



MONITORING KEBISINGAN PADA BENGKEL PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PEMELIHARAAN ALAT BERAT DENGAN SENSOR SUARA BERBASIS IOT

Mochamad Zharfan Tachvidi¹, Muhammad Hidayat Tullah^{2*}, Muhammad Todaro³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jruusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*E-mail address: Muhammad.hidayattullah@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Polusi tidak hanya tanah, air, dan udara, tetapi juga suara. Kebisingan di bengkel Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat dianjurkan 60-70 dB. Kebisingan tinggi berdampak pada kesehatan, keselamatan, dan standar ujian. Batas kebisingan maksimum di sekolah adalah 55 dB. Skripsi "Monitoring Kebisingan pada Bengkel Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat dengan Sensor Suara Berbasis IoT" mencakup penelitian eksperimental, terapan, dan kuantitatif, menguji dan mengukur kebisingan menggunakan sensor IoT, serta menganalisis data numerik dalam dB. Pada 26 Juni 2024, rata-rata kebisingan bengkel 56,77-57,04 dB, puncak 73,57 dB pukul 13:30-13:59, dan terendah 45,66 dB pukul 10:31-10:59. Pada 27 Juni 2024, data kebisingan berkisar 65,0-79,4 dB, puncak 107,9 dB. dan kebisingan di bengkel mempengaruhi kebisingan di ruang kelas, hal ini dapat mempengaruhi konsentrasi belajar mengajar di kelas. Berdasarkan hasil pengukuran, disarankan agar rangkaian alat sensor ditempatkan tidak lebih dari 2 meter dari sumber kebisingan untuk memastikan tingkat error pengukuran di bawah 5%.

Kata-kata kunci: Kebisingan, Monitoring, Sensor, IoT

Abstract

Noise pollution affects not only land, water, and air but also sound. Noise levels in the Heavy Equipment Maintenance Engineering workshop are recommended to be between 60-70 dB. High noise levels impact health, safety, and exam standards. The maximum noise limit in schools is 55 dB. The thesis "Monitoring Noise in the Heavy Equipment Maintenance Engineering Workshop Using IoT-based Sound Sensors" encompasses experimental, applied, and quantitative research, testing and measuring noise using IoT sensors, and analyzing numerical data in dB. On June 26, 2024, workshop noise averaged 56.77-57.04 dB, peaking at 73.57 dB at 13:30-13:59, and dropping to a low of 45.66 dB at 10:31-10:59. On June 27, 2024, noise levels ranged from 65.0-79.4 dB, peaking at 107.9 dB. Noise in the workshop affects classroom noise, which can impact teaching and learning concentration. Based on the measurement results, it is recommended to place sensor equipment no more than 2 meters from the noise source to ensure measurement error rates below 5%.

Keywords: Noise, Monitoring, Sensor, IoT

1. PENDAHULUAN

Polusi meliputi tanah, air, udara, dan juga suara. Kebisingan dianggap polusi jika intensitasnya melampaui batas normal, mengganggu keseimbangan alam, dan membahayakan kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya [1]. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996, kebisingan adalah suara yang tidak diinginkan dari aktivitas tertentu, dengan intensitas dan durasi yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan [2]. Tingkat kebisingan tinggi di lingkungan bengkel praktik dapat berdampak negatif pada kesehatan dan keselamatan mahasiswa, dosen, dan staf. Efektivitas pendidikan dipengaruhi oleh fokus pengajar dan pelajar, yang dapat menurun jika kondisi lingkungan tidak mendukung [3]. Tingkat kebisingan dibagi menjadi beberapa zona, yaitu [4]

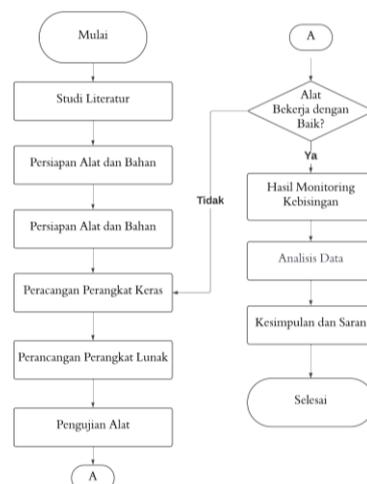
Tabel 1. 1 Zona Kebisingan

| Zona Tingkat Kebisingan | Tingkat kebisingan yang dianjurkan (dB) | Tempat |
|-------------------------|---|--|
| Zona A | 35-45 dB | Rumahsakit, tempat penelitian, dan tempat perawatan kesehatan atau social. |
| Zona B | 45-55 dB | Tempat rekreasi, perumahan, dan tempat pendidikan. |
| Zona C | 50-60 dB | Perdagangan atau pasar, dan perkantoran. |
| Zona D | 60-70 dB | Terminal, stasiun kereta api, lingkungan industry, dan pabrik. |

Bengkel Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat masuk ke dalam zona D dengan tingkat kebisingan yang dianjurkan 60-70 dB karena aktivitasnya, seperti pembongkaran mesin dan penggunaan *engine Generator Set*. Ruang kelas dan bengkel yang berdekatan menyebabkan kebisingan tinggi yang tidak hanya berdampak pada kesehatan dan keselamatan kerja, tetapi juga dapat mempengaruhi standar penilaian ujian di sekolah. Penelitian ini menunjukkan bahwa hasil ujian dipengaruhi oleh keterampilan berbicara di kelas dan tingkat kebisingan internal. Sekolah di zona tersebut memiliki batas kebisingan rata-rata maksimum yang diperbolehkan sebesar 55 dB [5].

Pemanfaatan sensor suara sebagai alat pemantau kebisingan adalah solusi efektif dan efisien, karena dapat mengukur dan mengirimkan data kebisingan untuk analisis lebih lanjut. Kebisingan lingkungan mengganggu proses belajar mengajar, mengurangi konsentrasi, dan berdampak negatif pada hasil belajar. Kualitas proses belajar mengajar sangat penting untuk menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas dalam keterampilan dan pengetahuan [3]. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kebisingan berbasis IoT di bengkel Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat. Sistem ini akan menggunakan sensor suara untuk mengukur tingkat kebisingan secara *real-time*, mengirimkan data ke *platform* IoT, dan memberikan visualisasi data. Penelitian ini akan menentukan apakah kebisingan di bengkel melebihi ambang batas dan apakah kebisingan tersebut mempengaruhi nilai ambang batas di ruang kelas.

2. METODELOGI PENELITIAN



Gambar 2. 1 Diagram Alir Penelitian

Proyek dimulai dengan studi literatur untuk memahami konsep dasar dan penelitian terkait monitoring kebisingan menggunakan sensor suara. Setelah itu, dilakukan persiapan alat dan bahan, memastikan semua komponen siap. Langkah berikutnya adalah perancangan perangkat keras, termasuk pemilihan sensor, mikrokontroler, dan perancangan rangkaian elektronik. Kemudian, perancangan perangkat lunak untuk mikrokontroler, seperti ESP32, untuk mengatur pembacaan, pengolahan, dan pengiriman data. Setelah perangkat keras dan perangkat lunak siap, dilakukan pengujian alat. Jika diperlukan, dilakukan perbaikan. Jika sistem bekerja baik, data monitoring kebisingan dianalisis, termasuk perhitungan statistik dan analisis korelasi. Proses diakhiri dengan kesimpulan dan saran berdasarkan analisis data.

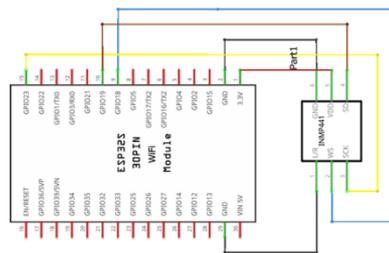
Desain Alat Monitoring



Gambar 2. 2 Desain Alat Monitoring

Desain alat penelitian ini akan direalisasikan dalam bentuk Box berwarna hitam yang berukuran 10 cm x 7,5 cm x 3,5 cm. Box hitam akan dilubangi agar sensor dapat muncul keluar, dan membuat lubang lagi sebagai penyambung kabel USB ke *power supply*.

Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)



Gambar 2. 3 Skematik Perangkat Keras

Gambar di atas menunjukkan diagram pengkabelan antara modul ESP32 dan sensor INMP441. Berikut adalah penjelasan koneksi masing-masing pin:

Tabel 3. 1 Tabel Koneksi *Hardware*

| Pin INMP441 | Fungsi | Pin ESP32 | Fungsi |
|-------------|--------------|-----------|-------------------|
| GND | Ground | GND | Ground |
| VDD | Power Supply | 3.3V | Power Supply |
| SD | Serial Data | GPIO19 | Data (I2S) |
| WS | Word Select | GPIO18 | Word Select (I2S) |
| SCK | Serial Clock | GPIO23 | Clock (I2S) |

Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini melibatkan dua komponen utama, yaitu Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler ESP32 dan Blynk untuk memantau data kebisingan secara *real-time* melalui aplikasi *mobile*.

Penyelidikan Karakteristik Sistem Monitoring

Hasil pengukuran dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah *error*. Perhitungan *error* pembacaan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 1[6] :

$$error (\%) = \left| \frac{data\ blynk - nilai\ standar}{nilai\ standar} \right| \times 100\% \quad (1)$$

Persamaan 1 menunjukkan bahwa data Blynk merupakan nilai hasil pembacaan dari aplikasi Blynk, sedangkan data *Sound Level Meter* (SLM) adalah nilai standar yang digunakan sebagai acuan. Menurut Penelitian [6] tingkat error atau kesalahan pembacaan sensor tersebut adalah kurang dari atau sama dengan 5%.

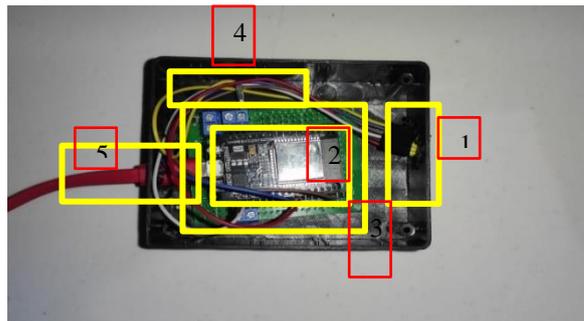
Akurasi diukur dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap hasil pengukuran alat ukur standar. Persamaan 2 dapat digunakan untuk menghitung nilai pembacaan [6]

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{error} \quad (2)$$

Nilai akurasi (%) dapat dihitung dengan mengurangi nilai kesalahan pembacaan sensor (%) dari 100%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

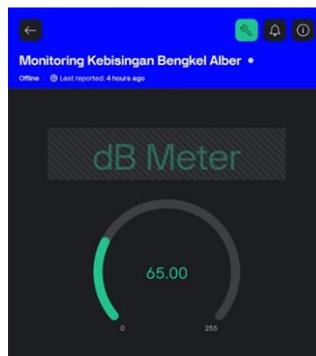


Gambar 3. 1 Hasil Rancangan Alat Monitoring Kebisingan

Hasil perancangan alat monitoring kebisingan yang ditempatkan di salah satu area bengkel Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, sebagai berikut :

1. Sensor INMP441
2. ESP32
3. PCB
4. Kabel Jumper
5. Kabel USB (untuk menghubungkan ke *Power Supply*)

Hasil Rancangan Perangkat Lunak (*Software*)



Gambar 3. 2 User Interface Aplikasi Blynk

Setelah menghubungkan ESP32 dengan Aplikasi Blynk melalui jaringan Wifi, maka akan muncul hasil pengukurannya kebisingan oleh sensor INMP441 di dalam aplikasi Blynk dalam bentuk *Gauge*.

Hasil Pengujian Keakuratan Alat Monitor

Tabel 3. 1 Hasil Pengujian Keakuratan Alat

| Jarak (m) | Sound Level Meter (dB) | Rangkaian Alat (dB) | Error (%) | Akurasi (%) |
|-----------|------------------------|---------------------|-----------|-------------|
| 1 | 78,60 | 76,50 | 2,67 | 97,33 |
| 2 | 71,60 | 69,80 | 2,51 | 97,49 |
| 3 | 69,40 | 65,20 | 6,05 | 93,95 |

Pada pengujian ini, digunakan *Handphone* sebagai sumber suaranya, suara yang dihasilkan oleh *handphone* harus konstan. Hasil pengukuran tingkat kebisingan suara menggunakan *Sound Level Meter* (SLM) dan rangkaian alat sensor menunjukkan bahwa pada jarak 1 meter dan 2 meter, tingkat error pengukuran sensor masing-masing adalah 2,67% dan 2,51%, memenuhi kriteria penelitian dengan tingkat error kurang dari atau sama dengan 5%. Namun, pada jarak 3 meter, tingkat error pengukuran sensor mencapai 6,05%, melebihi batas yang ditetapkan. Oleh karena itu, jarak maksimal yang direkomendasikan untuk menempatkan rangkaian alat sensor adalah 2 meter dari objek untuk memastikan akurasi pengukuran yang tinggi dan konsisten, dengan tingkat error pengukuran sebesar 2,51% dan akurasi mencapai 97,49%.

Penempatan Alat Monitoring



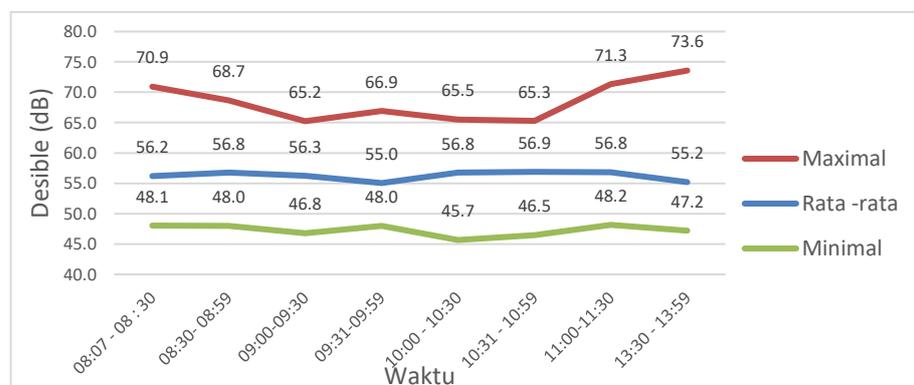
Gambar 3. 4 Penempatan di Area Bengkel



Gambar 3. 3 Penempatan di ruang kelas

Penelitian ini menggunakan dua alat monitoring untuk mengukur kebisingan. Di area bengkel, alat dipilih berdasarkan area praktik yang sedang digunakan. Di ruang kelas, alat ditempatkan di dekat pintu, karena pintu adalah titik utama masuknya kebisingan dari luar. Penempatan ini memungkinkan pengukuran kebisingan eksternal yang lebih akurat, yang dapat mengganggu proses belajar mengajar.

Hasil Monitoring Tanggal 26 Juni 2024 di Area Bengkel



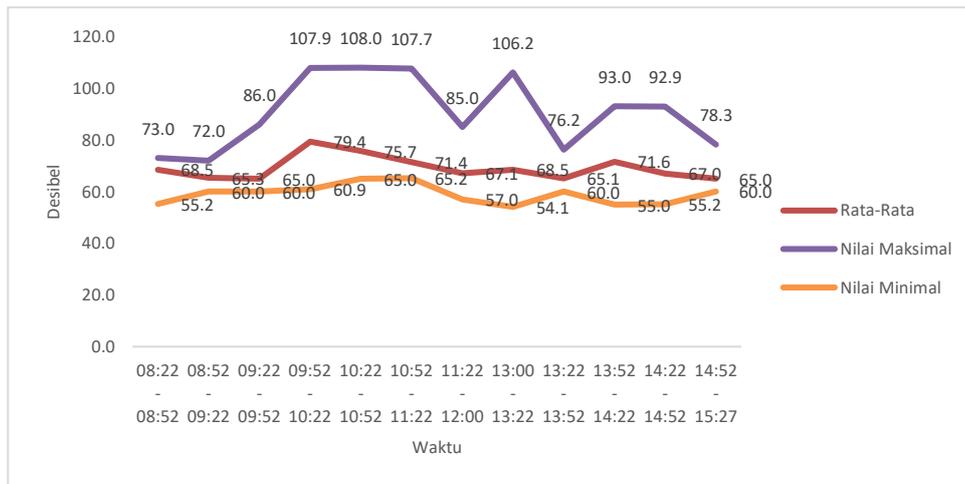
Gambar 3. 5 Grafik Kebisingan Bengkel 26 Juni 2024

Grafik menunjukkan tingkat kebisingan di bengkel program studi rekayasa pemeliharaan alat berat pada Rabu, 26 Juni 2024, tanpa kegiatan praktik. Monitoring dilakukan dari pukul 08:07 hingga 13:59, dengan data kebisingan dibagi menjadi rata-rata, maksimal, dan minimal.

- Kebisingan rata-rata: Berada di kisaran 56,77 hingga 56,98 desibel, dengan puncak pada pukul 08:07-08:30 (56,98 dB) dan terendah pada pukul 10:31-10:59 (56,86 dB).
- Kebisingan maksimal: Puncak tertinggi tercatat pada pukul 13:30-13:59 (73,57 dB) dan terendah pada pukul 08:07-08:30 (70,92 dB).
- Kebisingan minimal: Stabil di kisaran 45,66 hingga 48,06 desibel, dengan nilai tertinggi pada pukul 08:07-08:30 (48,06 dB) dan terendah pada pukul 10:31-10:59 (45,66 dB).

Puncak kebisingan terjadi pada pagi hari (08:07 - 08:30) dan siang hari (11:00 – 11:30 dan 13:30 - 13:59), disebabkan oleh aktivitas masuk, istirahat, dan pulang Mahasiswa, Dosen, dan Staff.

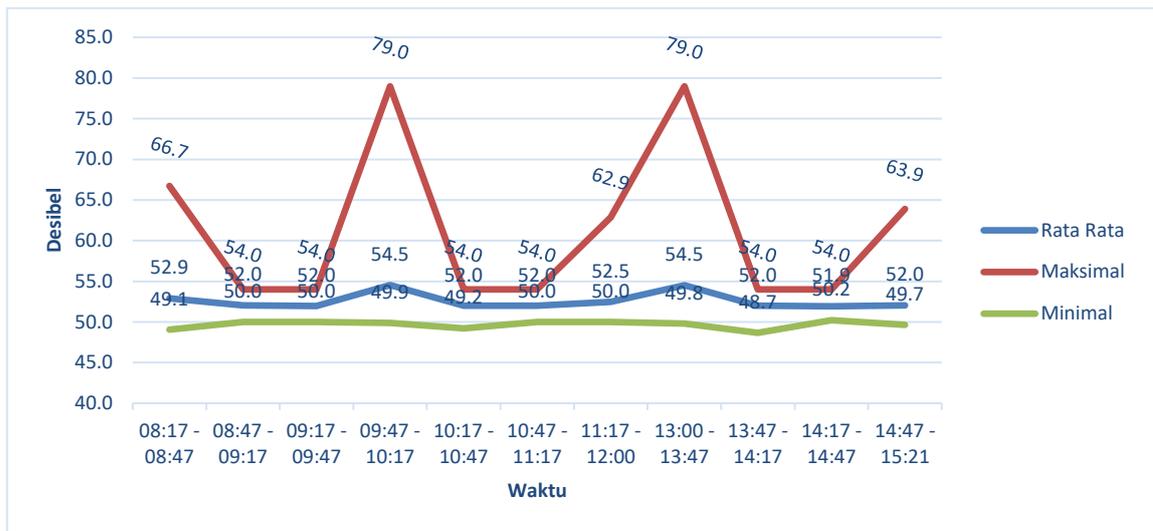
Hasil Monitoring Kebisingan Tanggal 27 Juni 2024 di Area Bengkel



Gambar 3. 6 Grafik Kebisingan Bengkel pada 27 Juni 2024

Grafik menunjukkan tingkat kebisingan di Bengkel Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat di Politeknik Negeri Jakarta pada Kamis, 26 Juni 2024. Monitoring dilakukan dari pukul 08:22 hingga 15:27, dengan data kebisingan dibagi menjadi rata-rata, maksimal, dan minimal. Puncak kebisingan terjadi pada interval 09:52-10:22 (107,9 dB) dan 10:22-10:52 (108,0 dB), disebabkan oleh aktivitas memasukkan unit loader ke bengkel. Aktivitas lain yang berkontribusi signifikan termasuk pengoperasian *Host Crane* dan pekerjaan gerinda serta bubut. Mahasiswa ataupun dosen diharapkan menggunakan *earplug* apabila sedang melakukan pekerjaan yang berpotensi menghasilkan kebisingan di atas batas wajar.

Hasil Monitoring Kebisingan Tanggal 27 Juni 2024 di Ruang Kelas



Gambar 3. 7 Grafik Kebisingan Kelas pada 27 Juni 2024

Grafik monitoring kebisingan di kelas yang berada dekat dengan bengkel pada tanggal 27 Juni 2024, terdiri dari tiga bagian: rata-rata kebisingan, kebisingan maksimal, dan kebisingan minimal.

a. Kebisingan rata-rata:

- Interval waktu 30 menit dari pukul 08:17 hingga 15:21.
- Rata-rata kebisingan berkisar antara 51,5 dB hingga 54,5 dB.
- Puncak kebisingan sekitar pukul 09:47 dan 13:17 mencapai sekitar 54,5 dB.
- Rentang waktu lainnya menunjukkan kebisingan relatif stabil antara 51,5 dB hingga 53,5 dB.

b. Kebisingan maksimal:

- Puncak kebisingan pada pukul 10:17 hingga 10:47 mencapai hampir 80 dB, terkait dengan masuknya unit wheel loader ke area bengkel.
- Kebisingan tinggi sekitar pukul 09:47 dan 13:17 mendekati 70 dB, kemungkinan besar dari aktivitas bengkel dengan peralatan berat seperti hoist crane dan wheel loader.
- Pada rentang waktu 08:17 hingga 08:47, kebisingan maksimal berasal dari pengoperasian hoist crane.

c. Kebisingan minimal:

- Kebisingan minimum bervariasi antara 49 dB hingga 50,5 dB.
- Puncak kebisingan minimum pada pukul 09:17, 11:47, dan 14:47 dengan nilai sekitar 50,5 dB.
- Kebisingan minimal terendah pada pukul 13:17 dengan nilai sedikit di bawah 49 dB.

Secara keseluruhan, analisis grafik menunjukkan bahwa kebisingan maksimal di kelas yang berada dekat bengkel terutama disebabkan oleh aktivitas masuknya wheel loader dan penggunaan hoist crane di bengkel. Fluktuasi kebisingan rata-rata dan kebisingan minimal juga mencerminkan aktivitas operasional bengkel yang berlangsung sepanjang hari. Pada saat puncak kebisingan, terutama pada pukul 10:17 hingga 10:47 dan 13:17 hingga 13:47, kebisingan mencapai tingkat yang cukup tinggi, mendekati 80 dB. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas di bengkel pada waktu tersebut sangat mempengaruhi tingkat kebisingan di kelas yang berdekatan. Aktivitas seperti Wheel Loader yang masuk dan beroperasi di bengkel menyebabkan lonjakan kebisingan yang signifikan. Dengan demikian, hasil monitoring kebisingan ini memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana aktivitas di bengkel mempengaruhi lingkungan akustik di kelas yang berdekatan. Informasi ini dapat digunakan oleh pihak sekolah dan bengkel untuk mengatur jadwal operasi atau mencari solusi lain guna mengurangi dampak kebisingan terhadap proses pembelajaran di kelas. Misalnya, kegiatan yang menimbulkan kebisingan tinggi dapat dijadwalkan di luar jam pelajaran atau dilakukan tindakan peredaman suara di area bengkel untuk mengurangi transmisi kebisingan ke kelas.

Dari hasil temuan di atas, didapatkan bahwa kebisingan yang berada di area bengkel dapat masuk ke dalam kelas. Sehingga hal ini dapat mempengaruhi kenyamanan belajar mengajar di dalam kelas. Perlu adanya tindakan guna meredam kebisingan, agar kebisingan di bengkel tidak mengganggu kegiatan belajar di dalam

kelas. Salah satu tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan memasang peredam. Dengan begitu, kebisingan yang berasal dari bengkel pun dapat diredam.

4. KESIMPULAN

1. Pada tanggal 26 Juni 2024, monitoring kebisingan di bengkel Program Studi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat mencatat rata-rata kebisingan antara 56,77 hingga 57,04 dB dengan puncak 73,57 dB pada pukul 13:30-13:59 dan kebisingan minimal antara 45,66 hingga 48,06 dB. Pada tanggal 27 Juni 2024, data kebisingan di bengkel yang sama menunjukkan variasi signifikan dengan rata-rata 65,0 hingga 79,4 dB, puncak maksimal 107,9 dB pada pukul 09:52-10:22, dan nilai minimal dari 54,10 hingga 65,21 dB. Grafik di kelas yang berdekatan menunjukkan fluktuasi kebisingan rata-rata antara 51,5 hingga 54,5 dB, dengan lonjakan maksimal hampir 80 dB pada pukul 10:17-10:47 dan 13:17-13:47, serta kebisingan minimal antara 49 hingga 50,5 dB. Aktivitas bengkel mempengaruhi lingkungan akustik kelas terdekat, dengan puncak kebisingan berpotensi mengganggu pembelajaran. Disarankan untuk mengatur jadwal operasi bengkel atau melakukan peredaman suara guna mengurangi dampak kebisingan.
2. Pengukuran tingkat kebisingan menggunakan *Sound Level Meter* (SLM) dan alat sensor menunjukkan bahwa pada jarak 1 dan 2 meter, tingkat kesalahan pengukuran sensor kurang dari 5% (masing-masing 2,67% dan 2,51%), sesuai dengan kriteria penelitian. Namun, pada jarak 3 meter, tingkat kesalahan mencapai 6,05%, melebihi batas yang ditetapkan. Oleh karena itu, jarak maksimal yang direkomendasikan untuk menempatkan sensor adalah 2 meter dari objek, dengan tingkat kesalahan 2,51% dan akurasi 97,49%. Untuk memastikan pengukuran kebisingan yang akurat dan konsisten, sensor harus ditempatkan tidak lebih dari 2 meter dari sumber kebisingan.
3. Monitoring menunjukkan bahwa beberapa kegiatan di bengkel melebihi ambang batas kebisingan dan mempengaruhi intensitas kebisingan di dalam kelas, mengganggu kenyamanan pembelajaran. Disarankan agar mahasiswa menggunakan earplug selama kegiatan bising dan memasang peredam suara di kelas, seperti panel akustik atau isolasi dinding, untuk mengurangi transmisi kebisingan dari bengkel.

REFERENSI

- [1] I. Alya Safira, "PERAN POLUSI SUARA TERHADAP KESEHATAN MENTAL WARGA IBUKOTA DI PROVINSI DKI JAKARTA," 2018, Accessed: Jun. 03, 2024. [Online]. Available: <https://journal.ugm.ac.id/bkm/article/view/37023>
- [2] Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996. 1996.
- [3] F. Zahrany, L. R. S. Kinasih, U. R. Pamungkas, and A. Yanitama, "Analisis kebisingan pada ruang kuliah dan lingkungan kampus Universitas Negeri Semarang".
- [4] M. F. Setiawan, "Tingkat Kebisingan Pada Perumahan Di Perkotaan," *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, vol. 12, no. 2, pp. 191–200, 2010.
- [5] A. Azis, A. Amaliah, and K. Harun Rasyid, "SISTEM MONITORING KEBISINGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)."
- [6] L. Wilani, M. Peslinof, and J. Pebralia, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kebisingan pada Ruang dengan Sensor Suara GY-MAX4466 Berbasis Internet of Things (IoT)," *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol. 7, no. 3, p. 319, Apr. 2023, doi: 10.30998/string.v7i3.15492.

