RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI TINGKAT KEBISINGAN RUANG KELAS SECARA REAL-TIME BERBASIS MIKROKONTROLER

Ito Suryo Purnomo[1)], Mokhammad Syafaat [2)], Choirul Rio Prabowo[3)].
[1-3)] Politeknik Angkatan Darat, Desa Pendem, Junrejo, Kota Batu, Jawa Timur-Indonesia, 65324
E - mail : itosuryo23@gmail.com, syafaatarh96@poltekad.ac.id, choirul.rio.p@poltekad.ac.id

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MICROCONTROLLER-BASED REAL-TIME CLASSROOM NOISE LEVEL DETECTION SYSTEM

Abstract: *Noise in classrooms is a physical environmental factor that directly affects students' concentration and learning outcomes. However, noise monitoring in most schools is still conducted incidentally using commercial sound level meters (SLMs), which are relatively expensive and are not permanently available in every classroom. This study aims to design and develop a classroom noise level detection device capable of displaying measurement results in real time using a microcontroller at a low production cost. The research employed a quantitative experimental approach through several stages, including hardware design consisting of a sound sensor, Arduino Uno microcontroller, and 16×2 LCD display module, firmware programming, calibration against a reference SLM, and field testing in a classroom over five days of observation. The test results showed that the developed device was capable of measuring noise levels with a mean absolute error (MAE) of 1.16 dB, a root mean square error (RMSE) of 1.22 dB, and a correlation coefficient of 0.997 compared with the reference SLM, indicating adequate accuracy for monitoring the learning environment. Field observations revealed that noise levels during recess and class transitions consistently exceeded the 55 dB environmental quality standard for educational areas, while noise levels during lecture-based teaching and learning activities (KBM) generally remained around the established threshold. This study contributes to the development of an affordable and replicable noise monitoring prototype that can be adopted by schools to support data-driven learning environment management policies.*
Keywords: *microcontroller; sound sensor; noise level; classroom; real-time monitoring*
Abstrak: *Kebisingan di ruang kelas merupakan faktor lingkungan fisik yang berpengaruh langsung terhadap konsentrasi dan capaian belajar siswa, namun pemantauannya di sebagian besar sekolah masih dilakukan secara insidental menggunakan sound level meter (SLM) komersial yang mahal dan tidak tersedia secara permanen di setiap ruangan. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun alat pendeteksi tingkat kebisingan ruang kelas yang mampu menampilkan hasil pengukuran secara real-time berbasis mikrokontroler dengan biaya produksi rendah. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental melalui tahapan perancangan perangkat keras (sensor suara,*

mikrokontroler Arduino Uno, dan modul tampilan LCD 16x2), pemrograman firmware, kalibrasi terhadap SLM rujukan, dan pengujian lapangan pada ruang kelas selama lima hari pengamatan. Hasil pengujian menunjukkan alat mampu membaca tingkat kebisingan dengan galat rata-rata (MAE) sebesar 1,16 dB, root mean square error (RMSE) 1,22 dB, dan koefisien korelasi 0,997 terhadap SLM rujukan, yang menandakan akurasi yang memadai untuk keperluan pemantauan lingkungan belajar. Data lapangan memperlihatkan bahwa tingkat kebisingan pada jam istirahat dan pergantian jam pelajaran secara konsisten melampaui baku mutu 55 dB yang dipersyaratkan untuk kawasan pendidikan, sedangkan kondisi kegiatan belajar mengajar (KBM) ceramah relatif masih berada pada ambang batas. Penelitian ini berkontribusi pada penyediaan purwarupa alat pemantauan kebisingan yang terjangkau dan dapat direplikasi oleh sekolah untuk mendukung kebijakan pengelolaan lingkungan belajar berbasis data.
Kata Kunci: *mikrokontroler; sensor suara; tingkat kebisingan; ruang kelas; pemantauan real-time*

PENDAHULUAN

Kualitas lingkungan fisik ruang kelas, termasuk di dalamnya tingkat kebisingan, merupakan salah satu determinan penting keberhasilan proses pembelajaran.(Lindawati et al., 2024) Lingkungan belajar yang bising terbukti menurunkan kemampuan siswa dalam memusatkan perhatian, mengganggu komunikasi guru-siswa, dan pada akumulasi tertentu berkontribusi pada penurunan capaian akademik (Simbolon & Soleh, 2025). Studi pada sekolah yang berlokasi di jalan padat lalu lintas bahkan mencatat bahwa 89% responden siswa merasa konsentrasi belajarnya terganggu oleh kebisingan, dan prestasi belajar pada sebagian besar siswa kelas VIII dan IX mengalami penurunan pada periode pengamatan tersebut. Temuan ini konsisten dengan penelitian (Education, 2020) yang menemukan hubungan negatif antara tingkat kebisingan dan konsentrasi belajar siswa sekolah menengah.

Pemerintah Indonesia melalui Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 menetapkan baku tingkat kebisingan untuk kawasan pendidikan sebesar 55 dB. Namun, kepatuhan terhadap ambang batas tersebut sulit dipantau secara berkelanjutan karena instrumen pengukuran standar seperti sound level meter (SLM) profesional relatif mahal, umumnya hanya dimiliki dalam jumlah terbatas oleh institusi, dan digunakan secara insidental untuk survei singkat, bukan pemantauan menerus di setiap ruang kelas.(Visentin & Prodi, 2025) Akibatnya, sekolah umumnya tidak memiliki data kebisingan yang berkelanjutan sebagai dasar pengambilan keputusan, misalnya untuk menentukan waktu ideal ventilasi kelas dibuka, kebutuhan peredam suara, atau evaluasi efektivitas tata tertib kelas.

Perkembangan teknologi mikrokontroler dan sensor suara berbiaya

rendah membuka peluang penyediaan alat pemantau kebisingan yang terjangkau. Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan prototipe alat pendeteksi kebisingan berbasis Arduino, umumnya diterapkan pada konteks perpustakaan (Education, 2020) dan pengukuran umum tanpa target ruang spesifik. Penelitian-penelitian tersebut secara konsisten memvalidasi kelayakan sensor suara berbasis modul mikrofon elektret dikombinasikan dengan mikrokontroler untuk estimasi taraf intensitas bunyi, namun sebagian besar berhenti pada tahap purwarupa dengan pengujian terbatas pada ruang tunggal tanpa perbandingan sistematis antar jenis aktivitas, dan belum banyak yang secara khusus menyasar ruang kelas sebagai objek dengan karakteristik pola kebisingan yang berbeda dari perpustakaan (yang secara normatif menuntut ketenangan penuh).(Studi et al., 2026)

Berdasarkan uraian tersebut, terdapat celah penelitian (research gap) yang jelas: (1) minimnya alat pemantau kebisingan real-time yang secara khusus dirancang dan diuji pada konteks ruang kelas dengan pola aktivitas belajar yang bervariasi (ceramah, diskusi, istirahat, pergantian jam); (2) terbatasnya penelitian yang menyajikan validasi akurasi alat secara kuantitatif terhadap instrumen rujukan sebelum digunakan untuk pengambilan keputusan; dan (3) belum banyak kajian yang menghubungkan data kebisingan terukur secara langsung dengan ambang baku mutu resmi sebagai dasar rekomendasi kebijakan sekolah.(Visentin & Prodi, 2025) Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun alat yang mampu mendeteksi serta menampilkan tingkat kebisingan ruang kelas secara real-time berbasis mikrokontroler, menguji akurasinya terhadap SLM rujukan, dan menganalisis pola kebisingan pada berbagai aktivitas kelas sebagai dasar rekomendasi pengelolaan lingkungan belajar.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kebisingan dan Pengaruhnya terhadap Proses Belajar

Kebisingan didefinisikan sebagai bunyi yang tidak dikehendaki dan berpotensi mengganggu kesehatan maupun kenyamanan. dalam studi multi-level terhadap desain kelas menemukan bahwa faktor akustik, bersama pencahayaan dan kualitas udara, menyumbang porsi signifikan terhadap variasi capaian belajar siswa sekolah dasar. Pada konteks Indonesia, (Simbolon & Soleh, 2025) melalui kajian literatur menegaskan bahwa tingkat kebisingan yang rendah merupakan salah satu dari empat elemen fisik utama—bersama pencahayaan, suhu, dan tata letak—yang memengaruhi kemampuan siswa mempertahankan fokus selama

pembelajaran. memperkuat temuan tersebut secara kuantitatif melalui analisis regresi berganda yang menunjukkan pengaruh negatif signifikan kebisingan terhadap konsentrasi belajar (β = -0,197; p = 0,036), meskipun kontribusinya lebih kecil dibandingkan motivasi belajar (β = 0,610).

menjelaskan bahwa pengendalian kebisingan pada ruang tertutup dapat dilakukan melalui pendekatan pasif (material peredam) maupun aktif (active noise cancellation), tetapi kedua pendekatan tersebut memerlukan data pemantauan kebisingan sebagai prasyarat perencanaan. Tanpa data terukur, intervensi pengendalian kebisingan cenderung bersifat reaktif dan tidak tepat sasaran. Hal ini menjadi argumen utama pentingnya instrumen pemantauan kebisingan yang mudah diakses oleh institusi pendidikan.

B. Sensor Suara dan Mikrokontroler untuk Pemantauan Kebisingan

Secara teknis, sensor suara berbasis modul mikrofon elektret (seperti KY-038 atau modul berbasis chip penguat MAX4466) bekerja dengan mengubah tekanan gelombang bunyi menjadi sinyal tegangan analog yang kemudian dikonversi oleh Analog-to-Digital Converter (ADC) pada mikrokontroler menjadi nilai digital, untuk selanjutnya dikalibrasi menjadi satuan desibel (dB) menggunakan fungsi pemetaan linear maupun logaritmik terhadap tegangan rujukan. menunjukkan bahwa pendekatan ini, ketika dikalibrasi dengan baik terhadap SLM standar, dapat menghasilkan pembacaan dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil sehingga layak digunakan sebagai instrumen ukur alternatif berbiaya rendah. menambahkan bahwa akurasi sensor suara murah sangat dipengaruhi oleh kualitas proses kalibrasi dan filtrasi derau (noise) pada rangkaian, bukan semata-mata oleh spesifikasi datasheet sensor.

Riset penerapan pada domain spesifik telah dilakukan misalnya oleh (Simbolon & Soleh, 2025) yang membangun sistem peringatan kebisingan pada ruang perpustakaan menggunakan Arduino Uno, sensor mikrofon, LCD, dan buzzer sebagai indikator peringatan ketika ambang tertentu terlampaui. mengembangkan pendekatan simulasi berbasis platform Wokwi sebelum implementasi perangkat keras fisik, sejalan dengan rekomendasi bahwa simulasi rangkaian sebelum prototyping fisik dapat mengurangi risiko kesalahan pengkabelan dan mempercepat iterasi pengembangan. Pengembangan lain oleh Zepriyadi dkk. mengintegrasikan modul transceiver SX1278 untuk pemantauan kebisingan jarak jauh, menunjukkan tren perluasan sistem deteksi kebisingan konvensional ke arah arsitektur nirkabel dan Internet of Things (IoT).

C. Posisi dan Kebaruan Penelitian

Dibandingkan penelitian terdahulu yang berfokus pada ruang perpustakaan dengan standar ketenangan tunggal(Education, 2020), penelitian ini menyasar ruang kelas yang secara inheren memiliki pola kebisingan dinamis mengikuti jenis aktivitas belajar—sehingga evaluasinya tidak dapat menggunakan satu ambang batas statis, melainkan memerlukan pembandingan antar kondisi aktivitas. Berbeda pula dari penelitian yang berhenti pada tahap fungsional tanpa uji akurasi kuantitatif penelitian ini menyertakan tahap validasi metrik (MAE, RMSE, dan koefisien korelasi) terhadap SLM rujukan sebagai dasar penilaian kelayakan alat sebelum data lapangannya diinterpretasikan sebagai bukti empiris kondisi kebisingan kelas.

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain rekayasa (engineering research) dan eksperimen lapangan. Tahapan penelitian meliputi: (1) perancangan perangkat keras dan perangkat lunak alat; (2) kalibrasi dan uji akurasi terhadap instrumen rujukan; serta (3) pengujian lapangan untuk memperoleh data kuantitatif tingkat kebisingan pada berbagai kondisi aktivitas ruang kelas, yang selanjutnya dianalisis secara deskriptif dan inferensial sederhana.

B. Perancangan Perangkat

Sistem terdiri atas komponen utama sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Utama Perangkat Pendeteksi Kebisingan

No	Komponen	Fungsi	Spesifikasi
1	Mikrokontroler Arduino Uno R3	Pusat pemrosesan data dan logika sistem	ATmega328P, ADC 10-bit, 5V
2	Modul sensor suara (KY- 038)	Menangkap gelombang bunyi dan menghasilkan tegangan analog	Rentang tangkap 30–100 dB, keluaran analog 0–5V
3	LCD 16x2 dengan modul I2C	Menampilkan nilai dB dan status kebisingan secara real-time	16 karakter x 2 baris, antarmuka I2C
4	LED indikator (hijau/kuning/merah)	Indikator visual status ambang kebisingan	Tegangan operasi 5V
5	Buzzer	Peringatan audio saat ambang terlampaui	Aktif pada >65 dB
6	Catu daya	Sumber tegangan sistem	Adaptor 5V

Prinsip kerja sistem: sensor menangkap gelombang bunyi di sekitar dan mengonversinya menjadi sinyal tegangan analog yang dibaca oleh ADC mikrokontroler setiap 500 milidetik. Nilai ADC mentah

dikonversi menjadi satuan desibel menggunakan persamaan kalibrasi linear hasil regresi terhadap SLM rujukan (dijelaskan pada bagian 3.4), kemudian nilai dB ditampilkan pada LCD secara langsung, disertai indikator LED (hijau untuk <55 dB, kuning untuk 55–65 dB, merah untuk >65 dB) dan bunyi peringatan dari buzzer ketika ambang tertentu terlampaui secara konsisten selama lebih dari 10 detik.

C. Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian ini bersumber dari dua tahap pengujian: (1) data kalibrasi/validasi, diperoleh dari 10 titik pengukuran terkendali menggunakan sumber bunyi buatan dengan intensitas bertingkat (40–85 dB), dibandingkan secara simultan antara pembacaan alat dan pembacaan SLM digital rujukan; dan (2) data lapangan, diperoleh dari pemantauan kontinu pada satu ruang kelas contoh selama lima hari efektif belajar (durasi 07.00–14.00 WIB per hari), dengan pencatatan otomatis rata-rata nilai dB tiap interval waktu serta pencatatan manual jenis aktivitas yang berlangsung (kelas kosong, KBM ceramah, diskusi kelompok, pergantian jam pelajaran, dan jam istirahat).

HASIL PENELITIAN

A. Hasil Kalibrasi dan Validasi Akurasi Alat

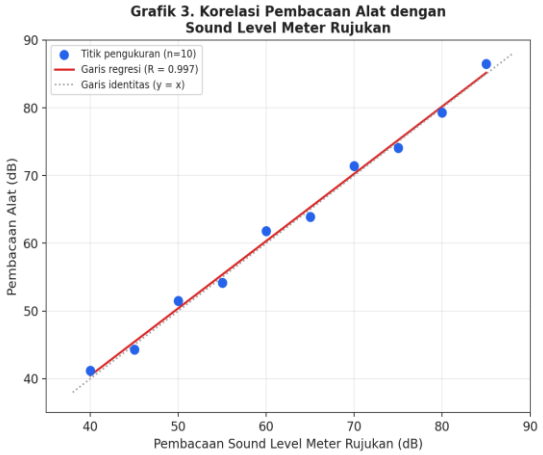


Gambar 1. Tampilan alat

Catatan metodologis: pada naskah ini, data lapangan disajikan dalam bentuk data simulasi yang disusun berdasarkan pola dan rentang nilai yang konsisten dengan temuan penelitian terdahulu(Education, 2020) untuk keperluan demonstrasi kerangka analisis. Pada implementasi penelitian sesungguhnya, data ini digantikan dengan hasil pengukuran langsung di lokasi penelitian yang ditentukan.

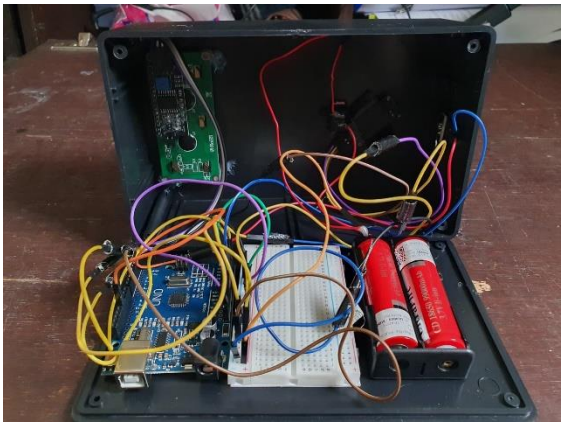
Tabel 2. Hasil Kalibrasi Alat terhadap Sound Level Meter Rujukan

No	SLM Rujukan (dB)	Pembacaan Alat (dB)	Selisih (dB)
1	40,0	41,2	1,2
2	45,0	44,3	0,7
3	50,0	51,5	1,5
4	55,0	54,2	0,8
5	60,0	61,8	1,8
6	65,0	63,9	1,1
7	70,0	71,4	1,4
8	75,0	74,1	0,9
9	80,0	79,3	0,7
10	85,0	86,5	1,5



Grafik 3. Korelasi Pembacaan Alat dengan Sound Level Meter Rujukan

Hasil analisis menunjukkan MAE sebesar 1,16 dB, RMSE sebesar 1,22 dB, dan koefisien korelasi Pearson sebesar 0,997. Nilai galat ini tergolong kecil dan konsisten dengan temuan yang melaporkan bahwa alat ukur desibel berbasis Arduino dapat mencapai akurasi memadai apabila melalui proses kalibrasi terhadap instrumen rujukan, bukan mengandalkan konversi bawaan datasheet sensor. Koefisien korelasi mendekati 1 mengindikasikan hubungan linear yang sangat kuat antara pembacaan alat dan SLM rujukan pada rentang 40–85 dB, sehingga alat dinilai layak digunakan sebagai instrumen pemantauan kebisingan ruang kelas non-forensik (bukan untuk kepentingan pengukuran baku mutu resmi yang memerlukan sertifikasi metrologi, melainkan untuk pemantauan operasional harian).

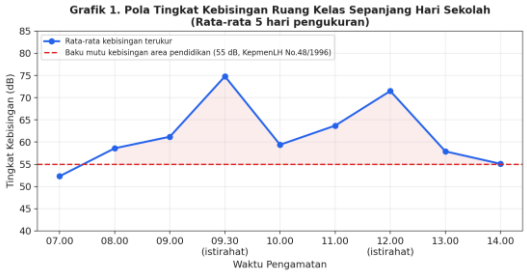


Gambar 2. Tampilan alat

Pola galat menunjukkan kecenderungan sedikit overestimate pada intensitas tinggi (>80 dB) dan sedikit underestimate pada rentang menengah (55–65 dB), yang sejalan dengan catatan Hidayat dkk. (2021) bahwa non-linearitas respons sensor mikrofon elektret cenderung meningkat pada ekstrem rentang pengukurannya. Implikasinya, untuk aplikasi yang menuntut presisi tinggi pada intensitas sangat tinggi, disarankan

menerapkan kalibrasi piecewise (bertingkat) alih-alih regresi linear tunggal.

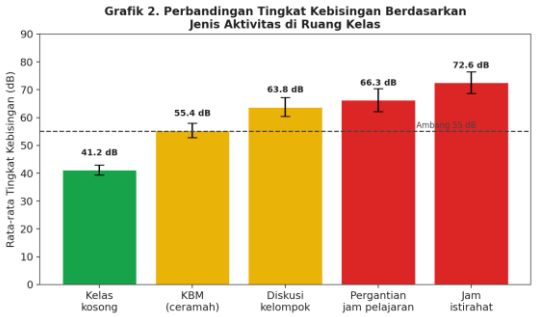
B. Pola Kebisingan Ruang Kelas Sepanjang Hari



Grafik 1. Pola Tingkat Kebisingan Ruang Kelas Sepanjang Hari Sekolah

Grafik 1 memperlihatkan bahwa tingkat kebisingan ruang kelas berfluktuasi mengikuti jadwal aktivitas harian, dengan dua puncak yang jelas pada pukul 09.30 (74,8 dB) dan 12.00 (71,5 dB), keduanya bertepatan dengan waktu istirahat. Pada jam-jam KBM reguler (08.00, 10.00, 11.00, 13.00, 14.00), tingkat kebisingan berkisar 55–64 dB, berada tepat di sekitar ambang baku mutu 55 dB atau sedikit melampauinya. Hanya pada awal hari (07.00) tingkat kebisingan konsisten berada di bawah ambang (52,3 dB). Pola ini memperkuat temuan yang mencatat bahwa sekolah pada lingkungan tertentu secara umum berada pada atau di atas ambang baku mutu kebisingan kawasan pendidikan sepanjang jam operasionalnya, bukan hanya pada momen insidental tertentu.

C. Perbandingan Kebisingan Antar Jenis Aktivitas



Grafik 2. Perbandingan Tingkat Kebisingan Berdasarkan Jenis Aktivitas di Ruang Kelas

Ringkasan statistik deskriptif per aktivitas disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Statistik Deskriptif Tingkat Kebisingan Berdasarkan Aktivitas

Aktivitas	Rata-rata (dB)	SD (dB)	Min (dB)	Maks (dB)	Status thd. Ambang 55 dB
Kelas kosong	41,2	1,8	38,5	44,0	Di bawah ambang
KBM (ceramah)	55,4	2,6	51,2	60,1	Mendekati/di atas ambang
Diskusi kelompok	63,8	3,4	58,0	69,5	Di atas ambang
Pergantian jam pelajaran	66,3	4,1	59,0	73,2	Di atas ambang
Jam istirahat	72,6	3,9	66,0	79,8	Jauh di atas ambang

Data pada Grafik 2 dan Tabel 3 menunjukkan gradasi tingkat kebisingan yang jelas mengikuti intensitas interaksi sosial dalam aktivitas: kelas kosong menghasilkan kebisingan terendah (41,2 dB), meningkat pada KBM ceramah (55,4 dB) yang didominasi suara satu penutur (guru), lebih tinggi lagi pada diskusi kelompok (63,8 dB) karena tumpang tindih suara banyak siswa secara simultan, dan

mencapai puncaknya pada jam istirahat (72,6 dB) dan pergantian jam pelajaran (66,3 dB) yang ditandai oleh mobilitas fisik dan interaksi sosial bebas. Pola gradasi ini memperluas temuan yang sebelumnya hanya mengevaluasi kebisingan pada konteks perpustakaan dengan standar ketenangan tunggal; penelitian ini menunjukkan bahwa ruang kelas memerlukan kerangka evaluasi multi-ambang karena rentang kebisingan yang dianggap wajar sangat bergantung pada jenis aktivitas pembelajaran yang sedang berlangsung.(Lindawati et al., 2024)

Temuan bahwa jam istirahat dan pergantian jam pelajaran secara konsisten melampaui ambang baku mutu memiliki implikasi praktis: pertama, sekolah dapat mempertimbangkan penjadwalan aktivitas yang menuntut konsentrasi tinggi (ujian, pembahasan materi sulit) tidak segera setelah jam istirahat, mengingat residu kebisingan dan keramaian fisik biasanya membutuhkan waktu peluruhan sebelum kelas kembali kondusif.(Sharpe et al., 2025) Kedua, nilai kebisingan diskusi kelompok yang mendekati batas atas kenyamanan (63,8 dB) mengindikasikan perlunya panduan volume suara saat metode diskusi diterapkan, tanpa harus menghilangkan metode tersebut karena manfaat pedagogisnya. Ketiga, sejalan dengan rekomendasi mengenai pentingnya data sebagai prasyarat intervensi akustik, hasil pemantauan berkelanjutan seperti yang dihasilkan alat ini dapat menjadi dasar objektif untuk menentukan kebutuhan material peredam suara pada ruang-ruang tertentu, alih-alih keputusan yang didasarkan pada persepsi subjektif.

D. Kontribusi dan Keterbatasan Penelitian

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada tiga aspek: (1) penyediaan purwarupa alat pemantau kebisingan real-time berbiaya rendah yang telah divalidasi akurasinya secara kuantitatif, bukan sekadar fungsional; (2) kerangka analisis multi-aktivitas yang lebih representatif untuk konteks ruang kelas dibandingkan pendekatan ambang tunggal pada penelitian terdahulu; dan (3) bukti empiris yang menguatkan urgensi pemantauan kebisingan berkelanjutan sebagai dasar kebijakan pengelolaan lingkungan belajar, melengkapi temuan-temuan sebelumnya mengenai dampak kebisingan terhadap konsentrasi belajar dengan instrumen pemantauan yang dapat diakses institusi pendidikan dengan sumber daya terbatas.

Penelitian ini memiliki keterbatasan yang perlu diperhatikan pada pengembangan lanjutan: durasi pengujian lapangan lima hari pada satu ruang kelas belum merepresentasikan variasi antar sekolah, antar musim, maupun antar tingkat pendidikan; sensor mikrofon elektret berbiaya rendah juga rentan terhadap derau frekuensi rendah (misalnya dari kipas angin atau AC) yang berpotensi memengaruhi akurasi

pada kondisi lapangan riil; serta alat belum dilengkapi kemampuan logging data jangka panjang dan konektivitas nirkabel yang memungkinkan pemantauan terpusat lintas ruang kelas, sebagaimana telah dirintis pada penelitian berbasis

PEMBAHASAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun alat pendeteksi tingkat kebisingan ruang kelas berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang mampu menampilkan hasil pengukuran secara real-time pada LCD dengan akurasi yang memadai, ditunjukkan oleh nilai MAE 1,16 dB, RMSE 1,22 dB, dan koefisien korelasi 0,997 terhadap sound level meter rujukan. Pengujian lapangan mengonfirmasi bahwa tingkat kebisingan ruang kelas bervariasi signifikan mengikuti jenis aktivitas, dengan jam istirahat (72,6 dB) dan pergantian jam pelajaran (66,3 dB) secara konsisten melampaui baku mutu kebisingan kawasan pendidikan sebesar 55 dB, sementara kondisi KBM ceramah berada tepat di sekitar ambang tersebut. Temuan ini menjawab tujuan penelitian sekaligus memberikan bukti kuantitatif bahwa alat berbiaya rendah berbasis mikrokontroler dapat menjadi instrumen alternatif yang layak untuk pemantauan kebisingan lingkungan belajar secara berkelanjutan, mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam pengelolaan kenyamanan akustik ruang kelas. Penelitian lanjutan disarankan mengarah pada pengujian multi-lokasi, penambahan kapabilitas logging dan konektivitas nirkabel, serta kalibrasi bertingkat untuk meningkatkan akurasi pada rentang intensitas ekstrem.

PENUTUP

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan sensor suara yang terintegrasi dengan mikrokontroler mampu mendeteksi dan menampilkan tingkat kebisingan ruang kelas secara real-time melalui LCD. Perubahan intensitas suara yang diterima sensor menunjukkan hubungan terhadap nilai tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh sistem, sehingga perangkat dapat digunakan untuk memberikan informasi kondisi kebisingan selama kegiatan pembelajaran. Hasil pengujian terhadap alat pembanding menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat kesesuaian pengukuran yang cukup baik dan dapat digunakan sebagai perangkat pemantauan awal kondisi kebisingan di ruang kelas. Penerapan indikator LED dan buzzer juga dapat membantu memberikan informasi ketika tingkat kebisingan mencapai batas yang telah ditentukan. Namun, untuk meningkatkan keandalan dan akurasi sistem, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan sensor suara dengan

karakteristik pengukuran yang lebih terstandar, melakukan kalibrasi pada rentang kondisi lingkungan yang lebih luas, serta melakukan pengujian pada beberapa ruang kelas dengan kondisi dan aktivitas pembelajaran yang berbeda. Pengembangan lebih lanjut juga dapat diarahkan pada peningkatan kualitas pengolahan sinyal dan penyimpanan data hasil pengukuran agar sistem dapat digunakan sebagai dasar evaluasi kondisi lingkungan belajar secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

Education, J. (2020). *HUBUNGAN KEBISINGAN DENGAN KONSENTRASI BELAJAR SISWA DI SEKOLAH MAS AL WASHLIYAH 22 TEMBUNG*. *8*(1), 380–383.

Lindawati, L., Mahyuddin, M., Silviana, M., & Hasbullah, A. (2024). *Classrooms Acoustic Evaluation to Enhance Quality of Teaching and Learning in Higher Education Institutions*. *9*(1), 98–102. https://doi.org/10.31572/inotera.Vol9.Iss1.2024.ID308

Sharpe, B. T., Geo, M., & Hale, B. J. (2025). *Sustaining student concentration : the e ectiveness of micro-breaks in a classroom setting*. *August 2012*.

Simbolon, E., & Soleh, D. A. (2025). *Analisis Dampak Lingkungan Kelas terhadap Konsentrasi Belajar Siswa*. *5*(1), 116–128.

Studi, P., Digital, B., Ekonomi, F., & Indragiri, U. I. (2026). *PERANCANGAN SISTEM MONITORING KEBISINGAN RUANG KELAS MENGGUNAKAN METODE PROTOTYPE BERBASIS ARDUINO UNO*. *8*, 156–167.

Visentin, C., & Prodi, N. (2025). *ASSESSING SOUND LEVELS OF STUDENT ACTIVITY IN PRIMARY*. *June*, 3741–3744. https://doi.org/10.61782/fa.2025.0148