

PERANCANGAN ROBOT CERDAS PEMADAM API DENGAN SENSOR THERMAL ARRAY TPA 81 BERBASIS MICROCONTROLLER ARDUINO MEGA 2560

Alfith

Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Padang
e-mail: alfith.st.tumangguang@gmail.com

ABSTRACT

The design of Smart robot fire extinguisher is an artificial intelligence controlled by the microcontroller Arduino Mega 2560. This robot is able to find the source of the fire and then extinguish it. Fire search process is done by checking each room if there is a fire source or not. Searches conducted by detecting fires using a fire sensor Thermal Array TPA 81. To extinguish the fire use driven fan automatically using a DC motor applications. Robot using PING ultrasonic range finder sensor or proximity sensor to guide the robot navigation in the search space searches, and to avoid obstacles. The results showed that the fire extinguisher smart robot made by using hardware and software that is controlled using a microcontroller Arduino Mega 2560. From testing and attend KRI (Indonesian Robot Contest) 2015 Regional I Sumatra in Palembang, it can be concluded that a smart robot fire extinguisher this can detect a fire at a distance of 1.8 m and can extinguish a fire in an average time of 20 seconds.

Keywords: Smart robots , Arduino Mega 2560 , Thermal Sensor Array TPA 81 , DC motor , sensor PING .

ABSTRAK

Perancangan Robot cerdas pemadam api ini merupakan kecerdasan buatan yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560. Robot ini mampu mencari sumber api dan kemudian memadamkannya. Proses pencarian api dilakukan dengan cara memeriksa setiap ruangan apakah terdapat sumber api atau tidak. Pencarian titik api dilakukan dengan mendeteksi api menggunakan sensor Thermal Array TPA 81. Untuk memadamkan api digunakan kipas yang digerakkan secara otomatis menggunakan aplikasi motor DC. Robot menggunakan sensor PING ultrasonic range finder atau sensor jarak untuk memandu navigasi robot dalam pencarian ruangan, dan menghindari halangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot cerdas pemadam api yang dibuat dengan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak yang dikontrol menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Dari pengujian dan telah mengikuti KRI (Kontes Robot Indonesia) 2015 Regional I Sumatera di Palembang, dapat disimpulkan bahwa robot cerdas pemadam api ini dapat mendeteksi api pada jarak 1,8 m dan dapat memadamkan api dalam waktu rata-rata 20 detik.

Kata kunci: Robot cerdas, Arduino Mega 2560, Sensor Thermal Array TPA 81, motor DC, sensor PING

1. Pendahuluan

Perkembangan dunia robotika memiliki unsur yang sedikit berbeda dengan ilmu-ilmu dasar atau terapan lainnya. Ilmu dasar biasanya berkembang dari satu asas atau hipotesa yang kemudian diteliti secara metodis, sedangkan ilmu robotika lebih sering dikembangkan melalui pendekatan praktis. Kemudian melalui pendekatan atau asumsi dari hasil pengamatan perilaku makhluk hidup atau peralatan yang bergerak lainnya dikembangkanlah penelitian secara teoritis [1].

Perkembangan robotik ini mendorong studi atau penelitian di bidang pengolahan visual (untuk menambah kemampuan robot), dan pengontrolan bagian-bagian robot (untuk pembuktian teori). Hal ini berkaitan dengan rancangan suatu bahasa pemrograman dengan level lebih tinggi dan lebih fleksibel. Bahasa pemrograman dapat membantu mencari solusi sebelum diimplementasikan ke robot dengan cara mensimulasikan variabel-variabel yang berkaitan dan didukung dengan metode yang ada, seperti metode kecerdasan buatan. Salah satu cara untuk menambah tingkat kecerdasan robot adalah dengan menambah sensor pada robot tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

Kebakaran merupakan masalah klasik dalam kehidupan manusia, dimana usaha pemadamannya mengandung resiko tinggi. Usaha untuk menghasilkan robot yang mampu memadamkan api telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, dan bahkan telah dijadikan sebagai bahan kompetensi dalam pembelajaran [2].

Pada penelitiannya, (Rianto, 2009) telah merancang prototype robot pemadam api menggunakan perangkat sensor yang berperan utama pada sistem navigasi dalam pencarian dan pemadaman api yaitu sensor jarak dinding (PING Ultrasonic) dan sensor api (UV Tron) dengan persentase hasil pengujian yang memuaskan [3]. Terdapat kelemahan dari kehandalan perangkat sistem navigasi robot dan strategi algoritma dalam mengeksplorasi ruangan untuk mencari dan mendeteksi api masih belum optimal baik disegi perangkat hardware dan software sehingga masih perlu adanya pengembangan sistem.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dikembangkan prototype robot pemadam api beroda dengan penambahan pada hardware yaitu sensor api TPA 81 sebagai modul pendeteksian api pada setiap ruangan. Robot akan berjalan, bermanuver serta akan meniup lilin dan sensor aktivasi robot berupa suara sebagai sinyal pengaktif program utama untuk menjalankan robot dengan pengendali oleh mikrokontroler. Perangkat tambahan lain adalah penambahan sensor PING pada bagian sisi kanan, serong kanan, kiri, serong kiri dan sisi depan robot, dan sebuah LCD (Liquid Crystal Display) untuk menampilkan data informasi pengukuran, serta kalibrasi data sensor untuk pengujian sistem. Pada bagian software meliputi pengembangan algoritma teknik navigasi serta pencarian api dengan metode navigasi wall follower [2].

Tujuan prototype robot pemadam api beroda ini adalah merancang dan mengembangkan sebuah sistem kendali navigasi robot pemadam api dengan mengaplikasikan sensor api TPA 81 dan sensor PING))) ke dalam bentuk sistem kendali otomatis dengan teknik algoritma cerdas yang diharapkan agar dapat membangun suatu robot yang dapat mendeteksi keberadaan sebuah lilin yang menyala yang disimulasikan pada suatu

ruangan dan kemudian memadamkannya sesuai arah diagram alir.

Rangkaian Elektronika :

A. Microcontroller Arduino Mega 2560



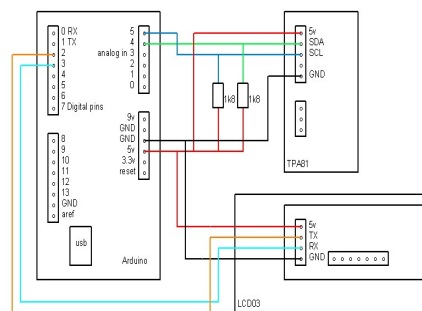
Gambar 1. Arduino Mega 2560

B. Sensor Thermal Array TPA 81

Sensor ini berfungsi mendeteksi adanya api, dalam hal ini api yang dideteksi adalah api lilin yang diletakkan pada masing-masing ruangan.



Gambar 2. Sensor Api TPA 81



Gambar 3. Rangkaian Sensor Thermal Array TPA 81

C. Sensor PING Ultrasonic Range Finder

Sensor dinding digunakan sebagai sensor jarak untuk menentukan aksi yang akan dilakukan oleh robot dalam menentukan jarak

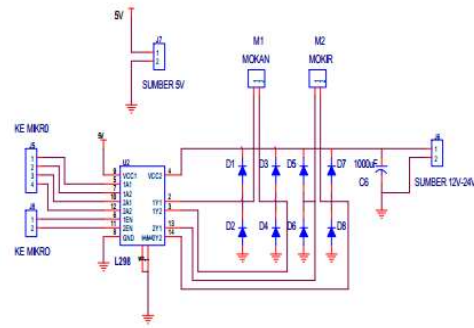
antara robot dengan dinding. Sensor ini berfungsi sebagai navigasi yang dipadukan dengan *Signal conditioning* dari sensor tersebut dengan output berupa lebar pulsa. Pada dasarnya, Ping))) terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikropon ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sementara mikropon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya. Pada modul Ping))) terdapat 3 pin yang digunakan untuk jalur power supply (+5V), ground dan signal. Pin signal dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa tambahan komponen apapun. Ping))) mendeteksi objek dengan cara mengirimkan suara ultrasonik dan kemudian “mendengarkan” pantulan suara tersebut.



Gambar 4. Sensor PING

D. Modul Driver Motor DC

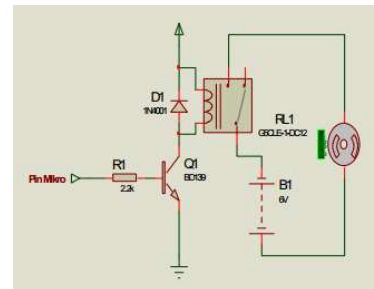
Driver motor digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler ke motor DC Servo. Digunakan driver motor ini karena arus yang keluar dari mikrokontroler tidak mampu mencukupi kebutuhan dari motor DC. IC L298N dapat digunakan untuk menggerakan motor DC Half-Bridge sebanyak empat buah atau dua motor DC fullbridge [4]. IC ini mempunyai 4 pin input yang bersesuaian dengan 4 pin output-nya. Selain itu juga terdapat 2 pin Enable untuk pin output 1,2 dan pin output 3,4 [5]. Bentuk fisik rangkaian driver diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 5. Rangkaian Driver Motor DC Menggunakan IC L298N.

E. Modul Driver Kipas

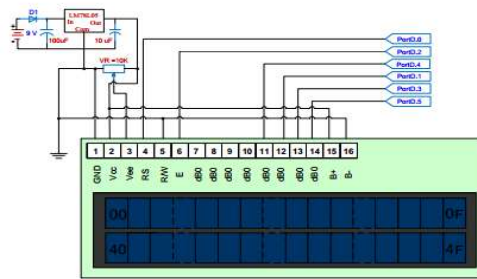
Driver motor kipas digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler ke motor DC. Driver ini menggunakan sebuah transistor jenis BD139 sebagai trigger input ke mikrokontroler dan sebagai output penggerak kipas menggunakan sebuah relay DC 6V. Gambar memperlihatkan skematik rangkaian driver kipas.



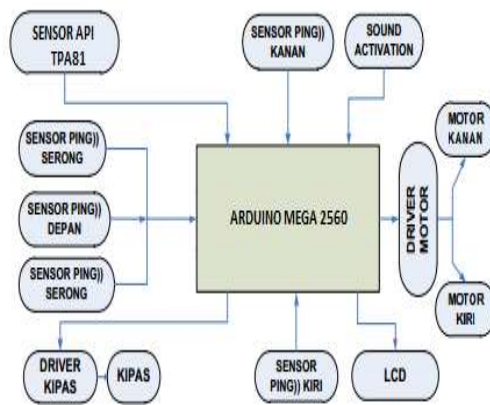
Gambar 6. Rangkaian Driver Motor Kipas

F. Modul LCD

LCD (Liquid Crystal Display) untuk menampilkan data informasi pengukuran, serta kalibrasi data sensor untuk pengujian sistem. Pada bagian software meliputi pengembangan algoritma teknik navigasi serta pencarian api dengan metode navigasi wall follower [2]. Teknik Komunikasi yang digunakan bisa data 8 bit atau 4 bit. Jika menggunakan komunikasi 4 bit, maka pin LCD untuk data yang digunakan adalah DB4-DB7. Skema rangkaian LCD 16 x 2 ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 7. Rangkaian LCD 16 x 2 [2].



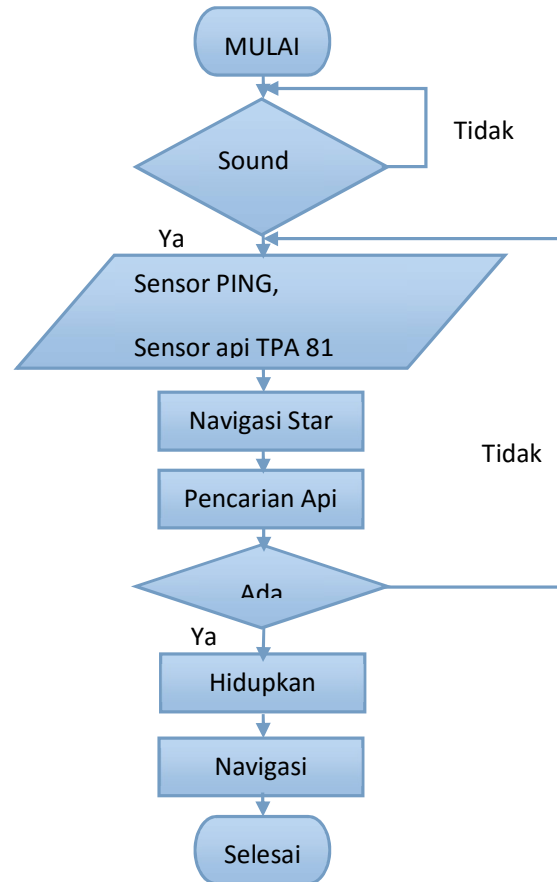
Gambar 8. Blok Diagram Robot Cerdas Pemadam Api

3. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan dalam perancangan ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu :

- Studi literatur, dilakukan dengan mencari informasi dan referensi dari berbagai sumber yang berhubungan dengan robotika serta implementasinya.
- Perancangan sistem, mengidentifikasi semua kebutuhan robot (mekanik, hardware, software), merancang mekanik robot, merancang hardware robot, serta merancang software robot yang disesuaikan dengan kebutuhan atau ketentuan yang telah dibuat oleh panitia KRI (Kontes Robot Indonesia) 2015 divisi Robot Pemadam Api kriteria Beroda.

Sistem tersebut akan menyediakan data bagi sistem kontrol untuk mengatur jalannya robot cerdas tersebut.



Gambar 9. Diagram Alir Sistem Keseluruhan Umum

4. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot cerdas pemadam api yang dibuat dengan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak yang dikontrol menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan bantuan Sensor Api TPA 81, serta Sensor PING, yang kemudian dipadukan dengan driver motor dc dan driver kipas dapat melaksanakan tugas atau perintah dengan baik.

a) Pendeteksian Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik

Pada pengujian sistem navigasi robot data diambil berdasarkan ruang arena robot. Setiap kondisi yang ada di ruangan datanya diambil dan dari data tersebut akan dijadikan referensi robot dalam menentukan arah gerakan. Untuk menentukan robot belok atau tidak mengambil acuan dari jarak yang didapat dari sensor jarak kiri, serong kiri, kanan, serong kanan dan sensor depan. Setelah semua keadaan ini didapatkan robot akan membandingkannya dengan referensi yang telah didapatkan sebelumnya. Setelah pembandingan dilakukan kemudian robot melakukan keputusan belok kiri, belok kanan, berjalan lurus ataupun mundur.

Pengujian sensor ini dilakukan dengan mencocokkan besarnya jarak yang ditentukan dengan hasil pengukuran yang dilakukan oleh program. Berdasarkan *datasheet* sensor ultrasonik (PING))), kecepatan suara adalah 1130 kaki/detik atau setara dengan 3442.4 cm/detik. Sehingga 1 cm dapat dalam 29.034 μ S, sehingga untuk mendapatkan jarak ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$s = \frac{1}{2} \times v \times t \quad (1)$$

$$= \frac{1}{2} \times v \times (T \times k)$$

Keterangan :

s : Besarnya jarak antara sensor dengan objek (cm)

t : Waktu dari ketika pulsa dikirimkan sampai pulsa diterima

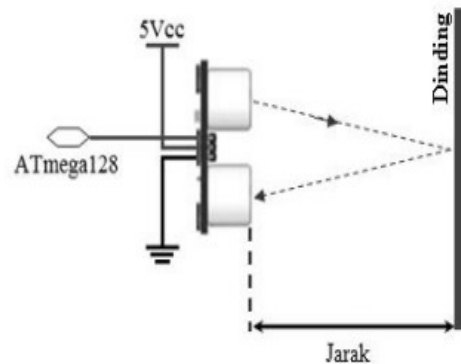
T : Waktu yang diambil oleh mikrokontroler setiap 10 μ S dari ketika pulsa dikirimkan sampai pulsa diterima (μ S)

v : Kecepatan suara $v = 3442.4$ cm/s

k : Konstanta waktu untuk mode AVR Atmega 64 = 10 μ S

Gambar 10 menunjukkan posisi pengujian sensor ultrasonik terhadap dinding. Hasil pengukuran dibandingkan dengan jarak

sesungguhnya yang sudah diatur terlebih dahulu.



Gambar 10. Posisi pengujian sensor ultrasonik

Berikut hasil pengukuran sensor ultrasonik PING: Data hasil pengukuran menunjukkan kinerja sensor ultrasonik PING cukup akurat untuk mengukur jarak.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Sensor Ultrasonik

Jarak (cm)	Hasil Pengukuran		Error	Perhitungan
	Waktu (μ S)	Jarak (cm)		Jarak (cm)
1	200	2	1	2.76
2	217	2	0	2.99
3	253	3	0	3.49
4	353	4	0	4.86
5	406	5	0	5.59
10	787	10	0	10.84
20	1508	20	0	20.78
30	2222	30	0	30.61
40	2959	40	0	40.77
50	3694	50	0	50.89
60	4424	60	0	60.95
Rata-Rata error			0.048	

b) Pegujian Sensor Api TPA 81

Sensor Thermal Array TPA 81 adalah sensor yang membaca radiasi panas. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi infra merah pada panjang gelombang 2 μ M – 22 μ M, yang merupakan panjang gelombang dari radiasi

panas. Sensor ini memiliki 8 buah sensor panas yang tersusun dalam satu baris. TPA 81 dapat mengukur suhu pada 8 titik yang berdekatan secara bersamaan dan dapat mendeteksi api lilin pada jarak 2 meter dengan tidak terpengaruh oleh cahaya luar. Secara keseluruhan, TPA 81 memiliki range horisontal sebesar 41° dan range vertikal sebesar 6° . Sensor ini dapat mendeteksi api lilin dari jarak sekitar 2 meter. Data yang dihasilkan dari sensor thermal array berupa data biner 8 bit dari masing-masing pixel sensor yang merupakan data suhu yang terukur. Misalkan pada salah satu sensor mendeteksi suhu sebesar 48°C , maka data yang dihasilkan pada sensor tersebut adalah 48 (30H). Sensor thermal array memiliki 10 register yang dapat diakses dengan menggunakan protokol I2C. Data suhu dari tiap-tiap pixel sensor terdapat pada register-register berikut ini.

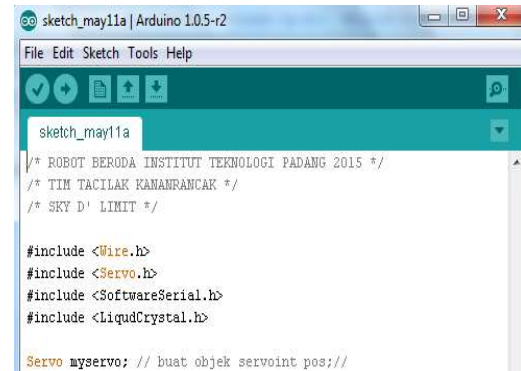
Modul sensor Thermal Array dengan komunikasi protokol I2C ini sama dengan modul kompas elektronik. Alamat fix dari sensor ini adalah 0xD0. Selanjutnya membaca data register dengan mengirimkan nilai alamat register yang diinginkan. Data sensor ada pada alamat register $0 \times 02 - 0 \times 09$ untuk data sensor pixel 1-pixel 8. Untuk sistem komunikasi I2C secara keseluruhan sama dengan modul kompas elektronik, yang berbeda hanyalah alamat dari modul dan register-register yang dibaca. Sedangkan cara-cara komunikasinya sama, yaitu dengan menggunakan sistem komunikasi standar I2C. Data yang terbaca pada register-register yang menyimpan data sensor tiap pixel adalah data 8 bit yang mempresentasikan nilai suhu yang terukur. Secara umum, cara untuk mendapatkan nilai-nilai suhu dari sensor thermal array sama seperti pada kompas elektronik, yang berbeda hanyalah pada alamat register yang akan dibaca dan alamat device-nya.

Tabel 2. Register Protokol I2C

Register	Read	Write
0	Software Version	Command Register
1	Ambient Temperature $^\circ\text{C}$	Servo Range
2	Pixel 1 Temperature $^\circ\text{C}$	N/A
3	Pixel 2 Temperature $^\circ\text{C}$	N/A
4	Pixel 3 Temperature $^\circ\text{C}$	N/A
5	Pixel 4 Temperature $^\circ\text{C}$	N/A
6	Pixel 5 Temperature $^\circ\text{C}$	N/A
7	Pixel 6 Temperature $^\circ\text{C}$	N/A
8	Pixel 7 Temperature $^\circ\text{C}$	N/A
9	Pixel 8 Temperature $^\circ\text{C}$	N/A

c) Pengujian Software Arduino

Perancangan software ini menggunakan software Arduino 1.0.5-r2, yang kemudian dikompilkan ke Arduino Mega 2560.



Gambar 11. Tampilan Perancangan Software Arduino (Arduino 1.0.5-r2)

d) Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian secara keseluruhan ini dilakukan untuk melihat kinerja semua blok rangkaian yang telah dirancang.

Parameter pengujian ini adalah waktu yang diperlukan robot dalam mencari dan memadamkan api serta kembali ke posisi awal (*home*) [6]. Denah lapangan pengujian dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Lapangan Pertandingan. (Pada tanda * ada pita putih selebar 2,5 cm)

Kondisi area lapangan perlombaan:

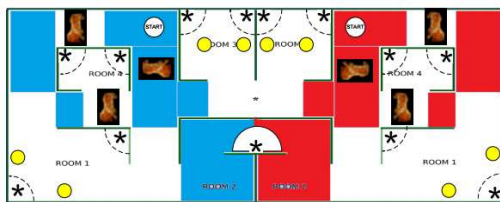
Lapangan perlombaan merupakan gabungan dari dua lapangan pemadam api type Trinity College yang berbentuk simetris (cermin) antara daerah Merah dan daerah Biru. Lapangan terbuat dari papan multipleks dengan tebal 2 cm. Bentuk dan ukuran Lapangan ditunjukkan pada Gambar 12. Warna lantai untuk sisi merah maupun biru sama, yaitu hitam. Pada beberapa tempat dilapisi karpet berwarna merah di sisi merah dan biru di sisi biru yang lokasinya ditunjukkan pada Gambar 12. Sedang dinding berwarna putih.

Letak lilin dan perlengkapan lain :

Di lapangan ini ada 5 lilin. Dua di lapangan merah, dua di lapangan biru, dan satu di lapangan antara merah dan biru, yaitu di ruang 2. Letak dua lilin di lapangan sendiri bisa di ruang 1 dan 3, ruang 3 dan 4, atau ruang 1 dan 4. Di antara kedua lilin tersebut, salah satunya memakai juring. Di dalam Ruang 1 dan Ruang 3 akan ada masing-masing satu furniture. Di sekitar ruang 4 akan ada satu boneka.

Kemungkinan letak lilin (), furniture (), dan boneka () ditunjukkan pada Gambar 13.

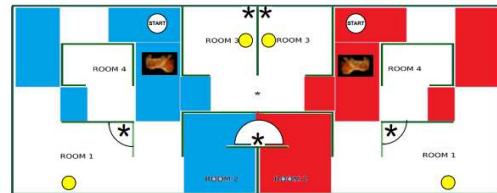
Posisi start bisa di lorong, atau di salah satu ruang yang tidak ada lilinnya.



Gambar 13. Kandidat posisi lilin, furniture, dan boneka

Posisi lilin, juring, furniture, dan boneka akan ditentukan melalui undian. Contoh lapangan

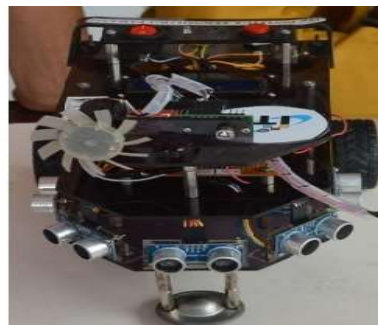
dan posisi perlengkapannya ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Contoh posisi lilin, furniture, dan boneka

Dimensi Robot Divisi Beroda

Dimensi robot (Panjang x Lebar x Tinggi) maksimum adalah 31 cm x 31 cm x 27 cm, Bagian apapun dari robot dilarang melebihi dimensi tersebut pada kondisi apapun, baik waktu berhenti, berjalan, bermanuver, maupun pada saat meniup lilin. Panitia akan menggunakan berbagai cara untuk mengukur robot peserta. Ukuran itu adalah MAKSIMUM. Peserta diminta membuat robotnya jangan terlalu mepet ke ukuran maksimum tersebut, paling tidak 1 cm lebih kecil [6].



Gambar 15. Robot Pemadam Api Divisi Beroda ITP

5. KESIMPULAN

Dari pengujian dan telah mengikuti KRI (Kontes Robot Indonesia) 2015 Regional I Sumatera di Palembang, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Robot cerdas pemadam api ini dapat mendeteksi api ada jarak 1,8 m dan dapat memadamkan api dalam waktu rata-rata 20 detik.
- 2) Aplikasi penggunaan 5 buah sensor Ping pada robot telah meningkatkan kemampuan sistem untuk mendeteksi halangan tiap sudut untuk memudahkan robot dalam bernavigasi menggunakan teknik algoritma wall follower.
- 3) Semua blok kerja dari pengembangan sistem bekerja tercapai dan sesuai dengan perintah/ instruksi dari mikrokontroler.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rully M Iqbal, R Dikairono & Tri Arief S., "Implementasi Sistem Navigasi Behavior_Based Robotic dan Kontroler Fuzzy Pada manuver Robot Cerdas Pemadam Api", *Jurnal Teknik POMITS Vol 1 No. 1, 2012, 1- 8*.
- [2] Susilo, Deddy. 2010. Wall Following Algorithm. UKSWS-Press. Salatiga
- [3] Rianto, Adi. 2009. Robot Pemadam Api. Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Riau. Pekanbaru.
- [4] ST Microelectronic. 2000. Dual Full Bridge Driver L298. Datasheet Archive. Italy.
- [5] Parallax Inc. 2006. PING))) TM Ultrasonic Distance Sensor(#28015)•v1.3. Available at: www.parallax.com (27 Januari 2015).
- [6] Panduan KRI (Kontes Robot Indonesia) – KRPAI (Kontes Robot Pemadam Api Indonesia) 2015, <http://kri2015.usm.ac.id/file/materi/KRPAI2015%20Rule%20Book.pdf> (27 Januari 2015)