

## Penentuan Bahan *Enclosure* untuk Mereduksi Kebisingan Mesin *Hammer Mill Stolz* di unit *Feed Processing* Perusahaan Pakan Ternak

Nina Aulya Wibowo<sup>1</sup>, Mochamad Yusuf Santoso<sup>2\*</sup> dan Galih Anindita<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail: [yusuf.santoso@ppns.ac.id](mailto:yusuf.santoso@ppns.ac.id)

### Abstrak

Industri pakan ternak merupakan salah satu industri krusial di Indonesia. Pakan ternak di proses dalam unit *feed processing* yang mengandalkan mesin mesin *modern* salah satunya yaitu mesin *Hammer mill stolz* yang berfungsi untuk mengancurkan bahan baku pakan dalam proses *grinding*. Setelah dilakukan pengukuran, didapatkan hasil kebisingan kombinasi sebesar 111,2 dBA. Kebisingan tersebut melebihi NAB Kebisingan sebesar 85 dBA untuk 8 jam kerja, Pekerja yang berada di area mesin *hammer mill stolz* bekerja selama 8 jam tanpa menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) berupa *ear plug* maupun *ear muff*, sehingga menurut hasil *Medical Check Up* perusahaan tahun pada 2024, sebanyak 47,3% pekerja pada area tersebut mengalami penurunan pendengaran yang bervariasi. Dari hasil penilaian risiko kebisingan, diberikan pengendalian berupa *enclosure* mesin *hammer mill stolz* yang disesuaikan dengan perhitungan kebisingan yang diterima oleh pekerja. Kebisingan mesin yang terhitung yaitu sebesar 118,9 dBA. Terdapat enam pilihan bahan *enclosure* yang tersedia yaitu batu bata, beton semen, kayu, kaca, *plywood panel*, dan *gypsum board*. Bahan kemudian dihitung nilai *Transmission Loss* dan *Noise Reduction* dengan nilai ketebalan yang tersedia di pasaran dan ketebalan 10 cm. Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan hasil *enclosure* akan dibuat dari bahan *plywood panel* dengan ketebalan 10 cm. Nilai kebisingan yang dapat direduksi oleh *enclosure* dengan bahan dan ketebalan tersebut yaitu 40,4 dBA. Kebisingan terukur setelah di reduksi adalah 78,5 dBA. Sehingga dapat disimpulkan, *enclosure* dengan bahan *plywood panel* dengan ketebalan 10 cm dapat mereduksi kebisingan hingga dibawah Nilai Ambang Batas (NAB) sebesar 85 dBA.

**Kata Kunci:** Bahan, *Enclosure*, *Hammer Mill Stolz*, Kebisingan, Perusahaan Pakan Ternak

### Abstract

*The poultry feed industry is one of the crucial industries in Indonesia. Poultry feed is processed in a feed processing unit that relies on modern machines, one of the example is the Hammer Mill Stolz machine, which functions to crush raw feed materials in the grinding process. After measurements were taken, the combined noise results were 111.2 dBA. This noise exceeds the noise treshold value of 85 dBA for 8 working hours. Workers in the hammer mill stolz machine area work for 8 hours without using Personal Protective Equipment (PPE) in the form of earplugs or earmuffs. So that, according to the results of the company's medical checkup in 2024, 47.3% of workers in the area experienced varying hearing loss. From the results of the noise risk assessment, technical control was given in the form of a hammer mill stolz machine enclosure, which was adjusted to the calculation of the noise received by the workers. The calculated machine noise was 118.9 dBA. There are six choices of enclosure materials available, namely brick, cement concrete, wood, glass, plywood panels, and gypsum boards. The material is then calculated for Transmission Loss and Noise Reduction values with the thickness values available on the market and a thickness of 10 cm. After the calculation, the results obtained are that the enclosure will be made of plywood panel material with a thickness of 10 cm. The noise value that can be reduced by the enclosure with the material and thickness is 40.4 dBA. The measured noise after reduction is 78.5 dBA. So it can be concluded that the enclosure with plywood panel material with a thickness of 10 cm can reduce noise to below the Threshold Limit Value (NAB) of 85 dBA.*

**Keywords:** Enclosure, Hammer Mill Stolz, Material, Noise, Poultry Feed Company

## 1. PENDAHULUAN

Industri pakan ternak memiliki peranan penting dalam mendukung sektor peternakan di Indonesia, dengan kapasitas produksi harian mencapai 3.000 ton (Diyannata, 2018). Proses produksi pakan melibatkan beberapa tahapan utama, salah satunya adalah *grinding* yang menggunakan mesin *hammer mill stolz* untuk menghancurkan bahan baku menjadi serbuk halus. Penghancuran merupakan langkah wajib untuk memastikan bahwa pakan ternak memiliki ukuran yang sesuai agar mudah dicerna oleh hewan (Amin & Sobhi, 2023). Mekanisme kerja mesin *hammer mill stolz* memanfaatkan tumbukan antara bahan baku dengan pisau *hammer* yang berotasi dalam mesin (Mustakin, 2020). Pada *shift* pagi, terdapat lebih banyak jumlah pekerja dan jenis pekerjaan. Hal ini menyebabkan pekerja terpapar kebisingan secara terus-menerus sepanjang waktu kerja mereka sehingga dapat meningkatkan risiko terjadinya gangguan kesehatan akibat paparan kebisingan. Mesin *hammer mill stolz* merupakan komponen vital dalam unit *feed processing*, namun menghasilkan tingkat kebisingan yang sangat tinggi, yaitu mencapai 111,2 dBA pada *shift* pagi. Tingkat kebisingan tersebut jauh melebihi ambang batas kebisingan (NAB) sebesar 85 dBA yang diatur dalam Peraturan Menteri Tenaga Ketenagakerjaan RI Nomor 5 Tahun 2018 (Kementerian Ketenagakerjaan, 2018). Paparan kebisingan berlebihan tersebut berdampak negatif terhadap kesehatan pendengaran pekerja, yang dibuktikan melalui hasil audiometri tahun 2024, di mana 9 dari 19 pekerja mengalami penurunan fungsi pendengaran. Kondisi ini menunjukkan bahwa hampir setengah pekerja terpapar risiko kesehatan akibat kebisingan (Wardaniyagung, 2023). Terdapat pengendalian yang dapat dilaksanakan dengan cara eliminasi, substitusi, pengendalian teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan Alat Pelindung diri (APD) (Soeripto, 2008). Pihak *Safety, Health and Environment* (SHE) telah berupaya menangani risiko kebisingan ini dengan menyediakan Alat Pelindung Diri (APD) berupa *ear plug* kepada pekerja di area paparan kebisingan mesin *hammer mill stolz*, Namun, upaya ini menjadi kurang efektif karena mayoritas pekerja tidak menggunakan *ear plug* yang sudah disediakan dengan alasan ketidaknyamanan saat menggunakan APD tersebut.

Saat melakukan analisis bahaya kebisingan, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan seperti ISO 9613-2, *Nomographs*, *Noise reduction*, dan lain lain. Penelitian sebelumnya mengenai desain *enclosure* mesin dilakukan oleh Berliansyah (2022), objek yang digunakan adalah mesin turbin-generator pada pembangkit listrik mikrohidro. Terdapat perbedaan fungsi terhadap mesin turbin-generator dengan mesin *hammer mill stolz*. *Hammer mill stolz* memiliki kecepatan rotasi yang tinggi dan digunakan untuk menghancurkan bahan baku pakan ternak, sedangkan mesin turbin-generator memanfaatkan putaran turbin yang terhubung dengan generator yang berputar menghasilkan listrik dan kebisingan. Metode lain digunakan dalam penelitian Saadilah (2016) saat merancang desain *enclosure* pada ruang *stamping* menggunakan metode *nomographs*. Seperti yang disebutkan pada penelitian tersebut, Penggunaan metode tersebut sangat bergantung pada tingkat kompleksitas situasi dan pemahaman khusus tentang cara membaca dan menginterpretasikan *nomographs* sehingga menjadi tantangan bagi peneliti yang tidak terbiasa menggunakan metode tersebut. Penelitian lain yang dilakukan oleh Arintra (2018) membuat desain *barrier* untuk mesin *spinning* menggunakan metode ISO 9613-2. Metode tersebut melampirkan variabel berupa divergensi geometris, efek atmosfer, penyerapan tanah, dan lain-lain. Dengan kata lain metode ini lebih efektif untuk *barrier* mesin yang berada di luar ruangan atau *outdoor*, berbeda dengan mesin *hammer mill stolz* yang berada di dalam ruangan atau *indoor* sehingga tidak membutuhkan variabel tersebut untuk mengurangi tingkat kebisingan. Oleh karena itu, perancangan *enclosure* untuk mesin *hammer mill stolz* didasarkan pada *Noise Reduction* dengan kesesuaian dan efektivitasnya dalam mereduksi kebisingan pada lingkungan kerja *indoor*, sesuai dengan latar belakang dan kondisi yang dihadapi oleh perusahaan.

Pengendalian kebisingan melalui eliminasi atau substitusi mesin *hammer mill* tidak memungkinkan karena mesin tersebut merupakan elemen utama dalam proses produksi (Septio et al., 2020). Penggunaan alat pelindung diri (APD) berupa *ear plug* yang disediakan perusahaan kurang efektif karena ketidaknyamanan penggunaannya. Sedangkan untuk pengendalian administratif sudah dilakukan berupa pembagian *shift* kerja menjadi tiga waktu. Kebisingan terukur yang ada di unit *feed processing* perlu dirubah dalam bentuk peta kebisingan (*noise mapping*) untuk memvalidasi sumber kebisingan pada area tersebut. Saat diketahui sumber kebisingan pada area tersebut, dilakukan rekayasa teknik berupa pemasangan *enclosure* kebisingan. Tujuan utama dari pemasangan *enclosure* ini yaitu untuk meminimalisir intensitas kebisingan yang sampai pada subjek terpapar. Efektivitas pengurangan kebisingan bergantung pada tiga faktor utama yaitu oleh nilai rugi transmisi (*transmission loss*), reduksi bising (*noise reduction*), dan atenuasi *enclosure* (*enclosure attenuation*) dari *enclosure* bising (Ariyadi, 2016). Oleh karena itu, rekayasa teknik berupa *enclosure* menjadi solusi yang tepat untuk mengurangi tingkat kebisingan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kebisingan di area mesin *hammer mill stolz* dan juga mengetahui hasil penentuan bahan *enclosure* yang akan digunakan untuk mengurangi kebisingan di area mesin *hammer mill stolz*.

Penentuan material untuk pembangunan *enclosure* merupakan faktor penting yang sangat mempengaruhi efektivitas sistem peredaman kebisingan. Setiap jenis material menunjukkan sifat akustik yang berbeda dalam hal

kemampuan mengurangi intensitas gelombang suara, baik material tradisional seperti beton semen dan batu bata maupun material modern seperti *plywood panel* dan *gypsum board*. Proses evaluasi material tidak hanya mempertimbangkan kemampuan reduksi kebisingan, tetapi juga mencakup kecocokan dengan kondisi perusahaan. Penelitian ini mengkonsentrasikan pada analisis perbandingan enam material yaitu beton semen, batu bata, kayu, kaca, *plywood panel*, dan *gypsum board* untuk penerapan *enclosure* pada mesin *hammer mill stolz*, dengan tujuan menemukan material yang memberikan *noise reduction* terbaik dan memenuhi persyaratan operasional perusahaan. Metode sistematis dalam pemilihan material diharapkan mampu memberikan rekomendasi yang dapat diterapkan untuk pengendalian kebisingan di lingkungan kerja industri pakan ternak.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan mengukur terlebih dahulu semua kebisingan yang terdapat di area mesin *hammer mill stolz*. Kebisingan ruangan diukur menggunakan *Sound Level Meter* (SLM). Hasil pengukuran kebisingan tersebut kemudian dipetakan menggunakan *noise mapping* warna untuk memvisualisasikan sebaran tingkat suara di area produksi (Casas et al., 2014) Lalu, untuk kebisingan total mesin dihitung dengan Persamaan (1) sebagai berikut:

$$L_p = 10 \log \left[ 10^{\frac{L_{1max}}{10}} + 10^{\frac{L_{2max}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{nmax}}{10}} \right] \quad (1)$$

Pada pembuatan *enclosure* diperlukan pemilihan bahan yang tepat agar kebisingan dapat direduksi secara maksimal. Pemilihan bahan ini didasarkan pada perhitungan nilai *transmission loss* (TL) dan *noise reduction* (NR) bahan. Nilai *transmission loss* (TL) dipengaruhi oleh jenis bahan, massa jenis bahan (*surface density*), serta ketebalan bahan (*thickness*). Pihak perusahaan meminta agar bahan material *enclosure* yang digunakan merupakan bahan yang kuat, mudah di bongkar pasang, tidak memiliki bobot berlebih dan tidak rapuh mengingat banyaknya alat dan bahan yang berada di area *feed processing* yang berpotensi merusak *enclosure* apabila terbuat dari bahan yang rapuh. Bahan yang rencana dipakai sebagai bahan *enclosure* yaitu bahan batu bata, beton, kayu, kaca, lembar timah, *plywood panel*, dan *gypsum board*. Dalam hal ini, *surface density* (W) bahan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1** *Surface Density* Bahan

Material	<i>Surface Density</i> (kg/m <sup>2</sup> )/cm	<i>Sound absorption coefficient</i>
<i>Brick with plastered</i>	19.0 (23.0)	0.07
<i>Cinder concrete</i>	15.0	0.25
<i>Wood</i>	4.0 (8.0)	0.04
<i>Common glass</i>	29.0	0.04
<i>Plywood paneling</i>	14.6	0.11
<i>Gypsum board</i>	10.0	0.03

(Sumber: Irwin & Graff ,1979)

Nilai *surface density* untuk ketebalan bahan tertentu dapat dihitung menggunakan Persamaan (2) sebagai berikut:

$$W = D \times \textit{thickness} \quad (2)$$

Setelah mendapatkan nilai *surface density* untuk ketebalan bahan tertentu, dilakukan perhitungan nilai *transmission loss* dan juga *noise reduction* untuk masing-masing bahan dengan menggunakan Persamaan (3) dan Persamaan (4).

$$TL = 20 \log W + 20 \log f - C \text{ dBA} \quad (3)$$

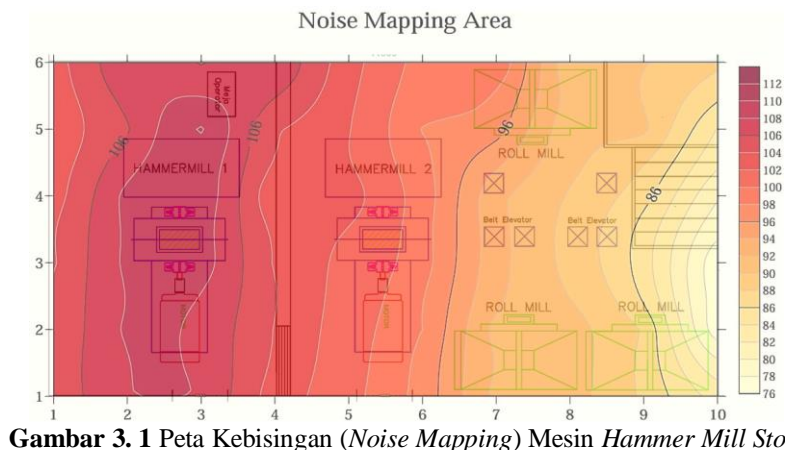
*Noise reduction* adalah nilai perbedaan antara tingkat kebisingan sebelum dan sesudah perubahan penempatan atau penghapusan konstruksi dinding akustik (Hansen & Hansen, 2022).

$$NR = TL + 6 \text{ dBA} \quad (4)$$

Bahan yang dipilih merupakan bahan dengan nilai TL dan NR paling besar dan juga harus memenuhi kriteria yang diinginkan oleh perusahaan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kebisingan pada 60 titik pada area di sekitar mesin *Hammer Mill Stolz*, ditemukan tingkat kebisingan mencapai 110.2 dBA pada frekuensi 8000 Hz pada titik ke-14 yaitu area di sebelah mesin. Peta kebisingan (*Noise Mapping*) dibuat dengan bantuan *Software Surfer* untuk menggambarkan pola penyebaran kebisingan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta Kebisingan (*Noise Mapping*) Mesin *Hammer Mill Stolz*

Berdasarkan Gambar 3.1, area mesin *hammer mill stolz* ditandai dengan warna abu-abu gelap. Warna yang semakin tua pada peta kebisingan mengindikasikan peningkatan tingkat kebisingan di wilayah tersebut. Sementara itu, warna abu-abu muda dan putih merepresentasikan tingkat kebisingan yang lebih rendah. Hal ini menguatkan bahwa mesin *hammer mill stolz* 1 adalah sumber kebisingan utama.

Perhitungan kebisingan total dilakukan dengan menggunakan nilai kebisingan tertinggi pada frekuensi 8000 Hz di area mesin *hammer mill stolz*. Pemilihan frekuensi 8000 Hz sebagai dasar perhitungan dikarenakan pada frekuensi ini terdeteksi nilai kebisingan tertinggi selama proses pengukuran. Nilai tingkat kebisingan tertinggi sebesar 110.2 dBA yaitu pada titik 14 yang merupakan titik di sekitar mesin *hammer mill stolz* 1 sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pengukuran Kebisingan Tertinggi pada Titik 14

No.	Frekuensi (Hz)	Titik 14 (dBA)			
		1	2	3	Max
1.	16.5	25.2	26.3	26.0	26.3
2.	31.5	34.5	33.2	22.2	34.5
3.	63	64.2	65.9	68.8	68.8
4.	125	72.8	76.2	70.9	76.2
5.	250	98.8	97.9	97.7	98.8
6.	500	98.2	98.0	99.0	99.0
7.	1000	102.3	100.2	103.5	103.5
8.	2000	105.2	104.2	105.8	105.8
9.	4000	106.5	160.2	107.8	107.2
10.	8000	108.8	110.2	108.4	110.2

Hasil pengukuran pada Tabel 3.1 menunjukkan bahwa nilai kebisingan ruangan yaitu sebesar 110.2 dBA. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kebisingan total di ruangan sekitar *hammer mill stolz* melebihi NAB yaitu 85 dBA. Maka dari itu diperlukan pengendalian rekayasa teknik berupa pemasangan *enclosure* sehingga dapat mengurangi tingkat kebisingan yang diterima oleh pekerja di area tersebut.

Perhitungan kebisingan total mesin dilakukan pada saat mesin *hammer mill stolz* sedang beroperasi. Untuk

memperoleh data representatif, pengambilan sampel kebisingan difokuskan pada 12 titik pengukuran yang mencakup titik 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, dan 18 yang berada di area sekitar mesin *hammer mill stolz*. Hasil pengukuran kebisingan mesin terdapat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3. 2** Hasil Pengukuran Kebisingan Mesin

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran Kebisingan pada Frekuensi 8000Hz (dBA)
7	107.9
8	105.8
9	108.6
10	108.4
11	108.3
12	107.9
13	105.8
14	110.2
15	109.3
16	108.9
17	107.3
18	107.9

Perhitungan total ( $L_p$ ) kebisingan mesin dihitung dengan persamaan berikut:

$$L_p = 10 \log \left[ 10^{\frac{L_{1max}}{10}} + 10^{\frac{L_{2max}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{nmax}}{10}} \right] \quad (1)$$

$$L_p = 10 \log \left[ 10^{\frac{107.9}{10}} + 10^{\frac{105.8}{10}} + 10^{\frac{108.6}{10}} + 10^{\frac{108.4}{10}} + 10^{\frac{108.3}{10}} + 10^{\frac{107.9}{10}} + 10^{\frac{105.8}{10}} + 10^{\frac{110.2}{10}} + 10^{\frac{109.3}{10}} + 10^{\frac{108.9}{10}} + 10^{\frac{107.3}{10}} + 10^{\frac{107.9}{10}} \right]$$

$$L_p = 118.9 \text{ dBA}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka kebisingan mesin yang di dapat yaitu sebesar 118.9 dBA. Target reduksi kebisingan dihitung dari selisih antara kebisingan total mesin dengan NAB yang berlaku, yakni 118.9 dBA – 85 dBA = 33,9 dBA. Dengan kata lain kemampuan redam *enclosure* yang akan dirancang harus memiliki kemampuan redam minimal sebesar 33,9 dBA.

### Penentuan Bahan *Enclosure*

Setelah melakukan penghitungan kebisingan total dan *background noise* pada *feed processing area* mesin *Hammer Mill Stolz*, langkah selanjutnya adalah menentukan bahan yang akan digunakan sebagai *enclosure*. Pemilihan bahan ini didasarkan pada perhitungan nilai *transmission loss* (TL) dan *noise reduction* (NR) bahan. Nilai *transmission loss* (TL) dipengaruhi oleh jenis bahan, massa jenis bahan (*surface density*), serta ketebalan bahan (*thickness*). *Enclosure* yang dirancang harus memiliki nilai *noise reduction* (NR) minimal sebesar 33,9 dBA.

Pemilihan bahan yang akan digunakan berdasarkan pilihan bahan yang ada pada Tabel 2.1. Pilihan bahan ini nantinya akan di hitung dan di analisis nilai *Transmission loss* dan *Noise reduction* nya untuk mengetahui bahan mana yang dapat mengurangi kebisingan paling tinggi dan sesuai dengan kriteria yang diminta oleh perusahaan. Pada perhitungan ketebalan *enclosure* yang digunakan yaitu ketebalan bahan yang tersedia di pasaran dan juga ketebalan 10 cm, ketebalan ini dipilih karena merupakan rata-rata ketebalan yang digunakan untuk dinding insulasi kebisingan (Alam, 2025). Perhitungan ketebalan dan jenis bahan yang akan digunakan adalah sebagai berikut.

Tebal 2,5 cm

$$\begin{aligned} W &= W \text{ Plywood Panel tabel x Tebal Plywood Panel di Pasaran} \\ &= 14,6 \text{ kg/m}^3 \times 0,025 \text{ m} \\ &= 0,365 \text{ kg/m}^2 \end{aligned} \quad (2)$$

Sehingga didapatkan nilai *surface density* (W) adalah 0,365 kg/m<sup>2</sup>. Selanjutnya diperlukan untuk

menghitung nilai *Transmission Loss* (TL) menggunakan persamaan (3). Berikut merupakan perhitungan TL *Plywood Panel* pada frekuensi 8000 Hz.

$$\begin{aligned} TL &= 20\log W + 20\log f - C \text{ dBA} \\ TL &= (20 \log 0,365) + (20 \log 8000) - 47 \\ &= -8,7 + 78,1 - 47 \\ &= 22,3 \text{ dBA} \end{aligned} \quad (3)$$

*Transmission loss* (TL) yang dihasilkan oleh material *Plywood Panel* adalah sebesar 22,3 dBA. Berikutnya adalah melakukan perhitungan *Noise Reduction* (NR) dengan menggunakan persamaan (4). Berikut disajikan perhitungan *Noise Reduction* (NR).

$$\begin{aligned} NR &= TL + 6 \text{ dBA} \\ NR &= 22,3 \text{ dBA} + 6 \text{ dBA} \\ NR &= 28,3 \text{ dBA} \end{aligned} \quad (4)$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan hasil saat ketebalan 2,5 cm bahan *Plywood Panel* dapat mereduksi kebisingan sebesar 26,7 dBA.

Tebal 10 cm

$$\begin{aligned} W &= W \text{ Plywood Panel tabel} \times \text{Tebal Plywood Panel di Tumpuk} \\ &= 14,6 \text{ kg/m}^3 \times 0,1 \text{ m} \\ &= 1,46 \text{ kg/m}^2 \end{aligned} \quad (2)$$

Sehingga didapatkan nilai *surface density* (W) adalah 1,46 kg/m<sup>2</sup>. Selanjutnya diperlukan untuk menghitung nilai *Transmission Loss* (TL) menggunakan Persamaan (3). Berikut merupakan perhitungan TL *Plywood Panel* pada frekuensi 8000 Hz.

$$\begin{aligned} TL &= 20\log W + 20\log f - C \text{ dBA} \\ TL &= (20 \log 1,46) + (20 \log 8000) - 47 \\ &= 3,3 + 78,1 - 47 \\ &= 34,4 \text{ dBA} \end{aligned} \quad (3)$$

*Transmission loss* (TL) yang dihasilkan oleh material *Plywood Panel* pada frekuensi 8000 Hz adalah sebesar 34,4 dBA. Setelah mendapatkan nilai TL, langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan *Noise Reduction* (NR) dengan menggunakan Persamaan (4). Berikut disajikan perhitungan *Noise Reduction* (NR).

$$\begin{aligned} NR &= TL + 6 \text{ dBA} \\ NR &= 34,4 \text{ dBA} + 6 \text{ dBA} \\ NR &= 40,4 \text{ dBA} \end{aligned} \quad (4)$$

Setelah dilakukan perhitungan *transmission loss* dan *noise reduction* untuk semua bahan yang terdapat pada Tabel 2.1, dari opsi bahan yang ada dengan ketebalan sesuai katalog bahan di pasaran dan ketebalan 10 cm dapat dilihat pada Tabel 3.3.

**Tabel 3. 3** Hasil Perhitungan TL dan NR Keseluruhan Bahan

No.	Bahan	<i>Transmission Loss</i> (dBA)		<i>Noise Reduction</i> (dBA)	
		Ketebalan di pasaran	10 cm	Ketebalan di pasaran	10 cm
1	Batu Bata	-	34,7	-	40,7
2	Beton Semen	-	34,6	-	40,6
3	Kayu	17,2	23	23,2	29
4	Kaca	23,8	40,3	29,8	46,3

5	<i>Plywood Panel</i>	22,3	34,4	28,3	40,4
6	<i>Gypsum Board</i>	11,6	31,1	17,1	37,1

Dari tabel 3.3 didapatkan hasil bahwa material batu bata dan beton semen dengan ketebalan 10 cm dapat mereduksi di atas nilai reduksi minimal yaitu 33,9 dBA. Namun, batu bata dan beton semen tidak memenuhi kualifikasi bahan yang diinginkan perusahaan yaitu mudah di bongkar pasang dan memiliki bobot ringan, mengingat kedua bahan tersebut merupakan bahan untuk instalasi permanen. Untuk bahan kayu dengan ketebalan yang tersedia di pasaran maupun ketebalan 10 cm belum bisa mencapai nilai *noise reduction* minimal sehingga tidak bisa di gunakan. Untuk bahan kaca dengan ketebalan yang ada di pasaran belum bisa mencapai 33,9 dBA sedangkan kaca dengan ketebalan 10 cm tidak bisa di pakai karena tidak memungkinkan untuk ditumpuk. Untuk bahan *gypsum board* memenuhi semua kriteria yang diinginkan perusahaan dan juga mencapai nilai *noise reduction* yang dibutuhkan yaitu 37,1 dBA. Sedangkan untuk bahan *plywood panel* dengan ketebalan 10 cm memiliki nilai *noise reduction* 40,4 dBA sehingga mencapai nilai reduksi yang diperlukan. Selain itu, *plywood panel* juga memenuhi kriteria bahan yang diinginkan perusahaan yaitu bahan yang kuat, mudah di bongkar pasang, tidak memiliki bobot berlebih, tidak rapuh dan juga memiliki kelebihan tahan terhadap serangga dan jamur yang rawan muncul di area *feed processing* perusahaan pakan ternak. Karena terdapat dua bahan yang memenuhi nilai *noise reduction* minimal dan juga memenuhi kriteria yang diinginkan perusahaan yaitu *gypsum board* dan *plywood panel*, bahan yang dipilih adalah bahan yang memiliki nilai *noise reduction* tertinggi yaitu *plywood panel* sehingga bahan yang akan digunakan untuk pembuatan *enclosure* ini adalah *plywood panel* dengan ketebalan 10 cm.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, analisa dan pembahasan yang dilakukan, maka di dapatkan kesimpulan bahwa kebisingan di area *feed processing* mesin *hammer mill stolz* dapat dilihat pada peta kebisingan (*noise mapping*). Daerah dengan kebisingan tertinggi ditandai dengan warna abu-abu tua yang berada di sekitar mesin *hammer mill stolz* 1 yang membuktikan bahwa kebisingan di area tersebut benar disebabkan oleh mesin *hammer mill stolz* dengan kebisingan terukur sebesar 110.2 dBA. Berdasarkan hasil perhitungan *transmission loss* dan *noise reduction* pada bahan batu bata, beton semen, kayu, kaca, *plywood panel*, dan *gypsum board*. Bahan yang memiliki nilai *noise reduction* tertinggi sebesar 40,4 dBA dan juga sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan oleh perusahaan yaitu *plywood panel* dengan ketebalan 10 cm. Sehingga bahan yang dipilih untuk pembuatan *enclosure* mesin *hammer mill stolz* yaitu *plywood panel*.

#### 5. DAFTAR NOTASI

L <sub>p</sub>	= kebisingan mesin [dBA]
L <sub>(1, 2, n)</sub>	= hasil pengukuran kebisingan [dBA]
TL	= <i>transmission loss</i> [dBA]
NR	= <i>noise reduction</i> [dBA]
W	= <i>surface density</i> [kg/m <sup>2</sup> /cm]
D	= densitas/massa jenis [kg/m <sup>3</sup> ]
f	= frekuensi [Hz]
Thickness	= ketebalan bahan [m]
C	= koefisien [47]

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Alam, B. (2025, January 15). *Katalog Kayu Berkah Alam*. Berkah Alam Web Site.
- Amin, S. A. S., & Sobhi, N. (2023). Process Optimization in Poultry Feed Mill. *Scientific Reports*, 13(1), 2.
- Arintra, H. (2018). Desain Barrier pada Mesin Spinning dengan Metode ISO 9613-2 dengan

- Mempertimbangkan Faktor Benefit Cost Ratio di Unit Produksi Jalur 5 (Studi Kasus : Perusahaan Pembuat Beton Pracetak). *Proceeding 2nd Conference on Safety Engineering and Its Application*.
- Ariyadi, R. (2016). *Peningkatan Atenuasi Penghalang Bising dalam Mengendalikan Kebisingan akibat Lalu Lintas di Sekolah Dasar Siwalankerto 1 Surabaya Menggunakan Metode Simulasi 2 Dimensi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Berliansyah, S., & Agustian Permadi, D. (2022). Desain Enclosure Akustik sebagai Mitigasi Polusi Kebisingan di Pembangkit Listrik Mikrohidro Dago Bengkok Bandung. *Jurnal Reka Lingkungan*, 10(1), 57–66. <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v10i1.55-64>
- Casas, W. J. P., Cordeiro, E. P., Mello, T. C., & Zannin, P. H. T. (2014). Noise Mapping as a Tool for Controlling Industrial Noise pollution. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 73, 262–266.
- Diyannata, P. (2018). *Evaluasi Emergency Response Plan dan Pengujian Lama Nyala Bahan Fosfor sebagai Jalur Evakuasi pada Feed Processing Area di Perusahaan Pakan Ternak*. Politeknik Perkapalan Negri Surabaya.
- Hansen, C. H., & Hansen, K. L. (2022). *Noise Control: From Concept to Application* (Second Edition). Boca Raton : CRC Press.
- Irwin, J. D., & Graf, E. R. (1979). *Industrial Noise and Vibration Control*. Prantice. Hall, Inc, Englewood Cliffs, N. J. 07632.
- Kementerian Ketenagakerjaan. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*.
- Mustakin. (2020). *UJI SIFAT FISIK HASIL PENGGILINGAN JAGUNG MENGGUNAKAN HAMMER MILL SEBAGAI SUMBER BAHAN PANGAN*. Universitas Hasanuddin.
- Saadillah, D. (2016). *Perancangan Barrier pada Area Exhaust Fan dan Desain Enclosure pada Ruang Stamping di Perusahaan Pengolahan Emas*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Septio, Y. R., Suhardi, B., Astuti, R. D., & Adiasa, I. (2020). Analisis Tingkat Kebisingan, Beban Kerja dan Kelelahan Kerja Bagian Weaving di PT. Wonorejo Makmur Abadi Sebagai Dasar untuk Perbaikan Proses Produksi. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 19(1). <https://doi.org/10.20961/performa.19.1.40111>
- Soeripto. (2008). *Higiene Industri*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Wardaniyagung, M. (2023). Evaluasi Intensitas Kebisingan Sebagai Bentuk Penerapan K3 Lingkungan Kerja Pada PT X. *Journal Occupational Health Hygiene And Safety*, 1(1). <http://publikasi.dinus.ac.id/index.php/johhs/index>