EVALUASI KEBISINGAN DAN STRATEGI MITIGASI PADA MESIN PENCETAK PELET TIPE VERTIKAL UNTUK MENINGKATKAN KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

Noise Evaluation of Vertical Pellet Printing Machines and Mitigation Strategies for Occupational Health and Safety

¹Arif Yuhdiyanto, ¹Christian Soolany, ¹Frida Amriyati Azzizzah, ¹Dhimas Oki
Permata Aji

¹ Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap, Fakultas Teknologi Industri, Teknik
Mesin Cilacap, Indonesia

* Email: christiansoolany@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2024.5.1.13510>

Naskah ini diterima pada 18 Oktober 2024; revisi pada 28 Oktober 2024;
disetujui untuk dipublikasikan pada 10 November 2024

ABSTRAK

Mesin pencetak pelet tipe vertikal banyak digunakan di industri karena efisiensinya dalam memproses berbagai bahan baku. Namun, tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh mesin ini menjadi perhatian utama terkait kesehatan dan keselamatan kerja (K3), terutama pada lingkungan kerja yang bising. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh mesin pencetak pelet tipe vertikal dalam berbagai kondisi operasional serta memberikan rekomendasi mitigasi untuk meminimalkan risiko kesehatan. Pengukuran kebisingan dilakukan menggunakan alat Environment Meter dengan dua variabel utama, yaitu kondisi ruang (ruang terbuka dan tertutup) serta jarak operator dari mesin (1 meter, 2 meter, dan 3 meter). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebisingan yang dihasilkan pada kondisi ruang tertutup dengan jarak 1 meter mencapai 92 dB, yang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan yang ditetapkan dalam PER.13/MEN/X/2011 sebesar 85 dB. Kebisingan menurun menjadi 78 dB pada jarak 3 meter di ruang terbuka. Berdasarkan hasil tersebut, strategi mitigasi yang disarankan meliputi penggunaan alat pelindung telinga (ear plug atau ear muff) dan perbaikan tata letak ruang kerja melalui pemasangan material peredam suara di sekitar mesin. Implementasi strategi ini diharapkan dapat mengurangi dampak negatif kebisingan terhadap kesehatan operator, meningkatkan kenyamanan kerja, dan meminimalkan risiko gangguan pendengaran permanen.

Kata kunci: mesin pencetak pelet, kebisingan, kesehatan dan keselamatan kerja, mitigasi, Nilai Ambang Batas

ABSTRACT

Vertical-type pellet printing machines are widely used in industries due to their efficiency in processing various raw materials. However, the noise level produced by these machines raises significant concerns regarding occupational health and safety,

particularly in noisy work environments. This study aims to evaluate the noise levels generated by vertical-type pellet printing machines under various operational conditions and to provide mitigation recommendations to minimize health risks. Noise measurements were conducted using an Environment Meter, focusing on two main variables: room conditions (open and enclosed spaces) and operator distance from the machine (1 meter, 2 meters, and 3 meters). The results indicate that noise levels in enclosed spaces at a 1-meter distance reached 92 dB, exceeding the permissible noise threshold of 85 dB as regulated by PER.13/MEN/X/2011. Noise levels decreased to 78 dB at a distance of 3 meters in open spaces. Based on these findings, recommended mitigation strategies include the use of hearing protection devices (earplugs or earmuffs) and improvements to the workspace layout through the installation of sound-absorbing materials around the machine. The implementation of these strategies is expected to reduce the negative health impacts of noise on operators, enhance working comfort, and minimize the risk of permanent hearing damage..

Keywords: *pellet printing machine, noise, occupational health and safety, mitigation, noise threshold*

PENDAHULUAN

Di era globalisasi, sektor industri di Indonesia mengalami pertumbuhan pesat yang menuntut peningkatan efisiensi dan daya saing, baik dalam hal kualitas produk maupun pengelolaan sumber daya manusia (Riznanda, 2023). Salah satu proses penting dalam industri pakan ternak, kimia, dan farmasi adalah pencetakan pelet. Mesin pencetak pelet tipe vertikal digunakan secara luas karena kemampuannya dalam memproses berbagai bahan baku secara efisien dan menghasilkan pelet yang seragam dan mudah disimpan. Namun, penggunaan mesin ini seringkali menghasilkan kebisingan yang signifikan, yang dapat berdampak buruk pada kesehatan dan keselamatan kerja, serta mengurangi produktivitas pekerja (Suma'mur, 2009).

Kebisingan di tempat kerja merupakan masalah yang umum terjadi dan mempengaruhi kesehatan fisik maupun mental pekerja. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO, 2011) melaporkan bahwa paparan kebisingan yang berlebihan dapat mempengaruhi pendengaran, menyebabkan gangguan tidur, mengurangi kinerja, dan meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular (WHO, 2011). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 70 Tahun 2016, Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan di tempat kerja adalah 85 dB selama 8 jam per hari. Melebihi ambang batas ini dapat meningkatkan risiko kesehatan, termasuk gangguan pendengaran permanen (Pinilih, 2021).

Paparan kebisingan yang melebihi NAB dalam jangka waktu tertentu tanpa alat pelindung diri yang memadai dapat menyebabkan kerusakan pendengaran sementara atau permanen (Silviana, 2021). Penelitian oleh NIDCD (2010) menunjukkan bahwa kebisingan yang lebih dari 85 dB dalam jangka panjang dapat menyebabkan *Noise-Induced Hearing Loss* (NIHL) (Disorders), 2010), yang menjadi penyebab utama gangguan pendengaran pada pekerja di berbagai sektor industri (Larasati, 2017). Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk mengevaluasi tingkat kebisingan mesin pencetak pelet tipe vertikal dan merumuskan strategi mitigasi untuk mengurangi risiko kesehatan akibat kebisingan di lingkungan kerja.

Rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini meliputi: bagaimana tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh mesin pencetak pelet tipe vertikal dalam berbagai kondisi operasional; apakah tingkat kebisingan tersebut sudah memenuhi standar baku mutu yang diatur oleh Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER.13/MEN/X/2011; dan strategi mitigasi apa yang dapat diterapkan untuk mengurangi kebisingan mesin guna meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja (Indonesia, 2011).

Ruang lingkup penelitian ini mencakup pengukuran kebisingan di lingkungan kerja dengan kondisi ruang tertutup dan ruang terbuka, serta pengukuran pada jarak operator dari mesin sebesar 1 meter, 2 meter, dan 3 meter. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh mesin pencetak pelet tipe vertikal; untuk mengevaluasi apakah tingkat kebisingan tersebut sudah sesuai dengan standar baku mutu kebisingan yang berlaku; serta untuk merumuskan strategi mitigasi yang dapat diterapkan guna mengurangi risiko kebisingan dan meningkatkan keselamatan kerja.

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi beberapa pihak. Bagi peneliti, penelitian ini berfungsi sebagai penerapan teori dan praktik yang telah dipelajari di bangku perkuliahan, serta memberikan pengalaman langsung dalam pengukuran kebisingan di lingkungan kerja. Selain itu, penelitian ini memberikan wawasan tentang pentingnya penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dalam industri. Bagi Program Studi Teknik Mesin UNUGHA Cilacap, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan kajian akademik dalam mata kuliah terkait teknik mesin, serta memberikan informasi tambahan mengenai pengendalian kebisingan di tempat kerja. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kompetensi lulusan dalam menghadapi tantangan dunia kerja. Bagi industri, penelitian ini memberikan masukan teknis yang dapat digunakan untuk merumuskan kebijakan mitigasi kebisingan guna melindungi kesehatan dan keselamatan pekerja, serta meningkatkan efisiensi operasional.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen untuk mengukur tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh mesin pencetak pelet tipe vertikal pada berbagai kondisi operasional. Metode ini dipilih untuk memungkinkan analisis langsung terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi kebisingan mesin dalam konteks kerja yang sebenarnya. Adapun komponen utama dari metode penelitian ini mencakup lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan, prosedur pengukuran kebisingan, serta metode analisis data.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Proses Manufaktur Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap, dari bulan Agustus hingga November 2024. Pengukuran dilakukan dalam dua kondisi ruang, yaitu ruang terbuka dan ruang tertutup, serta pada tiga titik jarak yang berbeda dari mesin, yaitu pada jarak 1 meter, 2 meter, dan 3 meter dari mesin pencetak pelet.

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah Environment Meter Krisbow 5-in-1, yang mampu mengukur intensitas kebisingan dengan akurasi tinggi. Environment Meter ini digunakan untuk merekam tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh mesin pencetak pelet tipe vertikal dalam satuan desibel (dB). Mesin yang menjadi objek penelitian adalah mesin pencetak pelet tipe vertikal yang sering digunakan di industri pakan ternak. Mesin ini dipilih karena memiliki efisiensi tinggi dalam pemrosesan bahan baku dan menghasilkan kebisingan yang dapat diukur dalam berbagai kondisi operasional.

Selain itu, dalam pengukuran ini juga digunakan perangkat lain, seperti alat pelindung diri (APD) untuk memastikan keselamatan saat penelitian berlangsung, serta bahan pendukung seperti katalog mesin, panduan operasional, dan alat tulis untuk mencatat hasil pengukuran.

Adapun untuk prosedur penelitian dimulai dari persiapan dan kalibrasi alat Environment Meter. Setelah itu, mesin pencetak pelet dioperasikan dalam dua kondisi ruang yang berbeda, yaitu dalam ruang tertutup dan ruang terbuka. Pada setiap kondisi ruang, pengukuran kebisingan dilakukan pada tiga titik jarak yang berbeda, yaitu 1 meter,

2 meter, dan 3 meter dari sumber kebisingan (mesin). Setiap pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali untuk memastikan konsistensi hasil. Berikut ini penjabarannya.

- 1) Kalibrasi Alat
Sebelum pengukuran dilakukan, Environment Meter dikalibrasi terlebih dahulu untuk memastikan akurasi pengukuran sesuai dengan standar yang diperlukan.
- 2) Pengukuran di Ruang Tertutup
Mesin pencetak pelet dioperasikan di dalam ruang tertutup dengan ventilasi standar. Pengukuran kebisingan dilakukan pada jarak 1 meter, 2 meter, dan 3 meter dari mesin. Setiap pengukuran direkam secara berkala untuk mendapatkan nilai rata-rata kebisingan.
- 3) Pengukuran di Ruang Terbuka
Pengukuran serupa juga dilakukan di ruang terbuka, di mana faktor eksternal seperti aliran udara dan lingkungan sekitar juga diperhitungkan. Prosedur pengukuran tetap sama, dengan jarak pengukuran yang sama dan dilakukan secara berulang.
- 4) Pengumpulan dan Pengolahan Data
Setelah semua pengukuran dilakukan, data dikumpulkan dan dianalisis. Data yang diperoleh berupa nilai kebisingan dalam satuan desibel (dB) yang dihasilkan oleh mesin pencetak pelet pada setiap jarak dan kondisi ruang. Data ini kemudian dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan yang diatur dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER.13/MEN/X/2011.

Data yang dikumpulkan dari pengukuran kebisingan dianalisis menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Tingkat kebisingan pada setiap titik pengukuran di masing-masing kondisi ruang dibandingkan dengan standar baku mutu kebisingan yang diatur oleh Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER.13/MEN/X/2011, yang menetapkan batas maksimum kebisingan sebesar 85 dB untuk paparan selama 8 jam per hari. Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk menentukan apakah kebisingan yang dihasilkan oleh mesin pencetak pelet tipe vertikal melampaui ambang batas yang diizinkan dan apakah diperlukan strategi mitigasi untuk mengurangi risiko kebisingan terhadap pekerja.

Data hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi dan visualisasi hasil penelitian. Nilai rata-rata kebisingan pada setiap kondisi ruang dan jarak pengukuran dihitung dan disajikan untuk menunjukkan distribusi kebisingan yang dihasilkan oleh mesin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, hasil penelitian yang diperoleh dari pengukuran tingkat kebisingan mesin pencetak pelet tipe vertikal dipaparkan. Hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi. Pembahasan dilakukan dengan mengacu pada standar baku mutu kebisingan yang diatur oleh Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER.13/MEN/X/2011 serta membandingkannya dengan kondisi aktual di lapangan. Selain itu, dalam pembahasan juga dianalisis berbagai strategi mitigasi yang dapat diterapkan guna mengurangi risiko kebisingan terhadap kesehatan pekerja.

a) Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan

Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan pada mesin pencetak pelet tipe vertikal dengan menggunakan Environment Meter pada dua kondisi ruang, yaitu ruang terbuka dan ruang tertutup, serta tiga jarak pengukuran, yaitu 1 meter, 2 meter, dan 3 meter dari

mesin. Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran tingkat kebisingan mesin pencetak pelet tipe vertikal.

Tabel 1. Tingkat kebisingan mesin pencetak pelet tipe vertikal

No	Ruang	Jarak dari Mesin (meter)	Tingkat kebisingan (dB)
1	Tertutup	1	92
2	Tertutup	2	88
3	Tertutup	3	85
4	Terbuka	1	86
5	Terbuka	2	82
6	Terbuka	3	78

Dari hasil pengukuran tersebut, terlihat bahwa tingkat kebisingan tertinggi terjadi pada jarak 1 meter di ruang tertutup, yaitu sebesar 92 dB. Sedangkan, kebisingan terendah ditemukan pada jarak 3 meter di ruang terbuka, yaitu sebesar 78 dB. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin jauh jarak pengukuran dari mesin, semakin rendah tingkat kebisingan yang dihasilkan. Selain itu, kondisi ruang juga mempengaruhi tingkat kebisingan, di mana kebisingan di ruang tertutup lebih tinggi dibandingkan dengan kebisingan di ruang terbuka.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada jarak 1 meter di ruang tertutup, tingkat kebisingan mencapai 92 dB, yang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) yang diizinkan sebesar 85 dB untuk paparan selama 8 jam per hari sesuai dengan PER.13/MEN/X/2011. Kebisingan yang melebihi ambang batas ini dapat menimbulkan risiko kesehatan yang signifikan bagi pekerja, terutama jika terpapar dalam jangka waktu yang lama tanpa menggunakan alat pelindung diri. Berdasarkan NIDCD (2010), paparan kebisingan di atas 85 dB dalam waktu lama dapat menyebabkan gangguan pendengaran yang dikenal sebagai *Noise-Induced Hearing Loss* (NIHL), yang bersifat permanen dan tidak dapat dipulihkan (Disorders), 2010).

Di sisi lain, hasil pengukuran di ruang terbuka menunjukkan bahwa tingkat kebisingan lebih rendah dibandingkan dengan di ruang tertutup. Hal ini disebabkan oleh adanya aliran udara dan ruang terbuka yang lebih luas, yang memungkinkan suara untuk tersebar lebih merata dan tidak terperangkap seperti halnya di ruang tertutup. Pada jarak 3 meter di ruang terbuka, tingkat kebisingan berada di bawah NAB, yaitu sebesar 78 dB. Ini menunjukkan bahwa pekerja yang beroperasi pada jarak lebih dari 3 meter dari mesin di ruang terbuka memiliki risiko yang lebih rendah terkena dampak negatif dari kebisingan.

Berdasarkan hasil pengukuran tingkat kebisingan pada mesin pencetak pelet tipe vertikal, terdapat beberapa temuan penting yang perlu dibahas lebih lanjut. Tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh mesin dalam kondisi operasional yang berbeda memiliki variasi yang signifikan, baik dilihat dari jarak operator terhadap mesin maupun dari kondisi ruangan di mana mesin dioperasikan. Pembahasan berikut akan menguraikan dampak kebisingan ini terhadap kesehatan dan keselamatan kerja (K3), relevansi temuan dengan standar baku mutu yang berlaku, serta implikasi dari strategi mitigasi yang diusulkan untuk mengurangi dampak kebisingan di lingkungan kerja.

b) Pengaruh Jarak dan Kondisi Ruang Terhadap Tingkat Kebisingan

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tingkat kebisingan tertinggi terjadi pada jarak 1 meter di ruang tertutup, dengan intensitas sebesar 92 dB, yang jelas melebihi ambang batas kebisingan yang diperbolehkan sebesar 85 dB. Kondisi ini

mengindikasikan bahwa kebisingan yang dihasilkan oleh mesin sangat berbahaya jika operator berada terlalu dekat dengan mesin, terutama di ruang tertutup. Ruang tertutup cenderung memantulkan suara, yang meningkatkan intensitas kebisingan dibandingkan dengan ruang terbuka, di mana suara dapat lebih tersebar. Hal ini konsisten dengan teori akustik yang menyatakan bahwa ruang tertutup meningkatkan resonansi suara dan dapat memerangkap energi suara di dalamnya (Beranek, 2012).

Sebaliknya, pada ruang terbuka, tingkat kebisingan lebih rendah, dengan nilai kebisingan sebesar 86 dB pada jarak 1 meter dan turun hingga 78 dB pada jarak 3 meter. Kondisi ini terjadi karena ruang terbuka memungkinkan gelombang suara untuk tersebar tanpa hambatan, sehingga mengurangi dampak kebisingan pada operator yang berada di sekitarnya. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suma'mur (2009) yang menemukan bahwa kebisingan di ruang terbuka memiliki potensi yang lebih rendah untuk merusak pendengaran dibandingkan dengan ruang tertutup, karena gelombang suara dapat lebih mudah diserap dan disebar oleh udara terbuka (Suma'mur, 2009).

c) Kepatuhan Terhadap Nilai Ambang Batas (NAB) dan Dampak Kesehatan

Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER.13/MEN/X/2011, tingkat kebisingan di tempat kerja tidak boleh melebihi 85 dB untuk durasi paparan 8 jam per hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa di ruang tertutup, tingkat kebisingan pada jarak 1 meter dan 2 meter masih di atas NAB, yaitu 92 dB dan 88 dB, yang jelas membahayakan bagi operator yang bekerja dalam jarak dekat dengan mesin. Paparan kebisingan pada tingkat ini, bahkan dalam durasi singkat, dapat menyebabkan *Noise-Induced Hearing Loss* (NIHL), yaitu gangguan pendengaran yang disebabkan oleh paparan suara keras yang terus-menerus (Silviana, 2021).

NIHL dapat terjadi ketika sel-sel rambut di dalam telinga rusak oleh suara keras, terutama jika operator tidak menggunakan alat pelindung diri yang sesuai. Menurut WHO (2011), paparan kebisingan yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan permanen pada pendengaran jika tidak dilakukan tindakan mitigasi. Gangguan kesehatan lain yang mungkin timbul dari paparan kebisingan tinggi adalah gangguan psikologis, seperti stres dan kelelahan mental, yang dapat berdampak negatif pada produktivitas pekerja. Selain itu, kebisingan berlebih juga dapat menyebabkan masalah fisiologis seperti peningkatan tekanan darah dan risiko penyakit jantung, sesuai dengan temuan Babisch (2015) yang menunjukkan bahwa paparan kebisingan tinggi berkorelasi dengan peningkatan risiko kardiovaskular (Babisch, 2015).

d) Strategi Mitigasi Kebisingan

Salah satu strategi utama untuk mengurangi dampak kebisingan adalah dengan menggunakan alat pelindung diri (APD) seperti earplug atau earmuff. Alat pelindung telinga ini efektif dalam menurunkan intensitas kebisingan yang diterima oleh operator, khususnya pada kebisingan di atas 85 dB (Buntaro, 2015). Penggunaan earplug dapat mengurangi kebisingan sebesar 25-30 dB, sementara earmuff dapat memberikan perlindungan tambahan, terutama untuk pekerja yang beroperasi dalam jarak dekat dengan mesin di ruang tertutup. Namun, penggunaan APD harus didukung oleh pelatihan yang memadai untuk memastikan bahwa operator memahami cara menggunakan pelindung telinga dengan benar agar manfaat yang diperoleh maksimal (Suma'mur, 2009).

Selain itu, perbaikan tata letak ruang kerja dapat membantu mengurangi kebisingan secara signifikan. Pengaturan ulang ruang kerja dengan memasang peredam suara di sekitar mesin atau memindahkan mesin ke lokasi yang lebih terbuka dapat membantu menurunkan intensitas kebisingan yang diterima oleh pekerja. Berdasarkan hasil

penelitian, tingkat kebisingan di ruang terbuka cenderung lebih rendah dibandingkan di ruang tertutup, sehingga solusi yang melibatkan modifikasi ruang kerja layak dipertimbangkan sebagai bagian dari strategi mitigasi.

Pemasangan bahan peredam suara seperti panel akustik di sekitar area mesin juga dapat mengurangi kebisingan di lingkungan kerja. Penggunaan bahan peredam ini efektif dalam mengurangi pantulan suara, terutama di ruang tertutup, sehingga kebisingan yang dihasilkan oleh mesin dapat dikurangi hingga 10-15 dB. Langkah ini tidak hanya membantu menciptakan lingkungan kerja yang lebih nyaman, tetapi juga mendukung pemenuhan standar keselamatan kerja yang ditetapkan oleh regulasi pemerintah.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai evaluasi kebisingan dan strategi mitigasi pada mesin pencetak pelet tipe vertikal, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa mesin pencetak pelet tipe vertikal menghasilkan kebisingan yang melebihi nilai ambang batas yang diizinkan, terutama pada jarak 1 meter dan 2 meter di ruang tertutup. Pada jarak 1 meter, tingkat kebisingan mencapai 92 dB, yang melebihi NAB yang diatur dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER.13/MEN/X/2011 sebesar 85 dB. Hal ini menunjukkan bahwa pekerja yang bekerja dalam jarak dekat dengan mesin pencetak pelet, terutama di ruang tertutup, berisiko tinggi terkena gangguan pendengaran akibat kebisingan.
2. Kebisingan yang dihasilkan oleh mesin bervariasi berdasarkan kondisi operasional, yaitu ruang tertutup dan ruang terbuka. Ruang tertutup menghasilkan kebisingan yang lebih tinggi karena suara terperangkap dan tidak tersebar dengan baik, sedangkan di ruang terbuka, kebisingan lebih rendah dengan tingkat kebisingan sebesar 78 dB pada jarak 3 meter. Hal ini menunjukkan bahwa lingkungan operasional sangat berpengaruh terhadap intensitas kebisingan yang dihasilkan.
3. Untuk mengurangi dampak kebisingan terhadap pekerja, strategi mitigasi yang dapat diterapkan mencakup penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti ear plug atau ear muff, terutama untuk pekerja yang beroperasi di dekat mesin. Selain itu, perbaikan tata letak ruang kerja dengan memindahkan mesin ke ruang terbuka atau menerapkan peredam suara di ruang tertutup juga direkomendasikan. Pengaturan jarak kerja antara operator dan mesin perlu diperhatikan, mengingat kebisingan berkurang secara signifikan pada jarak 3 meter di ruang terbuka.
4. Kebisingan yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan gangguan pendengaran yang serius jika tidak diatasi dengan strategi mitigasi yang tepat. Oleh karena itu, penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) sangat penting untuk memastikan bahwa pekerja terlindungi dari risiko kebisingan

yang berbahaya. Penerapan mitigasi yang tepat tidak hanya akan meningkatkan kesehatan pekerja, tetapi juga dapat meningkatkan produktivitas serta kenyamanan kerja

DAFTAR PUSTAKA

- Riznanda, A. (2023). Industrial competitiveness and challenges in human resource management: A case study. *Journal of Industrial Growth and Development*, 15(2), 180 - 193.
- WHO. (2011). *Burden of Disease from Environmental Noise: Quantification of Healthy Life Years Lost in Europe*. Retrieved September 2024, from World Health Organization Regional Office for Europe.: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf.
- Pinilih, S. K. (2021). Noise exposure assessment and its impact on health in industrial settings. *Journal of Occupational Safety*, 25(3), 215 - 223.
- Silviana, A. S. (2021). Noise-induced hearing loss among workers in high noise exposure environments. *Journal of Occupational Medicine*, 12(4), 180 - 193.
- Disorders., N. (. (2010). Retrieved September 2024, from Noise-Induced Hearing Loss.: <https://www.nidcd.nih.gov/health/noise-induced-hearing-loss>.
- Larasati, D. (2017). High-frequency hearing loss due to industrial noise exposure. *International Journal of Audiology*, 46(3), 145 - 151.
- Indonesia, K. T. (2011). *Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja*. Retrieved September 2024, from <https://jdih.kemnaker.go.id>
- Beranek, L. L. (2012). *Acoustics: Sound Fields and Transducers*. Academic Press.
- Suma'mur, P. K. (2009). *Hygiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)*. Jakarta: CV Sagung Seto.
- Babisch, W. (2015). Noise and cardiovascular risk: Review of the evidence. *Journal of Occupational Medicine*, 57(5), 235 - 245.
- Buntaro, A. (2015). The effectiveness of earplugs and earmuffs in reducing noise exposure in industrial settings. *Journal of Occupational Safety and Health*, 28(3), 210 - 217.