

Pengukuran Tingkat Kebisingan Berbasis IOT Di Lingkungan Kerja

Imron¹, Lanuari, Galuh²

¹ Program Pascasarjana, Doktor Ilmu Lingkungan, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

² Fakultas Teknik, Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Universitas Indo Global Mandiri, Palembang, Indonesia

Email: ¹ imrondilunila@gmail.com, ² galuhlanuari22@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: imrondilunila@gmail.com

Abstrak—Kebisingan merupakan salah satu faktor bahaya fisik yang dapat memengaruhi kenyamanan, kesehatan, dan efektivitas aktivitas manusia, termasuk dalam lingkungan pendidikan. Di Indonesia, batas kebisingan untuk area pendidikan ditetapkan sebesar 55 dB(A) berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996, sedangkan Permenaker No. 5 Tahun 2018 menetapkan Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan kerja sebesar 85 dB(A) untuk paparan 8 jam. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat kebisingan secara real-time dan berkelanjutan menggunakan sistem berbasis Internet of Things (IoT) di lingkungan Universitas Indo Global Mandiri. Pengukuran dilakukan selama tiga hari pada tiga lokasi, yaitu parkir, kantin, dan lantai 2 Gedung B, menggunakan metode kuantitatif deskriptif. Data kebisingan direkam selama 24 jam pada setiap titik, kemudian dianalisis untuk memperoleh nilai minimum, maksimum, rata-rata, serta fluktuasi berdasarkan waktu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh lokasi masih berada dalam kategori aman berdasarkan regulasi nasional, meskipun beberapa lonjakan sesaat melebihi 55 dB di area kantin dan parkir pada jam-jam tertentu. Area kantin memiliki rata-rata kebisingan tertinggi (48,9 dB), diikuti parkir (46,3 dB), sementara lantai 2 Gedung B menjadi area paling tenang (44,9 dB). Fluktuasi kebisingan dipengaruhi oleh aktivitas mahasiswa, pergerakan kendaraan, waktu operasional, dan kondisi lingkungan. Penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi IoT efektif dalam menyediakan pemantauan kebisingan kontinu dan komprehensif, serta berpotensi menjadi dasar pengendalian kebisingan kampus yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Kebisingan, *Internet Of Things* (IoT), Pemantauan Real-Time, Lingkungan Kampus, Paparan Kebisingan

1. PENDAHULUAN

Kebisingan didefinisikan sebagai bunyi yang tidak diinginkan dan dapat mengganggu kenyamanan, kesehatan, serta aktivitas manusia. Dalam konteks kesehatan dan keselamatan kerja (K3), kebisingan merupakan salah satu faktor bahaya fisik yang dapat menimbulkan dampak negatif apabila intensitas dan durasi paparannya melebihi batas yang diperkenankan (WHO, 2018). Paparan kebisingan tidak hanya berdampak pada gangguan pendengaran, tetapi juga berpengaruh terhadap aspek non-auditori seperti peningkatan stres, gangguan konsentrasi, kelelahan, gangguan tidur, serta penurunan produktivitas dan kenyamanan belajar. Di lingkungan pendidikan seperti kampus, kebisingan berpotensi menghambat proses belajar-mengajar dan menurunkan kualitas lingkungan akademik (Wahyuni, S., & Kurniawan. D., 2020).

Di Indonesia, ketentuan mengenai kebisingan lingkungan diatur dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996, yang menetapkan bahwa Area pendidikan memiliki ambang batas kebisingan sebesar 55 dB(A). Sementara itu, untuk lingkungan kerja, Permenaker No. 5 Tahun 2018 menetapkan Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan sebesar 85 dB(A) untuk paparan selama 8 jam kerja per hari. Paparan di atas nilai tersebut berisiko menimbulkan gangguan kesehatan, khususnya gangguan pendengaran akibat kerja.

Meskipun berbagai penelitian mengenai kebisingan telah banyak dilakukan, sebagian besar metode pengukuran yang digunakan masih bersifat konvensional dan dilakukan secara manual dalam rentang waktu terbatas. Kondisi ini menyebabkan terbatasnya data kebisingan jangka panjang yang mampu menggambarkan variasi temporal secara *real-time*. Selain itu, penelitian terkait pengukuran kebisingan berbasis *Internet of Things* (IoT) di lingkungan kampus, khususnya pada Universitas Indo Global Mandiri, masih sangat terbatas. Padahal, teknologi IoT memiliki potensi besar dalam melakukan pemantauan kebisingan secara berkelanjutan, otomatis, serta dapat diakses jarak jauh untuk mendukung analisis dan pengambilan keputusan yang lebih efektif.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pengukuran kebisingan dilakukan secara real-time, kontinu, dan terintegrasi dengan sistem jaringan. Pengukuran kebisingan berbasis IoT umumnya menggunakan sensor suara yang terhubung dengan mikrokontroler dan sistem komunikasi data (seperti Wi-Fi), sehingga hasil pengukuran dapat dikirim dan disimpan secara otomatis pada server atau platform berbasis *cloud* (Santini *et al.*, 2008). Keunggulan sistem IoT dibandingkan metode konvensional adalah kemampuannya dalam melakukan pemantauan jangka panjang, penyimpanan data otomatis, serta visualisasi data dalam bentuk grafik atau *dashboard*. Sistem ini sangat sesuai untuk pemantauan kebisingan di lingkungan kampus yang memiliki variasi aktivitas sepanjang waktu (Siddik, 2023).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran nyata mengenai tingkat kebisingan di lingkungan Universitas Indo Global Mandiri, khususnya di area parkir, kantin, dan lantai 2 Gedung B. Dengan penerapan sistem pengukuran kebisingan berbasis IoT, penelitian ini diharapkan menjadi dasar dalam pengambilan kebijakan pengendalian kebisingan kampus secara berkelanjutan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung terciptanya lingkungan kampus yang lebih sehat, nyaman, dan kondusif bagi kegiatan akademik, serta menjadi referensi bagi pengembangan sistem monitoring kebisingan di institusi pendidikan lainnya di masa depan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Kerangka Dasar Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif yang dirancang untuk menggambarkan kondisi tingkat kebisingan lingkungan secara objektif dan terukur pada kawasan pendidikan. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian berfokus pada pengukuran numerik intensitas kebisingan yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB), sedangkan pendekatan deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai karakteristik kebisingan berdasarkan lokasi, waktu, serta aktivitas yang berlangsung. Penelitian dilaksanakan di lingkungan Universitas Indo Global Mandiri Palembang, yang merupakan kawasan dengan tingkat aktivitas manusia cukup tinggi sehingga berpotensi menimbulkan paparan kebisingan yang beragam.

Objek penelitian adalah tingkat kebisingan lingkungan, dengan tiga lokasi pengukuran utama yang dipilih secara purposif berdasarkan fungsi ruang dan intensitas aktivitas, yaitu area parkir, area kantin, dan lantai 2 Gedung B. Pemilihan lokasi tersebut didasarkan pada asumsi bahwa perbedaan fungsi ruang dan pola aktivitas pengguna kampus akan memengaruhi variasi tingkat kebisingan yang terjadi. Variabel utama dalam penelitian ini adalah tingkat kebisingan lingkungan, sedangkan variasi waktu pengukuran dan aktivitas yang berlangsung di masing-masing lokasi diperlakukan sebagai variabel pendukung yang berperan dalam menjelaskan fluktuasi kebisingan.

Kerangka pemikiran penelitian dibangun atas dasar hubungan antara aktivitas manusia, penggunaan ruang, dan paparan kebisingan di lingkungan pendidikan. Aktivitas seperti lalu lintas kendaraan, interaksi sosial, dan kegiatan akademik diasumsikan berkontribusi terhadap peningkatan tingkat kebisingan pada waktu dan lokasi tertentu. Data kebisingan yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif dengan menentukan nilai maksimum (Max), rata-rata (Avg), dan minimum (Min) sebagai indikator utama untuk menggambarkan intensitas dan variasi kebisingan. Hasil analisis tersebut selanjutnya dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan untuk lingkungan pendidikan sebagaimana tercantum dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 dan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018. Perbandingan ini bertujuan untuk menilai tingkat kesesuaian kondisi kebisingan di lokasi penelitian terhadap standar yang berlaku, sekaligus menjadi dasar dalam evaluasi risiko dan perumusan rekomendasi pengendalian kebisingan yang relevan.

2.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga hari, yaitu pada 10–13 Desember 2025, dengan tahapan penelitian yang disusun secara sistematis dan berurutan guna menjamin keterandalan data serta ketepatan hasil analisis. Tahap awal penelitian diawali dengan kegiatan persiapan dan perencanaan, yang meliputi identifikasi permasalahan kebisingan di lingkungan kampus, penentuan lokasi pengukuran, serta penyiapan perangkat pengukuran kebisingan berbasis *Internet of Things* (IoT). Pada tahap ini juga dilakukan penentuan titik pemasangan alat agar mampu merepresentasikan kondisi kebisingan secara optimal di setiap lokasi penelitian.

Tahap berikutnya adalah pelaksanaan pengukuran kebisingan, yang dilakukan dengan memasang alat pengukur secara statis pada masing-masing lokasi yang telah ditentukan. Alat pengukuran dioperasikan selama 24 jam penuh pada setiap lokasi untuk memperoleh data kebisingan secara kontinu, sehingga variasi kebisingan harian yang dipengaruhi oleh perbedaan waktu dan aktivitas dapat terekam dengan baik. Penggunaan sistem IoT memungkinkan proses pencatatan data berlangsung secara otomatis dan berkelanjutan, sehingga meminimalkan potensi kehilangan data serta meningkatkan akurasi hasil pengukuran.

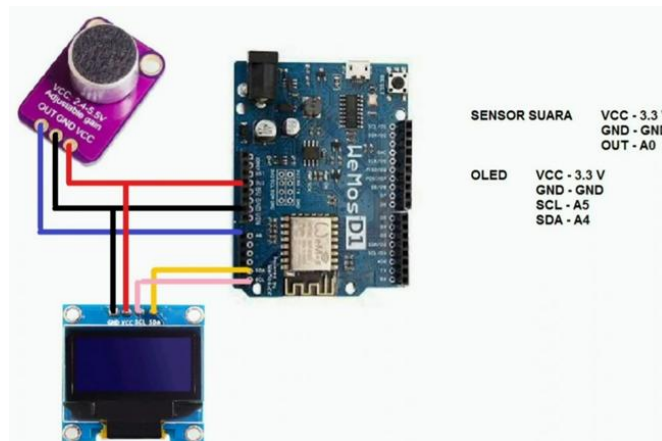
Setelah data terkumpul, tahap selanjutnya adalah pengolahan dan analisis data. Data tingkat kebisingan yang diperoleh diolah secara deskriptif dengan menghitung nilai maksimum, rata-rata, dan minimum pada setiap lokasi pengukuran. Selain itu, dilakukan analisis fluktuasi kebisingan berdasarkan variasi waktu dan aktivitas yang berlangsung, dengan tujuan untuk mengidentifikasi pola paparan kebisingan serta menentukan periode dan titik lokasi yang berpotensi mengalami tingkat kebisingan tertinggi. Analisis ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai dinamika kebisingan di lingkungan kampus, tidak hanya berdasarkan nilai rata-rata, tetapi juga berdasarkan perubahan intensitas kebisingan sepanjang waktu.

Tahap akhir penelitian adalah penyusunan rekomendasi pengendalian kebisingan, yang dirumuskan berdasarkan hasil pengukuran dan analisis data. Rekomendasi disusun dengan mengacu pada hierarki pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), yang mencakup pengendalian teknis, administratif, dan perilaku, serta mempertimbangkan kondisi aktual di lapangan. Dengan pendekatan tersebut, rekomendasi yang dihasilkan diharapkan tidak hanya bersifat normatif, tetapi juga aplikatif dan relevan untuk diterapkan dalam upaya pengelolaan kebisingan di lingkungan pendidikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Skematik Rangkaian Sensor Suara Level Kebisingan

Pada penelitian ini sensor yang digunakan adalah sensor suara GY Max 4466 untuk mendeteksi kebisingan dan menggunakan mikrokontroler ESP-32 sebagai proses data dan penggunaan modul OLED sebagai interface pembacaan data luaran dari sensor suara GY Max 4466. Rangkaian sensor yang digunakan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skematik Rangkain Sensor Kebisingan

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 1 merupakan bentuk skematik rangkaian dari alat sistem monitoring yang akan dibuat. Sebelum pin pada setiap sensor dihubungkan terlebih dahulu hubungkan *power supply* ke sistem mikrokontroler yang digunakan, lalu *ground* (-) *stepdown* dihubungkan pada *ground* mikrokontroler, dan Vcc (+) dihubungkan ke Vin mikrokontroler, *stepdown* berfungsi sebagai pengontrol arus dari *power supply* ke mikrokontroler agar arus yang masuk bisa sesuai dengan masukkan mikrokontroler yaitu 3V-5V. Selanjutnya pin pada setiap sensor suara akan dihubungkan ke mikrokontroler ESP 32. Diawali dengan memasang ESP 32 ke *breadboard*, selanjutnya memasang Pin gnd (*ground*) pada sensor suara GY Max 4466 lalu dihubungkan ke *ground* pada mikrokontroler menggunakan jumper, kemudian menghubungkan pin Vcc sensor ke pin Vin mikrokontroler, dan terakhir menghubungkan pin output pada sensor ke pin GPIO mikrokontroler.

3.2 Rangkaian Alat yang telah Direalisasikan



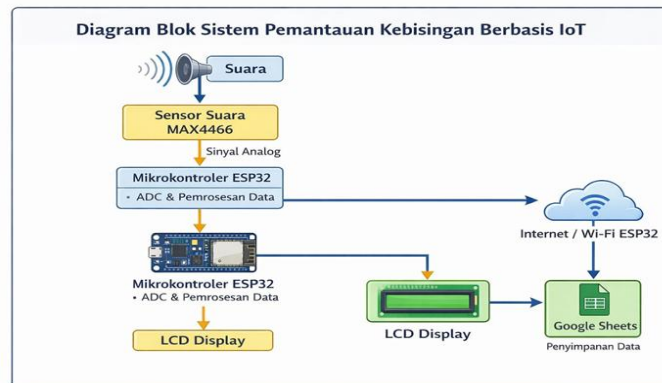
Gambar 2. Rangkaian Alat yang Terealisasikan

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 2 merupakan perangkat sistem pemantauan kebisingan berbasis *Internet of Things* (IoT) yang telah terealisasikan terdiri atas sensor kebisingan, *power supply*, dan perangkat Wi-Fi portabel. Sensor kebisingan berfungsi untuk mendeteksi intensitas suara lingkungan dan mengonversikannya menjadi sinyal listrik yang selanjutnya diproses oleh sistem. *Power supply* digunakan sebagai sumber catu daya untuk memastikan seluruh rangkaian alat dapat beroperasi secara stabil dan mandiri selama proses pengukuran. Sementara itu, perangkat Wi-Fi portabel berperan sebagai penyedia koneksi internet sehingga data kebisingan yang dihasilkan dapat dikirimkan secara *real-time* ke media penyimpanan daring untuk keperluan pencatatan dan analisis lebih lanjut. Implementasi sistem monitoring kebisingan berbasis IoT terbukti mampu meningkatkan efektivitas pengawasan lingkungan kerja maupun lingkungan pendidikan karena data kebisingan dapat dikirim dan disimpan secara otomatis tanpa pencatatan manual (Rahman & Syamsuddin, 2020). Menurut Integrasi *Internet of Things* (IoT) dengan metode *machine learning* dalam sistem pemantauan kebisingan memungkinkan

klasifikasi sumber suara dan analisis tingkat kebisingan secara lebih mendalam, sehingga dapat mendukung pengelolaan kebisingan lingkungan yang lebih efektif (Takale & Mulani, 2025).

3.3 Diagram Blok Sistem Kebisingan



Gambar 3. Diagram Blok Sistem

Sumber: Dokumentasi Pribadi

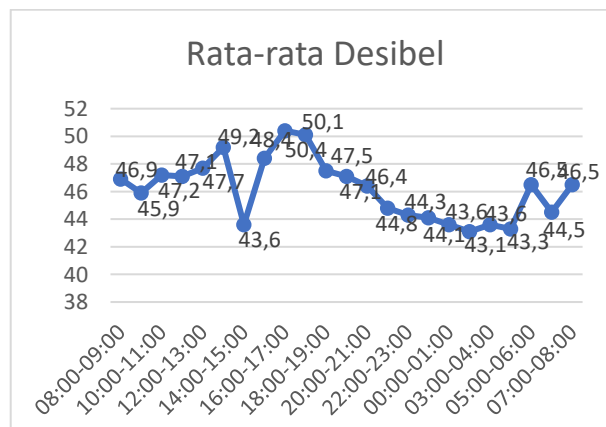
Sistem pemantauan kebisingan berbasis *Internet of Things* (IoT) ini bekerja dengan mendeteksi suara lingkungan menggunakan sensor suara MAX4466. Sensor tersebut berfungsi mengonversi gelombang suara menjadi sinyal analog, yang selanjutnya diproses oleh mikrokontroler ESP32 melalui fitur *Analog to Digital Converter* (ADC) untuk memperoleh data kebisingan dalam bentuk digital. Data hasil pemrosesan kemudian ditampilkan secara real-time pada *LCD display* sebagai media pemantauan langsung di lapangan, serta dikirimkan melalui koneksi Wi-Fi ke jaringan internet. Selanjutnya, data kebisingan disimpan pada *Google Sheets* sebagai basis data daring yang memungkinkan pencatatan, pemantauan, dan analisis tingkat kebisingan secara berkelanjutan. Pendekatan pemantauan kebisingan berbasis IoT ini dinilai efektif dalam menyediakan data lingkungan secara real-time dan terdokumentasi dengan baik, sebagaimana ditunjukkan pada penelitian sebelumnya terkait sistem monitoring kebisingan berbasis IoT (Wahyuni & Kurniawan, 2020).

3.4 Tingkat Paparan Kebisingan di Lingkungan Universitas Indo Global Mandiri

Pengukuran tingkat paparan kebisingan yang dilakukan selama tiga hari secara realtime selama 24 jam di tiga lokasi—parkiran, kantin, dan lantai 2 Gedung B Universitas Indo Global Mandiri—memberikan gambaran menyeluruh mengenai dinamika kebisingan di lingkungan kampus. Variasi tingkat kebisingan yang muncul pada setiap lokasi menunjukkan bahwa setiap area memiliki karakteristik aktivitas manusia yang berbeda, sehingga memengaruhi intensitas bunyi yang terekam.

Area parkir cenderung memiliki fluktuasi kebisingan yang tinggi akibat aktivitas keluar-masuk kendaraan bermotor. Sementara itu, kantin memperlihatkan kebisingan yang dipengaruhi oleh kepadatan mahasiswa saat jam istirahat dan interaksi sosial yang terjadi. Pada lantai 2 Gedung B, tingkat kebisingan lebih dipengaruhi oleh aktivitas akademik seperti lalu-lalang mahasiswa, kegiatan perkuliahan, serta penggunaan fasilitas ruang belajar. Perbedaan pola kebisingan ini mengindikasikan bahwa aktivitas manusia merupakan faktor dominan yang membentuk profil kebisingan di lingkungan kampus. Hasil pemantauan realtime juga memungkinkan identifikasi waktu-waktu puncak kebisingan serta area kritis yang berpotensi melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan.

3.5 Data Per Jam dari Tiga Lokasi

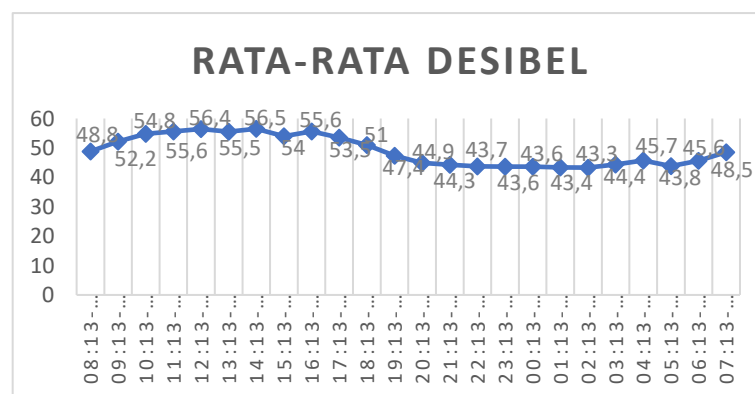


Gambar 4 Rata-rata Pengukuran Per Jam di Area Parkiran

Sumber: Hasil Penelitian 2025

Berdasarkan Gambar 4, pengukuran tingkat kebisingan di area parkir Universitas Indo Global Mandiri menunjukkan adanya variasi intensitas bunyi pada setiap jam pengukuran. Secara umum, nilai kebisingan yang terekam sepanjang periode pengamatan masih berada dalam kategori aman apabila dibandingkan dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan untuk kawasan pendidikan, serta ketentuan Permenaker No. 5 Tahun 2018 mengenai Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan di lingkungan kerja. Kedua regulasi tersebut menetapkan batas kebisingan pada kisaran 55 dB untuk lingkungan kampus dan 85 dB untuk lingkungan kerja, sehingga hasil pengukuran di parkir berada jauh di bawah batas yang diperkenankan. Variasi tingkat kebisingan tampak jelas, dengan angka tertinggi tercatat pada pukul 16:00–17:00 sebesar 50,4 dB. Peningkatan ini dipengaruhi oleh tingginya aktivitas kendaraan dan mobilitas mahasiswa pada jam pulang kuliah, sehingga memunculkan intensitas kebisingan yang lebih besar dibandingkan jam lainnya. Sebaliknya, angka terendah terjadi pada pukul 02:00–03:00 yaitu sebesar 43,1 dB, disebabkan oleh kondisi kampus yang telah tutup di malam hari sehingga aktivitas manusia serta kendaraan hampir tidak ada.

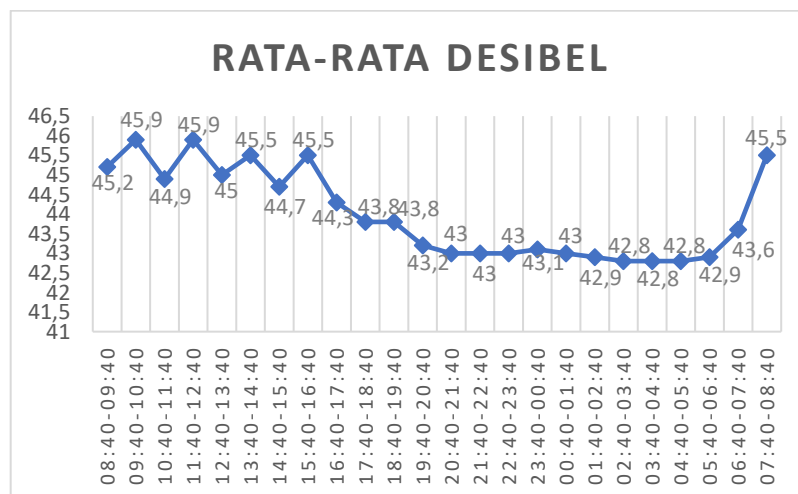
Penerapan teknologi IoT dalam pemantauan kebisingan di lingkungan pendidikan memungkinkan identifikasi tingkat kebisingan yang berpotensi mengganggu proses belajar, sehingga dapat dijadikan dasar dalam pengendalian lingkungan belajar yang lebih kondusif (Putri & Hidayat, 2022).



Gambar 5. Rata-rata Pengukuran Per Jam di Area Kantin

Sumber: Hasil Penelitian 2025

Berdasarkan Gambar 5, pengukuran tingkat kebisingan di area kantin Universitas Indo Global Mandiri memperlihatkan pola yang relatif stabil diatas 50 dBselama jam operasional kampus, dengan rentang nilai rata-rata 52,2 dB hingga 56,5 dB dari jam 09.13-17.13. Secara umum, intensitas kebisingan tersebut mencerminkan tingginya aktivitas sosial mahasiswa yang menjadikan kantin sebagai pusat keramaian pada jam tertentu. Terlihat adanya beberapa periode ketika nilai kebisingan melampaui baku tingkat kebisingan 55 dB yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 untuk kawasan pendidikan. Kenaikan tersebut terjadi pada pukul 12.13–15.13, yaitu saat jam makan siang dan waktu istirahat, sehingga aktivitas mahasiswa meningkat secara signifikan. Selain itu, kebisingan di atas NAB juga muncul pada pukul 16.13–17.13 dengan nilai mencapai 55,6 dB, dipengaruhi oleh mobilitas mahasiswa yang pulang kuliah serta aktivitas pembersihan kantin menjelang penutupan.

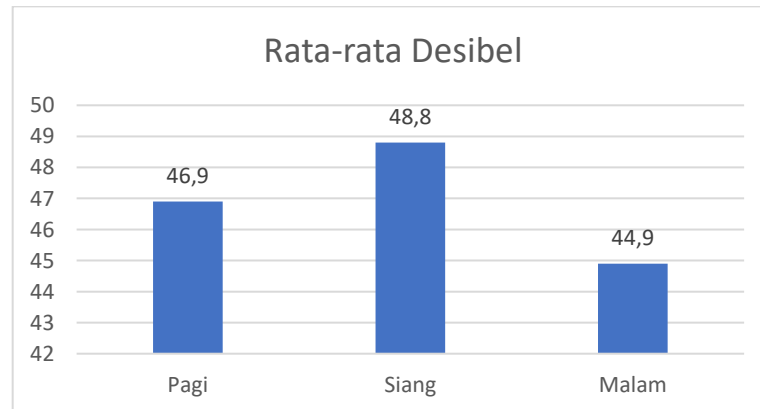


Gambar 6 Rata-rata Pengukuran Per Jam di Area Lantai 2 Gedung B

Sumber: Hasil Penelitian 2025

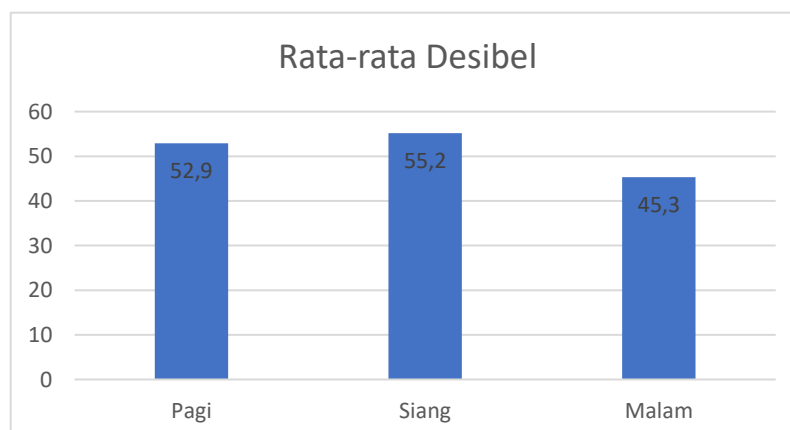
Berdasarkan Gambar 6, hasil pengukuran tingkat kebisingan di area lantai 2 Gedung B Universitas Indo Global Mandiri menunjukkan bahwa intensitas kebisingan berada pada kategori aman, di waktu jam kerja dengan rentang nilai 44,7 dB hingga 45,9 dB. Nilai ini berada jauh di bawah batas kebisingan lingkungan pendidikan yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 (55 dB) maupun NAB kebisingan kerja menurut Permenaker No. 5 Tahun 2018 (85 dB). Tingkat kebisingan yang relatif rendah di lokasi ini dipengaruhi oleh sifat aktivitas yang berlangsung di lantai tersebut. Area ini didominasi oleh aktivitas mahasiswa yang menuju ruang kelas, melakukan perpindahan antar-ruangan, serta mengunjungi biro administrasi kampus. Kebisingan lingkungan dapat dipantau secara real-time dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan sensor suara, mikrokontroler, dan sistem pengiriman data berbasis jaringan, sehingga informasi tingkat kebisingan dapat diakses secara cepat dan efisien (Prasetyo & Nugroho, 2021).

3.6 Data Pengukuran Per Periode (Pagi, Siang, Malam)



Gambar 7. Rata-rata Pengukuran Per periode di Area Parkiran
Sumber: Hasil Penelitian 2025

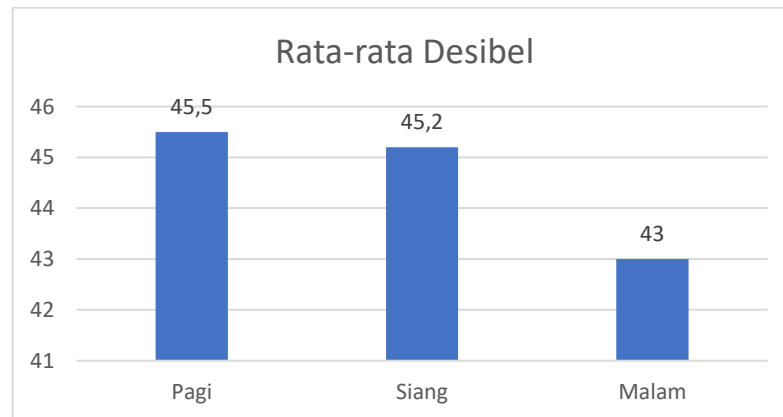
Berdasarkan Gambar 7, tingkat kebisingan yang diukur di area parkir berdasarkan periode waktu pagi, siang, dan malam menunjukkan adanya variasi yang dipengaruhi oleh aktivitas lingkungan serta kondisi eksternal. Pada periode siang hari, intensitas kebisingan tercatat sebagai yang tertinggi, yaitu sebesar 48,8 dB. Peningkatan tingkat kebisingan ini dipengaruhi oleh kondisi cuaca hujan saat pengukuran berlangsung, di mana suara tetesan air hujan yang mengenai permukaan bangunan serta meningkatnya aktivitas mahasiswa yang mencari tempat berteduh turut berkontribusi terhadap kenaikan intensitas bunyi. Sementara itu, pada periode pagi hari, tingkat kebisingan mencapai 46,9 dB, yang disebabkan oleh tingginya mobilitas kendaraan yang memasuki lingkungan kampus. Aktivitas lalu lintas di sekitar area kampus pada jam-jam tersebut memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan tingkat kebisingan. Adapun pada periode malam hari, tingkat kebisingan menunjukkan nilai yang paling rendah, yaitu sebesar 44,9 dB, sejalan dengan berkurangnya aktivitas manusia dan kendaraan di lingkungan kampus setelah jam operasional berakhir.



Gambar 8 Rata-rata Pengukuran Per periode di Area Kantin
Sumber: Hasil Penelitian 2025

Berdasarkan Gambar 8, tingkat kebisingan di area kantin Universitas Indo Global Mandiri menunjukkan perbedaan yang cukup jelas pada setiap periode waktu (pagi, siang, dan malam). Pada periode siang hari, tingkat kebisingan tercatat sebagai yang tertinggi, yaitu 55,2 dB. Nilai ini dipengaruhi oleh aktivitas mahasiswa yang meningkat pada jam makan siang dan waktu istirahat, sehingga interaksi sosial, pergerakan, dan penggunaan fasilitas kantin berada pada titik paling padat. Pada periode pagi hari, kebisingan berada pada kisaran 52,9 dB, yang juga relatif tinggi karena pada waktu ini banyak mahasiswa yang sudah mulai memanfaatkan area kantin untuk sarapan, menunggu jadwal kuliah, atau berkumpul

sebelum aktivitas perkuliahan dimulai. Aktivitas ini menghasilkan suara yang lebih intens dibandingkan periode malam. Sementara itu, periode malam hari menunjukkan tingkat kebisingan yang paling rendah, yaitu 45,3 dB. Hal ini terjadi karena sebagian besar kegiatan kampus telah selesai, kantin mulai tutup, dan hampir tidak ada aktivitas mahasiswa yang memicu peningkatan kebisingan.



Gambar 9. Rata-rata Pengukuran Per periode di Area Lantai 2 Gedung B
Sumber: Hasil Penelitian 2025

Berdasarkan Gambar 9, tingkat kebisingan di area lantai 2 Gedung B Universitas Indo Global Mandiri menunjukkan pola yang relatif rendah dan stabil pada seluruh periode pengukuran (pagi, siang, dan malam). Pada periode pagi hari, tingkat kebisingan tercatat sebesar 45,5 dB, yang dipengaruhi oleh aktivitas mahasiswa yang mulai memasuki ruang kelas atau mengunjungi biro akademik untuk keperluan administrasi. Mobilitas mahasiswa pada waktu ini masih tergolong wajar dan tidak menimbulkan kebisingan yang signifikan.

Pada periode siang hari, tingkat kebisingan sedikit menurun menjadi 45,2 dB. Penurunan ini disebabkan oleh menurunnya aktivitas lalu-lalang mahasiswa di koridor lantai 2 saat sebagian besar kegiatan perkuliahan berlangsung di dalam kelas dan ada juga di karenakan selesainya perkuliahan. Sementara itu, pada periode malam hari, kebisingan berada pada angka 43 dB, menjadikannya nilai terendah dibandingkan dua periode sebelumnya dan juga yang terendah di antara ketiga lokasi pengukuran dalam penelitian ini. Rendahnya kebisingan pada malam hari disebabkan oleh tidak adanya aktivitas perkuliahan, minimnya mobilitas mahasiswa, serta kondisi area yang sepenuhnya berada di dalam ruangan sehingga tidak terpengaruh oleh kebisingan lingkungan luar.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa lingkungan lantai 2 Gedung B merupakan area yang paling tenang dibandingkan kantin dan parkir. Selain karena aktivitas manusia yang lebih sedikit, faktor lain yang memengaruhi rendahnya kebisingan adalah karakteristik lokasi yang berada di dalam ruangan, sehingga suara dari luar tidak mudah masuk dan memengaruhi tingkat kebisingan.

Tabel 1. Perbandingan Kebisingan Antar Lokasi Sumber: Hasil Penelitian 2025

Lokasi	Mean	Sd	Min	Max
Parkiran	46.3 dB	4.19	42.2 dB	81.8 dB
Kantin	48.9 dB	6.34	42.5 dB	82.3 dB
Gedung B L2	44.9 dB	2.19	41 dB	59.3 dB

Berdasarkan Tabel 1, hasil perbandingan pengukuran kebisingan selama 24 jam (*real time*) pada tiga lokasi penelitian, yaitu parkir, kantin, dan lantai 2 Gedung B, menunjukkan bahwa nilai rata-rata kebisingan di seluruh lokasi berada di bawah Nilai Ambang Batas (NAB) yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 untuk kawasan pendidikan serta tetap aman menurut Permenaker No. 5 Tahun 2018 terkait batas kebisingan kerja (85 dB).

Pada area parkir, rata-rata kebisingan tercatat sebesar 46,3 dB, yang masih termasuk dalam kategori aman. Meskipun terjadi peningkatan suara hingga 81,8 dB, lonjakan tersebut hanya berlangsung beberapa saat dan kemungkinan disebabkan oleh suara knalpot kendaraan yang melintas. Kenaikan sesaat seperti ini tidak menimbulkan risiko terhadap kesehatan pendengaran karena durasinya sangat singkat, sehingga masih dianggap aman berdasarkan Permenaker No. 5 Tahun 2018. Di area kantin, rata-rata kebisingan berada pada angka 48,9 dB, dengan nilai maksimum mencapai 82,3 dB. Peningkatan sesaat ini berpotensi berasal dari aktivitas intens mahasiswa pada jam-jam sibuk, seperti jam makan siang atau interaksi kelompok besar. Walaupun nilai maksimum tersebut melampaui batas 55 dB menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996, durasinya yang hanya terjadi dalam hitungan menit membuatnya tetap aman.

terhadap pendengaran menurut standar Permenaker. Sementara itu, area lantai 2 Gedung B menunjukkan tingkat kebisingan paling rendah di antara ketiga lokasi pengukuran, dengan rata-rata 44,9 dB dan nilai maksimal 59,3 dB. Kenaikan ini kemungkinan disebabkan oleh lalu lintas mahasiswa secara berkelompok pada waktu tertentu. Namun secara keseluruhan, tingkat kebisingan tetap berada dalam batas aman dan tidak menimbulkan gangguan signifikan.

Untuk nilai minimum pada ketiga lokasi, semuanya terjadi pada periode malam hari, yang dapat dijelaskan oleh minimnya aktivitas manusia dan kendaraan setelah jam operasional kampus selesai. Secara keseluruhan, data pada Tabel 1 menegaskan bahwa ketiga lokasi masih berada pada kategori aman terhadap risiko kesehatan pendengaran, meskipun terdapat beberapa lonjakan sesaat yang dipengaruhi oleh aktivitas tertentu

Tabel 2. Perbandingan Kebisingan Berdasarkan Periode (Pagi, Siang, Malam) di 3 Lokasi

Lokasi	Jam	Mean	Sd	Min	Max
Parkiran	Pagi	46.9	3.39	46.9	74.3
Parkiran	Siang	48.8	4.94	44.1	48.8
Parkiran	Malam	44.9	3.45	42.2	81.8
Kantin	Pagi	52.9	5.74	43.5	83.3
Kantin	Siang	55.2	5.48	45	78.7
Kantin	Malam	45.3	3.58	42.5	66.3
Gedung B L2	Pagi	45.5	2.52	43	59.3
Gedung B L2	Siang	45.2	5.71	41	58
Gedung B L2	Malam	43	0.90	42	54.2

Sumber: Hasil Penelitian 2025

Berdasarkan Tabel 2, hasil perbandingan tingkat kebisingan pada tiga lokasi penelitian—parkiran, kantin, dan lantai 2 Gedung B—menunjukkan bahwa rata-rata kebisingan pada seluruh periode waktu masih berada di bawah nilai ambang batas yang ditetapkan oleh regulasi yang berlaku. Satu-satunya pengecualian terjadi pada area kantin pada periode siang hari, dengan rata-rata 55,2 dB, yang sedikit melebihi baku mutu kebisingan 55 dB menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996. Meskipun terdapat selisih 0,2 dB, nilai ini masih tergolong aman dan tidak membahayakan bagi mahasiswa karena tidak mencapai tingkat yang berpotensi merusak pendengaran.

Dari aspek nilai maksimal, angka tertinggi tercatat di area kantin pada pagi hari, yaitu 83,3 dB, disusul oleh area parkiran pada malam hari dengan 81,8 dB. Lonjakan kebisingan tersebut kemungkinan disebabkan oleh aktivitas mahasiswa yang masih berada di kawasan kampus pada saat itu atau berasal dari suara knalpot kendaraan yang melintas. Meskipun nilai maksimal ini melebihi baku mutu kebisingan lingkungan pendidikan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, kondisi tersebut masih dapat dianggap wajar karena merupakan suara tiba-tiba yang sifatnya insidental dan hanya terjadi dalam waktu singkat.

Menurut Permenaker No. 5 Tahun 2018, kebisingan dengan intensitas hingga 85 dB dalam durasi 8 jam kerja masih berada dalam kategori aman bagi pendengaran. Oleh karena itu, lonjakan singkat yang terjadi di kantin maupun parkiran tidak memberikan dampak signifikan terhadap kesehatan pendengaran.

Sementara itu, nilai minimal terendah tercatat di lantai 2 Gedung B pada malam hari, yaitu 41 dB. Rendahnya kebisingan pada periode ini mencerminkan minimnya aktivitas manusia, serta lokasi yang berada di dalam ruangan, sehingga suara dari luar tidak banyak memengaruhi tingkat kebisingan. Dibandingkan periode pagi dan siang, kondisi malam hari secara konsisten menunjukkan tingkat kebisingan paling rendah di semua titik pengukuran.

Secara keseluruhan, data pada Tabel 2 menegaskan bahwa tingkat kebisingan di seluruh lokasi kampus masih aman, dengan variasi yang dipengaruhi oleh aktivitas mahasiswa, kondisi lingkungan, serta jenis lokasi (dalam atau luar ruangan).

3.7 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kebisingan di Kampus

Tingkat kebisingan di lingkungan Universitas Indo Global Mandiri dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan, baik dari aktivitas internal kampus maupun kondisi eksternal. Faktor utama yang memberikan kontribusi

signifikan adalah aktivitas mahasiswa, yang meliputi mobilitas pada saat masuk dan pulang kuliah, interaksi sosial di area publik seperti kantin, serta perpindahan antar-ruangan di koridor kampus. Selain itu, aktivitas kendaraan, khususnya di area parkir, turut memengaruhi fluktuasi kebisingan melalui suara mesin dan knalpot yang kadang muncul secara tiba-tiba. Waktu operasional kampus juga berperan dalam menentukan dinamika kebisingan, di mana periode pagi dan siang menunjukkan peningkatan intensitas akibat padatnya aktivitas akademik, sementara malam hari menjadi periode dengan tingkat kebisingan paling rendah. Faktor lain yang berpengaruh adalah kondisi cuaca, seperti hujan yang menambah intensitas suara di area luar ruangan, serta karakteristik lokasi, di mana area dalam ruangan seperti lantai 2 Gedung B cenderung menunjukkan tingkat kebisingan lebih rendah dibandingkan area luar ruangan seperti parkir dan kantin. Selain itu, keberadaan sumber kebisingan insidental, seperti suara knalpot motor atau kerumunan mahasiswa, dapat menyebabkan lonjakan sesaat meskipun tidak berlangsung lama. Secara keseluruhan, berbagai faktor tersebut membentuk pola kebisingan yang bervariasi di setiap lokasi, namun tetap berada dalam kategori aman menurut regulasi yang berlaku.

3.8 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian mengenai tingkat kebisingan di lingkungan Universitas Indo Global Mandiri menunjukkan adanya variasi nilai kebisingan yang dipengaruhi oleh aktivitas mahasiswa, pergerakan kendaraan, serta karakteristik ruang pengukuran, baik area dalam maupun luar ruangan. Temuan ini konsisten dengan berbagai penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa mobilitas manusia dan lalu lintas kendaraan merupakan sumber dominan kebisingan di lingkungan kampus. Misalnya, penelitian di Universitas Lampung (UNILA) oleh Nuristian et al. (2015) menemukan bahwa tingkat kebisingan di area kampus berada pada rentang 71–85 dB, terutama pada jam-jam sibuk seperti pagi dan sore hari. Nilai tersebut masih berada di bawah batas aman menurut Permenaker No. 5 Tahun 2018 (≤ 85 dB), tetapi melebihi baku mutu lingkungan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 (< 55 dB untuk area pendidikan). Temuan serupa juga dilaporkan pada penelitian di Universitas Sumatera Utara (USU), di mana tingkat kebisingan di beberapa titik pengukuran menunjukkan rentang 30,98–76,54 dB(A), dipengaruhi oleh aktivitas lalu lintas, keramaian mahasiswa, serta pola pergerakan di sekitar area kampus (Rahayu et al., 2024). Sementara itu, penelitian di Universitas PGRI Palembang menunjukkan bahwa tingkat kebisingan di area luar ruangan, terutama area parkir dan kantin, juga sering berada di atas 55 dB, sehingga menunjukkan karakteristik yang sejalan dengan hasil pengukuran pada area parkir dan kantin Universitas Indo Global Mandiri (Wahyudi & Permatasari, 2021).

Secara teoretis, akustik lingkungan menjelaskan bahwa pergerakan manusia merupakan *people-generated noise*, sedangkan kendaraan menghasilkan *traffic noise*, keduanya berkontribusi signifikan pada peningkatan level kebisingan di area pendidikan. Sementara itu, bangunan tertutup dapat berfungsi sebagai peredam kebisingan sehingga menghasilkan tingkat kebisingan lebih rendah dibanding ruang terbuka (Mancini et al., 2021). Hal ini konsisten dengan hasil penelitian Anda, di mana area lantai 2 Gedung B—yang merupakan area dalam ruangan—menunjukkan tingkat kebisingan yang lebih rendah daripada area luar ruangan seperti parkir dan kantin. Dengan demikian, hasil penelitian di Universitas Indo Global Mandiri secara umum sejalan dengan literatur ilmiah sebelumnya, namun tingkat kebisingan rata-rata yang lebih rendah dibandingkan beberapa kampus lain mengindikasikan perbedaan kondisi aktivitas, tata ruang kampus, serta teknik pengukuran. Perbedaan ini juga dapat dipengaruhi oleh metode pengumpulan data secara real-time selama 24 jam yang memberikan gambaran fluktuasi kebisingan lebih komprehensif dibanding penelitian dengan durasi pengukuran terbatas.

3.9 Keterbatasan Penelitian Keterbatasan penelitian ini terletak pada jumlah titik pengukuran yang hanya mencakup tiga lokasi, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan keseluruhan kondisi kebisingan di lingkungan Universitas Indo Global Mandiri. Selain itu, durasi pengukuran yang dilakukan selama tiga hari berpotensi belum menggambarkan variasi kebisingan pada hari-hari tertentu, seperti saat adanya kegiatan kampus berskala besar dan kondisi cuaca yang buruk. Sistem IoT yang digunakan juga masih memiliki keterbatasan teknis, seperti kemungkinan keterlambatan pengiriman data, gangguan jaringan, serta fluktuasi pembacaan sensor. Walaupun nilai rata-rata kebisingan tidak melebihi Nilai Ambang Batas untuk lingkungan kerja, beberapa periode menunjukkan lonjakan yang tetap perlu diperhatikan.

3.10 Hirarki Pengendalian

Meskipun hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kebisingan rata-rata pada tiga lokasi pengukuran—parkiran, kantin, dan lantai 2 Gedung B—masih berada di bawah Nilai Ambang Batas (NAB) berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 dan tidak berpotensi membahayakan pendengaran menurut Permenaker No. 5 Tahun 2018, namun terdapat beberapa periode waktu di mana kebisingan mengalami fluktuasi signifikan. Fluktuasi ini bersifat sesaat, misalnya akibat suara knalpot kendaraan, keramaian mahasiswa pada jam sibuk, atau suara kerumunan. Oleh karena itu, pengendalian tetap diperlukan untuk menjaga kenyamanan, kualitas proses pembelajaran, serta mencegah peningkatan kebisingan jangka panjang. Sistem pemantauan polusi udara dan kebisingan berbasis IoT mampu memberikan informasi kondisi lingkungan secara real-time dan terintegrasi, sehingga dapat digunakan sebagai alat pendukung dalam pengendalian risiko lingkungan dan peningkatan kesehatan serta keselamatan kerja (Fatema et al., 2023).

Berdasarkan hirarki pengendalian bahaya, berikut rekomendasi pengendalian kebisingan yang dapat diterapkan di lingkungan kampus:

Tabel 3. Hirarki Pengendalian

Status Pengendalian	Tindakan Pengendalian	Titik Lokasi Kebisingan
Administratif	Menerapkan kebijakan pelarangan penggunaan knalpot bising (knalpot brong) ketika memasuki kawasan kampus, Melakukan sosialisasi dan pemberitahuan tertulis kepada mahasiswa mengenai etika berkendara di area kampus.	Parkiran
Administratif	Mengatur pembatasan kapasitas pengunjung agar tidak melebihi daya tampung, karena kepadatan mahasiswa terbukti meningkatkan tingkat kebisingan secara signifikan pada jam istirahat, Mengatur jam operasional musik atau pengeras suara agar tidak mengganggu kegiatan belajar.	Kantin
Administratif	Memasang poster edukatif seperti “Jaga Ketertiban Suara”, “Dilarang Ribut”, atau “Harap Menurunkan Volume Suara”, terutama di dekat kelas dan biro administrasi, Mengingatkan mahasiswa untuk menjaga ketenangan karena area ini merupakan ruang akademik yang membutuhkan suasana kondusif.	Gedung B Lantai 2

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan gambaran empiris mengenai tingkat kebisingan di lingkungan Universitas Indo Global Mandiri menggunakan sistem pemantauan berbasis IoT pada tiga titik utama, yaitu parkir, kantin, dan lantai 2 Gedung B. Hasil pengukuran selama 24 jam menunjukkan bahwa seluruh nilai rata-rata kebisingan berada di bawah Nilai Ambang Batas (NAB) Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996, meskipun pada beberapa periode terjadi lonjakan sesaat yang dipengaruhi oleh aktivitas kendaraan dan kerumunan mahasiswa. Variasi kebisingan juga menunjukkan perbedaan signifikan antara area luar ruangan dan dalam ruangan, di mana lantai 2 Gedung B memiliki tingkat kebisingan lebih rendah akibat peredaman oleh struktur bangunan. Temuan ini sejalan dengan teori akustik lingkungan dan konsisten dengan penelitian sebelumnya di berbagai kampus yang menyebutkan bahwa sumber kebisingan dominan berasal dari mobilitas manusia dan kendaraan. Selain itu, penelitian ini membuktikan bahwa teknologi IoT mampu memberikan pemantauan kebisingan secara real time dan kontinu, meskipun masih terdapat keterbatasan dalam kestabilan jaringan dan potensi fluktuasi pembacaan. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa kondisi kebisingan di kampus berada pada kategori aman, namun tetap memerlukan perhatian terhadap fluktuasi yang terjadi secara sporadis. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan kebijakan pengelolaan lingkungan kampus dan peningkatan teknologi pemantauan kebisingan pada penelitian selanjutnya.

REFERENCES

- Chen, L. J., Saraswat, S., Ching, F. S., Su, C. Y., Huang, H. L., & Pan, W. C. (2025). Development and implementation of EcoDecibel: A low-cost and IoT-based device for noise measurement. *Ecological Informatics*, 85, 102968. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102968>
- Fadli, M., & Ardiansyah, R. (2021). Rancang bangun alat deteksi kebisingan pengunjung perpustakaan menggunakan Internet of Things. *Jurnal Teknik Elektro (JTEK)*, 10(1), 33–40. <https://www.jtek.ft-uim.ac.id/index.php/jtek/article/view/223>
- Fatema, T., Hakim, M. A., Mim, T. K., Jahan, M., & Paul, B. (2023). IoT cloud-based noise intensity monitoring system. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 30(1), 289–298. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v30.i1.pp289-298>
- Handayani, D., & Setiawan, B. (2018). Pengendalian kebisingan pada fasilitas pendidikan: Studi kasus gedung Sekolah Pascasarjana UGM Yogyakarta. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 10(1), 23–31. <https://journal.uui.ac.id/index.php/JSTL/article/view/3580>
- Hidayullah, M. R. (2021). *Air indicator and noise measurement using Internet of Things*. Repository Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. <https://repository.uin-malang.ac.id/21683/>
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*. Jakarta: Kemenaker RI.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (1996). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 tentang Batas Tingkat Kebisingan*. Jakarta: KLH RI.
- Mancini, S., Bellucci, P., Peruzzi, L., & Aletta, F. (2021). Soundwalk, questionnaires and noise measurements in a university campus: A soundscape study. *Sustainability*, 13(2), 841. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/841>
- Manthina, B. S., Gujar, S., Chaudhari, S., Vemuri, K., & Chhiroya, S. (2025). IoT-based noise monitoring using mobile nodes for smart cities. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/2509.00979>
- Nuristian, K., Pauzi, G. A., & Supriyanto, A. (2015). Analisis tingkat kebisingan suara di lingkungan Universitas Lampung. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 3(1), 20–27. <https://jtaf.fmipa.unila.ac.id/index.php/jtaf/article/view/74>

- Patil, S. R., & Kulkarni, P. R. (2021). Noise pollution monitoring system based on Internet of Things (IoT). *Journal of Development in Mechanical and Material Engineering*, 5(3), 45–50. <https://matjournals.net/engineering/index.php/JoDMM/article/view/2024>
- Prasetyo, A., & Nugroho, S. (2021). Sistem monitoring kebisingan berbasis Internet of Things. *Jurnal ELKOM (Elektronika dan Komputasi)*, 14(2), 85–92. <https://journal.stekom.ac.id/index.php/elkom/article/view/790>
- Prasetyo, E., & Nugraha, D. (2021). Noise pollution in urban areas: Measurement and analysis of traffic noise impacts on health and education services in Bandung City. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 27(2), 85–94. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/temali/article/view/17478>
- Putri, D. A., & Hidayat, R. (2022). Identification noise monitoring for students berbasis Internet of Things. *Brilliance: International Journal of Artificial Intelligence*, 2(2), 45–52. <https://jurnal.itscience.org/index.php/brilliance/article/view/1217>
- Rahayu, S. A., Manullang, S., & Lubis, R. (2024). Analisis dan pemetaan tingkat kebisingan di kawasan kampus Universitas Sumatera Utara. *Jurnal Dampak*, 21(2), 41–48. <https://jurnalndampak.ft.unand.ac.id/index.php/Dampak/article/view/928>
- Rahman, A., & Syamsuddin, S. (2020). Sistem monitoring kebisingan berbasis IoT. *Jurnal Media Elektrik*, 17(1), 12–18. <https://journal.unm.ac.id/index.php/mediaelektrik/article/view/5548>
- Santini, S., Ostermaier, B., & Vitaletti, A. (2008). First experiences using wireless sensor networks for noise pollution monitoring. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Real-World Wireless Sensor Networks* (pp. 61–65).
- Saputra, A., & Yuliana, R. (2022). Analisis tingkat kebisingan di lingkungan Universitas PGRI Palembang. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 19(2), 101–108. <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/sainmatika/article/view/5052>
- Sembiring, R., & Sinaga, E. (2023). Implementasi sensor GYMAX4466 pada sistem monitoring kebisingan menggunakan Internet of Things (IoT). *Jurnal Computech & Teknologi Informasi*, 7(2), 120–128. <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jct/article/view/4323>
- Siddik, Y. D. (2023). Rancang bangun alat deteksi kebisingan perpustakaan berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Repeater*, 6(2), 85–92.
- Takale, S. R., & Mulani, U. A. (2025). Smart environmental noise monitoring system using IoT and machine learning for urban pollution control. *Journal of Structural Engineering and Management*, 12(03). <https://journals.stmjournals.com/josem/article=2025/view=215654>
- Wahyudi, S., & Permatasari, I. (2021). Analisis tingkat kebisingan di area publik kampus A. *Sainmatika*, 18(2), 113–120. <https://jurnal.univpgripalembang.ac.id/index.php/sainmatika/article/download/6619/5337>
- Wahyuni, S., & Kurniawan, D. (2020). Analisis tingkat kebisingan lingkungan kampus terhadap kenyamanan belajar. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 12(2), 78–85.
- World Health Organization. (2018). *Environmental noise guidelines for the European Region*. WHO Regional Office for Europe. <https://www.who.int/publications/i/item/9789289053563>