

Perancangan Sistem Peredam Getaran dan Kebisingan pada Instalasi Mesin Utama Kapal

Mario Viltorius Rolandson Mau¹

¹Prodi Permesinan Kapal, Fakultas Vokasi Logistik Militer, Universitas Pertahanan
Fatukety, Kakuluk Mesak, Belu-NTT
Email: viltomau235@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini ingin merancang sistem peredam getaran serta kebisingan dan juga meredam bunyi yang terjadi pada mesin utama kapal, agar di ruang mesin, kenyamanan dan keselamatan kerja meningkat. Metode dalam penelitian ini meliputi eksplorasi yang pada tingkat literatur, pengukuran nilai getaran dan kebisingan aktual yang direkam dengan alat ukur sound level meter dan vibrometer, serta desain simulasi pemodelan peredam menggunakan isolator getaran serta material paduan peredam akustik. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa terdapat pengurangan yang signifikan, dalam hal tingkat kebisingan dan getaran, dengan penggunaan paduan bahan peredam berbahan karet alam serta poliuretan, noise reducing bond. Sistem ini menjalankan fungsinya seperti diperkirakan mampu mereduksi intensitas kebisingan 18 dB dan mereduksi amplitudo getaran 40%. Kesimpulan penelitian ini bersifat desain peredam yang tepat dapat menaikkan tingkat kenyamanan akustik serta meningkatkan durability pada spare part atau komponen mesin.

Kata kunci: Peredam Bunyi, Mesin Kapal, Isolator Getaran, Akustik, Kebisingan..

Abstract

This study aims to design a vibration and noise dampening system and also dampen the sound that occurs in the ship's main engine, so that in the engine room, comfort and safety of work increase. The methods in this study include exploration at the literature level, measurement of actual vibration and noise values recorded with a sound level meter and vibrometer carving tool, and simulation design of dampening modeling using vibration isolators and acoustic dampening alloy materials. The test results also show that there is a significant reduction, in terms of noise and vibration levels, with the use of a mixture of dampening materials made of natural rubber and polyurethane, noise reducing bonds. This system performs its function as estimated to be able to reduce noise intensity by 18 dB and reduce vibration amplitude by 40%. The conclusion of this study is that the right dampening design can increase the level of acoustic comfort and increase the durability of spare parts or engine components.

Keywords: Sound Dampener, Ship Engine, Vibration Isolator, Acoustic, Noise.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi mesin kapal telah mempercepat efisiensi dan kinerja operasi, bersamaan dengan peningkatan getaran dan kebisingan mesin utama. Getaran dan kebisingan ini tidak hanya mengganggu kenyamanan awak, tetapi juga dapat menyebabkan kelelahan struktural, penurunan kinerja peralatan, dan risiko kesehatan jangka panjang bagi operator ruang mesin kapal. Di ruang terbatas seperti ruang mesin kapal, tingkat gangguan akustik dapat melebihi ambang batas yang direkomendasikan oleh organisasi internasional, seperti IMO (Organisasi Maritim Internasional) dan ILO (Organisasi Perburuhan Internasional).

Sejumlah penelitian telah mencoba untuk mengatasi masalah ini dengan mengambil pendekatan baik secara pasif maupun aktif. Penelitian oleh Liu et al. (2020) membuktikan dampak polimer akustik berbasis poliuretan dalam meredam kebisingan dalam ruang terbatas, sedangkan Zhang et al. (2019) mengembangkan isolator berbasis logam-karet untuk memreduksi getaran pada mesin diesel kapal. Penelitian lainnya oleh Park & Lee (2021) melakukan optimasi tata letak peredam pada struktur kapal

dengan pendekatan numerik dan eksperimental. Namun, nyatanya, penelitian-penelitian tersebut sangat bertumpu pada satu jenis peredam saja, baik itu peredam akustik maupun peredam getaran, tanpa melihat sistem integrasi peredam yang holistik di dalam lingkungan mesin kapal yang bersifat kompleks dan dinamis.

Disparitas (gap analysis) yang ditemukan dalam studi literatur adalah tidak adanya desain sistem peredam terpadu yang mengintegrasikan aspek vape-sourcing pada kapal, khususnya penggabungan material isolator getaran dan peredam akustik dalam satu sistem modular. Penelitian ini menawarkan kebaruan (novelty) berupa rancangan sistem hibrida yang bersifat multi-fungsional, yaitu membatasi getaran dan kebisingan secara bersamaan, sekaligus mendukung variasi ruang dan mesin kapal yang berbeda. Sistem ini dirancang dengan pendekatan modular untuk instalasi serta perawatan yang lebih mudah.

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah: bagaimana merancang dan menguji sistem peredam yang efektif dan efisien untuk mereduksi getaran serta kebisingan yang berasal dari instalasi mesin utama kapal, dengan mempertimbangkan

kondisi operasional aktual dan space restriksi? Fokus dari penelitian ini adalah sistem desain yang diimplementasikan pada pengukuran lapangan dan simulasi numerik. Disertasi Koheren ini mencakup hipotesis yang dikembangkan, diprediksikan: menerapkan sistem peredam hibrida berbasis gum isolator dan mastik akustik urethane pada mesin utama kapal akan memperbanyak penurunan kebisingan dan getaran yang dihasilkan secara signifikan.

Adapun metode pendekatan yang digunakan meliputi pengukuran eksperimental, yaitu sound level meter dan vibrometer, analisis numerik melalui perangkat lunak simulasi (ANSYS dan MATLAB), serta uji performa sistem peredam dalam skala laboratorium. Secara ilmiah, kontribusi artikel terfokus pada pengembangan dan pengujian sistem peredam getaran dan kebisingan yang adaptif terhadap kebutuhan operasional kapal layar, sekaligus memberikan data eksperimen sebagai bahan rujukan desainer untuk merancang ruang mesin kapal yang berakustik baik. Secara umum, tujuan penelitian ini adalah memberikan solusi teknis yang aplikatif dan telah teruji ilmiah pada kasus getaran dan kebisingan pada instalasi mesin utama kapal.

2. Metode

Implementasi preparatory period dimulai, dan penelitiannya dibagi menjadi tiga langkah:

1. Studi literatur dan identifikasi sumber-sumber getaran serta kebisingan utama yang disebabkan oleh mesin kapal.
2. Pengukuran lapangan dengan sound level meter dan vibrometer di beberapa titik datar di sekitar mesin utama.
3. Desain dan simulasi dari sistem peredam dengan ANSYS (sound and vibration) dan MATLAB. Material peredam yang diuji adalah karet alam, neoprene dan poliuretan. Dalam laboratorium, uji dilakukan untuk menentukan koefisien redaman dan efisiensi redaman pada kerja frekuensi dari mesin sebesar 500 -2500 rpm.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan merancang sistem peredam gabungan untuk mereduksi getaran dan kebisingan pada instalasi mesin utama kapal. Hasil diperoleh melalui tahapan pengukuran awal, perancangan sistem, simulasi numerik, dan pengujian lapangan. Pembahasan difokuskan pada efektivitas sistem peredam dalam menurunkan tingkat getaran dan kebisingan serta relevansinya terhadap kondisi operasional aktual.

(1) Hasil Pengukuran Awal

Pengukuran awal dilakukan pada mesin diesel, terutama kapal, dengan kecepatan kerja antara 500 dan 2500 rpm. Hasil menunjukkan bahwa: Menurut

standar ILO, tingkat gangguan maksimum dapat mencapai 104 dB pada puncaknya, sedangkan batas kenyamanan kerja maksimum adalah 85 dB. Menurut ISO 10816, amplitudo getaran di titik tumpu mesin utama mencapai 0,65 mm/s RMS yang termasuk dalam kategori getaran menengah-tinggi. Kondisi ini menunjukkan adanya risiko gangguan kenyamanan dan potensi jangka panjang terjadi pada struktur atau komponen mesin.

(2) Desain Sistem Peredam

Sistem peredam dirancang secara modular dengan dua elemen utama: Isolator getaran berbahan karet alam dirancang untuk meredam getaran pada frekuensi rendah. Material ini dipilih karena elastisitas dan daya tahan terhadap lingkungan laut. Panel peredam suara poliuretan dilapisi aluminium foil untuk meningkatkan ketahanan terhadap panas dan oli. Panel ini mampu meredam suara dalam rentang frekuensi menengah hingga tinggi (500–4000 Hz). Simulasi numerik menggunakan perangkat lunak ANSYS menunjukkan bahwa sistem ini mampu menurunkan respons dinamis struktur sebesar 30–45% tergantung titik pengamatan.

(3) Hasil Uji Lapangan

Tabel 1. Perbandingan Data Sebelum dan Sesudah Pemasangan Sistem Peredam

Parameter	Sebelum Peredam	Sesudah Peredam	Efisiensi Penurunan
Kebisingan (dB)	104	86	18 dB (17,3%)
Getaran (mm/s RMS)	0,65	0,38	0,27 mm/s (41,5%)

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem peredam mampu menurunkan tingkat kebisingan hingga mendekati batas aman (85 dB) dan menurunkan getaran ke dalam kategori aman berdasarkan ISO 10816 ($<0,5$ mm/s untuk mesin putaran menengah).

(4) Analisis Spektrum Frekuensi

Analisis spektrum frekuensi dilakukan dengan menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) untuk mengidentifikasi frekuensi dominan sebelum dan sesudah pemasangan peredam. Hasil menunjukkan: Frekuensi dominan kebisingan berada pada kisaran 800 sampai 2500 Hz dan berhasil dikontrol oleh panel poliuretan.

Setelah pemasangan isolator, frekuensi dominan getaran bervariasi secara signifikan dan terjadi pada kisaran 120 sampai 180 Hz.

(5) Pembahasan Efektivitas Sistem

Hasil penelitian ini selaras dengan studi oleh Liu et al. (2020), yang menyatakan bahwa penggunaan material poliuretan mampu menyerap suara secara efektif dalam ruang tertutup. Namun, keunggulan sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sifat modular dan integratifnya, yang memudahkan pemasangan tanpa harus merombak sistem mesin secara menyeluruh. Sistem ini juga lebih ringan dan ekonomis dibandingkan peredam berbasis logam atau sistem aktif. Dibandingkan penelitian Zhang et al. (2019) yang hanya fokus pada isolasi getaran, sistem dalam penelitian ini menggabungkan dua pendekatan (getaran dan akustik) dalam satu desain. Ini menjadikan sistem lebih efektif dalam mengatasi dua jenis gangguan sekaligus, menjawab kebutuhan lingkungan kerja yang lebih nyaman dan aman di kapal.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan menguji sistem peredam getaran dan kebisingan secara terpadu pada instalasi mesin utama kapal. Berdasarkan hasil analisis eksperimental dan simulasi, dapat disimpulkan hal-hal berikut: Sistem peredam hibrida yang terdiri dari isolator getaran berbasis karet alam dan panel peredam suara berbahan poliuretan mampu menurunkan tingkat kebisingan dan getaran secara signifikan. Tingkat kebisingan setelah penerapan sistem turun dari 104 dB menjadi 86 dB, mendekati ambang batas kenyamanan kerja yang ditetapkan oleh ILO, sedangkan tingkat getaran berkurang dari 0,65 mm/s RMS menjadi 0,38 mm/s RMS, masuk dalam kategori aman menurut ISO 10816. Sistem peredam dirancang secara modular dan adaptif, sehingga dapat diaplikasikan pada berbagai konfigurasi ruang mesin kapal tanpa memerlukan modifikasi besar pada struktur. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam upaya peningkatan kenyamanan, keselamatan kerja, dan umur pakai peralatan mesin utama kapal.

Daftar Pustaka

- [1] S. M. Veres, et al. 2015, Passive vibration control in ship structures, *Marine Structures Journal*.
- [2] T. S. Yuli, 2013, Studi Eksperimental Identifikasi Kavitas pada Elbow 90° Berdasarkan Spektrum Getaran dan Tingkat Kebisingan, Tugas Akhir Teknik Mesin, ITS.
- [3] M. J. Brennan, 2010, Active Control of Noise and Vibration, Spon Press.
- [4] A. B. Lurton, 2012, An Introduction to Underwater Acoustics: Principles and Applications, Springer.
- [5] D. Kurniawan, 2018, Analisis Peredaman Kebisingan Mesin Diesel Kapal, *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(1): 22–29.
- [6] G. Singh, T. Sundarajan, K.A. Bhaskaran. 2013, Mixing and entertainment characteristics of

circular and noncircular confined jets. *Journal of Fluids Engineering*.

- [7] P. Manceke, B. Winkler, 2001, Magneto-rheological damper, US006623364B2.
- [8] Holman, J.P. 1986, Heat Transfer, Sixth Edition. McGraw-Hill, Inc.
- [9] Reynolds, C. William, 1987, Termodinamika Teknik, Erlangga.
- [10] C. Y. Wang et al., 2021, Hybrid acoustic and vibration damping system for marine engine room, *Journal of Marine Engineering*.