

Optimasi Implementasi Sound Absorption (Insulasi Suara) Pada Bagian Bulkhead Bus

Marcello Sintong Bona Parulian Sihaloho

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pancasakti Tegal, Indonesia

Email : marcellosihaloho19@gmail.com

Abstract

This study discusses noise control in buses through the optimization of sound-absorbing materials used on bulkheads, which are the dividing walls between the driver and passenger compartments. The testing was conducted using various materials such as aluminum foam, glass wool, and polyurethane foam, as well as variations in the thickness of glass wool (2.5 cm and 5 cm) in both open and closed test box conditions. The results showed that glass wool with a thickness of 5 cm had a higher sound absorption effectiveness, with a sound intensity reduction of up to 28.5 dB and an effectiveness of 34.9%. The study also identified the advantages and disadvantages of each material, including aluminum foam, which is lightweight, strong, and corrosion-resistant but expensive, and glass wool and polyurethane foam, which are cost-effective but have durability limitations. In addition to acoustics, the study considered cost factors, environmental resistance, and production processes. In conclusion, the selection of material and bulkhead design must be carefully made to optimize acoustic performance, comfort, and cost efficiency in noise reduction in buses.

Keywords: Sound Absorption, Bus Bulkhead, Glass Wool, Acoustics, Polyurethane Foam

Abstrak

Penelitian ini membahas pengendalian kebisingan pada bus melalui optimasi penggunaan material penyerap suara pada bulkhead, yaitu dinding pemisah antara ruang pengemudi dan penumpang. Pengujian dilakukan dengan menggunakan berbagai material seperti alumunium foam, glass wool, dan polyurethane foam, serta variasi ketebalan glass wool (2,5 cm dan 5 cm) pada kotak uji dengan kondisi terbuka dan tertutup. Hasil pengujian menunjukkan bahwa glass wool dengan ketebalan 5 cm memiliki efektivitas penyerapan suara lebih tinggi, dengan reduksi intensitas bunyi mencapai 28,5 dB dan efektivitas 34,9%. Penelitian juga mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan masing-masing material, di antaranya alumunium foam yang ringan, kuat, dan tahan korosi namun berbiaya tinggi, serta glass wool dan polyurethane foam yang ekonomis namun memiliki keterbatasan durabilitas. Selain aspek akustik, penelitian mempertimbangkan faktor biaya, ketahanan lingkungan, dan proses produksi. Kesimpulannya, pemilihan material dan desain bulkhead harus dilakukan secara cermat untuk mengoptimalkan performa akustik, kenyamanan, dan efisiensi biaya dalam pengurangan kebisingan pada bus.

Kata Kunci: Sound Absorption, Bulkhead Bus, Glass Wool, Akustik, Polyurethane Foam

PENDAHULUAN

Kendaraan umum, khususnya bus, merupakan salah satu moda transportasi yang banyak digunakan di berbagai kota di seluruh dunia. Meskipun bus menawarkan efisiensi dalam transportasi massal, masalah kebisingan sering kali menjadi tantangan yang signifikan. Kebisingan yang dihasilkan oleh mesin, getaran, dan suara dari lingkungan sekitar dapat mengganggu kenyamanan penumpang dan pengemudi. Oleh karena itu, pengendalian kebisingan dalam bus menjadi sangat penting untuk meningkatkan pengalaman berkendara.

Salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk mengurangi kebisingan di dalam bus adalah dengan menggunakan material penyerap suara pada bulkhead, yaitu dinding pemisah antara ruang pengemudi dan ruang penumpang. Bulkhead yang dirancang dengan baik tidak hanya berfungsi sebagai pemisah ruang, tetapi juga dapat berkontribusi dalam mengurangi tingkat kebisingan yang masuk ke dalam kabin bus.

Optimasi implementasi sound absorption pada bulkhead bus melibatkan pemilihan material yang tepat, desain geometris yang efisien, serta teknik pemasangan yang efektif. Material penyerap suara yang umum digunakan antara lain *Aluminium Foam*, *Glass Wool*, *Polyurethane Foam* dan Plat Besi yang dirancang khusus untuk meredam gelombang suara. Penelitian ini berfokus pada eksplorasi mendalam mengenai material dan konfigurasi desain yang berpotensi untuk mengoptimalkan kinerja akustik dari sekat (bulkhead) pada kendaraan bus.

Dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya kenyamanan penumpang dan pengemudi, serta regulasi yang semakin ketat terkait emisi suara, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan desain bus yang lebih baik. Melalui optimasi implementasi sound absorption pada bulkhead, diharapkan dapat tercapai pengurangan tingkat kebisingan yang signifikan, sehingga meningkatkan kenyamanan dan keselamatan dalam berkendara.

Penelitian ini juga akan mempertimbangkan aspek keberlanjutan dan efisiensi biaya dalam pemilihan material dan desain, sehingga solusi yang dihasilkan tidak hanya efektif dalam mengurangi kebisingan, tetapi juga ramah lingkungan dan ekonomis. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi produsen bus dan perancang interior kendaraan dalam menciptakan lingkungan berkendara yang lebih nyaman dan tenang.

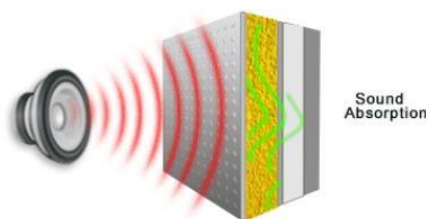
LANDASAN TEORI

Bulkhead adalah sekat pembatas antara kabin pengemudi dengan ruang penumpang pada kendaraan komersial seperti bus. Fungsi utama bulkhead adalah sebagai struktur pengaman dan pendukung panel interior, sekaligus sebagai peredam antara area pengemudi dan kabin penumpang. Dalam desain interior bus modern, bulkhead juga dimanfaatkan sebagai media pemasangan fitur tambahan seperti layar informasi, hiasan dekoratif, dan sistem pendingin udara.



Gambar 1. Bulkhead Bus

Sound absorption (insulasi suara) adalah fenomena gelombang suara kehilangan sebagian energinya ketika menabrak/menyentuh objek-objek yang menyerap suara, baik bangunan suatu ruangan seperti dinding maupun barang-barang yang berada di dalam ruangan tersebut.



Gambar 2. Sound Absorption

Fungsi utama dari sound absorption (penyerapan suara) pada bus meliputi beberapa aspek penting yang berkaitan dengan kenyamanan dan keselamatan penumpang serta efisiensi operasional kendaraan, antara lain

1. Mengurangi kebisingan internal: Sound absorption pada bulkhead dan bagian interior bus berfungsi untuk meredam gelombang suara dari mesin, jalan, dan lingkungan luar sehingga tingkat kebisingan di dalam kabin bus dapat diminimalkan. Hal ini meningkatkan kenyamanan akustik bagi penumpang selama perjalanan.

2. Mendukung keselamatan berkendara: Dengan mengurangi gangguan suara berlebih, sopir dapat lebih fokus dalam mengemudi dan mendengar suara penting dari lingkungan sekitar, seperti klakson atau sirine.
3. Meningkatkan efisiensi energi: Penyerapan suara juga dapat berkontribusi pada isolasi termal, sehingga membantu pengaturan suhu dalam kabin lebih efisien dan mengurangi beban sistem pendingin udara.

METODE PENELITIAN

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin las
2. Mesin grinda
3. Bor Listrik
4. Sound level meter
5. Speaker Bluetooth

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Plat besi
2. Besi hollow
3. Baut drill
4. Alumunium foam
5. Polyurethane Foam
6. Glass wool
7. Lem

Cara pembuatan

1. Siapkan alat dan bahan yang di butuhkan.
2. Potong plat tebal 2 mm dengan ukuran 30 cm x 30 cm x30 cm.
3. Potong pipa hollow galvanis 4x4 tebal 2 mm dengan ukuran 30 cm sebanyak 4 buah sebagai tiang vertikal, 26 cm 8 buah sebagai frame atas dan bawah.
4. Lakukan perakitan dengan menggunakan las mig sampai membentuk kotak.
5. Potong alumuniam foam , glass woll, dan PU foam dengan ukuran 22 cm.
6. Setelah kotak uji selesai pasang lapisan peredam panas yang akan di uji menggunakan lem fox spray ,tunggu sampai kering.
7. Lakukan finishing dengan membersihkan sambungan yang runcing menggunakan gerinda tangan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

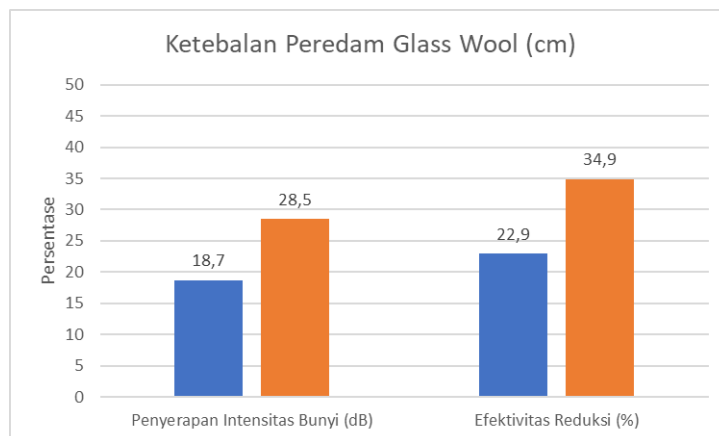
1. Hasil Pengujian sound absorption

Pengujian dilakukan dalam keadaan kotak uji dalam kondisi terbuka dan tertutup. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pengujian dengan durasi waktu setiap 10 menit dengan ketinggian yang berbeda, ketinggian nya 0 cm ,10 cm dan 30 cm dengan variasi ketebalan Glass wool yaitu 2,5 cm dan 5 cm.

Tabel 1. Tabel hasil pengujian ketebalan Glass Wool

Ketebalan Peredam (cm)	Penyerapan Intensitas Bunyi (dB)	Efektivitas Reduksi (%)
2,5	18,7	22,9
5	28,5	34,9

Berdasarkan data tersebut didapatkan hasil efektifitas reduksi bahan peredam *glass wool* dengan ketebalan peredam 2,5 cm sebesar 22,9% dimana penyerapan intensitas bunyi sebesar 18,7 dB dan hasil efektifitas reduksi bahan peredam *glass wool* dengan ketebalan peredam 5 cm sebesar 34,9% dimana penyerapan intensitas bunyi sebesar 28,5 dB yang diukur menggunakan *Sound Level Meter*.



Gambar 3. Diagram hasil pengujian ketebalan Glass Wool

Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa material *glass wool* dengan ketebalan 0,5 cm memiliki hasil penyerapan lebih besar yang membuat suara bising pada mesin menjadi teredam.

2. Kelebihan dan kekurangan dari hasil pengujian sound absorption. Kelebihan Hasil Penelitian

1. Bobot Ringan dengan Kekuatan Mekanis
 - a. Aluminium foam memberikan rasio kekuatan terhadap bobot yang tinggi, sehingga bulkhead tetap ringan namun tahan getaran (Lu et al., 2020).
 - b. Plat besi 2 mm berfungsi sebagai sound barrier tanpa menambah bobot signifikan dibanding plat yang lebih tebal.
2. Ketahanan terhadap Lingkungan Operasional
 - a. Polyurethane foam tahan kelembapan dan tidak mudah terdegradasi, cocok untuk kondisi iklim tropis (Arenas & Crocker, 2010).

- b. Alumunium foam memiliki ketahanan korosi yang baik, ideal untuk komponen kendaraan yang rentan paparan air dan garam.

3. Optimasi Biaya

- a. Glass wool dan polyurethane foam relatif murah dibanding material komersial seperti melamine foam.
- b. Metode TOPSIS memungkinkan pemilihan konfigurasi terbaik dengan mempertimbangkan biaya, sehingga mengurangi anggaran produksi hingga 20– 30%.

4. Multifungsi

- a. Alumunium foam tidak hanya menyerap suara, tetapi juga berfungsi sebagai insulator termal, mengurangi panas dari mesin yang masuk ke kabin.

Kekurangan Hasil Penelitian

1. Durabilitas Material dalam Jangka Panjang

- a. Glass wool rentan mengalami kompresi permanen akibat getaran terus-menerus, mengurangi porositas dan kinerja akustiknya setelah 2–3 tahun penggunaan.
- b. Polyurethane foam dapat terdegradasi oleh paparan UV jika tidak dilapisi protektif.

2. Biaya Alumunium Foam yang Tinggi

- a. Meski performanya unggul, alumunium foam memiliki biaya produksi 3–4× lebih mahal daripada glass wool, sehingga penggunaannya perlu dibatasi pada area kritis.

3. Kompleksitas Produksi

- a. Lapisan komposit dengan 4 material memerlukan proses fabrikasi yang rumit, seperti pengikat antar-layer yang presisi untuk menghindari delaminasi.

KESIMPULAN

Pengujian efektivitas bahan peredam suara menggunakan glass wool dengan ketebalan 2,5 cm dan 5 cm menunjukkan bahwa ketebalan yang lebih besar (5 cm) menghasilkan penyerapan suara yang lebih optimal, dengan reduksi intensitas bunyi mencapai 28,5 dB dan efektivitas reduksi sebesar 34,9%. Hasil ini menegaskan bahwa penggunaan glass wool dengan ketebalan yang memadai dapat secara signifikan meredam suara bising dari mesin.

Selain itu, penelitian juga mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan berbagai material peredam suara yang umum digunakan pada bulkhead bus. Alumunium foam memiliki bobot ringan, kekuatan mekanis tinggi, ketahanan korosi, dan multifungsi sebagai insulator termal, namun memiliki biaya produksi yang relatif tinggi. Glass wool dan polyurethane foam menawarkan biaya yang lebih ekonomis dan ketahanan terhadap lingkungan operasional tertentu, meskipun glass wool rentan terhadap kompresi dan polyurethane foam dapat terdegradasi oleh paparan UV. Kompleksitas produksi juga menjadi tantangan terutama pada penggunaan lapisan komposit multi- material.

Dengan mempertimbangkan kelebihan dan kekurangan tersebut, pemilihan material peredam suara harus dilakukan secara tepat supaya dapat mengoptimalkan performa akustik, durabilitas, dan biaya produksi dalam aplikasi bulkhead bus.

DAFTAR PUSTAKA

- Arenas, J., & Crocker, M. (2010). Recent trends in porous sound-absorbing materials. *Sound & Vibration*, 44, 12-17.
- Lyu, L., Lu, J., Guo, J., et al. (2020). Sound absorption properties of multi-layer structural composite materials based on waste corn husk fibers. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 15. <https://doi.org/10.1177/1558925020910861>
- Siregar, R. (2021). Optimasi desain interior bus untuk kenyamanan akustik. *Seminar Nasional Teknik Mesin, Universitas Negeri Medan*.
- Alimudin, D. W. K. (n.d.). *Analisis material berbasis polyurethane foam infill (PUF) untuk head lining atap kendaraan*. Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Bekasi, Jawa Barat.
- Salen, H., & Zwicker, E. (1999). *Sound absorption and acoustic design*. New York: Springer.