

SIMULASI ROBOT PENDETEKSI API DAN GAS MENGGUNAKAN PROTEUS 8 BERBASIS LOGIKA FUZZY

I Wayan Sugianta Nirawana^{1*}

¹ Universitas Mulawarman

¹ anta@fkip.unmul.ac.id

Received: 05-06-2024

Revised: 12-06-2024

Approved: 25-06-2024

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan dan mensimulasikan mobile robot pendeteksi api dan gas didalam software proteus 8. Permasalahan yang dikaji adalah masih banyaknya kebakaran yang sering terjadi serta ketakutan kebocoran gas di kalangan rumah tangga. Kebakaran kecil seharusnya mampu diatasi untuk menghindari bencana yang lebih besar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan logika fuzzy untuk membuat robot adaptif terhadap lingkungan, sensor ultrasonic sebagai pendeteksi halangan, sensor flame untuk mendeteksi api dan sensor Gas untuk mendeteksi gas. Board yang digunakan dalah Arduino uno, motor driver, serta Layar untuk menampilkan hasil gerakan robot. Berdasarkan simulasi robot di proteus telah berhasil di lakukan dengan memberikan sedikit pengembangan pada bagian kecerdasan buatan logika fuzzy dan tambahan sensor ultrasonik. Gerakan yang berhasil disimulasikan adalah maju dan mundur dalam layar, namun roda robot dapat mengarah kekanan dan kekiri berdasarkan inputan sensor ultrasonic. Semua sensor menggunakan inputan logic state agar dapat dijalankan dalam simulasi. Untuk kedepannya diharapkan pengembangannya dan dilaksanakan di arena atau areal sesungguhnya dengan menambahkan sensor lain dan memanfaatkan machine learning agar gerakan menjadi lebih adaptif serta menggunakan software simulasi lain seperti gazebo, ROS, dan yang lainnya.

Keywords: Mobile Robot, Logika Fuzzy, Deteksi api dan Gas, Proteus 8

PENDAHULUAN

Teknologi yang berkembang di dunia semakin pesat dengan adanya mikrokontroller yang dapat dijadikan sebagai alat canggih dengan memasukkan berbagai algoritma didalamnya. Sensor-sensor yang dikembangkan juga dapat bermanfaat untuk mencegah atau mendeteksi hal yang terjadi dilingkungan kita. Sensor tersebut tidak hanya secara fisik saja, melainkan melalui teknologi embedded kita bisa mensimulasikan terlebih dahulu untuk memastikan lancarnya proses pengerjaan proyek.

Banyak kejadian umum yang sering kita temui yaitu kebakaran, kebocoran gas, suhu yang meningkat akibat panas matahari dan lain sebagainya. Kebakaran dilingkungan rumah tanggal sering terjadi akibat dari arus pendek atau konsleting listrik dan kebocoran gas elpiji[1]. Penyebab terjadinya ledakan tabung gas karena tidak berfungsinya dengan baik, pemasangan regulator tidak tepat, cincin penyekat kualitasnya buruk, selang yang robek dan tidak sesuai standar nasional Indonesia[2]. Kebakaran yang terjadi sangat merugikan jika tidak dicegah dengan baik, termasuk gas yang kini digunakan didapur rumah tangga. Ketakutan manusia juga menjadi faktor utama penyebab membesarnya api tersebut.

Antisipasi yang bisa dilakukan yaitu menyiapkan alat pemadam mini di setiap rumah atau kantor. kasus yang bisa terjadi kapanpun dan dimanapun harus memerlukan solusi preventif untuk pencegahan potensi kebakaran dan meminimalisir dampak kemungkinan kebakaran itu terjadi, salah satu cara pencegahannya yaitu dengan memasang alat pendeteksi di rumah[3]. Sekarang banyak di setiap rumah diluar negeri menggunakan robot untuk segala keperluan tersebut. Robot yang canggih bisa melakukan pekerjaan apapun sesuai dengan kebutuhan. Robot yang umum biasanya digunakan dirumah-rumah adalah robot

pembersih lantai, robot untuk hiburan, dan sejenisnya. Robot pembersih lantai dikembangkan biasanya dengan ukuran yang relative kecil agar dapat ditempatkan didalam rumah[4]. Robot entertainment atau hiburan khusus digunakan untuk kesenangan subjektif manusia semata[5]. Untuk kenyamanan dan keamanan kita juga memerlukan robot yang cepat tanggap untuk mencegah kebakaran dan kebocoran kecil dirumah yaitu robot pemadam api dan pendeteksi gas agar sedini mungkin dapat mencegah kebakaran yang lebih luas. Robot merupakan mesin yang dapat diprogram menggunakan berbagai Bahasa pemrograman agar dapat digunakan kemanfaatannya sesuai tujuan yang ingin dicapai.

Era revolusi industry 4.0 dan society 5.0 sekarang ini manusia modern sangat bergantung dengan adanya teknologi terutama kecerdasan buatan. Untuk itu perlu dipersiapkan generasi muda dalam menghadapi era industry 4.0 yang saat ini sedang berlangsung, segala kehidupan masyarakat tidak bisa lepas dari computer, smartphone, internet, dan mesin otomatis[6]. Persiapan generasi muda tersebut akan dapat menggunakan teknologi untuk memecahkan masalah dan mencegah kejadian yang tidak diinginkan. Robot yang awal mulanya secara klasik hanya berupa mesin pada industry kini dikembangkan dengan berbagai macam bentuk. Robot berbentuk mobil, humanoid, menyerupai binatang baik darat, udara, maupun di laut. Tidak hanya itu, bentuk itu bisa dipadukan menghasilkan teknologi serbaguna.

Agar robot dapat melakukan tugasnya selain melakukan pemrograman, sensor sangat berperan penting didalamnya. Terdapat banyak sensor yang digunakan sesuai tujuan dibuatnya robot tersebut. Sensor ultrasonic contohnya digunakan untuk mendeteksi jarak dilingkungan sekitar untuk menghindari halangan. Sensor flame digunakan untuk mendeteksi adanya titik api, sedangkan sensor gas digunakan untuk mendeteksi adanya gas disekitarnya. Adapun penelitian relevan yang dapat dijadikan acuan dalam pembuatan simulasi robot pemadam api yaitu pertama, hasil penelitian yang diperoleh secara simulasi robot line follower roda robot dapat bergerak sesuai dengan deteksi sensor cahaya, ketika mendekati titik api roda robot berhenti, kipas digunakan untuk memadamkan api [7]. Permasalahannya simulasi robot ini belum menggunakan algoritma kecerdasan buatan khususnya logika fuzzy. Kedua, hasil secara keseluruhan system robotnya dapat menjalankan misi mampu berjalan mengikuti garis sesuai dengan inputan sensornya[8]. Ketiga, hasil deteksi sensor flame, gas, dan asap dapat dibaca menggunakan input logika fuzzy dan diteruskan ke administrator dengan memberikan warning alarm sehingga dapat digunakan untuk pencegahan kebakaran dan kebocoran gas[9]. Sensor flame 5 channel dan sensor MQ2 dapat digunakan untuk mencegah kebakaran baik digunakan secara terpisah maupun secara bersamaan, sebab keduanya memiliki fungsi yang sama[10]

Permasalahan kebakaran akibat gas tersebut menjadi poin penting dalam penelitian ini. Robot yang dibuat menggunakan kecerdasan buatan. Jika terdeteksi, maka robot akan bergerak ke titik api atau gas tersebut. Robot yang dibuat dapat disimulasikan terlebih dahulu sesuai dengan kebutuhan. Salah satu software yang digunakan untuk mensimulasikan robot tersebut adalah proteus 8. Fitur dan alat dalam proteus 8 cukup lengkap dan terintegrasi dengan Arduino IDE. Untuk itulah peneliti membuat pemodelan dan simulasi robot pemadam api dengan mendeteksi api dan gas menggunakan logika fuzzy sebagai Langkah awal untuk dijadikan pengembangan berikutnya. Penelitian ini menawarkan kebaruan penggunaan library Arduino dan sensor yang lebih terupdate mendekati sensor aslinya.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode pengumpulan data menggunakan literatur review dari jurnal melihat dari segi perbedaan model simulasi dan sensor yang digunakan serta desain di proteus 8 menggunakan library yang sudah didownload melalui laman theengineeringprojects.com/ dan di laman www.electronicstree.com/. Terdapat banyak library yang bisa didownload sesuai dengan kebutuhan alat-alat robot tersebut.

Analisis data yang digunakan adalah keberhasilan robot dalam simulasi sesuai dengan logika fuzzy yaitu membership masing-masing sensor. Sederhananya proses logika fuzzy terdiri dari proses input, kemudian diberikan aturan lalu proses defuzifikasi sehingga menghasilkan keluaran atau output[11]. Aturan atau rule fuzzy tergantung dari jumlah input sensor dan keluaran yang dibutuhkan. Untuk simulasi lebih menggunakan bilangan biner karena tidak secara real time berjalan. Membership sensor flame dan gas disajikan pada Tabel 1. Untuk membership sensor ultrasonik disajikan pada tabel 2. Metode logika fuzzy yang digunakan yaitu tipe mamdani dengan menerapkan program IF-THEN. Tabel 1 menunjukkan aturan atau rule fuzzy dengan nilai sensor 0 artinya sensor tidak mendeteksi adanya api atau gas, sedangkan Tabel 2 menunjukkan bahwa flame dan gas terdeteksi. Hal yang sama juga berlaku untuk sensor ultrasonik.

Tabel 1. Membership Flame dan Gas

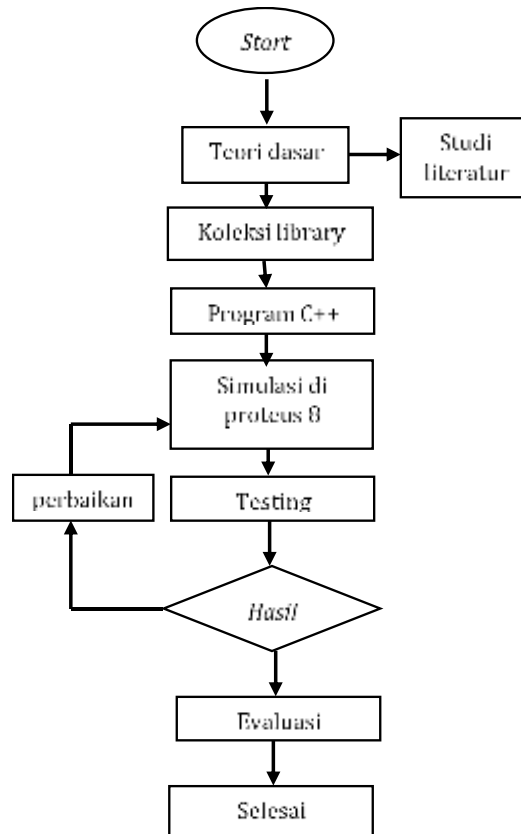
Flame	Gas	Motor Dc
1	1	Maju
0	1	Maju
1	0	Maju
0	0	Stop

Tabel 2. Membership Sensor Ultrasonik

Kanan	Depan	Kiri	Motor_DC
0	0	0	Maju
1	0	0	Belok kiri
0	1	0	Balik
0	0	1	Belok kanan
1	1	1	stop

Penelitian ini hanya berfokus pada pemodelan dan simulasi robot pendeteksi api dan gas di proteus 8 menggunakan metode logika fuzzy pada analisis gerakan robot menggunakan inputan sensor ultrasonik. Adapun tahap penelitiannya yaitu pertama, memulai dengan mencari literatur seperti jurnal, buku, karya ilmiah lain terkait topik yang relevan untuk mencari dasar teori, kedua mengoleksi library Arduino dan sensor khusus untuk proteus agar dapat digunakan langsung secara simulasi, ketiga programming dilakukan dengan menggunakan software Arduino IDE 2.3.2., Bahasa yang digunakan adalah C++. keempat, melakukan simulasi dan menguji program dengan cara memasukkan program yang telah dibuat di Arduino IDE kedalam mikrokontroler Arduino Uno. Kelima jika hasilnya sesuai dengan input sensor dan logika fuzzy, maka akan dievaluasi perkembangannya, jika belum

berhasil maka koding program diperbaiki kemudian disimulasikan lagi dan diuji sampai benar-benar berhasil. Perulangan koding yang dilakukan untuk dapat mendekati hasil yang baik, evaluasi dilakukan untuk menjelaskan kendala dan hal-hal yang perlu di kembangkan supaya menjadi lebih baik kedepannya. Tahapan-tahapan simulasi tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahap Penelitian Simulasi Robot [12]

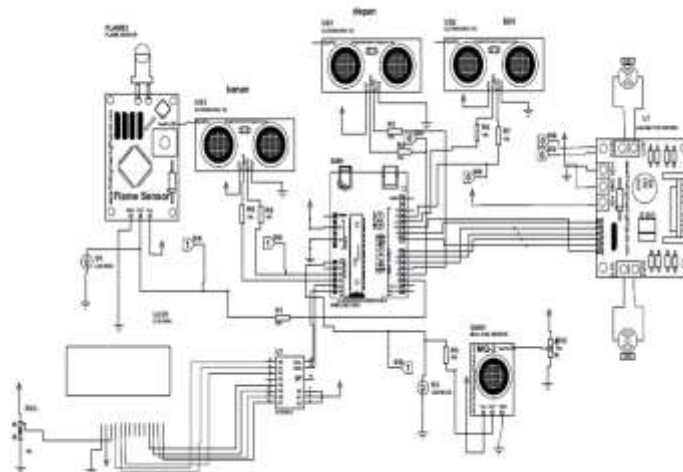
Agar bisa menjalankan simulasi di proteus 8 sesuai dengan kebutuhan koleksi librarynya maka alat-alat yang dibutuhkan dalam membuat robot tersebut disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Library Arduino dan Sensor

Library	jumlah
Arduino Uno	1
Sensor ultrasonik	3
Sensor gas	1
Sensor flame	1
Motor DC	2
Motor driver LN 298	1
Resistor 10K	8
potensiometer	2
PCF8574	1
LCD 20x4	1

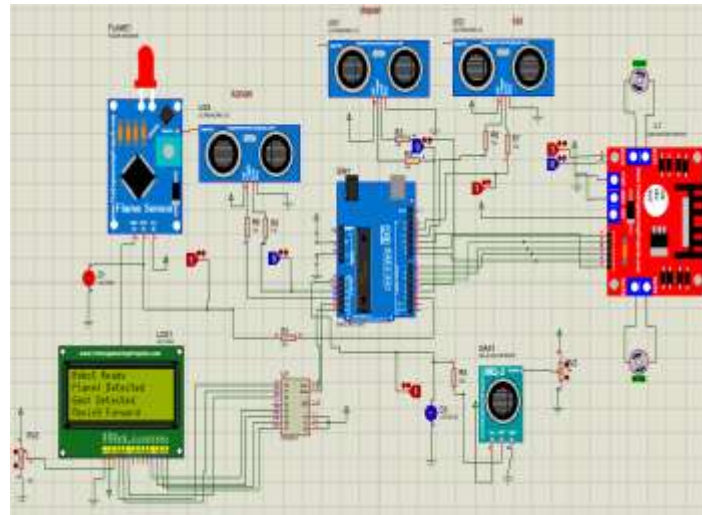
Kebutuhan library desain di proteus 8. Sensor gas MQ2 di gunakan sebagai sensor deteksi Alkohol, H2, LPG, CH4, CO, Asap, dan *Propane*, Sensor ini cocok di gunakan untuk alat emergensi sebagai

deteksi kebocoran gas, sedangkan sensor api merupakan sensor yang mempunyai fungsi sebagai pendeteksi nyala api yang panjang gelombangnya antara 760nm – 1100nm [13]. Wiring pin dari masing-masing sensor yaitu sensor ultrasonic depan pin trigger terhubung ke 3, pin echo ke digital 4. Ultrasonic bagian kanan pin trigger ke A4 dan pin echo ke A2. Ultrasonic bagian kiri pin trigger ke 12 dan pin echo 13. Baik pin trig maupun pin echo masing-masing diisi resistor 10K agar sinyal berjalan di proteus 8. Sensor flame sebagai pendeteksi api bagian out adalah outputnya terhubung ke digital 2. Sensor gas sebagai pendeteksi gas outputnya terhubung ke A0. Sensor flame dan gas juga bagian output di isi resistor 10K. hal ini dilakukan untuk memastikan sinyal saat simulasi berjalan menyala. motor driver dihubungkan bagian pinnya EN A ke 9, EN B ke 10. Pin IN1 ke 5, pin IN2 ke 6, Pin IN3 ke 7, Pin IN4 ke 8. Bagian outpunya ditambahkan 2 motor DC kanan dan kiri. Untuk menampilkan hasil ditambahkan LCD IC2 ukuran 20x 4. Wiring LCD disimulasi adalah VSS ke ground, VDD ke power, VEE ke potensiometer (resistor RV) yang masing-masing juga terhubung ke power dan ground. Agar LCD bisa menyala, maka dihubungkan melalui PCF8574 bawaan dari proteus 8. Pin RS ke P0, Pin RW ke P1, Pin E ke P2, Pin D4 ke P4, Pin D5 ke P5, Pin D6 ke P6, Pin D7 ke P7. Blok diagram ditunjukkan pada Gambar 2.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dalam pengujian simulasi robot tersebut pada implementasinya ditunjukkan pada Gambar 3. Tampak pada gambar 3 library dari Arduino dan sensor menyerupai aslinya. Untuk menjalankan simulasi ini library yang didownload diletakkan pada folder ProgramData\Labcenter Electronics\Proteus 8 Professional\LIBRARY, sedangkan kodingnya bisa dicopy dari hasil *compiling code* di Arduino IDE, kemudian dimasukkan pada program file Arduino yang ada di proteus. Pencarian library yang sudah di letakkan terletak pada *component mode*. Selain itu setiap sensor harus diatur komponennya menjadi *excute form simulation* dan *excute form PCB*. Hal tersebut dilakukan agar tidak terjadi fatal error.



Gambar 3. Hasil Simulasi Robot Pada Proteus 8

Tampak bahwa pada gambar 3 hasil simulasi menunjukkan sinyal semua sensor, LCD, dan motor driver menyala dengan baik sedang LED yang digunakan untuk memastikan sensor benar-benar berfungsi. Terlihat bahwa flame terdeteksi dan gas terdeteksi, maka hasilnya *moving forward*. Motor driver terlihat bergerak kita benar-benar berputar, tidak hanya menyala dibagian motornya. Jika tidak berputar berarti ada kodingnya yang salah. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sensor flame dan sensor gas serta sensor ultrasonic dapat mengendalikan motor dc agar berjalan menuju titik api dan gas. Untuk mensimulasikan ini menggunakan logic state bilangan biner 0 dan 1 yang menandakan terdeteksi atau tidaknya api dan gas tersebut. Untuk motor driver agar robot dapat belok kanan, dan belok kiri juga menggunakan logic state yaitu 1 berarti roda berhenti dan 0 untuk berputar. Jika motor kanan dan kiri bernilai 0 maka kecepatan motor akan bertambah. Hal ini dilakukan agar coding yang dibuat juga bekerja dengan baik. Hasil ini juga sama diperoleh dengan penelitian sebelumnya dimana sensor gas dan flame dapat mendeteksi gas dan api saat proses simulasi, robot mampu bergerak mendekati api[7]. Robot mampu menjalankan misi dengan inputan sensor[8]. Robot menjalankan misi dengan logika fuzzy melakukan pencegahan kebakaran dan kebocoran gas[9]. percobaan yang dilakukan dan ini bergantung dengan kode program yang dibuat sesuai kebutuhan.

Aturan logika fuzzy yang dibuat sebagai yaitu rule pertama jika flame 0, gas 0, kanan 0, depan 0, kiri 0, maka stop. Aturan kedua, jika flame 1, gas 0, kanan 0, depan 0, kiri 0, maka maju aturan ketiga, jika flame 0, gas 1, kanan 0, depan 0, kiri 0, maka maju. Aturan keempat, jika flame 1, gas 1, kanan 0, depan 0, kiri 0, maka maju. Aturan kelima, jika flame 1, gas 1, kanan 1, depan 0, kiri 0, maka belok kanan. Aturan keenam jika flame 1, gas 1, kanan 0, depan 1, kiri 0, maka mundur. Aturan ke tujuh jika flame 1, gas 1, kanan 0, depan 0, kiri 1, maka belok kiri. Aturan ini berguna agar robot didalam arena selain mendeteksi api dan gas, robot juga dapat menghindari halangan yang ada didepan dan sampingnya. Coding dari aturan logika sensor disajikan pada Gambar 4. Pada dasarnya koding yang dibuat harus sesuai dengan logika yang dibuat, jika tidak maka akan menghasilkan hal yang berbeda dan perlu diperbaiki. Untuk itulah diperlukan proses perulangan untuk mendapatkan hasil terbaik.



```
154 // aturan logika fuzzy pada flame dan gas
155 IF (flameState == HIGH && gasValue > 0) { // IF flame and gas detected
156   digitalWrite(motor, HIGH);
157   digitalWriteLow(motor, LOW);
158   led.print("Moving Forward");
159 } else IF (flameState == HIGH && gasValue == 0) { // IF flame detected but no gas
160   digitalWrite(motor, HIGH);
161   digitalWriteLow(motor, LOW);
162   led.print("Moving Forward");
163 } else { // IF no flame or gas
164   stopMotor();
165   digitalWrite(motor, LOW);
166   led.print("Stopped");
167 }
168 }
169 }
170 // aturan logika fuzzy pada sensor ultrasonik
171 IF (distanceFront == 0 && distanceLeft == 0 && distanceRight == 0) {
172   digitalWrite(motor, HIGH);
173   digitalWriteLow(motor, LOW);
174   led.print("Moving Forward");
175 } else IF (distanceFront == 1 && distanceLeft == 0 && distanceRight == 0) {
176   turnLeft();
177   digitalWrite(motor, HIGH);
178   digitalWriteLow(motor, LOW);
179   led.print("Turning Left");
180 } else IF (distanceFront == 0 && distanceLeft == 1 && distanceRight == 0) {
181   stopMotor();
182   digitalWrite(motor, LOW);
183   led.print("Stopping");
184 } else IF (distanceFront == 0 && distanceLeft == 0 && distanceRight == 1) {
185   turnRight();
186   digitalWrite(motor, HIGH);
187   digitalWriteLow(motor, LOW);
188   led.print("Turning Right");
189 }
```

Gambar 4. Koding Aturan Fuzzy Pada Robot

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan input sensor dan logika fuzzy yang telah dilakukan pada software proteus 8 robot pendeteksi api dan gas ini berhasil dilakukan dengan Bergeraknya roda robot ketika mendeteksi adanya api dan gas. Sensor ultrasonik baik depan, kanan, dan kiri sebagai penghindar halangan saat robot akan menuju titik yang dituju. Hasil di layar hanya menampilkan deteksi dari sensor flame dan gas yang menghasilkan tampilan *forward* dan *stop*, karena ukuran layar yang tidak dapat memuat semua hasil sensor. Sensor lain yaitu ultrasonik sebagai penghindar halangan otomatis akan mendeteksi jarak yang juga menggerakkan roda untuk berperilaku belok kanan, kiri, maju, dan mundur. Logic state yang ada pada motor driver sangat membantu untuk menentukan roda tersebut digerakkan. Simulasi ini penting dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan akibat proses berulang-ulang memasukkan code program ke dalam Arduino fisik. Saran untuk penelitian kedepan kode program untuk aturan fuzzy dari sensor flame, gas, dan ultrasonik agar bisa digabungkan sekaligus supaya mendapat perilaku robot yang lebih adaptif. Simulasi di proteus dengan library sensor yang di download bisa saja tidak menampilkan secara real time atau ada sedikit perlambatan dari waktu sesungguhnya. Hal tersebut juga dikarenakan adanya load CPU yang terlalu besar saat proses simulasi di proteus 8. Ini juga perlu disesuaikan jika memungkinkan harus di kolaborasikan dengan alat bawaan dari proteus 8 itu sendiri. Untuk pengembangan berikutnya perlu menggunakan *machine learning* atau algoritma lain untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Selain proteus 8 terdapat software lain yang bisa digunakan seperti gazebo, ROS, dan software robotics lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Casban, M. Umi, D. Sunardi, and A. P. Dewi, "Evaluasi Pelatihan Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran di Lingkungan Rumah Tangga," *Prosiding PKM-CSR*, vol. 3, pp. 470–478, 2020.
- [2] M. Z. Wahid and A. Octaviano, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas Dengan Menggunakan Sensor Mq-2 Dan Flame Detector," *Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, vol. 1, no. 5, pp. 1240–1249, 2023, [Online].

- Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic>
- [3] J. M. S. Waworundeng, "Desain Sistem Deteksi Asap dan Api Berbasis Sensor, Mikrokontroler dan IoT Design of Smoke and Flame Detection Systems Based on Sensors, Microcontrollers and IoT," *Cogito Smart Journal* |, vol. 6, no. 1, 2020.
 - [4] R. Mardiaty, N. Aziz, E. Mulyana, and T. Yusuf, "Robot Pembersih Lantai Menggunakan Sensor LM393 dan Ultrasonik Berbasis Arduino Uno," *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)*, vol. 6, no. 01, pp. 29–34, May 2022, doi: 10.25077/jitce.6.01.29-34.2022.
 - [5] R. A. Maulana, B. Herawan, M. E. Hidayat, and Fauziah, "Robot Entertainment Berbasis Mecanum Wheel," 2023.
 - [6] F. Faridawati, E. Minarto, I. I. Wati, Sutrisno, and L. Hakim, "PEMBELAJARAN ROBOTIK UNTUK MEMPERSIAPKAN GENERASI MUDA MENGHADAPI REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DAN SOCIETY 5.0," *SPEKTA (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat: Teknologi dan Aplikasi)*, vol. 1, no. 2, pp. 85–92, Nov. 2020, doi: 10.12928/spekta.v1i2.2826.
 - [7] R. Nuraini, "Rancang Bangun Robot Line Follower Pemadam api Berbasis Mikrokontroler Atmega 16," 2020. Accessed: Jun. 09, 2024. [Online]. Available: <http://ojs-teknik.usni.ac.id/index.php/jsk/article/view/43>
 - [8] N. S. Intizhami, Faisal, and F. Akib, "Transportasi dan Navigasi Wisata Dengan Kendali Robot Fuzzy T," 2020.
 - [9] A. Labellapansa *et al.*, "Prototype for early detection of fire hazards using fuzzy logic approach and Arduino microcontroller," *International Journal of Advanced Computer Research*, vol. 9, no. 44, pp. 276–282, Sep. 2019, doi: 10.19101/ijacr.pid47.
 - [10] M. A. Wijaya, R. N. Ikhsan, and E. Sugianto, "Analisis Perbandingan Kinerja Antara Sensor Api Flame 5 Channel Dengan Sensor Asap MQ2," *Bulletin of Information Technology (BIT)*, vol. 3, no. 3, pp. 231–238, 2022, doi: 10.47065/bit.v3i1.
 - [11] A. Supani and Azwardi, "Penerapan Logika Fuzzy dan Pulse Width Modulation untuk Sistem Kendali Kecepatan Robot Line Follower," 2015.
 - [12] F. A. Silaban, A. G. Rolanda, L. M. Silalahi, and S. Budiyanto, "Solar Panel Drive Design Based Internet of Things," *CCIT (Creative Communication and Innovative Technology) Journal*, vol. 16, no. 1, pp. 100–110, 2023, Accessed: Mar. 03, 2024. [Online]. Available: <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/3304984>
 - [13] P. Sokibi and R. A. Nugraha, "Perancangan Prototype Sistem Peringatan Indikasi Kebakaran di Dapur Rumah Tangga Berbasis Arduino," 2020. Accessed: Jun. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.jurnaldigit.org/index.php/DIGIT/article/view/152>