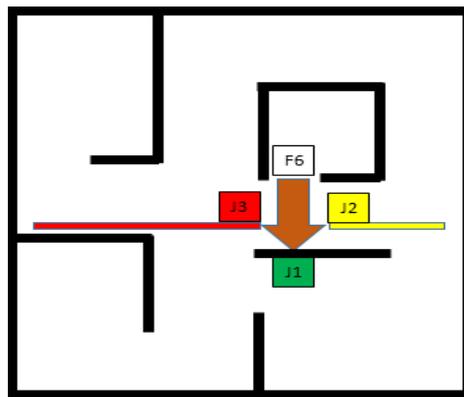
Gambar 14. Identifikasi Ruang Jarak F3



Gambar 15. Identifikasi Ruang Jarak F4



Gambar 16. Identifikasi Ruang Jarak F5



Gambar 17. Identifikasi Ruang Jarak F6

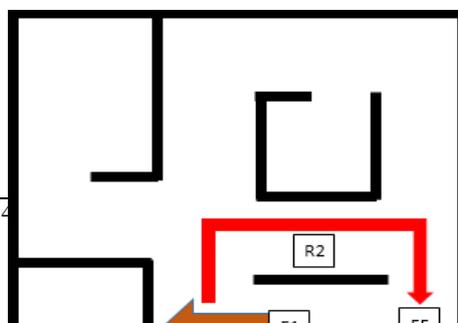
Dari hasil analisa menggunakan jarak untuk mengidentifikasi ruangan, maka belum semua ruangan dapat teridentifikasi yaitu F1,F2,F3 dan F6. Sedangkan untuk F4 dan F5 robot sudah bisa mengetahui bahwa robot tersebut ada di ruangan mana. Untuk lebih jelas maka dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Tabel Identifikasi Ruang Menggunakan Jarak

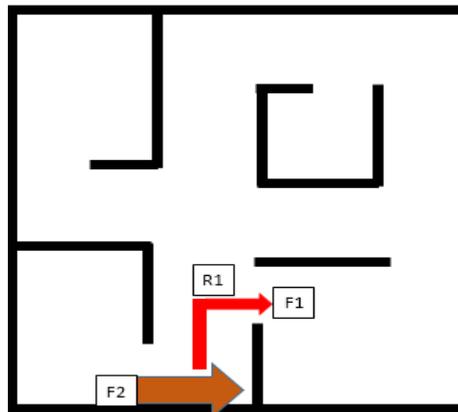
No	Posisi	Depan	Kanan	Kiri	Hasil
1	F1	J1	J3	J2	Belum Teridentifikasi
2	F2	J1	J1	J3	Belum Teridentifikasi
3	F3	J1	J1	J3	Belum Teridentifikasi
4	F4	J1	J2	J2	Teridentifikasi
5	F5	J3	J1	J3	Teridentifikasi
6	F6	J1	J3	J2	Belum Teridentifikasi

#### 4.7 Identifikasi Ruang Menggunakan Rute

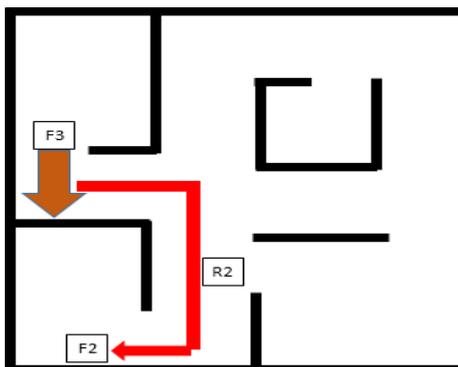
Setelah melakukan identifikasi ruangan menggunakan jarak, maka selanjutnya dilakukan identifikasi ruangan menggunakan rute. Tahap ini dilakukan karena pada tahap identifikasi menggunakan jarak masih ada 4 ruangan yang belum bisa teridentifikasi. Untuk lebih jelas maka dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini :



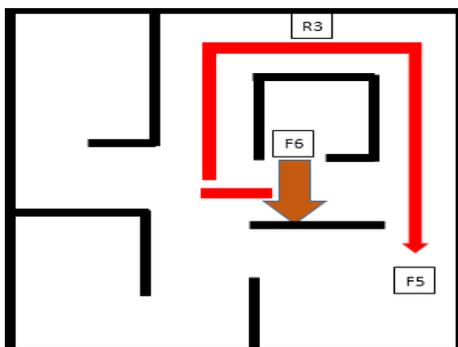
Gambar 18. Identifikasi Ruang Rute F1



Gambar 19. Identifikasi Ruang Rute F2



Gambar 20. Identifikasi Ruang Rute F3



Gambar 21. Identifikasi Ruang Rute F6

Dari hasil analisa menggunakan rute, maka ruangan F1, F2, F3 dan F4 saat ini sudah teridentifikasi. Posisi F1 akan melalui rute R2 untuk menemukan ruangan F5 dengan menggunakan navigasi wall follower. Posisi F2 akan melalui rute R1 untuk menemukan ruangan F1. Posisi F3 akan melalui rute R2 untuk menemukan ruangan F2. Sedangkan F6 akan melalui rute R3. Untuk lebih jelas maka dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Tabel Identifikasi Ruang Menggunakan Rute

No	Posisi	Rute	Menuju	Hasil
----	--------	------	--------	-------

1	F1	R2	F5	Teridentifikasi
2	F2	R1	F1	Teridentifikasi
3	F3	R2	F2	Teridentifikasi
4	F6	R3	F5	Teridentifikasi

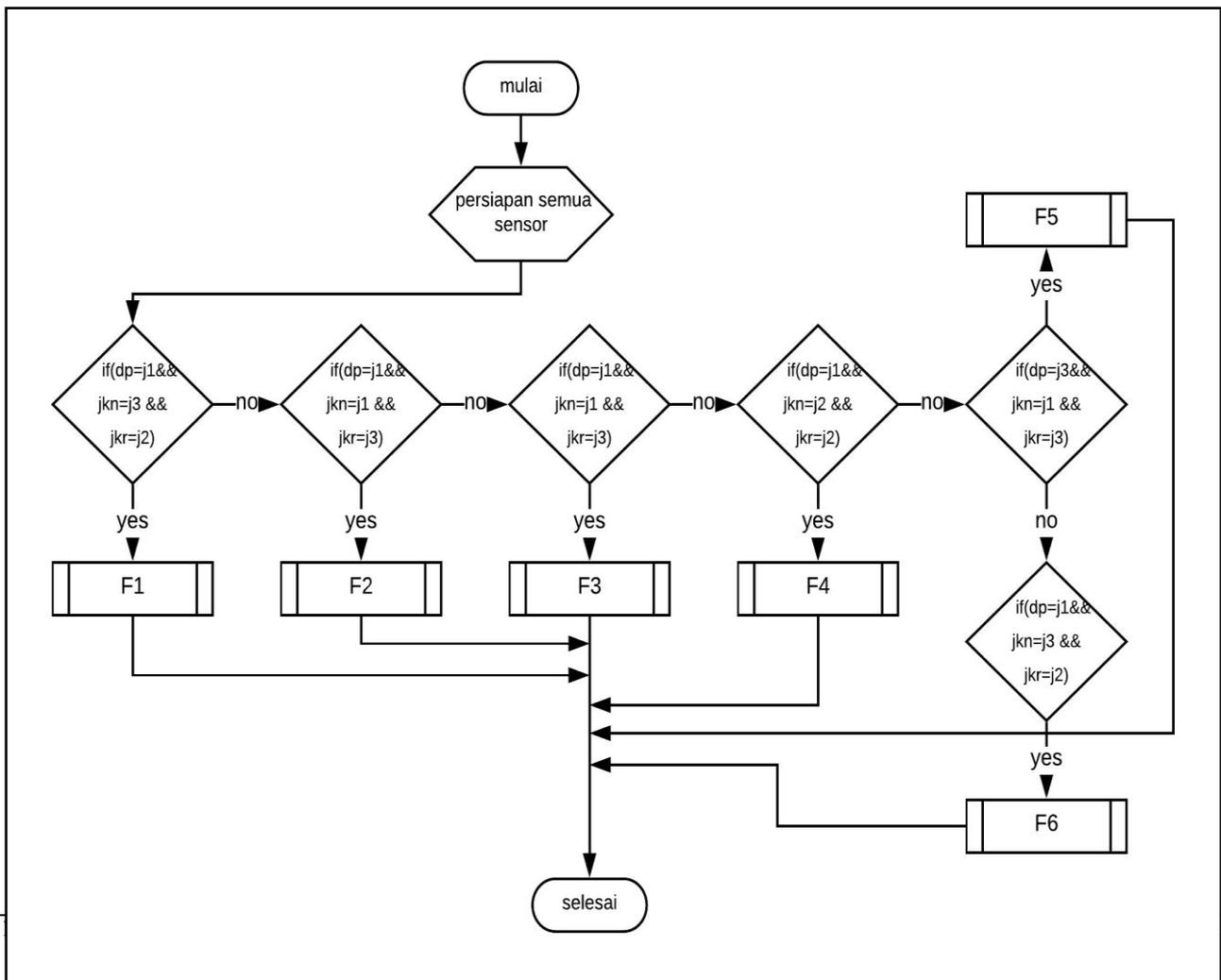
#### 4.8 Rule Fuzzy If-Then

Aturan Fuzzy If-Then atau disebut juga aturan fuzzy atau pernyataan kondisional Fuzzy adalah aturan yang digunakan untuk merumuskan relasi kondisi antara dua atau lebih himpunan fuzzy. Adapun Fuzzy If-Then pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5 :

Tabel 5. Rule Fuzzy If-Then

No	Rule Fuzzy If-Then	Posisi Fuzzy
1	if ( jarak_depan== J1 && jarak_kanan==J3 && jarak_kiri==J2) if ( rute == R2) => F5	F1
2	if ( jarak_depan== J1 && jarak_kanan==J1 && jarak_kiri==J3) if ( rute == R1) => F1	F2
3	if ( jarak_depan== J1 && jarak_kanan==J1 && jarak_kiri==J3) if (Rute == R2) => F2	F3
4	if ( jarak_depan== J1 && jarak_kanan==J2 && jarak_kiri==J2)	F4
5	if ( jarak_depan== J3 && jarak_kanan==J1 && jarak_kiri==J3)	F5
6	if ( jarak_depan== J1 && jarak_kanan==J3 && jarak_kiri==J2) if (Rute == R3) => F5	F6

#### 4.9 Flowchart Rule Fuzzy



Gambar 22. Flowchart Rule Fuzzy

#### 4.10 Analisis Hasil Pencapaian Sistem Pada Robot Berkaki

Setelah selesai melakukan analisa, adapun hasil yang dicapai sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Beberapa gerakan yang dapat dilakukan oleh robot adalah gerak maju, gerak mundur, gerak berbelok kekanan maupun kekiri, dan berhenti.
2. Robot yang dibuat mempunyai delapan sensor untuk mendeteksi jarak penghalang dan posisi sensor diletakan di sekeliling sisi robot.
3. Robot melakukan navigasi dengan metode wall follower.  
Robot dapat mengidentifikasi semua ruangan yang ada di MAP KRPAI dengan menggunakan perbandingan jarak dan rute.

### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi ruangan pada MAP Kontes Robot Pemadam Api Indonesia adalah logika fuzzy.
2. Robot berkaki yang dirancang mempunyai 6 kaki sebagai penggerak, dimana setiap kaki menggunakan 3 buah servo. Sehingga jumlah servo yang digunakan sebanyak 18 buah servo.
3. Robot berkaki menggunakan 8 buah sensor jarak yang digunakan untuk mendeteksi penghalang. Penelitian ini menghasilkan algoritma untuk mengidentifikasi ruangan pada MAP Kontes Robot Pemadam Api Indonesia menggunakan logika fuzzy.

#### 5.2 Saran

1. Diharapkan agar logika fuzzy ini dapat diimplementasikan dengan baik pada robot pada saat Kontes Robot Indonesia khususnya kategori Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI).
2. Diharapkan agar dapat menambahkan sensor kompas sehingga untuk mengidentifikasi ruangan pada MAP KRPAI menjadi lebih mudah dan akurat.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Helif Nasution. "Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan." *Jurnal ELKHA*, Vol.4, Pages 4-7, 2012.
- [2] Faikul Umam. "Pengembangan Sistem Kendali Pergerakan Autonomous Mobile Robot Untuk Mendapatkan Jalur Bebas Hambatan Menggunakan Fuzzy Logic Controller." *Jurnal Ilmiah Mikrotek*, Vol.1, No.1, Pages 35-42, 2013
- [3] Reza Nandika. "Implementasi Sensor Ultrasonik Pada Robot Pengikut Objek Dengan Kontrol Logika Fuzzy." *Jurnal Dimensi*, 1(1). 2016
- [4] Hasyim, Y, & Putri, A. R. "Implementasi Sistem Navigasi Robot Wall Following Dengan Metode Fuzzy Logic Untuk Robot Pemadam Api Divisi Berkaki." ONIX IIPADA KRPAI Tahun 2017." *Jipi*, 02(01), Pages 26–31.
- [5] Arasada, B, & Suprianto, B. "Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno." *Teknik Elektro*, 6(2), Pages 1–8, 2017
- [6] DIKTI. *Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI)*, 2015.
- [7] Ezra Meliora, N, Angga, R, & Unang, S. "Perancangan dan Implementasi Tangan Robot Buatan dengan Menggunakan Elektromiogram." *EProceedings of Engineering*, 2(2), Pages 63, 2015
- [8] Hardiyanto, R, D, Rochim, A, F, & Windasari, I, P. "Pembuatan Penghitung Jumlah Mobil Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 Menggunakan Sensor Ultrasonik." *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 3(2), Pages 185–191, 2016.
- [9] Dwi Astharini, Suci Rahmatia, Tio Apridinata, R, P, B. *Pengembangan Sistem Pendeteksi Lokasi Titik Api dalam Ruang Terbatas*, (2), Pages 91–95, 2013
- [10] Permana, S, Saputri, A, D, & Aulia, R, A. "Deteksi Api dengan Teknik Pindai Menggunakan Sensor TPA81 dan Motor Servo pada Robot Pemadam Api." Pages 128–133, 2013