

RANCANG BANGUN ROBOT PEMADAM API MENGUNAKAN TEKNIK WALL FOLLOWING

Chairul Umam¹, Muhammad Kamal², Aidi Finawan³

^{1,2,3}Prodi Instrumentasi dan Otomasi Industri Jurusan Teknik Elektro

Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan km 280,3. Buket rata, Lhokseumawe

e-mail : umam94@yahoo.com

Abstract—Musibah kebakaran yang sering terjadi telah menimbulkan banyak korban jiwa dan kerugian harta benda. Terdapat Resiko yang ditanggung oleh tim pemadam kebakaran sangat tinggi, untuk itulah diciptakan robot pemadam api untuk membantu manusia dalam pekerjaan ini. Robot pemadam api dirancang menggunakan empat roda dan terdiri dari beberapa sensor, seperti Flame Detector untuk mendeteksi adanya api, sensor ultrasonik sebagai navigasi dan deteksi jarak dan Motor pompa DC untuk memadamkan api. Sistem kontrol otomatis pada Robot yang bisa bernavigasi dalam menyeluri ruangan untuk mencapai keberadaan titik api. Hal yang ingin diperoleh dari perancangan robot pemadam api otomatis adalah mendapatkan mobilitas yang baik dari robot pemadam api dalam hal menyeluri ruangan dan dalam usaha menemukan titik api dan memadamkannya. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa sensitivitas *flame detector* sangat berpengaruh pada kinerja pergerakan robot pemadam api. Batas ideal robot pemadam api di bawah 80 cm. Robot dapat berkomunikasi lewat Bluetooth berupa sinyal Detector, batas ideal dari komunikasi Bluetooth pada alat pendeteksi dengan Bluetooth robot berjarak 20 m.

Kata Kunci— Robot Pemadam Api, Flame Detector, Sensor Ultrasonik, Driver Motor, Wall Following.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini begitu pesat, demikian pula dengan perkembangan teknologi elektronika. Robotika merupakan bukti peradaban manusia yang semakin maju dari waktu ke waktu. Wujud robot bukan hanya sebuah bentuk yang menyerupai manusia atau binatang tertentu, melainkan bergerak menyerupai bentuk yang ditirunya.

Kemampuan robot dalam menyelesaikan misinya sangat diperhitungkan, untuk itu diperlukan sistem navigasi yang handal sehingga dapat menunjang kinerja optimum robot. Pengontrolan robot tidak lepas dari suatu sistem kendali yang dapat mengolah sinyal yang diterima agar menjadi suatu perintah yang dapat menggerakkan robot dan melakukan tugas sesuai dengan yang diinginkan. robot diciptakan untuk memudahkan manusia dalam menyelesaikan masalah, contohnya dalam memadamkan api atau kebakaran. resiko yang ditanggung oleh tim pemadam. kebakaran sangat tinggi, untuk itulah diciptakan robot pemadam api untuk membantu manusia dalam pekerjaan ini.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pada penelitian ini akan dikembangkan “Rancang Bangun Robot Pemadam Api Menggunakan Teknik Wall Following” untuk menghasilkan navigasi yang efisien dalam mencapai target titik api yang akan dipadamkan.

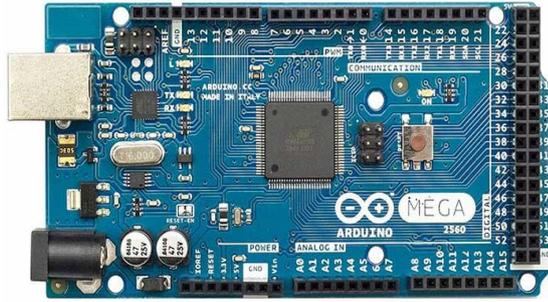
II. TINJAUAN PUSTAKA

Fahmizal (2012), dengan penelitiannya “Rancang Bangun Robot Wall Follower dengan Kendali PID”. pada penelitian ini menggunakan algoritma untuk menyediakan

orientasi navigasi kepada robot dengan menyusuri dinding. Salah satu keuntungannya adalah tidak perlu adanya garis penuntun ataupun suatu tanda khusus sebagai arahan bagi robot. Cara kerjanya adalah dengan mengatur jarak dinding dengan robot tetap konstan. Khairul Saleh (2011) dalam penelitiannya “Rancang Bangun Robot Pemantau Wireless Berbasis Mikrokontroler ATMega8535 Menggunakan Bahasa Basic” dalam penelitian ini menggunakan sebuah remote kontrol berupa *stick PS* dan hasil pemantauan kamera pada robot yang ditampilkan di TV kecil sebagai monitor melalui A/V wireless dan memanfaatkan kemampuan mikrokontroler ATMega8535 dalam pengendalian 4 buah motor servo berdasarkan 4 buah perintah dari *transmitter* dan *receiver* sebagai masukan mikrokontroler. jarak jangkauan dan respon penerimaan data pada robot, pada beda ruangan menjangkau jarak 200 cm dan pada area terbuka menjangkau jarak 300 cm untuk gerakan maju, mundur, serta berbelok kanan dan kiri.

A. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Penyelesaian untuk proses *upload* program yang lebih sederhana dan cepat, cukup menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC. Gambar 1 menunjukkan Board Arduino Mega.



Gambar 1. Board Arduino Mega

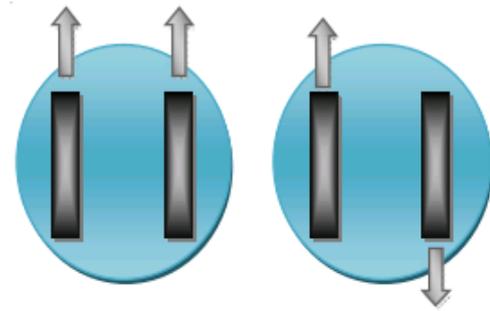
Arduino Mega 2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan empat UART hardware untuk TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada saluran *board* ini komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai com port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. Perangkat Arduino menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file. Inf diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX LED di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer. Atmega2560 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi interface pada sistem.

B. Sistem Gerak Robot

Robot berdasarkan mobilitasnya terbagi dua kelompok. Kelompok yang pertama merupakan robot yang dioperasikan pada lingkungan yang tetap dengan pergerakan yang cenderung tetap dan tertentu (*stationary robot*). Pada kelompok yang kedua, robot dapat bergerak secara otonomi, memiliki navigasi dan pergerakannya tidak tetap, tergantung dari medan jelajah (dikenal dengan *mobilerobot*). Robot beroda (*wheel robot*) dapat dibagi menurut sistem penggerakannya, yaitu sistem gerak *differential drive*, *tricycle drive*, *synchronous drive* dan *holonomic*.

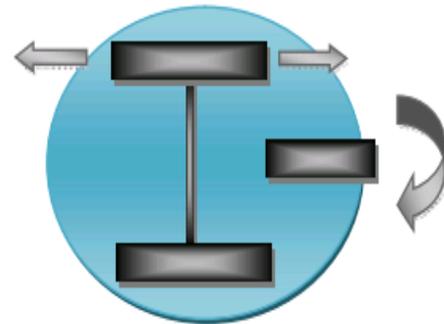
1) Differential Drive

Sistem gerak *differential drive* terdiri dari dua buah roda yang terpasang pada kiri dan kanan robot, sistem ini memungkinkan robot berputar di tempat dengan cara memutar motor dengan arah berlawanan dapat dilihat pada Gambar 2. Contoh sistem gerak ini pada kehidupan sehari-hari adalah pada gardan belakang mobil dan mainan mobil radio kontrol (RC).

Gambar 2. Sistem gerak *differential drive*

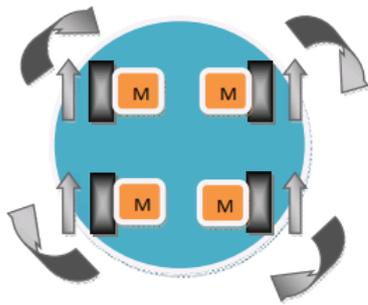
2) Tricycle Drive

Tricycle drive merupakan sistem gerak dengan tiga buah roda. Duabuaah roda dengan satu poros dihubungkan pada sebuah motor penggerak, sedangkan sebuah roda diberlakukan sebagai kemudi yang dapat berputar (setir kemudi), ketika berbelok akan didapatkan radius sepanjang titik pertemuan antara roda depan dengan roda belakang dapat dilihat pada Gambar 3. Contoh sistem gerak ini pada kehidupan sehari-hari adalah alat transportasi becak dan bajaj.

Gambar 3 Sistem gerak *Tricycle drive*

3) Synchronous Drive

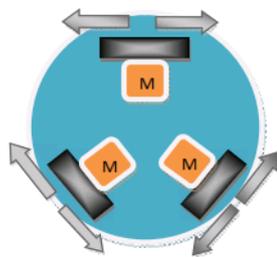
Synchronous Drive adalah sistem yang menggunakan semua rodayang terdapat pada robot untuk dapat bergerak. Pada saat robot berjalan pada permukaan yang tidak rata, maka roda yang terpengaruh pada permukaan yang tidak rata akan didukung oleh roda yang tidak terpengaruh, sehingga robot bergerak dengan arah yang tetap dapat dilihat pada Gambar 4. Contoh sistem gerak ini pada kehidupan sehari-hari adalah pada trolley pasar swalayan.



Gambar 4 Sistem gerak *Synchronous drive*

4) *Holonomic Drive*

Holonomic drive adalah sistem gerak yang memungkinkan robot bergerak ke segala arah (dengan penggunaan roda *omni-directional*), pada gambar 2.5 konfigurasi ini memungkinkan gerakan rotasi dan translasi pada mobile robot.



Gambar 5. Roda sistem gerak *Holonomic drive*

C. Sensor Pendeteksi Api (*Flame Detector*)

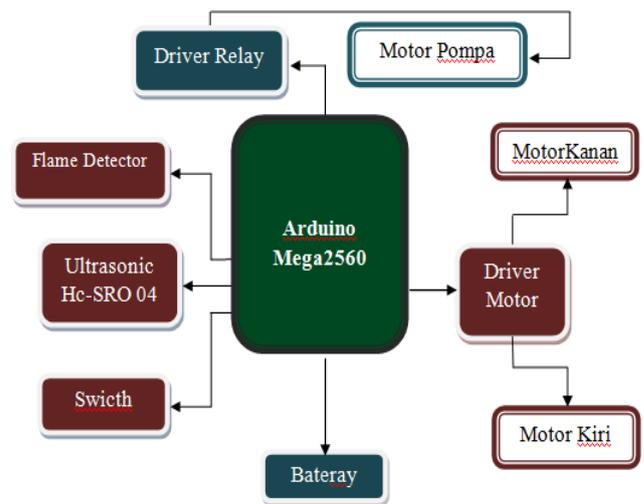
Flame Detector merupakan sebuah sistem sensor cerdas yang mampu mendeteksi posisi nyala api dengan ketelitian tinggi (hingga nyala api sekecil cahaya lilin). Sistem ini terdiri dari sebuah sensor photodiode yang didesain untuk mendeteksi api dan sebuah modul berbasis mikrokontroler yang digunakan untuk mengatur kerja motor dc, mengambil *sampling* data sensor, dan mengatur antarmuka dengan sistem lain terlihat pada Gambar 6. Salah satu aplikasi *Flame detector* dapat diterapkan pada robot pemadam api.



Gambar 6. *Flame Detector*

III. METODOLOGI PENELITIAN

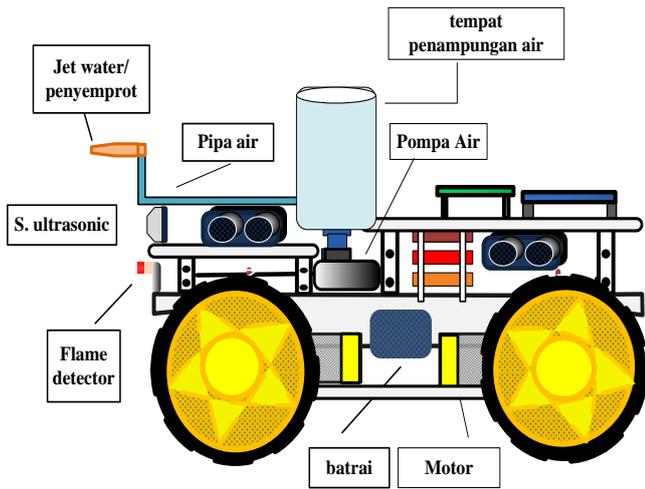
Perancangan robot pemadam api secara keseluruhan dimulai dengan tahap mendesain beberapa blok bagian, penempatan perangkat elektronik, mikrokontroler, mengkonfigurasi sensor, dan motor. Membuat software untuk pengontrolan robot, respon sensor dan pergerakan putaran motor, serta penentuan arah gerak robot terhadap sumber api. Melakukan analisa dan pembahasan yang akan disesuaikan dengan hasil pengujian yang diperoleh dari penelitian perancangan robot pemadam api yang dapat mendeteksi dan memadamkan sumber api. Susunan dari blok diagram robot pemadam api dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 8. Diagram Blok Robot Pemadam Api

A. Perancangan Bentuk Fisik Robot

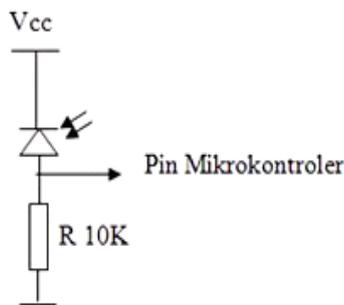
Robot dirancang dengan menggunakan *achrylic* yang memiliki dimensi yang tidak terlalu besar dan ringan. Tujuan menggunakan *achrylic* ini karena bahan ini memiliki struktur yang ringan dan kuat. Komponen mekanik, elektronik dan power ditempatkan pada rangka dengan penempatan yang sesuai. Dudukan menggunakan sasis RJC 4 x 4 dengan ukuran panjang 30 cm dan lebar 14 cm dan pada bagian rangka dirancang dengan menggunakan *achrylic*. Susunan dari perancangan robot pemadam api yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Rancangan Bentuk Fisik Robot Pemadam Api

B. Sensor Flame Detector

Flame detector merupakan sebuah sistem sensor cerdas yang mampu mendeteksi posisi nyala api dengan ketelitian tinggi (hingga nyala api sekecil cahaya lilin) menggunakan gabungan sensor mata api. Sistem ini terdiri dari sebuah sensor photodiode yang didesain untuk mendeteksi mata api dan sebuah modul berbasis mikrokontroler yang digunakan untuk mengatur kerja flame detector, mengambil sampling data sensor, dan mengatur antarmuka dengan sistem lain. Rangkaian flame detector yang akan dibuat terlihat pada gambar 10 berikut.



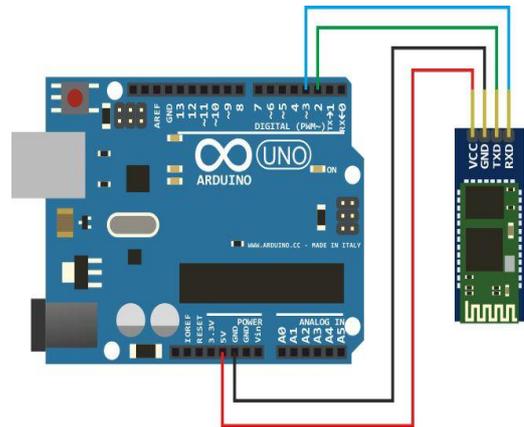
Gambar 10. Rangkaian flame detector

C. Rangkaian Module Bluetooth HC-05

Module bluetooth (komunikasi nirkabel) yang beroperasi pada frekuensi 2.4GHz dengan pilihan 2 mode konektivitasnya. Mode 1 yaitu sebagai slave atau receiver data saja, mode 2 yaitu sebagai master atau dapat bertindak sebagai transceiver. Komponen ini sangat tepat diaplikasikan untuk

komunikasi nirkabel atau wireless dalam hal sistem kendali, monitoring, maupun gabungan keduanya. Rangkaian antara

Modul Bluetooth HC-05 dengan mikrokontroler berfungsi untuk mengoneksikan antara program Bluetooth (A) dengan Bluetooth (B) yang ada pada Robot berupa perintah dalam bentuk sinyal. Media pendukung yang dipakai untuk menghubungkan keduanya dibutuhkan kabel untuk dihubungkan ke pin yang ada pada mikrokontroler. Pengkabelan Module Bluetooth HC-05 dengan Mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 11.

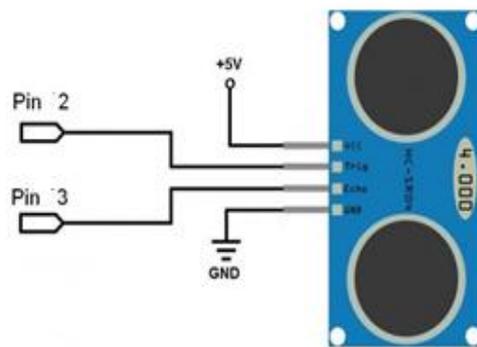


Gambar 11. Pengkabelan Module Bluetooth HC-05 dengan Mikrokontroler

Jalur penghubung antara modul Bluetooth HC-05 ke modul USB meliputi pin *power* 5 volt, *ground*, *transmitter* (Tx), dan *receiver* (Rx). Pin-pin ini akan di hubungkan kesetiap jalur pin pada mikrokontroler.

D. Sensor Ultrasonic Hc-SRO 04

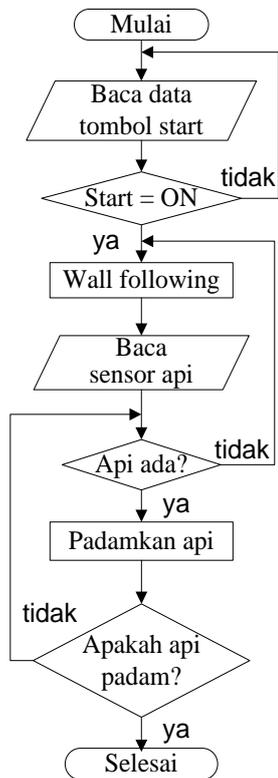
Sensor ultrasonic Hc-SRO 04 digunakan sebagai sensor pendeteksi jarak. Sensor jarak ini sendiri digunakan untuk mengetahui jarak depan, samping kanandan samping kiri robot, apakah ada halangan atau tidak. Rangkaian sensor ultrasonic Hc-SRO 04 terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 12. Sensor Ultrasonik HC-SR04

E. Perancangan Perangkat Lunak

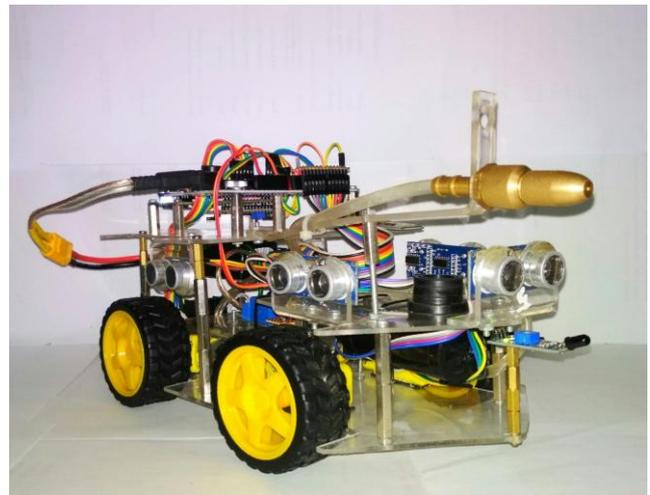
Perancangan perangkat lunak merupakan hal yang penting, untuk mengatur segala aktivitas robot pendeteksi sumber api yang dikendalikan oleh mikrokontroler yang telah diprogram sesuai dengan kinerjanya. Dalam penelitian ini digunakan pemrograman arduino *software* sebagai bahasa program yang digunakan. Dalam pembuatan program, terlebih dahulu dibuat alur kerja robot sehingga lebih tertata dalam membuat program dan memahami program tersebut. Untuk lebih jelas dapat dilihat flowchart kerja robot pada Gambar 13.



Gambar 13. Flowchart algoritma operasi robot pemadam api

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian robot mobil pemadam api dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja robot serta performa dari sistem pergerakan robot yang telah dirancang. Pengujian ini terdiri dari beberapa tahapan, dari hasil pengujian akan dianalisa kinerja-kinerja dari tiap-tiap bagian sistem yang saling berinteraksi sehingga terbentuklah sistem robot beroda yang dapat mendeteksi adanya sumber api. Pengujian yang dilakukan, kinerja robot dapat mendeteksi api sejauh 80 cm. dengan arena yang telah ditentukan. Hasil dari perancangan dan pembuatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Hasil Akhir Pembuatan Robot Pemadam Api

A. Pengujian Rangkaian Driver Motor

Pada pengujian ini dilakukan pengujian terhadap kinerja motor DC dan rangkaian *driver* motor. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengujian Rangkaian Driver Motor

Pin Input				Arah Putaran		Kondisi
IN1	IN2	IN3	IN4	EN A	EN B	
0	1	0	1	Logika 1	Logika 1	Maju
1	0	1	0	Logika 1	Logika 1	Mundur
1	0	0	1	Logika 1	Logika 0	Kanan
0	1	1	0	Logika 0	Logika 1	kiri

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwasannya driver memiliki 4 buah input dan 4 buah output. Masing – masing input menentukan bergerak maju – mundurnya motor yang terhubung pada output apabila diberikan logika. Pada motor Kiri dan motor Kanan akan bergerak maju apabila diberi logika IN1 = 0, IN2 = 1, IN3 = 0, dan IN4 = 1. Pada motor Kiri dan motor Kanan akan bergerak mundur apabila diberi logika IN1 = 1, IN2 = 0, IN3 = 1 dan IN4 = 0. Kemudian motor Kiri akan bergerak maju dan motor kanan akan bergerak mundur, apabila diberi logika IN1 = 1, IN2 = 0, IN3 = 0, dan IN4 = 1. Maka pergerakan dari Robot akan berbelok kearah kanan. Kemudian motor Kanan akan bergerak maju dan motor Kiri akan bergerak mundur, apabila diberi logika IN1 = 0 dan IN2 = 1, IN3 = 1, dan IN4 = 0. Maka pergerakan dari Robot akan berbelok kearah kanan.

B. Pengujian Sensor *Ultrasonic Hc-SR04*

Pengujian sensor *ultrasonic* dilakukan untuk menguji kinerja sensor pada robot, dengan memberikan halangan di depan sensor pada jarak-jarak tertentu sehingga dapat menghasilkan navigasi yang baik.

Robot akan bergerak mengikuti dinding sebelah kiri, ketika robot tidak mendeteksi adanya dinding di sebelah kiri maka robot akan berbelok kiri sesuai dengan jarak yang diberikan. Penyesuaian jarak sensor dengan dinding dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 2 Hasil Penyesuaian Jarak sensor ultrasonic

Input jarak Sensor dengan dinding (cm)					Gerak Motor		Kondisi
Sensor dpn	Sensor kid	Sensor kib	Sensor kad	Sensor kab	Motor Kiri	Motor Kanan	
>25	10	10	-	-	Maju	Maju	Maju Terus
<25	10	10	-	-	Maju	Mundur	Belok Kanan
>25	>10	>10	-	-	Mundur	maju	Belok Kiri

Dari tabel di atas merupakan input dari sensor yang menentukan arah pergerakan motor. Apabila sensor_dpn > 25 cm, sensor_kid = 10 cm, sensor_kib = 10 cm. maka Kondisi Robot akan bergerak Maju. Apabila sensor_dpn < 25 cm, sensor_kid = 10 cm, sensor_kib = 10 cm. maka kondisi robot akan berbelok kanan. Apabila sensor_dpn > 25 cm, sensor_kid > 10 cm, sensor_kib > 10 cm. maka kondisi robot akan berbelok Kiri.

C. Pengujian Rangkaian Sensor *Flame Detektor*

Pengujian terhadap *flame detector* dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari sensor saat menjangkau jarak api, pengujianya dengan menggunakan lilin yang diubah-ubah posisinya. Pada tabel 3 dibawah menunjukkan bahwa jarak api dapat terdeteksi dibawah jarak 80 cm. Pengujian sensor *flame* yang dilakukan dengan mengubah jarak api pada lilin dari 10 cm sampai dengan 1 meter jarak jangkauan *Flame Sensor* terhadap api mulai dari jarak 10 – 50 cm jangkauan bagus, demikian hingga jarak 80 cm. apabila sumber api dapat dijangkau oleh sensor *flame* maka pemberitahuan otomatis akan dikirim ke mikrokontroler yang memberikan perintah ke motor pompa air DC untuk aksi pemadaman api. Penampilan data *flame sensor* pada *Liquid Crystal Display (LCD)* menggunakan program Arduino.

Tabel 3 Pengujian Rangkaian *Flame Sensor*

No	Jangkauan Jarak Deteksi <i>Flame Sensor</i>	Deteksi Ya/Tidak
1	10	Ya
2	20	Ya
3	30	Ya
4	40	Ya
5	50	Ya
6	60	Ya
7	70	Ya
8	80	Ya
9	90	Tidak
10	100	Tidak

Dari hasil Pengujian kinerja robot pemadam api menggunakan arena dengan membuat posisi robot tidak berhadapan langsung dengan sumber api, namun dibatasi oleh dinding. Robot akan mengikuti dinding sebelah kiri ketika robot tidak mendeteksi adanya dinding di sebelah kiri maka robot akan berbelok kiri sesuai dengan nilai error yang diberikan yang kemudian robot akan mendeteksi adanya api dan memadamkan api hingga padam.

V. KESIMPULAN

Dari beberapa pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Navigasi dari robot pemadam api bergerak dengan mengikuti dinding sebelah kiri, ketika robot tidak mendeteksi adanya dinding di sebelah kiri maka robot akan berbelok kiri.
2. Sensitivitas *flame detector* sangat berpengaruh pada kinerja pergerakan robot pemadam api. Batas ideal robot pemadam api di bawah 80 cm.
3. Robot dapat berkomunikasi lewat Bluetooth berupa sinyal Detector, batas ideal dari komunikasi Bluetooth pada alat pendeteksi dengan Bluetooth robot berjarak 20 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiharto, Widodo. 2010. a. Robot Tank dan Navigasi Cerdas, b. Robotika teori dan implementasi. Jakarta : PT Elex Media Kompatindo.
- [2] Fahmizal. 2012. Robot *Wall Follower* Dengan Kendali PID. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [3] Firmansyah, Sigit. 2010. Elektronika Digital dan Mikroprosesor. Yogyakarta : ANDI.
- [4] Hughes, Austin. 2006. *Electric Motor and Drives*, Senior Fellow, *School of Electronic and Electrical Engineering*, University of Leeds.
- [5] Jatmiko, W. 2009. Metode Lokalisasi Robot Otonom Dengan Menggunakan Adopsi Algoritma *Heuristic Searching* dan *Pruning* Untuk Pembangunan Peta Pada Kasus *Search and safe*. Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia. Depok.
- [6] Malik, Ibnu. 2005. Pengantar Membuat Robot. Yogyakarta : Gava Media.
- [7] Simanjuntak, T. Raymond. 2008. Perancangan Robot Pemadam Api Berbasis Mikrokontroler AT89C51. Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Medan.