



Bayu Kusumo¹

RANCANG BANGUN ROBOT PENGHEMPAS ASAP MENGGUNAKAN ARDUINO UNO R3

Abstrak

Salah satu perkembangan teknologi adalah robot, robot banyak membantu manusia dalam melakukan pekerjaan yang rumit, berbahaya dan ketepatan. Pekerjaan tersebut misalnya memadamkan api di bangunan yang strukturnya tidak stabil sehingga sewaktu-waktu dapat runtuh, dengan menggunakan robot, pekerjaan tersebut dapat dilakukan tanpa mengancam nyawa petugas pemadam kebakaran. Studi literatur adalah menyelesaikan persoalan dengan menelusuri sumber – sumber tulisan yang pernah dibuat sebelumnya. Sumber – sumber yang didapat dijadikan sebagai bahan literatur dan disusun menurut kaidah penulisan ilmiah. Pada rancang bangun robot penghempas asap menggunakan Arduino uno R3 bertujuan untuk meringankan dan mengurangi resiko pada pemadam kebakaran. Pilih ruangan yang sedikit cahaya matahari masuk dikarenakan sensor ultrasonik sangat sensitif terhadap cahaya matahari, Warnai lintasan berwarna putih dan base berwarna hitam agar setelah robot mendeteksi dan memadamkan api dapat kembali ke base, Sumber asap harus lebih dari 60 PPM agar driver fan L9110 bekerja menghempaskan asap, Tinggi dinding lintasan 15 cm, dan setelah melakukan pengujian system maka dapat disimpulkan robot dapat menempuh waktu rata-rata 25 detik dari jarak start menuju sumber asap dan robot dapat mendeteksi asap dengan waktu rata – rata 9 detik lalu waktu rata – rata robot menghempaskan asap adalah 4,6 detik.

Kata Kunci : Arduino Uno, Sensor MQ2, Sensor Ultrasonic

Abstract

One of the technological developments is robots, robots help humans a lot in doing complicated, dangerous and precise work. The work, for example, extinguishing fires in buildings whose structures are unstable so that at any time they can collapse, by using robots, the work can be done without threatening the lives of firefighters. Literature study is to solve problems by tracing sources of writing that have been made before. The sources obtained are used as literature material and arranged according to the rules of scientific writing. In the design of a smoke blowing robot using Arduino uno R3 aims to alleviate and reduce the risk to firefighters. Choose a room with little sunlight coming in because the ultrasonic sensor is very sensitive to sunlight, color the trajectory white and the base black so that after the robot detects and extinguishes the fire it can return to base, The smoke source is more than 60 PPM so that the L9110 fan driver works to blow smoke, the height of the track wall is 15 cm, and after conducting system testing, it can be concluded that the robot can take an average time of 25 seconds from the starting distance to the smoke source and the robot can detect smoke with an average time of 9 seconds then the average time the robot blows smoke is 4.6 seconds.

Keywords: Arduino Uno, MQ2 Sensor, Ultrasonic Sensor

PENDAHULUAN

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin maju banyak yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Perkembangan teknologi yang pesat ini ditandai dengan banyaknya peralatan yang telah diciptakan dan dioperasikan baik secara manual maupun otomatis.

Salah satu perkembangan teknologi adalah robot, robot banyak membantu manusia dalam melakukan pekerjaan yang rumit, berbahaya dan ketepatan. Pekerjaan tersebut misalnya memadamkan api di bangunan yang strukturnya tidak stabil sehingga sewaktu-waktu dapat

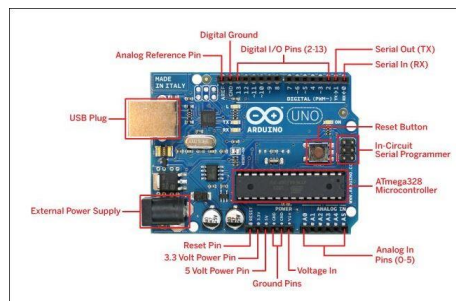
Universitas Krisnadwipayana
 email: bayu_kusumo@unkris.ac.id

runtuh, dengan menggunakan robot, pekerjaan tersebut dapat dilakukan tanpa mengancam nyawa petugas pemadam kebakaran. Robot pemadam api memerlukan berbagai sensor untuk menjalankan fungsinya dengan baik, di antara lain adalah sensor pendeteksi api dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi halangan kemudian memberikan informasi kepada mikrokontroler sehingga robot akan menghindari halangan.

Arduino UNO

Arduino uno merupakan board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input/output pin (dimana 6 pin dapat digunakan output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator Kristal, koneksi USB, jack listrik dan tombol reset. Pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Dapat digunakan hanya dengan menghubungkan ke komputer dengan kabel USB atau baterai.

Arduino uno dapat dipacu menggunakan kabel USB atau dengan catu daya eksternal 6-20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 volt, maka pin 5 volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika arduino diberi tegangan lebih dari 12 volt, maka regulator tegangan dapat mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan, rentang sumber tegangan yang dianjurkan 7-12 volt



Gambar 1. Arduino UNO

Arduino UNO mampu support mikrokontroler dan dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB dan bisa disuplai dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. Keterbukaan arduino juga membawa banyak manfaat dalam penggunaan board, karena keterbukaan komponen yang digunakan tidak hanya bergantung pada merek, tetapi juga semua komponen yang ada di pasaran dapat digunakan. Arduino juga memiliki bahasa pemrograman bahasa C sendiri. Bahasa pemrograman Arduino UNO adalah bahasa C.

Motor Servo

Motor servo merupakan motor yang dirancang untuk pengendalian loop tertutup dimana motor akan mengikuti perintah sudut atau kecepatan PWM yang diberikan. Motor servo ini terdiri dari motor DC, rangkaian driver serta gear



Gambar 2. Servo TowerPro MG995

Pada motor servo mempunyai dua jenis type yang pertama motor servo standar dan motor servo rotation (Continous). Dimana motor servo type rotation dapat melakukan rotasi atau bergerak 360° sedangkan untuk motor servo type biasa hanya dapat bergerak 180°.

Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis berupa bunyi menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip dari pantulan suatu gelombang suara, dimana sensor ini menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkap kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindra. Perbedaan waktu yang dipancarkan dan diterima kembali adalah berbanding lurus dengan jarak objek yang memantulkannya. Sensor ultrasonik ini umumnya digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek dalam jarak tertentu di depannya. Sensor ultrasonik mempunyai kemampuan mendeteksi objek lebih jauh terutama untuk benda-benda yang keras. Pada benda-benda yang keras yaitu yang mempunyai permukaan kasar gelombang ini akan dipantulkan lebih kuat daripada benda yang permukaannya lunak. Sensor ultrasonik ini terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut transmitter dan rangkaian penerima ultrasonik disebut receiver. Pada perancangan alat ini digunakan sebuah sensor untuk membantu proses deteksi keberadaan tanaman dan juga untuk mengetahui jarak tanaman tersebut yaitu sensor ultrasonik. Adapun jenis sensor ultrasonik yang digunakan pada rancang bangun alat ini adalah sensor ultrasonik HC-SR04.

Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah seri dari sensor jarak dengan gelombang ultrasonik, dimana didalam sensor terdapat dua bagian yaitu transmitter yang berfungsi sebagai pemancar gelombang dan receiver yang berfungsi sebagai penerima gelombang. Sensor ultrasonik HC-SR04 ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm – 400 cm dengan akurasi 3mm. Sensor ultrasonik ini memiliki 4 pin yaitu :

1. Pin VCC sebagai pin masukan tegangan.
2. Pin GND sebagai grounding.
3. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal.
4. Pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda.



Gambar 3. Bentuk Fisik Sensor Ultrasonik

Jarak antara sensor dan objek yang memantulkan kembali gelombang suara ultrasonik dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut

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

Dalam hal ini s merupakan jarak benda, v merupakan kecepatan gelombang suara yaitu 344m/detik dan t merupakan waktu tempuh dari saat sinyal ultrasonik dipancarkan hingga kembali ke penerima. Spesifikasi dari sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut :

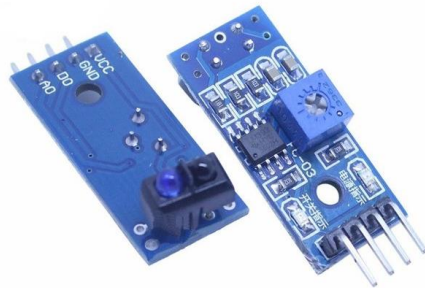
- Dimensi : 45 mm (P) x 20 mm (L) x 15 mm (T)
- Tegangan : 5 VDC
- Arus pada mode siaga : <2 mA
- Arus pada saat deteksi : 15 mA
- Frekuensi suara : 40 kHz
- Jangkauan Minimum : 2 cm
- Jangkauan Maksimum : 400 cm
- Input Trigger : 10µS minimum, pulsa level TTL
- Pulsa Echo : Sinyal level TTL positif, lebar berbanding *proporsional* dengan jarak yang dideteksi.

Cara menggunakan sensor ini yaitu: ketika kita memberikan tegangan positif pada pin Trigger selama 10µS, maka sensor akan mengirimkan 8 step sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz.

Selanjutnya, sinyal akan diterima pada pin Echo. Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut.

Sensor Garis TCRT 5000

Sensor garis TCRT 5000 merupakan sensor gabungan dari sensor infrared (IR) (pemancar) dan foto transistor (penerima) yang terpadu didalam modul tersebut. Foto transistor merupakan jenis transistor yang menggunakan kaki primer seperti fotokonduktor, yang dapat mengatur kerja dari kaki primer yang selaras dengan intensitas, penerimaan cahaya oleh fotokonduktif. Prinsip operasinya Ketika fototransistor tidak menerima cahaya maka fototransistor tidak beroperasi, sehingga arus (I) tidak mengalir dari kolektor (C) ke emitor (E) dan volt akan naik.



Gambar 4. Gambar Sensor Garis TCRT 5000

Motor Driver Fan L9110

Motor driver fan L9110 mempunyai input INA dan INB dengan dua kabel keluar yang menggerakkan motor DC kecil Fan L9110 sering diaplikasikan dalam beberapa alat yaitu pada robot pemadam api. INA dan INB dikendalikan oleh sinyal logika, kedua input disetel ke low dan motor diam, dengan INA itu high dan INB itu low.



Gambar 5. Gambar Modul fan L9110

Sensor MQ2

Sensor MQ 2 adalah komponen elektronika untuk mendeteksi kadar gas hidrokarbon seperti isobutana (C₄H₁₀ / isobutane), propane (C₃H₈ / propane), metana (CH₄ / methane), etanol (ethanol alcohol, CH₃CH₂OH), hydrogen (H₂ / hydrogen), asap (smoke), dan LPG (liquid petroleum gas).



Gambar 6. Sensor MQ 2

Sensor MQ 2 ini dapat digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas misal untuk membuat rangkaian elektronika pendeteksi kebocoran LPG, dengan menggunakan sensor MQ 2 hidrokarbon ini dapat mendeteksi kadar gas hidrokarbon dalam udara dengan menyambungkan sensor ini ke mikrokontroler / development board semacam Arduino.

Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi electromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau ke luar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer juga biasa digunakan sebagai indikator bahwa suatu program sudah selesai.

Bentuk Buzzer



Simbol Buzzer

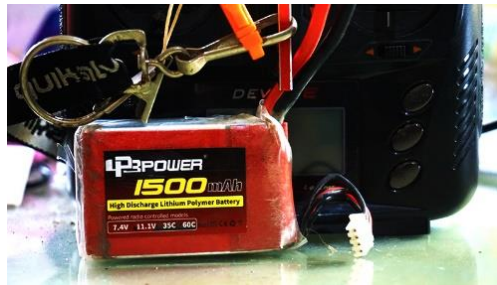


Gambar 7. Buzzer dan Simbol Buzzer

Buzzer juga merupakan sebuah perangkat elektronik yang merubah besaran elektrik menjadi besaran suara. Penggunaan buzzer itu sendiri berfungsi sebagai antarmuka mikrokontroler, hampir sama prinsipnya dengan LED. Yang dibutuhkan untuk rangkaian buzzer hanya menghubungkan salah satu PIN dari mikrokontroler ke kaki positif buzzer, dan kaki satunya ke GND rangkaian.

Baterai

Pada perancangan robot pendeteksi dan pemadam api menggunakan baterai LiPo dengan daya 1500 mAh. Baterai Lithium Polimer atau biasa disebut dengan LiPo adalah salah satu jenis baterai yang sering digunakan pada RC (Remote Control) tipe pesawat dan helicopter. Baterai ini tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit namun menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk semacam lapisan plastik film tipis. Lapisan plastik film ini yang nantinya disusun menjadi berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang akan memicu pertukaran ion.

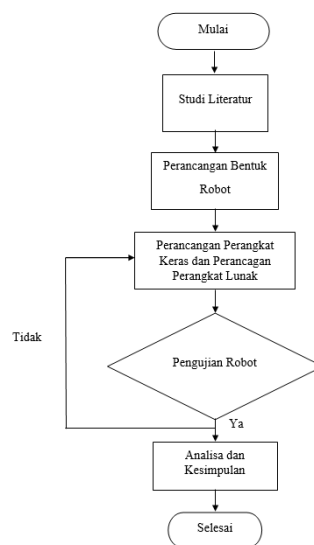


Gambar 8. Baterai LiPo 1500 mAh

METODE

Langkah – Langkah Penelitian

Pada langkah – langkah penelitian penulis membuat diagram alur penelitian pada gambar dibawah ini :



Gambar 9. Diagram Alur Penelitian

Pada tugas akhir ini menggunakan metode studi literature yaitu metode pengumpulan kajian dan teori yang menunjang dalam penelitian ini sehingga bisa menjadi dasar dalam pembuatan tugas akhir ini.

Waktu dan Tempat Penelitian

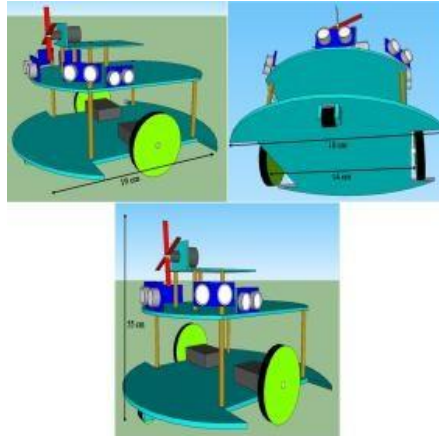
Waktu dan tempat penelitian ini disusun dan dilakukan pada 12 Maret 2023 s/d 25 Juni 2023. Penelitian ini berlokasi di Laboraturium Universitas Krisnadwipayana.

Teknik Pengambilan Data

Dalam mencapai suatu penelitian, penyusun menggunakan metode eksperimen sebagai metode pengumpulan data. Pada dasarnya, metode ini adalah bagian dari metode kaititatif yang memiliki ciri tersendiri. Metode eksperimen juga merupakan metode yang memanipulasi atau mengontrol situasi ilmiah dengan cara menciptakan kondisi buatan (Artificial Condition). Pembuatan ini juga dilakukan oleh penyusun. Dengan demikian, penelitian eksperimen merupakan penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian, serta adanya kontrol yang disengaja terhadap objek penelitian tersebut. Dalam penelitian ini, penyusun menggunakan studi literature sebagai teknik pengumpulan data. Studi literatur merupakan studi yang dimana penyusun melakukan pencarian referensi terkait studi kasus ataupun masalah yang didapat dari buku, jurnal, atau artikel penelitian.

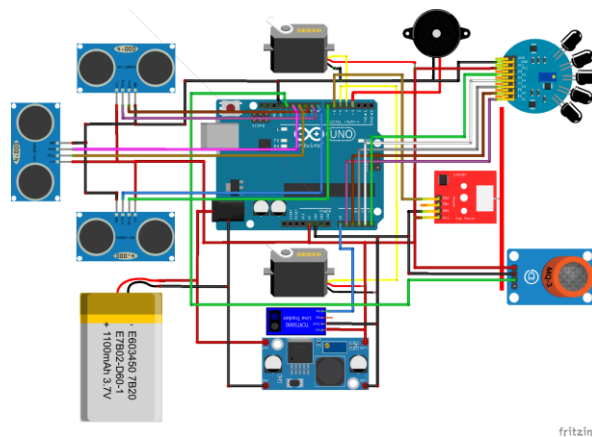
Desain Alat dan Sistem

Pada pembuatan Desain 2 Dimensi robot penghempas asap menggunakan Arduino uno, penyusun menggunakan aplikasi Paint sebagai media editing. Berikut adalah wiring robot penghempas asap menggunakan Arduino uno.



Gambar 10. Desain Robot

Pada pembuatan Wiring robot penghempas asap menggunakan Arduino uno, penyusun menggunakan aplikasi Fritzing sebagai media editing. Berikut adalah wiring robot penghempas asap menggunakan Arduino uno.

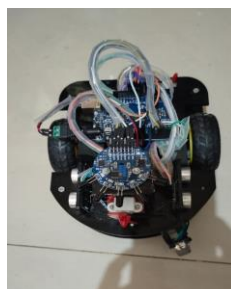


Gambar 11. Gambar Perancangan Perangkat Keras

Adapun alat yang digunakan untuk membuat simulasi robot penghempas asap menggunakan arduino uno sebagai berikut :

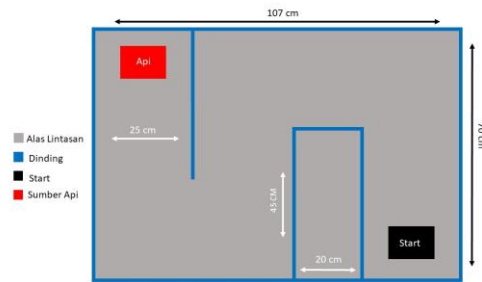
1. Mikrokontroler Arduino UNO
2. Sensor Ultrasonik HC-SR04
3. Motor Driver Fan L9110
4. Sensor MQ2
5. Motor Servo
6. Buzzer
7. Baterai
8. Sensor Garis TCRT 5000
9. Lintasan Robot

Realisasi Alat



Gambar 12. Realisasi Robot Penghempas Asap

Pada gambar 12 merupakan hasil dari rancang bangun tugas akhir yang dibuat menggunakan alat dan bahan.



Gambar 13. Lintasan Robot Penghempas Asap

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hasil Pengukuran Port I/O Arduino Uno

Tabel 1. Hasil Pengukuran Port I/O Arduino Uno

NO	Titik Pengujian	Hasil Pengukuran	Hasil Sebenarnya	Presentase Error
1	Pin 0	4,57 Vdc	5 Vdc	0,8%
2	Pin 1	4,57 Vdc	5 Vdc	0,8%
3	Pin2	4,57 Vdc	5 Vdc	0,8%
4	Pin3	4,57 Vdc	5 Vdc	0,8%
5	Pin4	4,57 Vdc	5 Vdc	0,8%

Pada hasil pegukuram port I/O Arduino uno maka didapat hasil pada pin 0 yaitu input 5V dan output 4,57V dengan presentasi eror 0,8%, pada pengukuran pin Arduino uno berikut nya didapat hasil yang sama.

Cara menghitung eror yang didapat dari pengukuran port I/O Arduino uno dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$\left(\frac{\text{Hasil Sebenarnya} - \text{Hasil Pengukuran}}{\text{Hasil Sebenarnya}} \right) \times 100\%$$

$$\left(\frac{5 - 4,57}{5} \right) \times 100\% = 0,8\%$$

Analisa Hasil Pengukuran Step Down DC

Tabel 2. Hasil Pengukuran Step Down DC

NO	Tegangan Sebelum Ke Step Down	Tegangan Sesudah Ke Step Down
1	11.04 Volt	4.907 Volt

Pada hasil pengukuran step down dc maka didapat tedangan input 11,04 Volt sebelum memasuki step down dan setelah dikalibrasi tegangan output menjadi 4,907 Volt.

Analisa Hasil Pengukuran Jarak Sensor Ultrasonic HC-SR04

Tabel 3. Pengukuran Jarak Sensor Ultrasonic HC-SR04

NO	Pengukuran Oleh Penggaris	Pengukuran Oleh Sensor HC-SR04	Eror
1	2 cm	3 cm	50%
2	4 cm	4,2 cm	5%
3	6 cm	6,2 cm	3,3%
4	8 cm	8,2 cm	2,5%
5	10 cm	10,2 cm	2%

Pada hasil pengukuran jarak sensor HC-SR04 maka data di transfer ke Arduino untuk di proses, maka ketika sensor ultrasonic mendeteksi objek yang kurang dari 4 cm, maka LED merah dan Buzzer akan aktif.

Jika sensor mendeteksi objek lebih dari 4 cm dan kurang dari 10 cm, maka LED kuning dan Buzzer akan aktif. Jika sensor membaca objek lebih dari 10 cm dan kurang dari 20 cm, maka LED hijau dan Buzzer tidak ada yang aktif.

Cara menghitung eror yang didapat dari pengukuran sensor HC-SR04 dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$Error = \frac{Pengukuran\ Sensor - Pengukuran\ Mistar}{Pengukuran\ Mistar} \times 100\%$$

Analisa Hasil Pengukuran RPM Drive Fan L9110

Tabel 4. Pengukuran RPM Drive Fan L9110

NO	Pengukuran RPM Menggunakan Baling - Baling	Pengukuran RPM Tidak Menggunakan Baling - Baling
1	1630 RPM	1702 RPM

Pada hasil pengukuran RPM drive fan l9110 maka didapat hasil 1630 RPM pada saat pengukuran menggunakan baling baling dan 1702 RPM pada saat tidak menggunakan baling baling.

Analisa Hasil Pengukuran Sensor MQ2

Tabel 5. Hasil Pengukuran Sensor MQ2

NO	PPM	Buzzer	Kipas
1	60	Mati	Mati
2	<80	Mati	Mati
3	80	Nyala	Nyala
4	100	Nyala	Nyala

Pada hasil pengukuran sensor MQ2 maka robot dapat mendeteksi asap pada jarak 5 cm. Ketika sensor MQ2 membaca nilai sebesar <80 PPM maka buzzer tidak menyala dan kipas juga tidak menyala. Jikia sensor MQ2 membaca nilai ≥80 PPM maka buzzer menyala dan kipas juga menyala.

Hasil Pengujia Sistem

Pada pengujian ini memerlukan alat untuk menguji, alat yang digunakan pada pengujian yaitu meteran dan stopwatch yang berguna untuk mengukur jarak dan waktu tempuh dalam pengujian.

1. Jarak Dan Waktu Robot Mendeteksi Serta Menghempaskan Asap

Tabel 6. Waktu Jarak Tempuh 305 cm

Percobaan	Start – Mendeteksi Asap
1	29 Detik
2	23 Detik
3	23 Detik
Hasil Rata - Rata	25 Detik

2. Percobaan Saat Robot Mendeteksi Asap Dan Menghempaskan Asap

Tabel 7. Percobaan Waktu Robot Mendeteksi Dan Menghempaskan Asap

Percobaan	Waktu Robot Mendeteksi Asap	Waktu Robot Menghempaskan Asap
1	10 Detik	5 Detik
2	7 Detik	5 Detik
3	7 Detik	4 Detik
Hasil Rata - Rata	9 Detik	4,6 Detik

SIMPULAN

Setelah melakukan penelitian, pengujian dan pengukuran pada “Rancang Bangun Robot Penghempas Asap Menggunakan Arduino Uno R3” dapat menyimpulkan sebagai berikut:

1. Pilih ruangan yang sedikit cahaya matahari masuk dikarenakan sensor ultrasonik sangat sensitif terhadap cahaya matahari.
2. Warnai lintasan berwarna putih dan base berwarna hitam agar setelah robot mendeteksi dan memadamkan api dapat kembali ke base.
3. Sumber asap harus lebih dari 60 PPM agar driver fan L9110 bekerja menghempaskan asap
4. Tinggi dinding lintasan 15 cm.
5. Setelah melakukan pengujian system maka dapat disimpulkan robot dapat menempuh waktu rata -rata 25 detik dari jarak start menuju sumber asap dan robot dapat mendeteksi asap dengan waktu rata – rata 9 detik lalu waktu rata – rata robot menghempaskan asap adalah 4,6 detik.

DAFTAR PUSTAKA

Risal, A. (2017). Mikrokotroller dan interface. Makassar: Universitas Negri Makassar.

Ika Suciati, A. H. (2021). Sensor Otomatis Sensor Flame Pada Prototipe Robot Line Proximity Pemadam Api Berbasis Arduino. Tegal: Politeknik Harapan Bersama.

Hasibuan, H. B. (2015). Rancang Bangun Sistem Kendali Pintu Garasi Menggunakan Android Berbasis Mikrokotroller ATMEGA16. Jurnal Autocracy, 28 - 29.

Lilis Pitriyanti, Y. S. (2022). Implementasi Modul Infrared Pada Rancang Bangun Smart Detection For Queue Otomatic Berbasis IOT. Karawang: Universitas Singaperbangsa Karawang.

Rahmadiansyah, A. (2019). Maze Slover Robot Dengan Kendali PID Berbasis Arduino Uno Dengan Tuning Melalui Samrphone Android. Junal Teknik Elektro UNESA Volume08. No.03, 647 - 654.

Muis, A. (2020). Rancang Bangun Konveyor Pengirim Makanan Pada Restoran Berbasis Mikrokotroller Menggunakan Metode PWM. Jakarta: Institute Sains Dan Teknologi Nasional Jakarta.

Agung Rachmat P, A. S. (2018). Perancangan Dan Implementasi Robot Pemadam Api Berbasis Mikrokotroller Arduino Mega 2560. Jakarta: Universitas Respati Indonesia.

Arief Nuryana, P. P. (2019). Pengantar Metode Penelitian Kepada Suatu Metode Pengertian Yang Mendalam Mengenai Konsep Fenomenoogi. Solo: Universitas Sebelas Maret.

M Dwiyanto, S. M. (2015). Rancang Bangun Robot Beroda Pemadam Api Menggunakan

- Arduino Uno Rev.13. Sorong: Politeknik Katolik Saint Paul .
- Santoso, H. (2015). Arduino Uno Untuk Pemula. Lowok Waru: Elang Sakti.
- Sulaiman, A. (2012). Mikrokontroler Bagi Pemula Hingga Akhir.
- Sutawati, L. (2018). Pengembangan Three Degree Of Freedom Hexapood Sebagai Robot Pemadam Api Dengan Sensor UVTroon Hamamatsu. Ilmiah Teknologi Elektro, 420.
- Fadhi Puri Himawan, U. (2017). Perancangan Alat Pendeteksi Asap Berbasis Mikrokontroler, Modul GSM, Sensor Asap, Dan Sensor Suhu. Bandung: Telkom University.