

# Simulasi Sistem Pendeteksi Kebisingan dalam Ruangan Berbasis Sensor dengan Indikator Lampu LED

Fathahillah<sup>1</sup>, Mukhlisin<sup>2</sup>, Aulya Mutmainnah<sup>3</sup>, Yusti Maulyda Rizky<sup>4</sup>  
Nur Aisyah Bahtiar<sup>5</sup>, Stevanie Defian Elsharon<sup>6</sup>

<sup>1,3,4,5,6</sup>Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Universitas Negeri Makassar  
<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Vokasi Keteknikan, Universitas Negeri Makassar

\*Email: mukhlisin@unm.ac.id

## Abstrak

Kebisingan dalam ruangan dapat berdampak negatif terhadap kenyamanan dan produktivitas, terutama di lingkungan kerja, pendidikan, serta fasilitas umum. Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan sistem pendeteksi kebisingan berbasis sensor suara dengan indikator visual berupa lampu LED menggunakan platform Wokwi. Sistem dirancang untuk mendeteksi tingkat kebisingan melalui input dari sensor suara, yang kemudian diproses oleh mikrokontroler guna mengaktifkan LED sebagai indikator tingkat kebisingan secara real-time. Fokus utama penelitian ini adalah menganalisis kecepatan dan akurasi respon LED terhadap perubahan tingkat kebisingan berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem mampu merespons variasi tingkat kebisingan dengan cepat dan tepat, meskipun dalam simulasi digunakan potensiometer sebagai pengganti sensor suara MAX9814. Temuan ini menunjukkan potensi besar sistem untuk diterapkan dalam berbagai konteks nyata sebagai solusi monitoring kebisingan yang sederhana, efektif, dan terjangkau. Penelitian ini memberikan landasan awal untuk pengembangan sistem pendeteksi kebisingan berbasis perangkat keras guna meningkatkan kenyamanan dan efisiensi lingkungan dalam ruangan.

**Kata Kunci:** Pendeteksi Kebisingan, Sensor Suara, LED, dan Respon Kecepatan

## Abstract

Indoor noise can negatively impact comfort and productivity, especially in the workplace, education, and public facilities. This study aims to simulate a noise detection system based on sound sensors with visual indicators in the form of LED lights using the Wokwi platform. The system is designed to detect noise levels through input from sound sensors, which are then processed by a microcontroller to activate LEDs as noise level indicators in real-time. The main focus of this study is to analyze the speed and accuracy of the LED's response to changes in noise levels based on a predetermined threshold. The simulation results showed that the system was able to respond quickly and precisely to variations in noise levels, although in the simulation a potentiometer was used instead of a MAX9814 sound sensor. These findings demonstrate the great potential of the system to be applied in a variety of real-world contexts as a simple, effective, and affordable noise monitoring solution. This research provides the initial foundation for the development of hardware-based noise detection systems to improve the comfort and efficiency of the indoor environment.

**Keywords:** Noise Detector, Sound Sensor, LED, and Response Speed

## 1. Pendahuluan

Kebisingan merupakan salah satu bentuk polusi suara yang dapat berdampak negatif terhadap kenyamanan, kesehatan, dan produktivitas manusia [1]. Dalam lingkungan dalam ruangan, seperti ruang kerja, ruang kelas, dan fasilitas umum, tingkat kebisingan yang tinggi dapat menyebabkan gangguan konsentrasi, menurunkan kualitas komunikasi, dan meningkatkan tingkat stres [2]. Studi menunjukkan bahwa paparan kebisingan dalam jangka panjang dapat berkontribusi terhadap masalah kesehatan, seperti gangguan tidur,

peningkatan tekanan darah, serta risiko penyakit kardiovaskular [3]. Oleh karena itu, diperlukan sistem pendeteksi kebisingan yang dapat memberikan peringatan dini dan membantu dalam pengelolaan tingkat kebisingan dalam ruangan.

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi sensor dan mikrokontroler telah memungkinkan pembuatan sistem pendeteksi kebisingan yang lebih efisien, portabel, dan terjangkau [4]. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah penggunaan sensor suara yang dikombinasikan dengan indikator LED sebagai bentuk peringatan

visual. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk secara langsung mengidentifikasi tingkat kebisingan yang melebihi ambang batas tertentu, sehingga tindakan korektif dapat segera dilakukan [5].

Teknologi simulasi juga berperan penting dalam pengembangan sistem berbasis sensor sebelum implementasi dalam dunia nyata. Salah satu platform yang sering digunakan adalah Wokwi, sebuah simulator berbasis web yang memungkinkan pengujian kode dan perangkat keras mikrokontroler tanpa memerlukan perangkat fisik [6]. Dengan simulasi ini, para peneliti dapat mengoptimalkan desain sistem, menguji respon sensor terhadap variasi kebisingan, serta mengevaluasi kecepatan respon LED dalam kondisi yang berbeda [7].

Sistem pendeteksi kebisingan berbasis LED memiliki berbagai aplikasi di berbagai lingkungan. Di ruang kelas atau perpustakaan, sistem ini dapat digunakan untuk memastikan bahwa tingkat kebisingan tetap pada level yang dapat diterima, sehingga tidak mengganggu proses belajar mengajar [8]. Di lingkungan kantor atau ruang kerja, sistem ini membantu menciptakan suasana yang nyaman dan produktif dengan memantau tingkat kebisingan secara real-time [6]. Dalam industri, sistem ini dapat digunakan untuk memantau tingkat kebisingan di area produksi yang berisiko terhadap gangguan pendengaran [9], serta memastikan kepatuhan terhadap peraturan kebisingan yang berlaku [10]. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa pemantauan kebisingan dengan indikator visual dapat meningkatkan kesadaran pekerja terhadap lingkungan kerja yang lebih aman [11]. Penelitian lain menyoroti manfaat sistem serupa dalam meningkatkan produktivitas di ruang kerja dengan mengurangi gangguan akustik [12].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mensimulasikan sebuah sistem pendeteksi kebisingan berbasis sensor suara dan indikator LED yang dapat digunakan sebagai alat bantu visual dalam memonitor tingkat kebisingan di dalam ruangan. Sistem ini akan disimulasikan menggunakan platform Wokwi untuk menguji efektivitas dan keandalannya sebelum implementasi nyata. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memberikan solusi yang sederhana, terjangkau, dan mudah diimplementasikan dalam upaya

menciptakan lingkungan yang lebih nyaman, sehat, dan produktif melalui pemantauan dan pengendalian kebisingan secara real-time. [13], [14].

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Kebisingan dalam Ruangan dan Dampaknya

Kebisingan merupakan salah satu bentuk polusi suara yang dapat berdampak negatif terhadap kenyamanan, kesehatan, dan produktivitas manusia [1],[2]. Dalam lingkungan dalam ruangan, seperti ruang kerja, ruang kelas, dan fasilitas umum, tingkat kebisingan yang tinggi dapat menyebabkan gangguan konsentrasi, menurunkan kualitas komunikasi, dan meningkatkan tingkat stres [3].

### 2.2 Sistem Pendeteksi Kebisingan Berbasis Sensor

Perkembangan teknologi telah memungkinkan pembuatan sistem pendeteksi kebisingan yang lebih efisien dan terjangkau. Sistem ini umumnya menggunakan sensor suara untuk mendeteksi tingkat kebisingan yang kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk mengaktifkan indikator visual atau alarm [4]. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa penggunaan LED sebagai indikator visual mampu memberikan umpan balik secara cepat dan efektif terhadap perubahan tingkat kebisingan [5].

### 2.3 Simulasi Sistem Pendeteksi Kebisingan

Simulasi berbasis perangkat lunak menjadi metode yang umum digunakan dalam pengembangan sistem sebelum implementasi fisik. Wokwi, salah satu platform simulasi berbasis web, memungkinkan pengujian kode dan perangkat keras mikrokontroler tanpa memerlukan perangkat fisik [6]. Melalui simulasi ini, peneliti dapat menguji respons sensor terhadap variasi kebisingan dan mengevaluasi kecepatan respon LED dalam berbagai kondisi [7].

### 2.4 Respon LED terhadap Kebisingan

Sistem berbasis LED sebagai indikator kebisingan memerlukan kecepatan respon yang tinggi agar dapat memberikan informasi real-time. Studi menunjukkan bahwa

kombinasi sensor suara dengan LED yang dikendalikan mikrokontroler mampu menghasilkan deteksi kebisingan yang akurat dan responsif [15]. Implementasi sistem ini dalam lingkungan nyata berpotensi meningkatkan kesadaran terhadap tingkat kebisingan dan membantu dalam pengelolaannya.

### 3. Metode

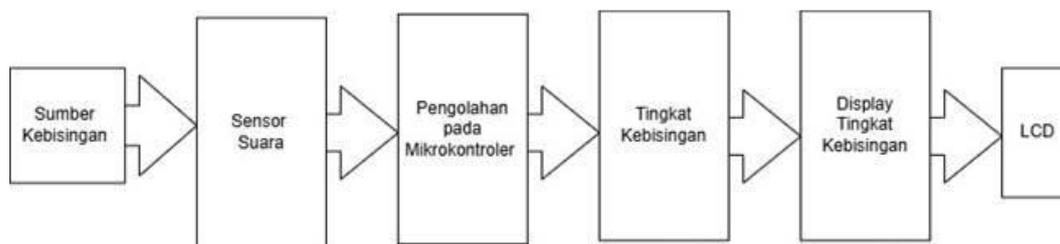
#### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode simulasi berbasis eksperimen, yang bertujuan untuk merancang, menguji, dan mengevaluasi kinerja sistem pemantauan kebisingan secara virtual tanpa implementasi perangkat keras secara fisik. Simulasi ini memungkinkan pengujian berbagai skenario kebisingan dalam lingkungan perpustakaan, sehingga dapat mengidentifikasi efektivitas sistem sebelum diterapkan secara nyata.

Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan analisis sistem secara fleksibel, tanpa harus bergantung pada perangkat keras yang mungkin memerlukan biaya tinggi dan waktu lama dalam pengembangannya. Dengan metode ini, berbagai pengaturan dan parameter sistem dapat diuji dalam kondisi yang berbeda sebelum diimplementasikan.

#### 3.2 Perancangan Sistem

Sistem pemantauan kebisingan ini dirancang untuk mengukur tingkat kebisingan dalam perpustakaan dan memberikan peringatan ketika kebisingan melampaui batas yang telah ditetapkan. Desain sistem pada penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 1. Bagian-bagian yang membangun sistem dapat dijelaskan sebagai berikut



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Tingkat Kebisingan

Kebisingan dalam perpustakaan dapat berasal dari berbagai aktivitas, seperti percakapan antar pengunjung, langkah kaki, serta gesekan kursi dengan lantai. Semua suara ini menjadi input utama yang akan dideteksi oleh sistem pendeteksi kebisingan. Pada tahap ini, sensor suara digunakan untuk menangkap gelombang suara dari berbagai sumber kebisingan. Sensor tersebut mengonversi gelombang suara menjadi sinyal listrik yang dapat diproses lebih lanjut. Dalam sistem ini, sensor yang digunakan bisa berupa KY-038 atau MAX4466, yang mampu mendeteksi dan mengukur tingkat kebisingan dalam satuan desibel (dB).

Setelah sensor menangkap kebisingan, data dikirim ke mikrokontroler (Arduino Uno) untuk diproses. Mikrokontroler mengonversi sinyal

analog menjadi digital menggunakan Analog-to-Digital Converter (ADC). Selanjutnya, data dianalisis untuk menentukan apakah tingkat kebisingan berada dalam batas yang dapat diterima atau melebihi ambang batas yang telah ditentukan.

Arduino Uno akan membandingkan hasil analisis data dengan nilai ambang batas yang telah ditetapkan. Jika tingkat kebisingan melebihi batas yang diperbolehkan, sistem akan mengaktifkan peringatan dalam bentuk indikator visual, seperti LED, atau sinyal suara menggunakan buzzer.

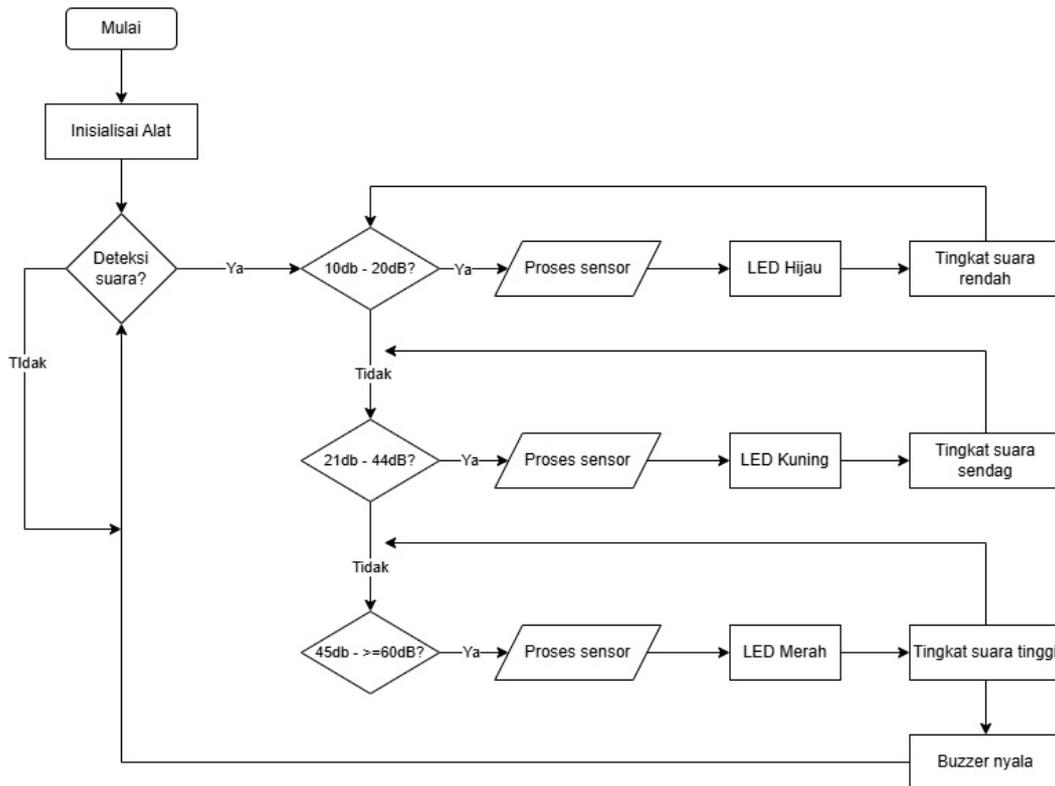
Hasil pemrosesan data akan ditampilkan melalui layar tampilan yang memberikan informasi secara real-time kepada pengguna. Tampilan ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran pengunjung terhadap tingkat

kebisingan di sekitar mereka.

Sebagai output akhir, sistem akan menampilkan informasi tingkat kebisingan dalam satuan desibel (dB) serta status kebisingan pada LCD. Jika tingkat kebisingan melebihi batas wajar, sistem juga dapat menampilkan pesan peringatan guna mengingatkan pengunjung agar menjaga ketenangan dalam perpustakaan.

### 3.3 Diagram Alir

Tahapan selanjutnya dari sistem ini ditampilkan dalam flowchart pada Gambar 2. Proses dimulai dengan inialisasi perangkat untuk memastikan kesiapan operasionalnya, kemudian dilanjutkan dengan pendeteksian suara guna menentukan apakah tingkat kebisingan telah mencapai ambang batas yang telah ditetapkan atau belum.



Gambar 2. Diagram Alir Sistem

### 3.4 Pengujian Sistem

#### 3.4.1 Deteksi Suara 10dB – 20dB

Pada tahap ini, sistem akan mendeteksi kebisingan dalam rentang 10 dB hingga 20 dB, yang dikategorikan sebagai tingkat kebisingan rendah. Jika suara yang terdeteksi berada dalam rentang ini, LED hijau akan menyala sebagai indikator bahwa kondisi lingkungan masih dalam batas wajar. Selain itu, layar LCD 16x2 akan menampilkan informasi real-time mengenai tingkat kebisingan dalam satuan desibel (dB). Setelah data ditampilkan, sistem akan terus memonitor dan mendeteksi ulang suara untuk mengetahui apakah terdapat perubahan dalam tingkat kebisingan.

#### 3.4.2 Deteksi Suara 21dB – 44dB

Hingga 44 dB, sistem akan mengaktifkan indikator LED kuning sebagai tanda bahwa kebisingan di ruangan mulai meningkat. Layar LCD 16x2 juga akan menampilkan nilai desibel yang terdeteksi, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi akustik lingkungan secara langsung. Sistem akan terus melakukan pemantauan dan pembaruan data untuk mendeteksi apakah kebisingan tetap dalam rentang ini, meningkat ke level yang lebih tinggi, atau kembali ke tingkat yang lebih rendah.

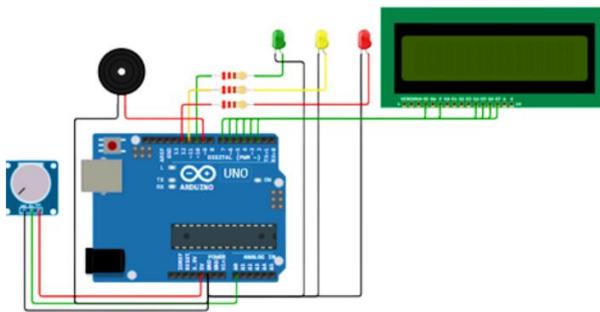
#### 3.4.3 Deteksi Suara 45dB >= 60dB

Jika tingkat kebisingan mencapai atau melebihi 45 dB, sistem akan

mengklasifikasikannya sebagai kebisingan tinggi. Ketika suara yang terdeteksi berada dalam kisaran ini, LED merah akan menyala sebagai

Peringatan visual, dan jika kebisingan melebihi 60 dB, buzzer akan diaktifkan untuk memberikan peringatan tambahan. Informasi mengenai tingkat kebisingan dalam satuan dB akan ditampilkan secara real-time pada layar LCD 16x2 agar pengguna dapat segera mengetahui situasi lingkungan. Setelah proses deteksi ini terjadi, sistem akan terus melakukan pemantauan secara berkelanjutan, memastikan bahwa kebisingan tetap terkontrol, serta memberikan respons sesuai dengan perubahan tingkat kebisingan yang terjadi.

### 3.5 Skema Rangkaian



Gambar 3. Skema Rangkaian

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Prinsip Kerja Sistem

Simulasi sistem kebisingan dalam ruangan berbasis sensor dengan indikator lampu merupakan sebuah pendekatan teknologi yang menggabungkan elemen sensorik, pemrosesan data, dan indikator visual untuk memantau tingkat kebisingan secara real-time. Sistem ini dirancang untuk memberikan respons cepat melalui lampu LED yang menyala sesuai dengan tingkat kebisingan yang terdeteksi. Wokwi, sebagai platform simulasi elektronik berbasis web, memfasilitasi pengembangan dan pengujian sistem ini secara virtual, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengoptimalkan desain sebelum implementasi fisik.

Sistem ini mengandalkan sensor suara untuk mendeteksi gelombang suara dalam ruangan. Gelombang suara tersebut diubah

menjadi sinyal listrik oleh sensor, yang kemudian diproses oleh mikrokontroler seperti Arduino. Mikrokontroler akan menganalisis sinyal tersebut dan menentukan tingkat kebisingan berdasarkan ambang batas yang telah ditetapkan [16],[17]. Selanjutnya, mikrokontroler akan mengontrol nyala lampu LED sebagai indikator visual. Misalnya, LED hijau menyala untuk tingkat kebisingan rendah (di bawah 50 dB), kuning untuk tingkat sedang (50-70 dB), dan merah untuk tingkat tinggi (di atas 70 dB) [18]. Prinsip ini sejalan dengan sistem pemantauan lingkungan lainnya yang menggunakan sensor dan indikator visual untuk memberikan umpan balik langsung kepada pengguna [4].

### 4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem pendeteksi kebisingan berbasis LED dilakukan secara virtual menggunakan platform simulasi Wokwi. Wokwi merupakan simulator berbasis web yang dirancang untuk mendukung pengembangan dan pengujian proyek mikrokontroler seperti Arduino dan ESP32 secara efisien tanpa memerlukan perangkat keras fisik. Dalam konteks ini, platform Wokwi digunakan untuk menguji logika dan fungsionalitas sistem sebelum tahap implementasi nyata dilakukan.

Proses pengujian dimulai dengan pemrograman arduino untuk membaca input dari sensor suara dan mengontrol nyala LED berdasarkan level kebisingan yang terdeteksi. Ambang batas kebisingan ditentukan dalam program, dan sistem dirancang agar LED menyala ketika tingkat suara melebihi ambang yang telah ditetapkan.

Melalui antarmuka Wokwi, berbagai skenario kebisingan dapat disimulasikan secara real-time dengan mengatur nilai input sensor suara secara manual atau melalui skrip simulasi. Setiap perubahan pada nilai kebisingan ditampilkan secara visual dalam bentuk pergerakan level dan status LED. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem mampu merespons perubahan nilai suara secara cepat dan akurat, serta memberikan indikator visual (LED menyala/mati) yang sesuai dengan logika program.

Keunggulan utama dari pengujian menggunakan Wokwi adalah kemampuannya untuk mendeteksi kesalahan logika dan konfigurasi tanpa harus melakukan trial and error pada perangkat keras. Selain itu, proses

debug menjadi lebih efisien karena Wokwi menyediakan tampilan serial monitor yang memungkinkan pengembang memantau data secara langsung.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem

No	Akurasi LED	Parameter LED	Dokumentasi
1	Cepat	Hijau nyala	
2	Cepat	Kuning nyala	
3	Cepat	Merah nyala	

Berdasarkan hasil pengujian sistem pendeteksi kebisingan berbasis LED menunjukkan hasil yang cukup stabil dan konsisten dalam merespons perubahan tingkat kebisingan yang disimulasikan. Sistem diuji menggunakan platform virtual Wokwi, yang memungkinkan proses simulasi dilakukan dengan akurasi tinggi sebelum penerapan pada perangkat keras secara nyata.

Selama pengujian, tingkat kebisingan yang bervariasi diberikan sebagai input, dan sistem secara otomatis mengatur nyala LED berdasarkan ambang batas kebisingan yang telah ditentukan. Hasil menunjukkan bahwa LED menyala sesuai dengan level kebisingan yang diinputkan, tanpa adanya respons yang terlambat ataupun kesalahan aktivasi. Setiap kenaikan tingkat kebisingan menghasilkan perubahan status LED yang sesuai, mencerminkan sensitivitas sistem terhadap fluktuasi suara di lingkungan.

Stabilitas akurasi sistem ini tidak lepas dari penggunaan metode simulasi berbasis Wokwi, yang menyediakan lingkungan uji coba yang

realistis dan bebas dari gangguan eksternal. Dengan demikian, sebelum dilakukan implementasi secara fisik, perangkat lunak dan logika pengendali pada mikrokontroler telah terlebih dahulu divalidasi secara virtual. Hal ini meminimalkan risiko kesalahan ketika sistem benar-benar diterapkan di dunia nyata.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem deteksi kebisingan berbasis LED mampu bekerja dengan baik dalam kondisi simulasi, memberikan indikator visual yang akurat terhadap tingkat kebisingan, dan siap untuk tahap implementasi lanjutan menggunakan perangkat keras fisik.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan simulasi yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil merancang dan mensimulasikan sistem pendeteksi kebisingan dalam ruangan berbasis sensor suara dengan indikator visual berupa lampu LED menggunakan platform Wokwi. Meskipun dalam

simulasi digunakan potensiometer sebagai substitusi dari sensor suara MAX9814, sistem tetap mampu menunjukkan performa yang stabil dan akurat dalam mendeteksi variasi tingkat kebisingan secara real-time.

Sistem secara konsisten merespons perubahan tingkat kebisingan dengan mengubah warna LED sesuai dengan ambang batas yang telah ditentukan, menandakan bahwa logika pemrograman dan implementasi sensor bekerja sebagaimana mestinya. Kecepatan dan ketepatan respon LED terhadap fluktuasi kebisingan menunjukkan bahwa sistem ini layak dikembangkan lebih lanjut sebagai solusi pemantauan kebisingan berbasis visual.

Keunggulan dari segi efisiensi, keterjangkauan biaya, dan kemudahan implementasi, menjadikan sistem ini memiliki potensi besar untuk diterapkan di berbagai lingkungan seperti perpustakaan, ruang kelas, ruang kerja, atau fasilitas umum lainnya. Selain berfungsi sebagai alat pemantau, sistem ini juga berperan dalam meningkatkan kesadaran akan pentingnya lingkungan yang tenang demi kenyamanan dan produktivitas pengguna ruang.

Temuan dari simulasi ini menjadi dasar yang kuat untuk pengembangan sistem deteksi kebisingan berbasis perangkat keras secara nyata, dengan kemungkinan integrasi sensor suara yang lebih presisi dan fitur-fitur tambahan seperti data logging atau notifikasi digital untuk pengawasan yang lebih luas dan terintegrasi.

## Referensi

- [1] Hidayat, M., Suryanto, A., & Prasetyo, B. (2021). Penggunaan sensor suara dalam pemantauan tingkat kebisingan berbasis mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 9(2), 145-157.
- [2] Pratama, D., & Rahayu, I. (2022). Implementasi sistem monitoring kebisingan di lingkungan sekolah berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 7(3), 110-122.
- [3] Putri, A., & Santoso, Y. (2021). Pengelolaan kebisingan industri menggunakan sistem sensor dan indikator visual. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 12(1), 45-58.
- [4] Rahman, F., Setiawan, R., & Prasetyo, T. (2020). Penggunaan simulasi untuk pengembangan sistem deteksi kebisingan. *Jurnal Ilmu Komputer Indonesia*, 8(3), 90-105.
- [5] Saputra, R., Lestari, P., & Hidayat, M. (2021). Analisis efektivitas LED sebagai indikator kebisingan di lingkungan kerja dan pendidikan. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 12(4), 220-230.
- [6] Fauzi, A., & Ramadhan, F. (2022). Simulasi sistem monitoring kebisingan berbasis IoT menggunakan Wokwi. *Jurnal Teknik Informatika Indonesia*, 14(3), 89-102.
- [7] Hakim, R., & Lestari, N. (2023). Analisis kecepatan respon LED pada sistem deteksi kebisingan berbasis sensor suara. *Jurnal Elektronika dan Instrumentasi*, 10(2), 67-79.
- [8] Mahardika, S., & Nugroho, P. (2023). Implementasi sistem pendeteksi kebisingan menggunakan LED sebagai indikator visual. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 11(1), 55-68.
- [9] Putra, A., R., & Suryani, D. (2021). Dampak kebisingan terhadap produktivitas dan kenyamanan kerja di perkantoran. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(2), 143-157.
- [10] Saputra, R., Lestari, P., & Hidayat, M. (2021). Evaluasi simulasi berbasis Wokwi untuk pengembangan sistem sensor kebisingan. *Jurnal Sistem Cerdas*, 12(4), 210-225.
- [11] Suryana, B., Wijaya, A., & Anwar, H. (2022). Sistem deteksi kebisingan berbasis sensor suara dan mikrokontroler. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 8(3), 99-115.
- [12] Susanto, H., & Hidayat, R. (2019). Studi kebisingan dan dampaknya terhadap kesehatan manusia. *Jurnal Kesehatan dan Keselamatan Kerja*, 7(1), 33-45.
- [13] Wahyuni, T., & Pratama, G. (2020). Polusi suara dalam ruangan dan pengaruhnya terhadap kesehatan. *Jurnal Lingkungan Sehat*, 5(2), 78-92.
- [14] Johnson, M., & Lee, C. (2023). Real-time noise monitoring and workplace productivity: A case study. *International Journal of Environmental Acoustics*, 45(2), 112-129.
- [15] Oliveira, R., Santos, D., & Martinez, P. (2023). Urban noise monitoring using sensor-based systems: Implications for city management. *Journal of Smart Cities and Sustainable Development*, 30(1), 78- 95.

- [16] Mukhlisin, Gani, Purnamawati HA, and U. Muhammad. "Rancang Bangun Media Pembelajaran Mikrokontroller Berbasis Augmented Reality (AR)." *Journal Of Electrical Engineering (Joule)* 3.1 (2022): 125-129.
- [17] MUKHLISIN, MUKHLISIN, TASRI PONTA, and A. MUHAMMAD SYAFAR. "Aplikasi pembelajaran mata kuliah embedded system berbasis mobile augmented reality (mar)." *Jurnal INSTEK (Informatika Sains dan Teknologi)* 8.1 (2023): 46-55.
- [18] Smith, J., Brown, K., & Wilson, P. (2022). Visual noise indicators and workplace safety: A quantitative study. *International Journal of Occupational Health and Safety*, 39(3), 200-215.