



PENERAPAN LOGIKA FUZZY PADA ALAT DETEKSI KEBISINGAN BERBASIS IOT

David Kurnia Rahman¹, Ahmad Tri Yulianto²

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung

Email: dapiddqt@gmail.com¹, ahmadtriyulianto28@gmail.com²

Abstrak

Permasalahan kebisingan dalam ruangan kini menjadi perhatian penting, terutama di tempat-tempat dengan aktivitas tinggi seperti perkantoran, sekolah, dan fasilitas umum. Kebisingan yang tidak terkendali tidak hanya mengganggu konsentrasi dan kenyamanan, tetapi juga dapat berdampak buruk bagi kesehatan dalam jangka panjang. Menyadari hal tersebut, penelitian ini merancang sebuah sistem yang mampu memantau tingkat kebisingan secara otomatis dan *real-time*. Sistem ini dibangun menggunakan sensor suara MAX9814 dan mikrokontroler ESP32 yang terkoneksi ke platform Blynk berbasis *Internet of Things (IoT)*. Tidak hanya membaca intensitas suara dalam satuan *desibel*, sistem ini juga memperhitungkan luas ruangan dan jumlah orang di dalamnya untuk menentukan tingkat kebisingan. Dengan bantuan logika fuzzy, sistem mengelompokkan kondisi kebisingan ke dalam empat kategori, yaitu Tenang, Normal, Bising, dan Sangat Bising. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi perubahan kebisingan dengan akurat dan memberikan notifikasi secara langsung melalui aplikasi Blynk apabila terdeteksi kondisi "Sangat Bising". Dengan demikian, sistem ini menawarkan solusi yang efektif dan efisien dalam membantu pengawasan lingkungan akustik dalam ruangan secara otomatis.

Kata Kunci: Kebisingan, IoT, ESP32, Logika Fuzzy, MAX9814, Blynk

Abstract

The issue of indoor noise is now an important concern, especially in places with high activity such as offices, schools, and public facilities. Uncontrolled noise not only disrupts concentration and comfort, but can also adversely affect health in the long run. Realizing this, this research designs a system that is able to monitor noise levels automatically and in real-time. The system is built using MAX9814 sound sensor and ESP32 microcontroller connected to the Internet of Things (IoT) based Blynk platform. Not only does the system read the sound intensity in decibels, it also takes into account the size of the room and the number of people in it to determine the noise level. With the help of fuzzy logic, the system categorizes noise conditions into four categories, namely Quiet, Normal, Noisy, and Very Noisy. The test results show that the system can accurately detect changes in noise and provide notifications directly through the Blynk app if a "Very Noisy" condition is detected. Thus, this system offers an effective and efficient solution in helping to monitor the acoustic environment in the room automatically.

Keywords: Noise, IoT, ESP32, Fuzzy Logic, MAX9814, Blynk

Article History

Received: Juli 2025

Reviewed: Juli 2025

Published: Juli 2025

Plagirism Checker No 234

Prefix DOI : Prefix DOI : 10.8734/Kohesi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi modern yang terus berkembang pesat telah menghasilkan beragam inovasi dari berbagai penelitian ilmiah, yang bertujuan utama untuk mempermudah dan meningkatkan efisiensi aktivitas manusia (Fahmawaty, 2020). Di berbagai jenis ruangan, seperti kantor, ruang pembelajaran, fasilitas medis, maupun hunian, terciptanya lingkungan yang nyaman dan kondusif menjadi faktor penting agar fungsi ruangan dapat beroperasi secara maksimal dan mendorong produktivitas. Salah satu aspek penting yang menentukan kenyamanan suatu ruangan adalah tingkat kebisingan.

Ketenangan dalam ruangan sangat dibutuhkan, sebab lingkungan yang hening membantu pengguna memusatkan perhatian, memahami informasi yang diterima, serta melakukan analisis secara mendalam terhadap materi yang sedang dipelajari. Sebaliknya, tingkat kebisingan yang tinggi dapat mengganggu konsentrasi secara serius. Penelitian bahkan menunjukkan bahwa kebisingan berlebih dapat menimbulkan stres dan rasa tidak nyaman, yang berpengaruh negatif terhadap produktivitas individu (Wardani dkk., 2024). Oleh sebab itu, menjaga tingkat kebisingan agar tetap dalam batas yang wajar menjadi hal yang sangat penting dalam pengelolaan ruangan masa kini.

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi, terutama melalui implementasi *Internet of Things (IoT)*, telah memberikan pengaruh yang besar terhadap berbagai bidang kehidupan manusia. *IoT* menawarkan solusi inovatif dalam menghadapi berbagai tantangan kompleks, termasuk dalam pengelolaan kondisi lingkungan di dalam ruangan. Dengan penggunaan sensor suara yang terintegrasi dalam jaringan *IoT*, dimungkinkan untuk menciptakan sistem pemantauan yang cerdas dan responsif, di mana informasi tentang tingkat kebisingan dari berbagai titik ruangan dapat dipantau secara terus-menerus. Penerapan teknologi ini diharapkan mampu menyediakan data yang akurat dan mutakhir guna mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan tepat terkait pengelolaan kondisi ruangan (Putra dkk., 2023).

Berdasarkan uraian sebelumnya, peneliti akan merancang sebuah "Alat deteksi kebisingan dalam ruangan berbasis *IoT* dengan penerapan Logika *Fuzzy*" yang dapat secara akurat dan waktu nyata mengumpulkan data tingkat kebisingan, mengelompokkannya ke dalam kategori yang mudah dipahami melalui logika *fuzzy*, serta menyampaikan informasi tersebut secara efektif kepada pengelola ruangan sebagai alat pemantau keberadaan kebisingan di lingkungan tersebut.

DASAR TEORI

1. Kebisingan

Kebisingan merupakan jenis suara yang tidak diharapkan karena muncul di luar konteks tempat dan waktu yang sesuai, sehingga dapat mengganggu kenyamanan serta menurunkan produktivitas manusia. Tingkat kebisingan biasanya diukur dalam satuan *desibel* (dB), yang merepresentasikan ukuran logaritmik dari energi suara per satuan luas. Skala *desibel* ini sangat penting karena setiap kenaikan sebesar 3 dB berarti intensitas suara meningkat dua kali lipat. Meskipun secara angka kenaikannya tampak kecil, dampaknya terhadap kemampuan mendengar bisa sangat signifikan.

Skala *desibel* mengacu pada perbandingan antara tekanan suara yang terdengar dan ambang batas kemampuan pendengaran manusia. Sebagai ilustrasi, suara percakapan normal biasanya berada dalam rentang 60 hingga 70 dB, sedangkan suara yang sangat keras seperti pertunjukan musik live dapat mencapai hingga 120 dB. Dalam konteks perpustakaan, tingkat kebisingan ideal sebaiknya tidak melebihi 70 dB, karena suara yang melampaui angka tersebut berpotensi mengganggu kenyamanan para pengunjung (Pandanaran, 2021).

2. Sensor Suara

Sensor MAX9814 merupakan modul mikrofon berteknologi tinggi yang telah dilengkapi dengan preamplifier serta fitur Automatic Gain Control (AGC). Mikrofon ini memanfaatkan



teknologi electret condenser, yang dikenal memiliki sensitivitas tinggi terhadap suara di sekitarnya, sehingga sangat efektif untuk mendeteksi bunyi.

Selain itu, MAX9814 dirancang dengan fitur bias mikrofon berisik rendah (low-noise microphone bias), yang membantu menghasilkan sinyal dengan tingkat gangguan (noise) yang minimal. Karakteristik ini menjadi sangat penting untuk aplikasi yang membutuhkan ketelitian tinggi, seperti sistem pemantauan kebisingan atau pengolahan sinyal audio.

3. Mikrokontroler ESP32

Salah satu jenis mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32, yang memiliki 38 pin, dilengkapi dengan *Digital-to-Analog Converter (DAC)*, *Analog-to-Digital Converter (ADC)*, serta koneksi Wi-Fi bawaan. ESP32 dikenal unggul dalam hal pemrosesan data dan telah terbukti efektif digunakan dalam berbagai bidang, seperti sistem rumah pintar dan sistem monitoring (El-Khozondar dkk., 2024).

Selain itu, mikrokontroler ini juga dapat diterapkan pada sistem deteksi kebisingan, karena kemampuannya menghubungkan sensor dengan jaringan internet melalui Wi-Fi. Dengan fitur tersebut, data yang ditangkap oleh sensor suara dapat dikirim secara langsung (*real-time*) ke platform *IoT* atau aplikasi web untuk dianalisis lebih lanjut, sekaligus memberikan notifikasi kepada pengelola perpustakaan (Ridho dkk., 2024).

4. Logika fuzzy

Logika *Fuzzy*, atau yang sering disebut juga sebagai Logika Kabur, merupakan suatu pendekatan matematika yang dirancang untuk mewakili dan menangani ketidakpastian serta ketidakpastian informasi, khususnya dalam sistem yang kompleks atau tidak memiliki batasan yang tegas.

Berbeda dengan logika klasik yang hanya mengenal dua nilai pasti, yaitu 0 untuk salah dan 1 untuk benar logika *fuzzy* menggunakan rentang nilai kontinu antara 0 hingga 1. Rentang ini merepresentasikan tingkat kepastian atau tingkat kebenaran relatif dari suatu kondisi. Fleksibilitas ini menjadikan logika *fuzzy* sangat berguna dalam pengambilan keputusan di lingkungan yang dinamis, ambigu, atau tidak pasti, di mana metode logika biner tidak lagi memadai untuk menggambarkan kompleksitas situasi (Riansyah dkk., 2021).

5. Suara

Salah satu input utama dalam sistem deteksi kebisingan otomatis ini adalah suara, suara dipilih sebagai masukan utama karena merupakan indikator langsung yang mencerminkan tingkat kebisingan, sehingga sangat menentukan apakah suatu lingkungan dapat dikategorikan sebagai tenang, normal, atau bising.

Dalam sistem ini, data suara yang diterima akan diproses menggunakan logika *fuzzy*, dan diklasifikasikan ke dalam tiga tingkat keanggotaan *fuzzy*, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Pembagian ini memungkinkan sistem untuk menginterpretasikan intensitas suara secara lebih fleksibel, tidak hanya berdasarkan nilai mutlak desibel, tetapi juga dengan mempertimbangkan kontekstualisasi terhadap lingkungan. Dengan demikian, sistem tidak hanya mengenali suara secara kuantitatif, tetapi juga memberikan penilaian kualitatif yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam mendeteksi dan menanggapi kebisingan secara lebih manusiawi dan realistik.

6. Luas Ruangan

Luas ruangan merupakan salah satu parameter penting yang digunakan dalam sistem untuk menentukan keanggotaan tingkat kebisingan yang terdeteksi oleh alat pendekripsi berbasis logika *fuzzy*. Variabel ini memengaruhi hasil klasifikasi karena intensitas suara yang identik dapat menghasilkan persepsi kebisingan yang berbeda tergantung pada ukuran ruang tempat suara tersebut terdengar. Secara prinsip, tingkat kebisingan dapat dipahami sebagai perbandingan antara kekuatan suara dan luas area yang ditempati.

Dengan mempertimbangkan luas ruangan sebagai variabel input dalam sistem, proses klasifikasi menjadi lebih kontekstual dan realistik, karena sistem tidak hanya mengandalkan



nilai desibel semata, tetapi juga memperhitungkan bagaimana lingkungan fisik memengaruhi persepsi kebisingan. Pendekatan ini membuat sistem lebih adaptif dan akurat dalam memberikan penilaian terhadap kondisi akustik suatu ruang.

7. Jumlah Orang

Jumlah orang dalam ruangan menjadi salah satu variabel penting yang digunakan sebagai parameter dalam menentukan keanggotaan tingkat kebisingan yang dihitung oleh sistem pendekripsi berbasis logika *fuzzy*. Dengan mempertimbangkan jumlah orang sebagai salah satu parameter input, sistem menjadi lebih kontekstual dan realistik dalam menilai kondisi kebisingan.

Dalam pendekatan logika *fuzzy*, variabel jumlah orang membantu sistem untuk melakukan analisis multidimensi, di mana klasifikasi kebisingan tidak hanya berdasar pada data fisik semata (seperti desibel), tetapi juga memperhitungkan pengaruh lingkungan sosial terhadap persepsi kebisingan. Oleh karena itu, parameter ini sangat esensial dalam menjadikan sistem lebih adaptif, akurat, dan relevan terhadap kondisi nyata.

8. Rule base

Rule base digunakan untuk menentukan tingkat kebisingan berdasarkan kombinasi dari tiga variabel input, yaitu intensitas suara, luas ruangan, dan jumlah orang yang berada di dalam ruangan. Setiap kombinasi dari ketiga input tersebut akan menghasilkan tingkat kebisingan yang berbeda-beda. Sebagai contoh, suara dengan intensitas tinggi di ruangan kecil yang hanya diisi oleh sedikit orang dapat menghasilkan kebisingan yang sangat tinggi, sedangkan situasi yang sama di ruangan luas dengan banyak orang bisa saja menghasilkan kebisingan yang lebih rendah.

Rule base pada sistem ini disusun berdasarkan pengalaman empiris dan pendekatan logika yang sesuai dengan konteks. Aturan-aturan *fuzzy* dirancang menggunakan metode *Mamdani*, yang memungkinkan sistem untuk mempertimbangkan derajat keanggotaan dari setiap variabel input. Melalui *rule base*, sistem tidak hanya mengandalkan satu parameter saja, tetapi memperhitungkan keseluruhan kondisi lingkungan secara menyeluruh, dengan pendekatan yang fleksibel dan toleran terhadap variasi situasi.

9. Defuzzyifikasi

Defuzzyifikasi merupakan proses terakhir dalam sistem logika *fuzzy* yang berfungsi untuk mengkonversi hasil *inferensi* berupa nilai linguistik atau derajat keanggotaan menjadi output dalam bentuk nilai pasti (*crisp value*). Tahapan ini sangat penting karena output dari sistem *fuzzy* perlu diterjemahkan ke dalam bentuk yang dapat dipahami dan dimanfaatkan dalam pengambilan keputusan nyata. Nilai *crisp* yang dihasilkan dari proses *defuzzyifikasi* akan memberikan angka tunggal yang merepresentasikan tingkat kebisingan sesuai dengan kondisi lingkungan yang telah dianalisis.

10. Monitoring *real-time*

Pemantauan secara *real-time* dalam sistem deteksi kebisingan ini dilakukan dengan memanfaatkan konektivitas nirkabel antara mikrokontroler ESP32 dan aplikasi Blynk *IoT*. Pendekatan ini memberikan kemudahan bagi pengguna untuk memperoleh informasi kebisingan secara akurat dan cepat, sehingga mempermudah pengawasan serta pengendalian agar suasana tetap tenang dan terkendali. Pemantauan secara *real-time* ini juga meningkatkan keandalan sistem dalam implementasi di lingkungan nyata seperti perpustakaan, ruang belajar, atau tempat kerja yang memerlukan ketenangan.

11. Internet of Things (*IoT*)

*Internet of Things (*IoT*)* merupakan suatu konsep teknologi yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet ke dalam berbagai objek fisik yang ada di dunia nyata. Kehadiran *IoT* sangat memudahkan aktivitas manusia sehari-hari. Dengan kata lain, *IoT* berperan besar dalam meringankan beban kerja manusia dan meningkatkan efisiensi dalam berbagai aspek kehidupan (Susanto dkk., 2022).



IoT bekerja dengan mengintegrasikan berbagai perangkat seperti sensor, mikrokontroler, dan unit pemroses data untuk membentuk sistem otomatis yang tidak membutuhkan pengoperasian manual secara langsung. Platform *IoT* seperti Blynk *IoT* berperan penting dalam mengelola data dari sensor suara. baik dalam hal pemantauan, analisis, maupun pengambilan keputusan secara *real-time*. *IoT* tidak hanya mempercepat proses deteksi, tetapi juga memberikan solusi yang responsif dan efisien dalam menjaga ketenangan lingkungan.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini, Peneliti mengumpulkan berbagai sumber berupa e-book, artikel, jurnal, tesis, dan disertasi hasil penelitian terdahulu, serta beberapa situs di internet sebagai referensi untuk memahami dan mempelajari lebih dalam mengenai *Internet of Things* (*IoT*), logika *fuzzy*, sensor suara MAX9814, mikrokontroler ESP32, serta platform Blynk.

Pada tahap perancangan sistem merupakan langkah awal yang krusial dalam pengembangan alat deteksi kebisingan otomatis berbasis *IoT* dan logika *fuzzy*. Proses ini melibatkan integrasi antara dua komponen utama, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Pada aspek perangkat keras, sistem menggunakan sensor suara MAX9814 untuk mendeteksi intensitas suara di sekitarnya. Sensor tersebut terhubung ke mikrokontroler ESP32, yang berfungsi sebagai pusat pengendali sistem. Keunggulan utama ESP32 adalah konektivitas WiFi, sehingga sangat mendukung implementasi berbasis *Internet of Things* (*IoT*). Karena data diperoleh langsung dari sensor dan tidak tersimpan dalam bentuk dataset, setiap pembacaan merupakan data baru yang diproses secara *real-time*, memungkinkan sistem memberikan respons secara cepat dan akurat terhadap kondisi lingkungan yang sedang terjadi.

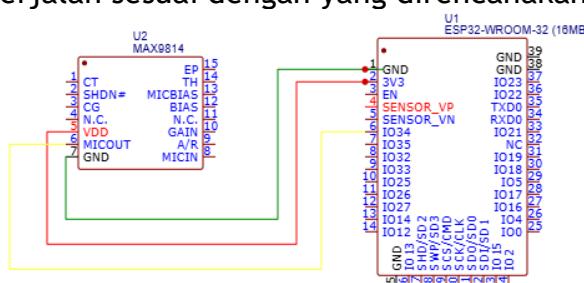
Tahap pengolahan data menggunakan logika *fuzzy* merupakan bagian utama dari sistem, di mana data hasil pra-pemrosesan yang terdiri dari tiga parameter input yakni tingkat kebisingan dalam *desibel*, luas ruangan, dan jumlah orang diubah menjadi derajat keanggotaan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah dirancang untuk masing-masing variabel. Data yang diperoleh dari sensor dan input manual tidak dapat langsung digunakan dalam sistem logika *fuzzy*. Diperlukan proses pra-pemrosesan (preprocessing) untuk meningkatkan keakuratan, kestabilan, dan keandalan data yang masuk ke sistem.

Selanjutnya, tahap analisis dan evaluasi merupakan fase akhir di mana peneliti melakukan penilaian menyeluruh terhadap hasil yang diperoleh dari seluruh rangkaian pengujian. Penilaian dilakukan dengan membandingkan output sistem logika *fuzzy* dengan kondisi nyata di lapangan untuk mengukur tingkat akurasi dan presisi sistem.

HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

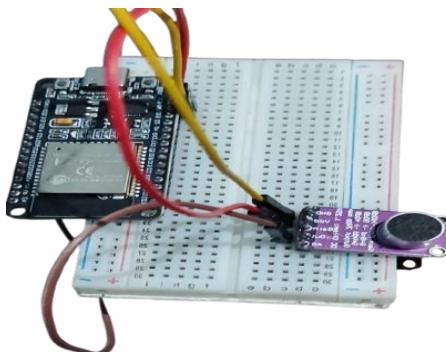
1. Hasil

Hasil dari pengembangan alat deteksi kebisingan otomatis berbasis *Internet of Things* (*IoT*) dalam penelitian ini menunjukkan bahwa sistem berhasil dibuat dan diuji secara fungsional dengan baik. Dokumentasi ini menjadi bukti bahwa sistem telah diimplementasikan dan berjalan sesuai dengan yang direncanakan.





Gambar 1 menampilkan diagram skematik koneksi antara sensor suara MAX9814 dan mikrokontroler ESP32, yang dirancang menggunakan platform desain rangkaian elektronik EasyEDA. Dalam skema tersebut, sensor suara memiliki tiga jalur koneksi utama, yaitu VCC, GND, dan OUT. Rangkaian koneksi ini dirancang agar sistem dapat secara langsung dan akurat menangkap fluktuasi suara dari lingkungan sekitar, serta meneruskannya ke mikrokontroler untuk diproses lebih lanjut. Dengan pengaturan ini, sistem dapat memantau perubahan tingkat kebisingan secara *real-time*, memberikan respons cepat terhadap kondisi lingkungan, dan menjadi bagian penting dalam implementasi sistem deteksi kebisingan berbasis *IoT*.



Gambar 2. Alat fisik deteksi kebisingan

Gambar 2 memperlihatkan bentuk fisik dari alat deteksi kebisingan yang telah dirakit menggunakan papan breadboard sebagai media penyusunnya. Perangkat keras utama terdiri dari modul mikrokontroler ESP32, sensor suara MAX9814, sejumlah kabel jumper untuk koneksi antar komponen, serta sumber daya yang disuplai melalui koneksi USB. Penempatan sensor dirancang pada area terbuka agar dapat menangkap suara dari lingkungan sekitar secara optimal tanpa hambatan fisik yang menghalangi. Hasil dari proses perakitan menunjukkan bahwa seluruh komponen mampu bekerja secara terintegrasi dan sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya. Ini menandakan bahwa sistem deteksi kebisingan yang dikembangkan tidak hanya berhasil di tahap perancangan, tetapi juga berhasil direalisasikan secara fungsional di lapangan.



Gambar 3. Tampilan aplikasi Blynk

Gambar 3 menampilkan antarmuka aplikasi Blynk yang berperan sebagai media pemantauan kondisi kebisingan secara *real-time* oleh pengguna. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian awal, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi kebisingan otomatis yang dirancang berhasil memenuhi tujuan dari penelitian. Sistem ini terbukti



mampu membaca intensitas suara dari lingkungan melalui sensor MAX9814, mengolah data tersebut menggunakan pendekatan logika *fuzzy* dengan mempertimbangkan variabel tambahan dari pengguna, serta menyajikan hasil pengolahan secara langsung melalui aplikasi Blynk *IoT*. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa integrasi antara perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), dan teknologi *IoT* dapat berjalan secara terkoordinasi dan sinergis, menghasilkan sistem yang akurat, cepat merespons, dan efektif dalam pengambilan keputusan.

2. Analisa

Pada Sub-bab ini menyajikan hasil pengujian terhadap sistem deteksi kebisingan otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* yang telah berhasil dikembangkan.

Tabel 1. Hasil pengujian

No	dB terdeteksi	Luas ruangan	Jumlah orang	Klasifikasi sistem	Kondisi sebenarnya
1	60	3m ²	2	51.4db (normal)	Normal
2	67	5m ²	10	55.7dB (normal)	Normal
3	74	5m ²	10	59.7dB (normal)	Normal
4	84	5m ²	10	67.5dB (bising)	Bising
5	40	5m ²	10	40.6dB (normal)	Normal

Berdasarkan hasil dari Tabel 1 menunjukkan pengujian yang ditampilkan dalam tabel, seluruh klasifikasi tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh sistem terbukti sesuai dengan kondisi sebenarnya yang diamati pada setiap skenario pengujian. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem deteksi kebisingan berbasis logika *fuzzy* ini mampu memberikan klasifikasi yang konsisten, akurat, dan kontekstual, karena mengolah input dari sensor suara secara efektif dengan mempertimbangkan variabel tambahan seperti luas ruangan dan jumlah orang untuk menghasilkan penilaian yang realistik dan mendekati persepsi manusia terhadap kebisingan.

Setelah dilakukan analisis terhadap hasil klasifikasi yang dihasilkan oleh sistem, tahapan berikutnya adalah menyertakan data pembacaan sensor yang diperoleh melalui Arduino IDE sebagai bagian dari dokumentasi teknis dalam penelitian ini.

```

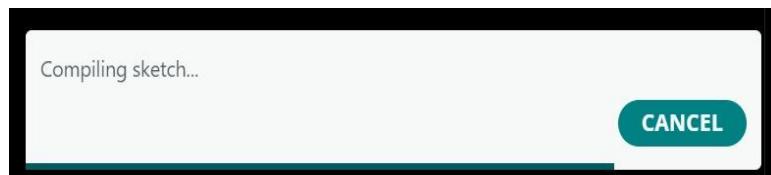
int getOutputScore(String output) {
    if (output == "Tenang") return 20;
    if (output == "Normal") return 50;
    if (output == "Bising") return 75;
    if (output == "Sangat Bising") return 100;
    return 0;
}

String getOutputLabel(float skor) {
    if (skor < 35) return "Tenang";
    else if (skor < 65) return "Normal";
    else if (skor < 80) return "Bising";
    else return "Sangat Bising";
}

```

Gambar 4. fungsi klasifikasi output

Pada gambar 4 ini memperlihatkan cuplikan kode program yang mencakup fungsi *getOutputScore()* dan *getOutputLabel()* di dalam Arduino IDE. Skor yang dihasilkan dari proses *inferensi fuzzy* akan dibandingkan dengan batas ambang tertentu, dan berdasarkan perbandingan tersebut, sistem menentukan klasifikasi akhirnya. Fungsi ini memiliki peran penting dalam menjamin bahwa hasil keluaran sistem dapat lebih mudah dipahami oleh pengguna, karena disajikan dalam bentuk deskriptif yang bersifat informatif.



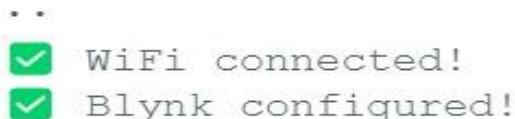
Gambar 5. kompilasi program

Gambar 5 menunjukkan tampilan saat proses kompilasi kode program pada Arduino IDE dilakukan sebelum dikirim ke mikrokontroler ESP32. Proses ini mencakup verifikasi program, penerjemahan kode ke dalam bentuk instruksi mesin, serta pemeriksaan terhadap kemungkinan kesalahan sintaks.



Gambar 6. Proses upload program menuju ESP32

Setelah tahap kompilasi selesai, langkah berikutnya adalah proses pengunggahan program ke mikrokontroler, seperti yang ditampilkan pada gambar 6. Proses ini ditunjukkan dengan munculnya pesan “Uploading...” di bagian bawah Arduino IDE, serta aktifnya indikator port serial (COM3) yang menandakan koneksi dengan perangkat. Tampilan tersebut memberikan konfirmasi bahwa program telah berhasil dikirim ke mikrokontroler ESP32 tanpa mengalami kesalahan.



Gambar 7. Menunjukkan wifi dan blynk terhubung

Gambar 7 di atas menunjukkan tampilan output pada Serial Monitor Arduino IDE, yang mengindikasikan bahwa mikrokontroler ESP32 telah berhasil menjalani proses inisialisasi dengan lancar. Keberhasilan kedua proses ini merupakan syarat krusial agar sistem deteksi kebisingan berbasis *IoT* dapat berfungsi secara optimal, khususnya dalam mengirim dan menerima data secara real-time melalui aplikasi Blynk.

```
rst:0x1 (POWERON_RESET),boot:0x13 (SPI_FAST_FLASH_BOOT)
configsip: 0, SPIWP:0xee
clk_drv:0x00,q_drv:0x00,d_drv:0x00,cs0_drv:0x00,hd_drv:0x00,wp_drv:0x00
mode:DIO, clock div:1
load:0x3fff0030,len:4888
load:0x40078000,len:16456
load:0x40080400,len:4
load:0x40080404,len:3476
entry 0x400805b4
== SETUP MULAI ==
.......
```

Gambar 8. Tampilan set-up awal di serial monitor

Gambar 8 memperlihatkan output awal pada Serial Monitor setelah ESP32 berhasil terkoneksi dan mulai beroperasi. Tampilan ini juga menunjukkan bahwa mikrokontroler menerima pasokan daya dengan baik, berhasil menginisialisasi koneksi WiFi, dan siap untuk melakukan pembacaan data suara secara terus-menerus.

- ⚠️ Menunggu input dari aplikasi Blynk (luas ruangan & jumlah pengunjung)...
- ⚠️ Menunggu input dari aplikasi Blynk (luas ruangan & jumlah pengunjung)...
- ⚠️ Menunggu input dari aplikasi Blynk (luas ruangan & jumlah pengunjung)...

Gambar 9. Menunggu data input dari aplikasi Blynk IoT



Gambar 9 menampilkan kondisi saat sistem sedang menunggu input dari aplikasi Blynk, yaitu parameter “luas ruangan” dan “jumlah pengunjung”. Tanpa kedua input tersebut, sistem tidak akan menjalankan proses klasifikasi kebisingan karena informasi kontekstual yang dibutuhkan belum lengkap.

```
=====
ADC Suara      : 1370
dB Suara       : 51.93
Kategori Ruang : Sempit
Kategori Orang  : Sedang
 $\mu$  Rendah     : 0.27
 $\mu$  Sedang      : 0.80
 $\mu$  Tinggi       : 0.00
Skor Kebisingan : 61.13
Kategori Output : Normal
=====
```

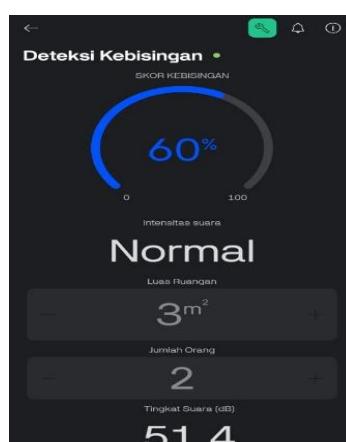
Gambar 10. Hasil output normal

Pada gambar 10 menunjukkan hasil pembacaan dari sensor suara ketika nilai ADC berada di angka sekitar 1370, yang setelah dikonversi menjadi sekitar 51,93 dB. Berdasarkan logika fuzzy yang diterapkan, nilai ini diklasifikasikan ke dalam kategori “Normal”. Berdasarkan logika fuzzy yang diterapkan, nilai ini diklasifikasikan ke dalam kategori “Normal”. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi dengan baik dan memberikan klasifikasi yang tepat pada kondisi kebisingan tingkat sedang.

```
=====
ADC Suara      : 1608
dB Suara       : 63.04
Kategori Ruang : Sempit
Kategori Orang  : Sedang
 $\mu$  Rendah     : 0.00
 $\mu$  Sedang      : 0.80
 $\mu$  Tinggi       : 0.15
Skor Kebisingan : 79.00
Kategori Output : Bising
=====
```

Gambar 11. Hasil output bising

Pada gambar 11 ini menunjukkan bahwa nilai ADC meningkat menjadi 1608, yang dikonversi menjadi sekitar 63,04 dB. Berdasarkan hasil klasifikasi menggunakan logika fuzzy, sistem menetapkan kondisi tersebut dalam kategori “Bising”. Hal ini membuktikan bahwa sistem memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan tingkat kebisingan di lingkungan, serta mampu menginterpretasikan nilai *desibel* menjadi klasifikasi yang sesuai. Tampilan ini juga menegaskan bahwa logika fuzzy yang digunakan mampu merespons kondisi aktual secara akurat dan *real-time*.



Gambar 12. Hasil tampilan aplikasi Blynk IoT



Pada gambar 12 ini memperlihatkan tampilan antarmuka aplikasi Blynk *IoT* yang telah berhasil diintegrasikan dengan sistem deteksi kebisingan berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor suara MAX9814. Tampilan utama dari aplikasi ini menampilkan informasi klasifikasi tingkat kebisingan secara *real-time*, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi lingkungan secara langsung.

Dengan dukungan konektivitas berbasis *Internet of Things (IoT)*, aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengakses data kebisingan kapan saja dan di mana saja melalui perangkat seluler. Sistem ini tidak hanya mampu menampilkan data *desibel* dan kategori kebisingan, tetapi juga memberikan respon adaptif terhadap perubahan lingkungan, menjadikannya solusi monitoring yang cerdas, responsif, dan efisien untuk berbagai kebutuhan, seperti di perpustakaan, ruang kelas, kantor, atau area publik lainnya yang membutuhkan kendali terhadap tingkat kebisingan.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari proses perancangan dan serangkaian pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi kebisingan otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dikembangkan dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan metode logika fuzzy telah berhasil diimplementasikan dengan baik dan berfungsi sesuai harapan. Sistem ini dirancang untuk membaca data intensitas suara melalui sensor MAX9814, yang selanjutnya diproses menggunakan fitur *Analog to Digital Converter (ADC)* pada ESP32, lalu dikonversi ke dalam satuan *desibel* (dB) sebagai bentuk representasi numerik tingkat kebisingan. Untuk mengklasifikasikan kondisi kebisingan secara lebih kontekstual dan manusiawi, sistem mempertimbangkan tiga parameter utama, yaitu intensitas suara, luas ruangan, dan jumlah orang di dalam ruangan. Ketiga parameter tersebut dianalisis menggunakan pendekatan logika fuzzy *Mamdani*, yang menghasilkan klasifikasi linguistik tingkat kebisingan ke dalam empat kategori, yakni: Tenang, Normal, Bising, dan Sangat Bising. Kategori ini didasarkan pada rentang skor fuzzy, dengan nilai $0 < 35$ dikategorikan sebagai Tenang, $35 < 65$ sebagai Normal, $65 < 80$ sebagai Bising, dan nilai ≥ 80 diklasifikasikan sebagai Sangat Bising. Dari hasil uji coba di berbagai skenario lingkungan, sistem mampu memberikan hasil klasifikasi yang konsisten dan sesuai dengan kondisi nyata. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya sekadar mendeteksi tingkat suara, tetapi juga mampu menginterpretasikan situasi secara menyeluruh dengan mempertimbangkan variabel lingkungan. Selain itu, integrasi dengan aplikasi Blynk *IoT* memungkinkan hasil klasifikasi ditampilkan secara *real-time*, memberikan kemudahan pemantauan dan notifikasi langsung kepada pengguna. Dengan demikian, sistem ini terbukti efektif dalam mendeteksi dan menyampaikan informasi tingkat kebisingan secara akuratif, adaptif, dan responsif, serta memiliki potensi besar untuk diterapkan di berbagai lingkungan yang membutuhkan pengawasan kebisingan, seperti ruang kelas, perpustakaan, kantor, dan fasilitas umum lainnya.

2. Saran

Adapun beberapa saran pengembangan yang direkomendasikan untuk peningkatan sistem di masa depan antara lain:

1. Melakukan kalibrasi nilai *ADC* terhadap satuan *desibel* (dB) menggunakan alat ukur kebisingan profesional, guna memastikan bahwa proses konversi data *analog* dari sensor menjadi nilai dB lebih akurat, valid, dan sesuai dengan standar pengukuran kebisingan lingkungan.
2. Menambahkan parameter tambahan seperti suhu dan kelembaban udara, yang dapat memengaruhi persebaran gelombang suara di dalam ruang tertutup, sehingga hasil klasifikasi kebisingan menjadi lebih kontekstual dan realistik.
3. Mengembangkan fitur penyimpanan data historis kebisingan, baik secara lokal di perangkat maupun melalui integrasi *Cloud database* (misalnya melalui Blynk *Cloud*



atau platform lainnya), untuk memungkinkan pengguna melakukan analisis tren atau pola kebisingan dalam periode waktu tertentu dan mengambil keputusan berbasis data *historis*.

4. Menambahkan sistem notifikasi otomatis pada aplikasi Blynk, seperti *logEvent* atau push notification, agar pengguna mendapatkan peringatan langsung apabila tingkat kebisingan berulang kali memasuki kategori “Sangat Bising” atau mengalami lonjakan tiba-tiba yang memerlukan perhatian khusus.
5. Meningkatkan tampilan antarmuka aplikasi Blynk, dengan penambahan elemen *visual* seperti grafik monitoring harian, indikator level kebisingan waktu nyata, dan label interaktif yang membantu pengguna memahami informasi sistem secara lebih visual dan intuitif.
6. Mengintegrasikan sistem dengan perangkat aktuator otomatis, seperti kipas ventilasi, peredam suara aktif, atau pengatur volume elektronik, agar sistem dapat memberikan tindakan adaptif secara otomatis ketika kebisingan tinggi terdeteksi dalam durasi tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanto, B., & Hadiyanto, G. T. (2024). Prototype Deteksi Kebisingan Pengunjung Perpustakaan Universitas Batam. 14(3), 12-20.
- Audrey, J., Fadil, A., & Sunardi, S. (2022). Implementasi Logika Fuzzy Metode Sugeno Untuk Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru Pada Stmik Dumai. I N F O R M A T I K A, 14(1), 56. <Https://Doi.Org/10.36723/Juri.V14i1.263>
- Ayuningtyas, A. A. (2022). Penerapan Internet Of Things (*Iot*) Dalam Upaya Mewujudkan Perpustakaan Digital Di Era Society 5.0. Jurnal Ilmu Perpustakaan, 11(1), 29-36. <Https://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jip/Article/View/40244>
- Damanik, M. T., Sumarno, S., Kirana, I. O., Gunawan, I., & Irawan, I. (2022). Sistem Monitoring Alat Pendekripsi Kebisingan Suara Di Perpustakaan Stikom Tunas Bangsa Pematangsiantar Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Jurnal Penelitian Inovatif, 2(1), 79-86. <Https://Doi.Org/10.54082/Jupin.58>
- El-Khozondar, H. J., Mtair, S. Y., Qoffa, K. O., Qasem, O. I., Munyarawi, A. H., Nassar, Y. F., Bayoumi, E. H. E., & Halim, A. A. E. B. A. El. (2024). A Smart Energy Monitoring System Using ESP32 Microcontroller. E-Prime - Advances In Electrical Engineering, Electronics And Energy, 9(March), 100666. <Https://Doi.Org/10.1016/J.Prime.2024.100666>
- Hansza, R., & Haryudo, S. I. (2020). Rancang Bangun Kontrol Motor DC Dengan PID Menggunakan Perintah Suara Dan Monitoring Berbasis Internet Of Things (*IOT*). Jurnal Teknik Elektro, 9(2), 477-485.
- Hidayat, A. D., Sudibya, B., & Waluyo, C. B. (2019). Pendekripsi Tingkat Kebisingan Berbasis Internet Of Things Sebagai Media Kontrol Kenyamanan Ruangan Perpustakaan. Avitec, 1(1), 99-109. <Https://Doi.Org/10.28989/Avitec.V1i1.497>
- Khalil, E., & Akter, M. (2024). Prediction Of Seam Strength Of Cotton Canvas Fabric Using Fuzzy Logic. Results In Control And Optimization, 17(November). <Https://Doi.Org/10.1016/J.Rico.2024.100502>
- Mayasari, G., Hasnidar, & Yulia, F. (2024). Gambaran Tata Ruang Perpustakaan Dalam Meningkatkan Minat Baca Mahasiswa Di Perpustakaan Universitas Islam Riau. Jurnal Gema Pustakawan, 12(1), 1-14.
- Morched, A., Said, Z., Abdelaziz, A. Y., Siano, P., Qjidaa, H., Technology, S. A., Said, Z., Abdelaziz, A. Y., Siano, P., & Qjidaa, H. (2025). Smart Agricultural Technology.
- Nassiri, S. M., Tahavor, A., & Jafari, A. (2022). Fuzzy Logic Classification Of Mature Tomatoes Based On Physical Properties Fusion. Information Processing In Agriculture, 9(4), 547-555. <Https://Doi.Org/10.1016/J.Inpa.2021.09.001>
- Pandanaran, A. S. (2021). Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Pengunjung Perpustakaan Berdasarkan Parameter Tekanan Suara Atau Bunyi. <Http://Eprints.Uty.Ac.Id/7641/>



- Putra, F. P. E., Mahmud, M. A., & ... (2023). Pengembangan Sistem Pemantauan Lingkungan Berbasis Internet Of Things (*IoT*) Di Kampus. Digital Transformation ..., 3(2), 996-1001. <Https://Jurnal.Itscience.Org/Index.Php/Digitech/Article/View/3457>
- Ramadhani, F., Satria, A., & Sari, I. P. (2023). Implementasi Metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* Dalam Klasifikasi Penyakit Demam Berdarah. Hello World Jurnal Ilmu Komputer, 2(2), 58-62. <Https://Doi.Org/10.5621/Helloworld.V2i2.253>
- Riansyah, A., Mulyono, S., & Roichani, M. (2021). Applying *Fuzzy Proportional Integral Derivative On Internet Of Things For Figs Greenhouse*. IAES International Journal Of Artificial Intelligence, 10(3), 536-544. <Https://Doi.Org/10.11591/Ijai.V10.I3.Pp536-544>
- Ridho, Y., Samsugi, S., & Megawati, D. A. (2024). Sistem Keamanan Lingkungan Kampus Berbasis *IOT* Dengan Mikrokontroler Esp32 Dan Aplikasi. 9, 374-382.
- Rizki, S. N., & Tipa, H. (2020). Implementasi *Fuzzy Inference System* Untuk Menentukan Tingkat Kriminalitas Di Kota Batam. Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi, 10(2), 206-221. <Https://Doi.Org/10.31849/Digitalzone.V10i2.3090>
- Sakinah, S., Widiastiwi, Y., & Zaidiah, A. (2020). Implementasi Metode *Fuzzy Sugeno* Pada Proses Penyiangan Koleksi Buku Di Perpustakaan Universitas Indonesia. Seminar Nasional Mahasiswa Bidang Ilmu Komputer Dan Aplikasinya, 1(2), 622-636.
- Sánchez Fernández, L. P. (2021). Environmental Noise Indicators And Acoustic Indexes Based On *Fuzzy Modelling For Urban Spaces*. Ecological Indicators, 126. <Https://Doi.Org/10.1016/J.Ecolind.2021.107631>
- Saputra, W. (2024). Analisis Potensi Penerapan Internet Of Things Dalam Upaya Peningkatan Layanan Perpustakaan Digital Studi Kasus Perpustakaan Umum Daerah Kota Lhokseumawe. 1(2), 9-14. <Https://Jurnal.Komputasi.Org/Index.Php/Jst/Article/View/22/>
- Siddik, Y. D., Manaor, A., Pardede, H., & Kahir, H. (2024). Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Perpustakaan Dengan Indikator Peringatan Berbasis Internet Of Things (*IoT*). 4.
- Sidehabi, S. W. (2024). Ruangan Perpustakaan Menggunakan Internet Of. 15(2).
- Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet Of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari. Jurnal Imagine, 2(1), 35-40. <Https://Doi.Org/10.35886/Imagine.V2i1.329>
- Syarifuddin. (2015). Analisis Penentuan Pola Kebisingan Berdasarkan Nilai Ambang Batas (NAB) Pada Power Plant Di PT Arun NGL. Abstrak. Malikussaleh Industrial Engineering Journal, 4(1), 36-41.
- Tresna Utama, A., Panji Sasmito, A., & Faisol, A. (2021). Implementasi Logika *Fuzzy* Pada Sistem Monitoring Online Suhu Sapi Potong Berbasis *IoT*. JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 5(1), 16-24. <Https://Doi.Org/10.36040/Jati.V5i1.3226>
- Valendra, K., Si, S., Kom, M., Setiawan, C., Studi, P., Komputer, S., Indo, U., Mandiri, G., & Gates, M. (2022). Pada Perpustakaan Menggunakan Google Assistant Dan Esp32 Berbasis Voice Recognition. 8-17.
- Wahyudi, I., Ulum, M., & Haryanto. (2020). Rancang Bangun Alat Penentuan Tingkat Kematangan Buah Melon Dengan Sensor Max9814 Dan Sensor Soil Moisture Menggunakan Logika *Fuzzy*. Seminar Nasional Fortei Regional, 7, 1-5.
- Wardani, T. K., Nasution, A. S., Ibnu, M., & Nur, Y. (2024). Analisis Kebisingan Pada Ruang Baca Badan Perpustakaan Di Smp It Al Hijrah 2. 1(2).