

RANCANG BANGUN MINIATUR ROBOT PEMADAM API STUDI KASUS DI BADAN PENGAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI (BPPT)

Vina Ardelia Effendy¹

¹Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

ABSTRAK. Dalam perkembangan teknologi yang telah diteliti, penggunaan robot pada kehidupan manusia dapat mempermudah pekerjaan manusia khususnya dalam pekerjaan yang cukup berbahaya. Berdasarkan hal tersebut maka didapatkan topik tentang Rancang Bangun Miniatur Robot Pemadam Api Studi Kasus di Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). Topik ini didapat setelah melakukan analisis bahwa pekerjaan pemadam kebakaran memiliki resiko yang cukup tinggi terutama dalam hal keselamatan. Tahapan penelitian yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari Analisis Masalah, Analisis Kebutuhan, Perancangan Alat dan Pengujian. Pembuatan robot ini memiliki tujuan memadamkan kebakaran tanpa melibatkan manusia, sehingga resiko terjadinya kecelakaan saat proses pemadaman dapat diminimalisir. Robot pemadam ini memiliki sensor untuk mendeteksi keberadaan api dengan kemampuan pemadaman menggunakan air yang tersimpan pada tangki air.

Kata Kunci : kebakaran; pemadam; robot ; sensor api; pompa DC

PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan salah satu ancaman bagi manusia. Masalah kebakaran dapat dikurangi apabila sumber api dapat ditemukan dan dimatikan dalam waktu yang singkat. Di Amerika Serikat, kebakaran rumah menjadi masalah penting dan menyebabkan sekitar 3,000 jiwa meninggal setiap tahunnya. Dalam upaya penanggulangan kebakaran pun mempunyai resiko tinggi. Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan memacu perkembangan teknologi yang dapat membantu meringankan pekerjaan manusia. Salah satu teknologi yang dapat meringankan pekerjaan manusia dengan penggunaan robot pada aktivitas manusia. Aspek terpenting dari suatu robot adalah sistem kendali, sistem kendali inilah yang nantinya menjadi otak dari seluruh pergerakan dan kinerja robot .

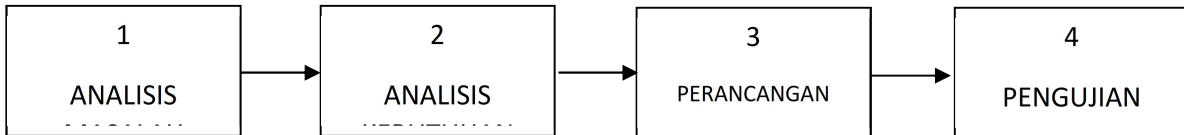
BPPT yang bergerak bidang teknologi dan sebagai tempat studi dari penelitian ini. Penelitian tersebut bertujuan untuk memadamkan kebakaran tanpa melibatkan manusia, sehingga resiko terjadinya kecelakaan saat proses pemadaman dapat diminimalisir. Berdasarkan penelitian sebelumnya, telah dirancang prototipe Robot Pemadam Api menggunakan perangkat sensor yang berperan utama pada sistem navigasi dalam pencarian jalan menggunakan sensor jarak (*Ultrasonic*) serta modul kipas untuk memadamkan api [1].

Pada penelitian lain robot pemadam api menggunakan motor dynamo untuk menggerakkan kipas angin yang digunakan untuk memadamkan api [2]. Sedangkan pada penelitian lainnya dengan menggunakan memanfaatkan kipas sebagai alat untuk memadamkan api memiliki rata-rata waktu pemadaman kurang lebih 717.59 detik atau 11 menit 57 detik [3].

Maka dari itu dibuatlah Rancang Bangun Miniatur Robot Pemadam Api sebagai alternatif teknologi pemadam api. Dari permasalahan tersebut, modul kipas yang digunakan dalam penelitian sebelumnya masih belum efektif dalam memadamkan api. Kemudian, dibuatlah prototype robot pemadam api beroda menggunakan pompa air DC sebagai alat untuk pemadaman titik api dan *waterlevel* sebagai pendeteksi volume pada tangki air. Robot ini dapat bergerak secara otomatis mencari keberadaan suatu titik api yang berada di lokasi tertentu. Setelah menemukan titik api, robot memadamkan api dengan air yang dipompa melalui pompa DC [4]. Tujuan dari penelitian ini yaitu memadamkan kebakaran tanpa melibatkan manusia, sehingga resiko terjadinya kecelakaan saat proses pemadaman dapat diminimalisir.

1. TAHAPAN PENELITIAN

Tahapan penelitian yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi Analisis Masalah, Analisis Kebutuhan, Perancangan Alat, Pembuatan Alat dan Pengujian Alat. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 39 Metode Penelitian

Adapun penjabaran dari diagram tersebut adalah sebagai berikut :

Analisis Masalah

Pada tahapan ini dilakukan analisis masalah dengan cara berdiskusi hingga didapatkan suatu masalah yang cukup kritis yaitu pekerjaan manusia yang memiliki resiko yang cukup berbahaya dalam hal memadamkan api. Sejalan dengan adanya perkembangan teknologi maka penggunaan robot dianggap cukup efektif untuk membantu pekerjaan manusia dalam hal memadamkan api atau menangani kebakaran. Berdasarkan alasan tersebut maka dibuatlah Rancang Bangun Miniatur Robot Pemadam Api. Diharapkan dengan adanya penggunaan robot tersebut dapat meminimalisir korban serta solusi alternatif teknologi pemadam api.

Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan mencakup alat yang dibutuhkan untuk membuat robot. Kebutuhan alat mencakup kebutuhan perangkat keras elektronik maupun perangkat lunak yang digunakan. Fungsional dari robot ini dapat mendeteksi keberadaan api, memadamkan api, pembacaan jarak, dan mendeteksi volume tangki air. Perangkat keras yang dibutuhkan untuk membuat robot adalah Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler, sensor ultrasonik sebagai pembacaan jarak, sensor api sebagai mendeteksi keberadaan api, motor shield sebagai pemroses untuk motor DC dan pompa DC, motor DC sebagai pengendali roda pada robot, pompa DC sebagai alat untuk pemadaman api, *waterlevel* sebagai pendeteksi volume tangki air dan buzzer sebagai indikator pada tangki air. Kebutuhan perangkat lunak diantaranya arduino.cc versi 1.8.5. Kebutuhan perangkat keras mekanik adalah 1 set casis akrilik.

Berikut ini adalah beberapa penjelasan mengenai komponen yang digunakan :

Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasis Atmega 2560. Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, dan tombol reset [5].

Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik dapat membaca jarak sampai 4 meter [6].

Sensor Api

Sensor api merupakan sensor yang mempunyai fungsi sebagai pendeteksi nyala api yang dimana api tersebut memiliki panjang gelombang antara 760nm-1100nm. Sensor ini menggunakan *infrared* sebagai transduser pengguna dalam mengetahui kondisi nyala api [7].

Motor Shield dan Motor DC

IC L293D adalah IC yang didesain khusus sebagai driver motor DC dan dapat dikendalikan dengan rangkaian TTL maupun mikrokontroler. Motor DC yang dikontrol dengan driver IC L293D dapat dihubungkan ke ground maupun ke sumber tegangan positif. Dalam 1 unit chip IC L293D terdiri dari 4 buah driver motor DC yang berdiri sendiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap drivernya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat driver Hbridge untuk 2 buah motor DC. Motor listrik DC (arus searah) merupakan salah satu dari motor DC. Pada motor DC kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada

medan magnet, maka timbul tagangan (GGL) yang berubah ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik.

Pompa DC

Pompa menggerakkan fluida dari tempat bertekanan rendah ke tempat dengan tekanan yang lebih tinggi, untuk mengatasi perbedaan tekanan ini maka diperlukan tenaga (energi). Pompa DC ini memiliki tegangan 3-6V DC, digunakan sebagai sirkulasi air. Sumber power bisa menggunakan baterai dengan maksimal arus DC sebesar 6V.

Water Level

Kerja dari sensor ini adalah membaca resistansi yang dihasilkan oleh air yang mengenai lempengan yang bergaris garis pada sensor tersebut, semakin banyak air yang mengenai permukaan bergaris garis tersebut maka hambatannya semakin kecil dan ketika tidak ada air yang mengenai lempengan sensor tersebut maka hambatannya sangat besar atau bisa dikatakan tidak terhingga [8].

Buzzer

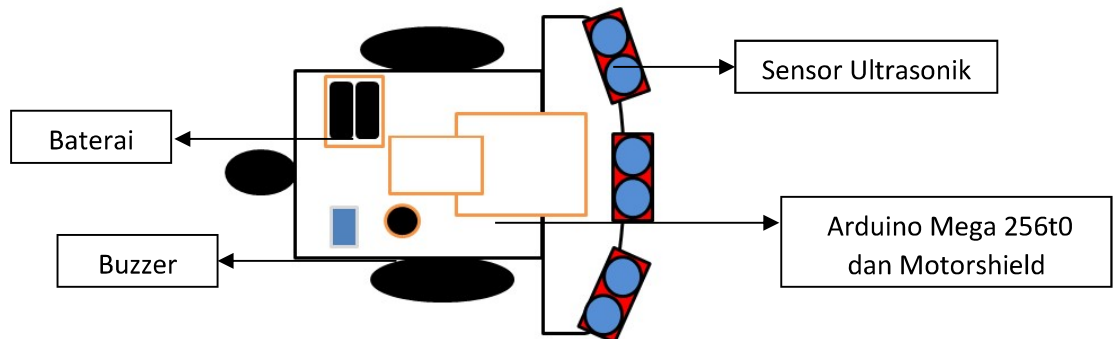
Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. *Buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang menghasilkan suara.

Perancangan Alat

Dalam pembuatan Rancang Bangun Miniatur Robot Pemadam Api terdapat proses perancangan alat yang berguna untuk mempermudah dalam proses pembuatan alat. Proses perancangan alat diantaranya membuat desain perancangan alat, blok diagram, flowchart, dan skema rangkaian alat.

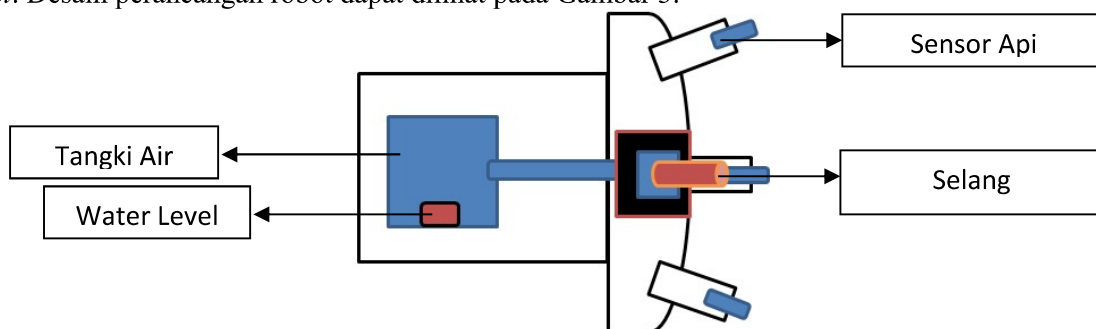
Desain Perancangan Alat

Pada desain robot pemadam api terdiri atas dua *layer*. *Layer* pertama untuk peletakan komponen, seperti mikrokontroler, sensor ultrasonik, *buzzer* dan baterai. Desain perancangan robot dapat dilihat pada Gambar 2.



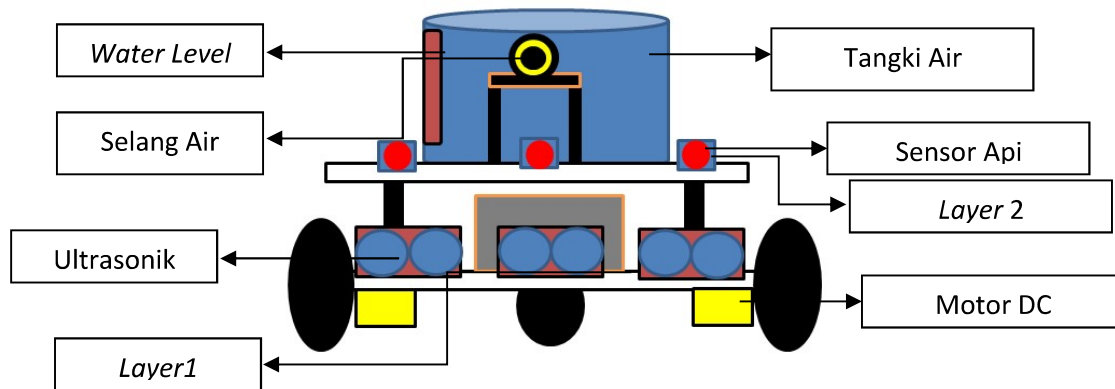
Gambar 40 Tampak layer 1 ROMPI

Pada *layer* kedua digunakan untuk peletakan komponen, seperti sensor api, selang air, tangki air, dan *waterlevel*. Desain perancangan robot dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 41 Tampak layer 2 ROMPI

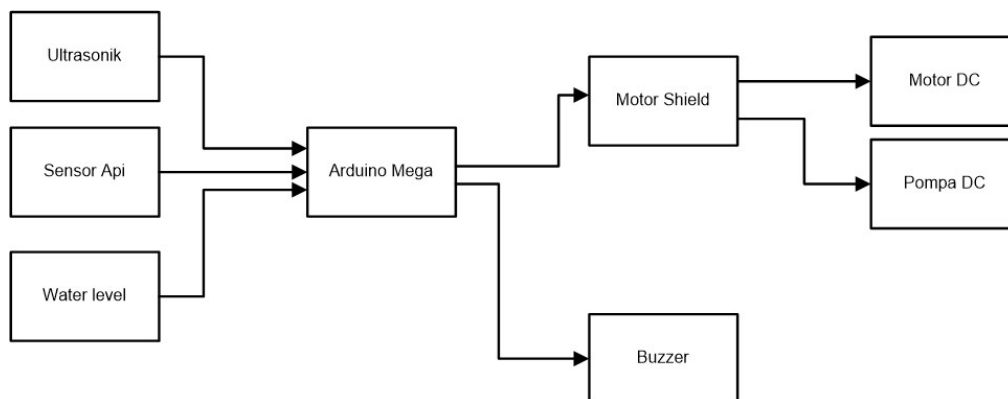
Tampak depan dari perancangan robot terdapat dua *layer*. *Layer* pertama dibagian bawah, dan *layer* kedua dibagian atas. Komponen elektronik yang digunakan pada kedua *layer*, yaitu: Sensor ultrasonik, motor DC, sensor api, selang air, *waterlevel*, dan tangki air. Desain perancangan robot dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 42 Tampak depan ROMPI

Blok Diagram Robot Pemadam Api

Pada pembuatan robot ini menggunakan blok diagram yang dapat dilihat pada Gambar 5. Pada gambar tersebut dapat dijelaskan bahwa Arduino Mega berfungsi sebagai alat pengontrol utama. Arduino Mega mendapatkan data pengukuran jarak dari sensor ultrasonik, data pembacaan keadaan api dari sensor api, dan pengukuran volume air pada tangki air dari sensor *waterlevel*. Arduino Mega yang telah diprogram mengendalikan buzzer sebagai indikator dari sensor *waterlevel*, dan motor shield yang mempengaruhi gerak dari pompa DC dan motor DC.

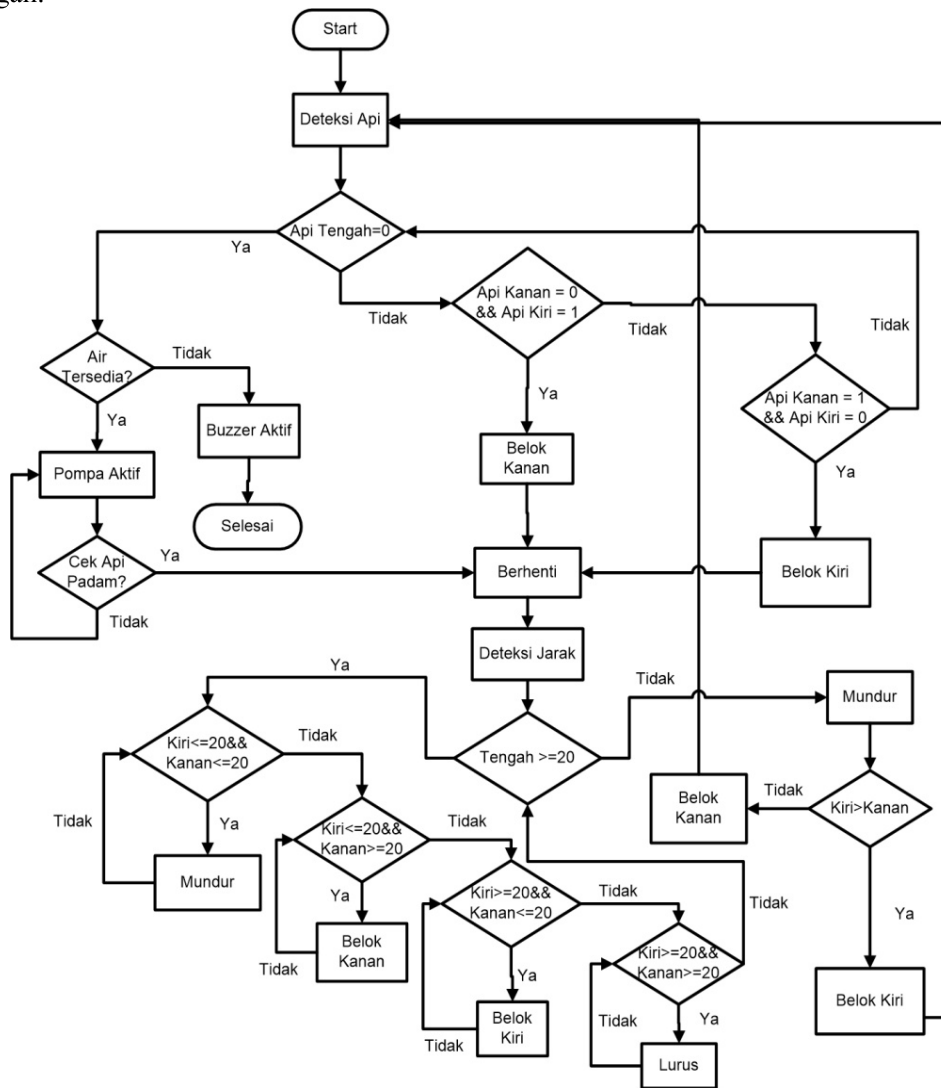


Gambar 43 Blok Diagram

Flowchart Robot Pemadam Api

Sistem yang berjalan pada alat dapat dilihat dengan *flowchart* di Gambar 6. Diawali robot mendeteksi api dan sensor api tengah terbaca api maka memeriksa kondisi air jika air tersedia, pompa aktif untuk menyemprotkan air sampai api padam. Jika kondisi air tidak tersedia maka buzzer aktif dan sistem berhenti. Jika sensor api tengah tidak mendeteksi api, maka memeriksa terlebih dahulu sensor api kanan. Jika sensor api kanan terdeteksi api, robot menuju ke arah kanan, kemudian berhenti dan menyemprotkan air untuk memadamkan api. Begitu pula dengan sensor api kiri, jika terdeteksi api maka berbelok ke kiri dan berhenti dan menyemprotkan air untuk memadamkan api. Setelah itu, memeriksa jarak. Jika jarak hambatan terbaca pada sensor ultrasonik tengah ≥ 20 maka sensor membaca kembali jarak kiri dan kanan untuk membandingkan, jika kiri dan kanan ≤ 20 , maka robot bergerak mundur, jika jarak tidak ≤ 20 sensor ultrasonik kanan dan kiri memeriksa jarak yang jauh dari hambatan. Jika sensor ultrasonik kanan membaca jarak dengan hambatan ≤ 20 maka berbelok ke kiri untuk mencari jalan yang jauh dari hambatan, begitupula pada sensor ultrasonic kiri jarak hambatan ≤ 20 maka berbelok ke kanan, tetapi jika jarak hambatan kanan

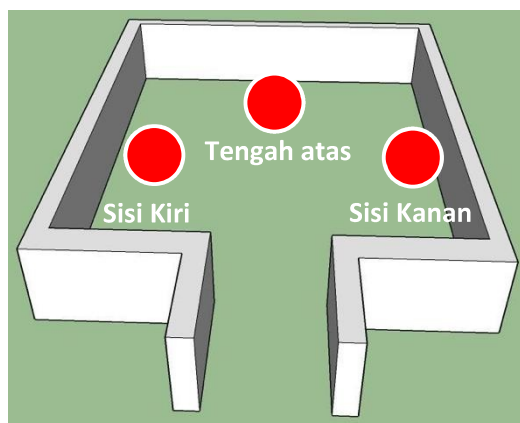
dan kiri ≥ 20 maka robot tetap jalan lurus dan pembacaan jarak terhadap hambatan yang terbaca dengan sensor ultrasonik tengah.



Gambar 44 Flowchart

Pengujian

Pengujian dilakukan pada suatu area labirin dengan sumber api berupa lilin setinggi 10cm. Hasil serta pembahasan akan dijelaskan pada bagian selanjutnya. Labirin dapat dilihat pada Gambar 7.



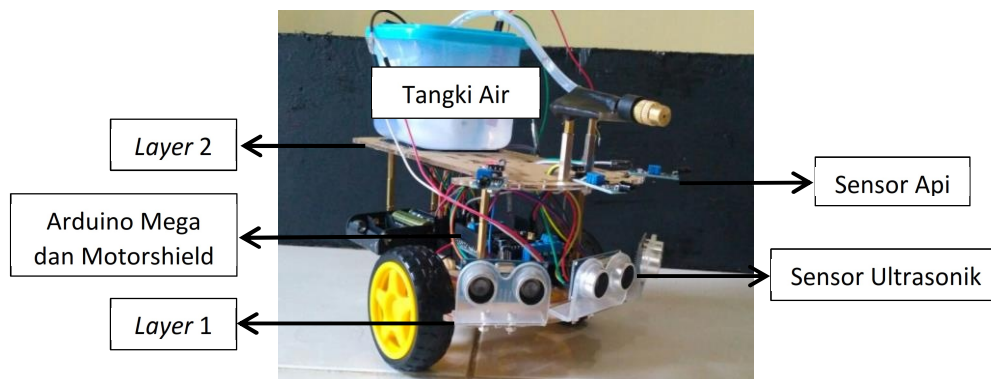
Gambar 45 Labirin Percobaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pembuatan alat selanjutnya adalah perakitan komponen-komponen elektronik yang dibutuhkan. Komponen dirakit sesuai dengan skema rangkaian yang dibuat. Perakitan alat dapat dilihat pada Gambar 8.

Layer pertama terdapat komponen Arduino Mega, motor shield, sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik dipasang dengan sisi berbeda. Sisi tengah untuk pembacaan jarak bagian depan. Sisi kanan untuk pembacaan jarak agar robot berbelok ke kanan ketika terdapat hambatan disebelah kanan. Sisi kiri untuk pembacaan jarak agar robot berbelok ke kiri ketika terdapat hambatan disebelah kiri.

Layer kedua terdapat sensor api, tangki air, dan *waterlevel*. Sensor api dipasang dengan sisi berbeda. Sisi tengah untuk pembacaan sumber api pada bagian depan. Sisi kanan untuk mendeteksi sumber api di sisi kanan, dan sensor api sisi kiri untuk mendeteksi sumber api di sisi kiri. Implementasi kode program menggunakan perangkat lunak Arduino IDE sebagai *uploader code* untuk Arduino Mega. Perakitan mekanik dengan pemasangan komponen pada casis akrilik layer 2. Sedangkan *gear box* serta roda pada casis akrilik layer 1.



Gambar 44 Robot yang telah dirakit

Pada Gambar 9, merupakan hasil pengujian robot pada labirin saat mendapatkan posisi api dalam kondisi menyala. Sensor api tengah membaca kondisi api maka robot akan berhenti dan pompa DC akan aktif untuk memadamkan api.



Gambar 45 Pengujian robot pada labirin

Pengujian robot secara keseluruhan dilakukan untuk menguji kerja robot dalam memadamkan api. Pengujian dilakukan di arena lapangan dengan menggunakan simulasi labirin yang terdapat pada Gambar 7. Pada simulasi labirin diletakkan lilin sebanyak 1 buah dengan tinggi 10 cm pada sisi kanan atau sisi kiri atau tengah atas. Berdasarkan data percobaan pada Tabel 1, dapat dilihat terdapat data keadaan api berhasil dipadamkan dengan durasi pengujian 30 detik sampai 74 detik, sedangkan untuk keadaan api tidak berhasil dipadamkan dengan durasi pengujian robot berkisar antara 94 detik sampai 120 detik. Status pemadaman tidak berhasil disebabkan oleh jarak pembacaan sensor api serta kecepatan robot dalam bergerak. Sedangkan untuk status pemadaman berhasil, sensor api pada posisi tengah mampu membaca kondisi api secara akurat sesuai dengan penempatan sumber api.

Tabel 1 Hasil Pengujian

Percobaan ke-	Durasi Pemadaman (detik)	Status Pemadaman	Ket.
1	94	Tidak	Sisi Kanan
2	43	Berhasil	Sisi Kiri
3	31	Berhasil	Sisi Kanan
4	100	Tidak	Sisi Kiri
5	30	Berhasil	Tengah Atas
6	74	Berhasil	Sisi Kanan
7	120	Tidak	Tengah Atas

KESIMPULAN

Pembuatan Rancang Bangun Miniatur Robot Pemadam Api ini sudah berhasil dibuat. Penggunaan pompa DC untuk memadamkan api lilin sebagai sumber api sudah berhasil. Pompa DC digunakan sesuai dengan tegangan keluaran dari mikrokontroller dan beban yang diterima oleh robot, sehingga robot mampu untuk bergerak sesuai perancangan dan memadamkan api dalam labirin. Penggunaan pompa DC pada robot pemadam api lebih unggul karena durasi pemadaman lebih cepat dibandingkan modul kipas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada BPPT sebagai tempat studi dari penelitian ini, yang telah membantu dukungan alat maupun moril.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maspiyanti F, Nadya. *Robot pemadam api menggunakan metode fuzzy logic*, **3(2): 1-2**(2017).
- [2] Setiawan A. *Robot Pemadam Api Dengan Tracking Target Menggunakan Accelerometer Berbasis Mikrokontroller Arduino DUE*, **1(1):14-25**(2015).
- [3] Aji S.W., dkk. *Purwarupa Robot Pemadam Api Dengan Sensor Ultrasonic dan Ultraviolet Berbasis AT89S52*, **7(3):207-212**(2009).
- [4] Reychan R.. *Sistem Pengendali Robot Pemadam Api berbasis Pengendali Mikroprosesor* [Skripsi]. Teknik Elektro, Universitas Indonesia (2005).p.50.
- [5] Ecadio. Belajar Mengenal Arduino [Online] dari <http://ecadio.com/belajar-dan-mengenal-arduino-mega>. (2018) [diunduh 2018 Mar 18].
- [6] ElecFreaks. Data Sheet HCSR-04 [Online] dari <https://www.electroschematics.com/HCSR04-datasheetversion-1.pdf>. (2013) [diunduh 2018 April 20].
- [7] Electronics. Data Sheet Sensor Api [Online] dari <http://www.fut-electronics.com/Flame-sensor-arduino.pdf>. (2016) [diunduh 2018 April 20].
- [8] Teachmicro. *Waterlevel sensor* [Online] dari <https://www.teachmicro.com/water-levelsensormicrocontrollers-arduino/> (2018). [diunduh 2018 Mar 18].