

Sistem Cerdas Deteksi Asap Rokok Secara Real-Time Berbasis Sensor MQ-2 dan Mikrokontroler ATMEGA 16 untuk Keamanan Ruangan

Afril Efan Pajri¹. Sutriawan². Taufik Azharv³

¹Sistem Komputer, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri

²Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Bima

Email: ¹afrixfanfajri122@gmail.com, ²sutriawan@umbima.ac.id, ³taufikazhary18@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: sutriawan@umbima.ac.id

Article History:

Received Dec 29th, 2024

Revised Jan 06th, 2025

Accepted Jan 21th, 2025

Abstrak

Asap rokok sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena mengandung zat yang mematikan, seperti nikotin salah satunya. Walaupun asap rokok ini berbahaya, kebutuhan akan rokok tidak dapat dihentikan karena besarnya permintaan konsumen dan kebanyakan orang tidak peduli akan efek negatif asap rokok. Banyak cara yang dilakukan untuk meminimalisir bahaya asap rokok bagi perokok pasif, salah satunya dengan cara membuat stiker atau pun larangan untuk tidak merokok. Namun ternyata cara ini kurang efektif karena masih ada orang yang merokok walaupun sudah mengetahui larangan tersebut. maka penelitian ini bagaimana membuat sistem detektor asap menggunakan sensor MQ-2 berbasis mikrokontroler Atmega 16. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun sebuah alat untuk mendeteksi asap sehingga jika asap semakin menggumpal dan banyak maka akan muncul informasi busher. sumber kaidah, konsep dan teori-teori yang mendukung dalam penyelesaian masalah dalam penelitian ini. Pada tujuan ini ditentukan tujuan yang akan dicapai, terutama dalam mengatasi masalah yang ada

Kata Kunci : MQ-2, Asap rokok, Mikrikontroler, Atmega16

Abstract

Cigarette smoke is very harmful to human health because it contains substances that are deadly, such as nicotine. nicotine is one of them. Although cigarette smoke is harmful, the need for need for cigarettes cannot be stopped because of the large consumer demand and most people do not care about the negative effects of cigarette smoke. Many ways are done to minimize the dangers of cigarette smoke for passive smokers, one of which is by making stickers or bans on cigarette smoke. one of them is by making stickers or prohibitions not to smoke. However However, it turns out that this method is less effective because there are still people who smoke even though they so this research is how to make a smoke detector system using a microcontroller-based MQ-2 sensor. The purpose of this research is to build a device to detect smoke using the MQ-2 sensor based on the Atmega 16 microcontroller. The purpose of this research is to build a tool to detect smoke If you're looking for a new home, you've come to the right place. the best place to start is the kitchen, concepts and theories that support in solving problems in this research. This research. In this goal, the objectives to be achieved are determined, especially in overcoming existing problems.in overcoming existing problems.

Keyword : MQ-2, Smoke, Mikrokontroler, Atmega16-4

1. PENDAHULUAN

Asap rokok sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena mengandung zat yang mematikan, seperti nikotin salah satunya[1]. Walaupun asap rokok ini berbahaya, kebutuhan akan rokok tidak dapat dihentikan karena besarnya permintaan konsumen dan kebanyakan orang tidak peduli akan efek negatif asap rokok[2]. Saat ini, jumlah manusia pecandu rokok semakin meningkat. Dengan demikian, produktivitas perusahaan semakin meningkat juga melihat jumlah kosumen yang semakin banyak. Beberapa negara khususnya Indonesia[3], devisa terbesar diperoleh dari perusahaan rokok. Karena itu, perusahaan rokok semakin agresif untuk meningkatkan daya tarik konsumen, perusahaan menghubungkan rokok dengan gaya hidup modern, tanpa harus memikirkan dampak negatif dari rokok tersebut. Sasaran yang paling mudah terpengaruh dengan agresi itu adalah anak remaja. Banyak cara yang dilakukan untuk meminimalisir bahaya asap rokok bagi perokok pasif, salah satunya dengan cara membuat stiker atau pun larangan untuk tidak merokok. Namun ternyata cara ini kurang efektif karena masih ada orang yang merokok walaupun sudah mengetahui larangan tersebut. Untuk mengefektifkan larangan merokok dalam ruangan tertentu, pada skripsi ini penulis bermaksud membuat suatu alat pengendali asap rokok dalam suatu ruangan dengan menggunakan metode PWM (*Pulse Width Modulation*) berbasis mikrokontroler[4][5].

Mikrokontroler adalah alat elektronika digital yang mempunyai masukan, keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Berdasarkan penelitian sistem pengendalian asap rokok multikanal dengan menggunakan PWM berbasis mikrokontroler ATMEGA 8 oleh Valentina br Ginting, pengaturan kecepatan kipas dapat dikendalikan dengan menggunakan metode PWM, dimana semakin banyak kadar asap yang terdeteksi maka semakin lebar pulsa *high* dan kecepatan kipas juga akan semakin cepat. Sensor MQ-2 yang digunakan dapat mendeteksi kadar asap[6], dimana kadar asap yang terdeteksi sebanding dengan tegangan keluaran. Kelebihan sensor MQ2 bekerja mengamati keberadaan asap yang ada disekitarnya[7][8]. Namun dalam penelitian ini, penulis mencoba menampilkan informasi penggabungan zat tar dan zat nikotin. Informasi dari penggabungan 2 buah zat tersebut menghasilkan karbon dioksida (CO), dengan kriteria kesegaran udara dan nilai RO (*Reverse Osmosis*)[9]. Pengujian dilakukan dengan pembakaran rokok, knalpot motor. Jadi dalam penelitian ini menghasilkan nilai dari kesegaran udara (*fresh air*).

2. METODOLOGI PENELITIAN

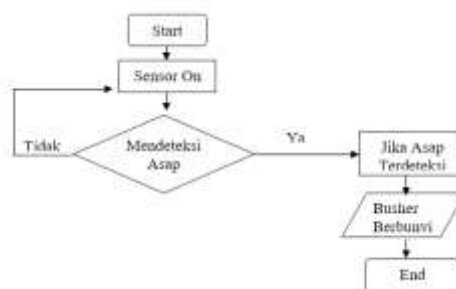
2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah, yaitu melakukan peninjauan terhadap sistem yang akan diteliti untuk memahami bagaimana sistem tersebut bekerja dan mengidentifikasi kelemahan atau permasalahan yang ada. Pada tahap ini, dilakukan observasi dan eksperimen untuk menggali lebih dalam akar permasalahan yang terjadi pada sistem berjalan. Hasil dari tahap ini digunakan sebagai dasar untuk merumuskan masalah yang akan menjadi fokus penelitian[10]. Tahap berikutnya adalah analisis masalah, di mana semua kebutuhan pengguna yang berkaitan dengan pengembangan perangkat lunak dikumpulkan dan dianalisis secara menyeluruh. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh kebutuhan untuk membangun aplikasi pendeteksi asap dapat diidentifikasi dengan jelas, sehingga solusi yang dikembangkan dapat sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna. Setelah analisis selesai, dilakukan studi pustaka untuk memperkuat landasan teori yang mendukung penelitian.

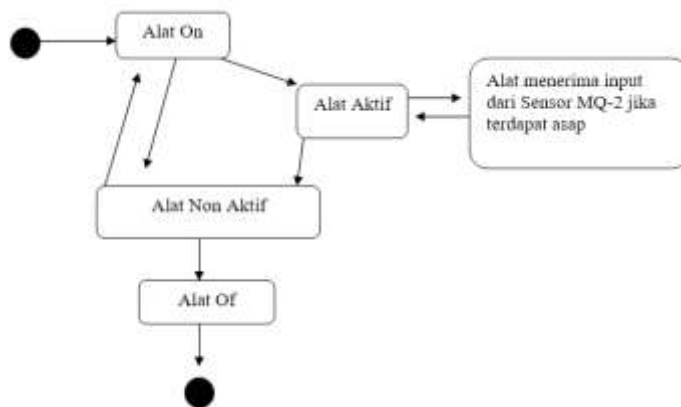
Pada tahap ini, berbagai referensi, baik berupa konsep, kaidah, maupun teori yang relevan dengan sistem pendeteksi asap, dikaji secara mendalam. Studi pustaka ini juga membantu dalam menetapkan tujuan penelitian yang spesifik, terutama untuk menyelesaikan masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya. Tahapan berikutnya adalah pembuatan modul program, yang merupakan implementasi awal dari hasil analisis masalah dan studi pustaka. Pada tahap ini, desain sistem diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman C untuk menghasilkan modul-modul program yang diperlukan. Pembuatan modul ini dilakukan dengan cermat untuk memastikan bahwa setiap komponen sistem dapat bekerja sesuai spesifikasi. Setelah modul program selesai dikembangkan, dilakukan implementasi terhadap sistem. Implementasi ini mencakup proses pengujian modul program menggunakan perangkat lunak CodeVisionAVR untuk memastikan bahwa rancangan sistem berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Tahapan terakhir adalah pengujian **sistem**, di mana aplikasi pendeteksi asap yang telah dibuat diuji dengan cara diintegrasikan dengan sensor MQ-2 yang telah terhubung ke mikrokontroler[11]. Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi komunikasi data antara aplikasi dan sensor[12], memastikan bahwa sistem dapat mendeteksi asap secara akurat, serta memeriksa kinerja sistem secara keseluruhan. Proses ini menjadi bagian penting untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat diimplementasikan secara nyata dan memberikan hasil yang diharapkan.

2.2 Desain Proses

Sistem alat dan sensor MQ-2 bekerja untuk mendeteksi keberadaan gas atau asap dalam suatu lingkungan. Gambar sistem memberikan ilustrasi terperinci tentang komponen-komponen utama, seperti sensor gas, mikrokontroler, dan modul output. Activity diagram digunakan untuk memvisualisasikan alur kerja atau perilaku dinamis sistem, seperti proses pendeteksian gas, pengolahan data oleh mikrokontroler, hingga pengaktifan alarm atau output lainnya. Diagram ini membantu memahami bagaimana sistem bergerak melalui berbagai tahap operasionalnya.



Gambar 1. Flowchart Alat dan Sensor



Gambar 2. State Diagram

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

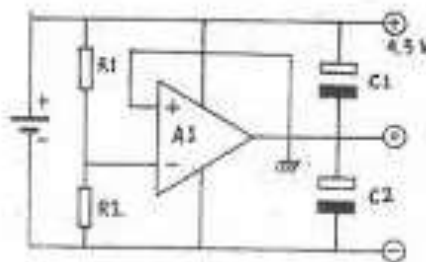
3.1 Pendeteksi Asap

Pendeteksi asap berbasis mikrokontroler, penulis merancang empat skenario untuk menguji kinerja dan sensitivitas sensor MQ-2 terhadap berbagai jenis asap. Skenario pertama dilakukan dengan menghembuskan asap rokok langsung ke sensor MQ-2 untuk memastikan alat dapat mendeteksi asap dari rokok secara langsung [13]. Pada skenario kedua, kipas angin dihidupkan untuk menciptakan aliran udara, lalu asap rokok diarahkan ke sensor MQ-2 guna menguji kemampuan alat mendeteksi asap dalam kondisi angin atau sirkulasi udara. Selanjutnya, skenario ketiga melibatkan pembakaran kertas untuk menghasilkan asap yang mengenai sensor [14][15], yang bertujuan mengukur respons alat terhadap jenis asap selain rokok. Terakhir, pada skenario keempat, dilakukan pembakaran daun pohon untuk mengevaluasi sensitivitas sensor terhadap asap alami yang berbeda karakteristiknya dari asap rokok [16], sehingga dapat diketahui sejauh mana alat mampu mendeteksi beragam sumber asap dengan tingkat akurasi yang baik.

3.2 Pembahasan Sistem

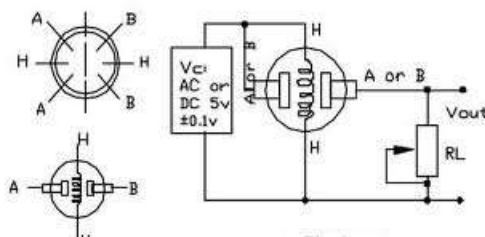
1. Elektronika Catu Daya

Sedangkan catudaya dan buzher, dihubungkan pada port B yaitu PB0 dan PB1 yang berfungsi untuk keluaran PWM (*pulse width modulation*).



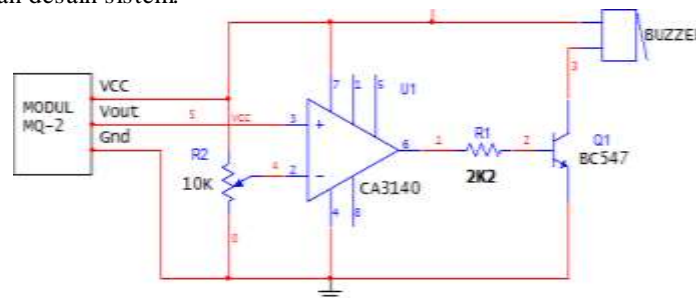
Gambar 3. Elektronika Catu Daya

2. Elektronika MQ-2



Besar nilai dari Resistansi Sensor (RS) = $(Vc/VRL - 1) \times RL$

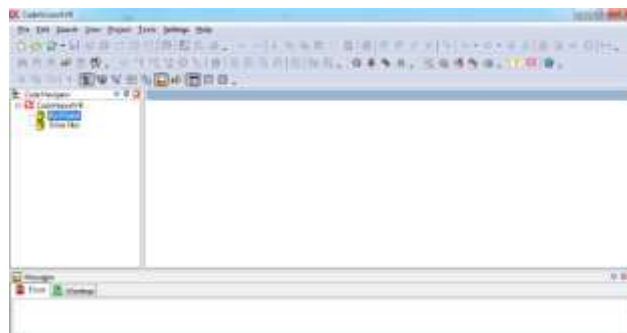
Sensor MQ-2 dihubungkan ke port A pada mikrokontroler, yaitu melalui pin PA1 dan PA2, yang masing-masing berfungsi sebagai koneksi untuk port VCC dan port AO. Pin VCC berfungsi sebagai pin masukan catu daya untuk memberikan suplai listrik agar sensor dapat beroperasi dengan baik. Sementara itu, pin AO berperan sebagai masukan input untuk analog comparator, yang digunakan untuk membaca sinyal analog dari sensor dan mengolahnya lebih lanjut dalam sistem. Selain itu, terdapat pin Vout yang merupakan opsi tambahan pada setiap papan sensor. Pin ini berfungsi memberikan keluaran sesuai dengan konten dan konfigurasi spesifik sensor, yang dapat bervariasi tergantung pada tipe atau jenis sensor yang digunakan. Kombinasi penggunaan pin ini memastikan sensor MQ-2 dapat mendeteksi keberadaan asap secara optimal sesuai dengan desain sistem.



Gambar 4. Elektronika Penghisap Asap

3.3 CodeVisionAVR C 2.05.3

Code Vision AVR compiler (CVAVR) merupakan *compiler* bahasa C untuk AVR[17]. *compiler* ini cukup memadai untuk belajar AVR, karena mudah penggunaannya juga didukung berbagai fitur yang sangat membantu dalam pembuatan *software* untuk keperluan pemrograman AVR[18][19]. CVAVR ini dapat berjalan dibawah sistem operasi 9x, Me, NT, 2000 dan XP, CVAVR dapat mengimplementasi hampir semua instruksi bahasa C yang sesuai dengan arsitektur AVR. Bahkan terdapat keunggulan tambahan untuk memenuhi keunggulan spesifik dari AVR.



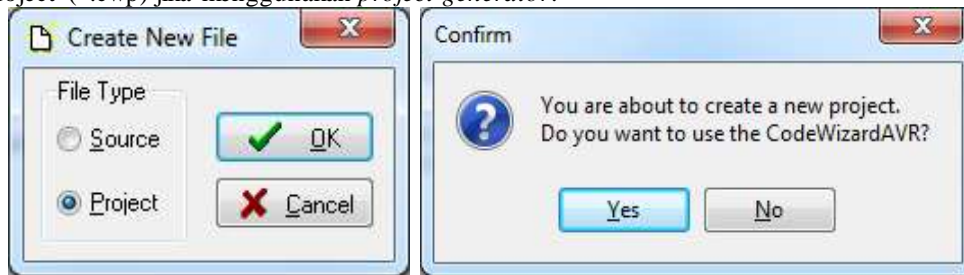
Gambar 5. Tampilan Code Vision AVR

Sebelum menggunakan CVAVR sekaligus sebagai *downloader*, lakukan *setting* sebagai berikut :



Gambar 6. Programmer Setting

Dalam membuat sebuah proyek terdapat dua file, yaitu file c (*.c) dan file project (*.prj) serta file tambahan yaitu file CodeWizardProject (*.cwp) jika menggunakan *project generator*.



Gambar 7. New Project

Maka akan muncul tampilan *CodeWizardProject*, kemudian sesuaikan bagian yang diinginkan.



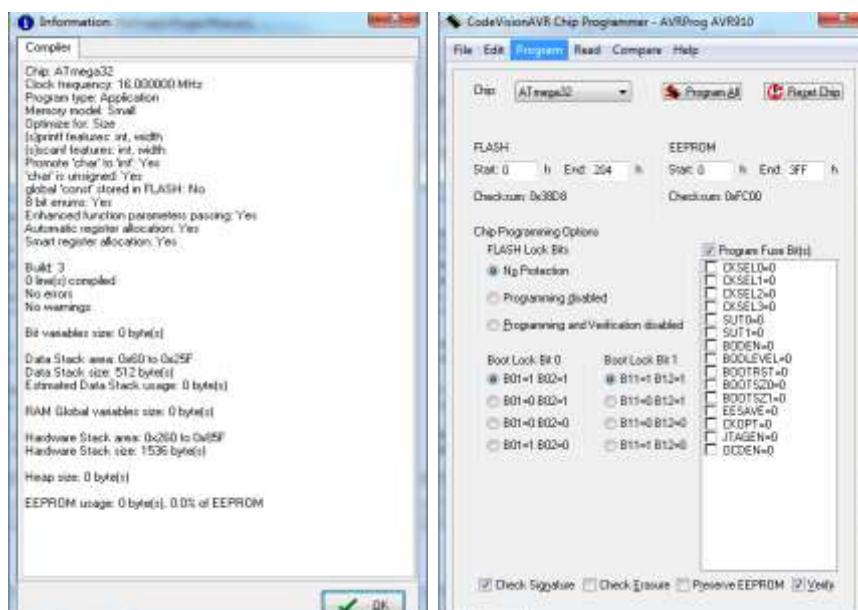
Gambar 8. Konfirmasi CodeWizardAVR

Atur bagian chip, pilih Atmega16 dan clock 8.000000 terlihat pada gambar 4.9. Setelah bagian sudah sesuai dengan keinginan, langkah selanjutnya *Generate, Save and Exit*. Simpan masing-masing dengan nama *input.C* (untuk file *source C*), *input.prj* (untuk file proyek), dan *input.cwp* (untuk file code wizard project).



Gambar 9. Generate Save and Exit

Selanjutnya adalah mengkompilasi program, bila tidak terjadi *error* maka program harus di-*Build*. Kemudian program akan dimasukkan kedalam *chipAVR* melalui *downloader*, sebelum program dimasukkan data di dalam *chip* harus di-*erase chip* terlebih dahulu kemudian barulah di-*flash*.



Gambar 10. Hasil Kompilasi dan Build

menjelaskan bahwa tidak terjadi kesalahan (*error*) dan peringatan pada *coding* program. Kemudian hasil kompilasi memberikan informasi tentang *chip*, *clock frequency*, *program type*, dan lainnya yang berhubungan dengan *mikrokontroler*. Setelah kompilasi program tidak terjadi kesalahan (*error*) dan peringatan, maka *coding* program diBuild yaitu merubah *coding* program menjadi perintah *biner*, menjelaskan bahwa jika *chip* telah terbaca *Atmega32*, *FLASH Lock Bits No Protection*, kemudian beri centang pada *Check Signature* dan *Verify*. Pada *chip programmer* berfungsi untuk menghapus *coding* program dan memasukan *coding* program pada *chip mikrokontroler Atmega16*.

3.4 Zat berbahaya dalam rokok

Asap rokok mengandung berbagai zat berbahaya yang dapat berdampak serius pada kesehatan manusia [20], baik bagi perokok aktif maupun pasif[21]. Salah satu zat berbahaya tersebut adalah nikotin, yaitu cairan berminyak yang tidak berwarna. Nikotin memiliki efek yang dapat menghambat rasa lapar, sehingga membuat seseorang merasa tidak lapar setelah merokok. Selain itu, terdapat juga tar[22], yaitu cairan kental berwarna coklat tua atau hitam yang diperoleh melalui proses distilasi kayu, arang, atau getah tembakau. Kedua zat ini, bersama dengan banyak senyawa berbahaya lainnya dalam asap rokok, menjadi ancaman besar bagi kesehatan dan dapat menyebabkan berbagai penyakit serius.

3.5 Hasil Pengujian Sistem Dengan Asap Rokok








Pengujian sistem menggunakan asap rokok bertujuan untuk mengevaluasi sensitivitas dan akurasi alat berbasis sensor MQ-2 dalam mendeteksi keberadaan gas berbahaya atau partikel asap. Berdasarkan pengujian, data yang diperoleh mencakup respon waktu sensor, tingkat konsentrasi asap yang terdeteksi, serta keandalan sistem dalam memberikan output, seperti alarm atau indikator visual. Hasil ini memberikan gambaran kinerja sistem secara keseluruhan dan menjadi dasar untuk analisis lebih lanjut, seperti kalibrasi sensor atau pengoptimalan algoritma pengolahan data.

Tabel 1. Hasil penelitian

No	Nama Rokok	Jarak	Keterangan
1	SURYA		Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 14.00 ppm pada rokok surya.

5 cm



		10 cm	Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 8.00 ppm pada rokok surya.	
		15 cm	Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 5.00 ppm pada rokok surya	
2	Marlboro	5	Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 8.00 ppm pada rokok Marlboro	
		10 cm	Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 7.00 ppm pada rokok Marlboro	
		15 cm	Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 5.00 ppm pada rokok Marlboro	
3	Sampurna Mild	5 cm	Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 15.00 ppm pada rokok sampurna mild	
		10 cm	Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 8.00 ppm pada rokok sampurna mild.	

		15 cm	Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 4.00 ppm pada rokok sampuerna mild.	
4	Gandum	5 cm	Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 14.00 ppm pada rokok gandum.	
		10 cm	Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 7.00 ppm pada rokok gandum.	
		15 cm	Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 4.00 ppm pada rokok gandum.	
5	Clas Mild	5 cm	Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 15.00 ppm pada rokok Clas Mild	
		10 cm	Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 7.00 ppm pada rokok clas Mild.	
		15 cm	Menampilkan kesegaran udara (<i>fresh air</i>) dengan nilai 4.00 ppm pada rokok Clas Mild.	

- 6 Asap
Kenalpot
motor Menampilkan kesegaran udara (*fresh air*) dengan nilai 4.00 ppm pada kenalpot motor.



4. KESIMPULAN

Hasil pengujian alat pendeteksi asap berbasis mikrokontroler menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mendeteksi keberadaan asap pada keempat skenario pengujian yang dirancang. Alat ini memberikan respons berupa bunyi buzzer sebagai peringatan dan menampilkan kadar zat berbahaya yang terdeteksi melalui layar LCD. Sensor MQ-2 dirancang untuk aktif saat terpapar asap, terutama asap rokok, dengan pemrograman yang telah disesuaikan untuk mengenali nilai konsentrasi zat-zat berbahaya yang terkandung di dalamnya. Keberadaan alat ini memberikan manfaat besar bagi masyarakat, karena dapat meningkatkan kesadaran akan bahaya zat berbahaya dalam asap rokok, baik bagi perokok aktif maupun pasif. Lebih dari itu, alat ini juga merupakan hasil pengembangan dari penelitian terdahulu yang dipublikasikan dalam jurnal, sehingga berkontribusi pada pengayaan ilmu pengetahuan dan menawarkan inovasi baru di bidang teknologi pendeteksi asap.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tivany Ramadhani, Usna Aulia, and Winda Amelia Putri, "Bahaya Merokok Pada Remaja," *J. Ilm. Kedokt. dan Kesehat.*, vol. 3, no. 1, pp. 185–195, 2023, doi: 10.55606/klinik.v3i1.2285.
- [2] H. D. Anggraheny and A. Novitasari, "Upaya Mengatasi Perilaku Merokok dengan Penyuluhan Bahaya Merokok di Kelurahan Rejosari Semarang," *Pros. Semin. Nas. Unismuh*, vol. 2, pp. 143–147, 2019.
- [3] F. Pramonodjati, A. S. Prabandari, and F. A. E. Sudjono, "Pengaruh perokok terhadap adanya c - reaktif protein (crp)," *J. Ilm. Rekam Medis Dan Inform. Kesehat.*, vol. 9, no. 2, pp. 1–6, 2019.
- [4] M. M. Amin, M. A. A. Nugratama, A. Maseleno, M. Huda, and K. A. Jasmi, "Design of cigarette disposal blower and automatic freshner using mq-5 sensor based on atmega 8535 microcontroller," *Int. J. Eng. & Technol.*, 2018.
- [5] R. Bello and M. Momoh, "Design Overview of Automatic Fire Control System Based On ATmega16 Microcontroller," 2021.
- [6] A. S. Sandi, I. A. Ashari, R. A. Setiawan, and R. B. B. Sumantri, "Implementasi Sensor Mq-2 Sebagai Alat Deteksi Asap Rokok Menggunakan Atmega328," *METHOMIKA J. Manaj. Inform. dan Komputerisasi Akunt.*, vol. 5, no. 2, pp. 110–115, 2021, doi: 10.46880/jmika.vol5no2.pp110-115.
- [7] A. Asniati, E. M. Hasiri, and W. O. Rosmiani, "Prototipe Sistem Pendeteksi Polusi Udara Menggunakan Sensor Asap Mq-2, Sensor Gas Mq-6 Dan Sensor Api Pada Ruang Dengan Output Alarm Berbasis Mikrokontroler Arduino," *J. Inform.*, vol. 11, no. 2, p. 137, 2022, doi: 10.55340/jiu.v11i2.1204.
- [8] Adi Winarno, W. Widodo, and R. Hanif Darmawan, "Smoke Detection Design Using Mq-2 Sensor and Exhaust Fan Based on Microcontroller," *BEST J. Appl. Electr. Sci. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 2714–2716, 2023, doi: 10.36456/best.vol5.no1.7216.
- [9] J. J. Feria-Díaz, F. Correa-Mahecha, M. C. López-Méndez, J. P. Rodríguez-Miranda, and J. Barrera-Rojas, "Recent desalination technologies by hybridization and integration with reverse osmosis: A review," *Water (Switzerland)*, vol. 13, no. 10, pp. 1–40, 2021, doi: 10.3390/w13101369.
- [10] M. G. A. Rhizma and C. Suhendar, "Home Security and Fire Detection System Design Using IoT -based Microcontroller ATmega2560," *GCISTEM Proceeding*, vol. 1, pp. 1–9, 2022, doi: 10.56573/gcistem.v1i1.10.
- [11] J. R. Noorfirdaus and D. V. S. Y. Sakti, "Sistem Pendeteksi Kebakaran Dini Menggunakan Sensor Mq-2 Dan Flame Sensor Berbasis Web."
- [12] Aditya, U. Jain, A. Yadav, S. Joshi, V. Kansal, and S. Bhatla, "Mosquito Coil Smoke Monitoring System Using Arduino and MQ-2 sensor," *2023 Int. Conf. Comput. Sci. Emerg. Technol.*, pp. 1–4, 2023.
- [13] R. H. Zain, S. Sahari, and E. Rahmawati, "Perancangan Sistem Pendeteksi Asap pada Ruang Perustakaan Menggunakan Sensor Mq-2 dan Tampilan Lcd dengan Mikrokontroler Atmega32," 2016.
- [14] H. Surana, S. K. Jha, H. Agarwal, P. Goyal, and P. Dang, "Smoke Detector System With Gsm Module," *Int. J. Tech. Res. Sci.*, vol. VI, no. VIII, pp. 18–21, 2021, doi: 10.30780/ijtrs.v06.i08.004.
- [15] S. Panpaeng, P. Phanpeang, and E. Metharak, "Cigarette Smoke Detectors for Non-Smoking Areas in the Building" *2018 22nd Int. Comput. Sci. Eng. Conf.*, pp. 1–4, 2018.
- [16] A. S. Sandi, I. A. Ashari, R. A. Setiawan, and R. B. B. Sumantri, "IMPLEMENTASI SENSOR MQ-2 SEBAGAI ALAT DETEKSI ASAP ROKOK MENGGUNAKAN ATMEGA328," *METHOMIKA J. Manaj. Inform. dan Komputerisasi Akunt.*, 2021.
- [17] M. J. Chandrashekar and R. Jayapal, "AGC and AVR implementation in a deregulated power system using optimized controller with Renewable integrated DC link," in *2019 1st International Conference on Advanced Technologies in Intelligent Control, Environment, Computing & Communication Engineering (ICATIECE)*, 2019, pp. 355–364, doi: 10.1109/ICATIECE45860.2019.9063775.
- [18] T. Ahmed, S. M. K. N. Islam, I. Chowdhury, and S. Binzaid, "Sustainable powered microcontroller-based intelligent security system for local and remote area applications," in *2012 International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV)*, 2012, pp. 276–280, doi: 10.1109/ICIEV.2012.6317454.
- [19] C. S. Bosoc, G. Suci, and A. M. Drăgulinescu, "Environmental monitoring system in incubators for newborns," in *2019 22nd International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*, 2019, pp. 1–4, doi: 10.1109/WPMC48795.2019.9096161.
- [20] L. Loffredo *et al.*, "Impact of heat-not-burn cigarette passive smoking on children's oxidative stress, endothelial and platelet function," *Environ. Pollut.*, vol. 345, no. January, 2024, doi: 10.1016/j.envpol.2024.123304.
- [21] J. W. Ditre, L. R. LaRowe, J. M. Powers, and J. E. Hooker, "8.23 - Nicotine, Tobacco Smoking, and E-Cigarettes," in *Comprehensive Clinical Psychology (Second Edition)*, Second Edition., G. J. G. Asmundson, Ed. Oxford: Elsevier, 2022, pp. 426–442.
- [22] R. Florentika and W. Kurniawan, "Analisis Kuantitatif Tar dan Nikotin Terhadap Rokok Kretek Yang Beredar di Indonesia," *Enud. Indones. J. Food Drug Saf.*, vol. 2, no. 2, pp. 22–32, 2022, doi: 10.54384/eruditio.v2i2.118.