

ANALISA MODEL GETARAN MAIN ENGINE PADA PONDASI MAIN ENGINE KAPAL TANKER 6500 LTDW

Roslyna Lovelylo¹, Adi Wirawan Husodo², Eky Novianarenti³

Teknik Permesinan Kapal (D-IV), Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia¹

Teknik Perpipaian (D-IV), Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²

Teknik Permesinan Kapal (D-IV), Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia³

Email: roslynalovelylo@student.ppons.ac.id¹; adi_wirawan@ppns.ac.id²; ekynovianarenti@ppns.ac.id³

Abstract - This article mainly describes vibration on new ship's main engine foundation. The high amplitude of vibration could damage ship's hull structure and disturb ship's passenger. The amplitude can be reduced by adding damping in the main engine foundation. Thereby in this article, modelling the mathematic equation to get the vibration response. In mathematic equation a software called MATLAB is used to determine the best graphic response. The stiffness equivalen in the main engine foundation is $1,29 \times 10^6 \text{N/mm}$. In this article use two damping variation. The first point graphic show the displacement of main engine foundation in the amount of 0.3 mm on time 0 sec, The second point o graphic show the displacement of main engine foundation in the amount of 0.278 mm on time 0 sec, The third point graphic show the displacement of main engine foundation in the amount of 0.299 mm on time 0 sec.

Keyword: Maritime, Matematic Modeling, Main Engine Foundation, Stiffness, Vibration

Nomenclature

Nomenclature menyatakan simbol dan keterangan yang kita tampilkan dalam paper

m : massa

k : kekakuan

c : redaman

F(t) : gaya eksitasi

t : waktu

ω_n : frekuensi natural

ω_d : frekuensi redaman

ϕ : beda phase

A : Amplitudo

\ddot{x} : percepatan

\dot{x} : kecepatan

x : perpindahan

1. PENDAHULUAN

Pondasi mesin induk merupakan sarana pengikat mesin utama agar mesin utama tetap tegak dan tegar pada posisi yang telah ditetapkan. Pondasi harus dirancang untuk dapat menyebarkan beban-beban dari mesin induk secara merata pada struktur lambung kapal, sehingga pondasi mesin induk secara efektif harus dapat menjamin keamanan dari struktur lambung kapal[8].

Alhouli dkk [2] telah memonitoring getaran dan karakteristik mesin diesel untuk mendeteksi dan mendiagnosa beberapa kesalahan dalam mesin

diesel dengan menggunakan teknik pengolahan sinyal getaran konvensional yaitu domain waktu (perbandingan bentuk gelombang, nilai RMS, kurtosis dan skewness) dan teknik analisis spektral menggunakan *Fast Fourier Transform* dalam kondisi operasi yang berbeda (beban dan kecepatan) [2].

Getaran merupakan respon dari sebuah sistem mekanik baik yang diakibatkan oleh gaya eksitasi yang diberikan maupun perubahan kondisi operasi sebagai fungsi waktu. Kapal memiliki banyak sekali sumber eksitasi getaran yang mampu mengganggu kenyamanan awak kapal, salah satu nya adalah getaran yang berasal dari *main engine*. *Main engine* yang sedang bekerja akan menghasilkan gaya-gaya dinamis yang disebabkan oleh percepatan dan momen. Gaya- gaya dinamis dari *main engine* tersebut akan menimbulkan getaran pada *main engine* itu sendiri. Getaran yang disebabkan oleh eksitasi main engine bisa mengakibatkan kerusakan pada konstruksi lambung kapal dan mengganggu kenyamanan penumpang kapal. Getaran mesin juga dapat terjadi antara lain oleh gaya putar atau torsi yang tidak seimbang, perubahan tekanan gas dalam torak, dan perubahan gaya kelembaman atau momen lentur dalam setiap gerakan benda. Jika gaya yang berubah-ubah dalam mesin ini terjadi frekuensi eksitasi yang sama dengan frekuensi pribadi dari struktur pondasi maka terjadi resonansi.

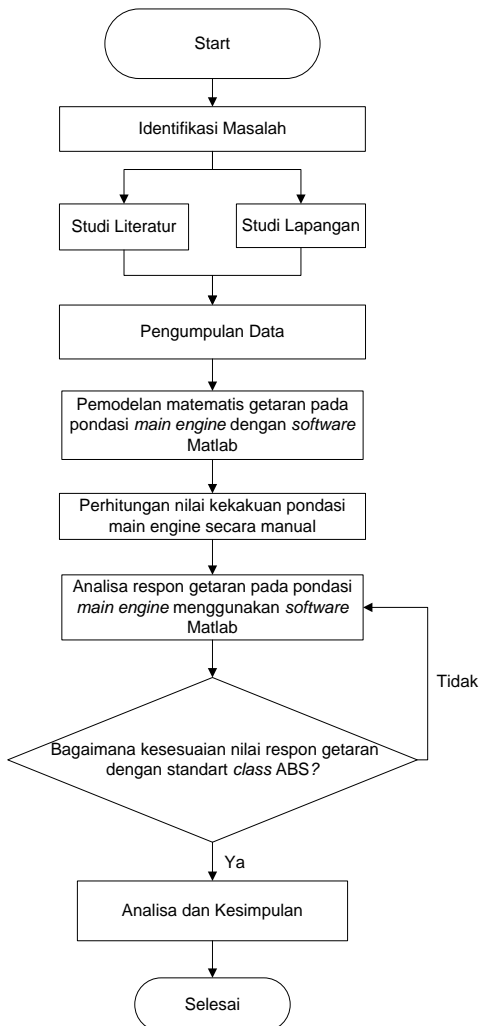
Resonansi akan menyebabkan amplitudo getaran menjadi naik secara teoritis dengan ideal frekuensi hingga mencapai tak berhingga. Secara riil, apabila mesin tidak didukung sistem peredaman yang cukup maka struktur pendukung mesin yang bergetar tersebut akan rusak [5].

Amplitudo getaran merupakan indikator yang dipergunakan untuk menentukan baik atau buruk kondisi operasi dari suatu sistem[3]. Frekuensi adalah banyaknya getaran yang terjadi dalam satu detik dengan satuan herzt, terdapat dua macam frekuensi yaitu frekuensi natural dan frekuensi eksitasi[5].

Dalam artikel ini berfokus pada identifikasi model getaran *main engine* pada pondasi *main engine* kapal tanker 6500 LTDW dengan melakukan pemodelan matematis getaran pada pondasi *main engine* untuk mengetahui tingkat getaran yang terjadi pada pondasi *main engine* dan analisis grafik respon getaran dalam Matlab.

2. METODOLOGI

Dalam melakukan penelitian ini maka diperlukan beberapa langkah diantaranya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1 Langkah – langkah Pembuatan Tugas Akhir

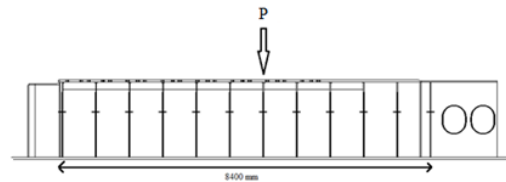
2.1 Pemodelan Matematis Getaran

Model matematis adalah persamaan matematis yang menggambarkan hubungan besaran-besaran fisis dalam suatu sistem fisis. Melalui penyelesaian model matematis maka dapat diperoleh informasi karakteristik suatu sistem[3].

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = (t) \quad (1)$$

2.2 Persamaan Matematis Getaran Paksa

Getaran paksa adalah getaran yang terjadi akibat adanya gaya eksitasi dari luar, jika gaya eksitasi tersebut berisolasi maka sistem akan dipaksa bergetar pada frekuensi eksitasi gaya tersebut. Jika frekuensi eksitasi besarnya sama dengan frekuensi natural sistem maka terjadi keadaan resonansi, dan osilasi menjadi besar dan berbahaya[3]. Pada penelitian ini sebelum mendapatkan persamaan matematis getaran dilakukan perhitungan nilai kekakuan pada konstruksi pondasi mesin induk.



Gambar 2. Penampang Konstruksi Pondasi Mesin Induk

Pada penelitian ini untuk konstruksi memanjang didapatkan nilai kekakuan sebesar $6,76 \times 10^5 N/mm$, sedangkan pada konstruksi melintang didapatkan nilai kekakuan sebesar $2,69 \times 10^6 N/mm$. Dari kedua nilai tersebut didapatkan nilai k ekuivalen yaitu $1,29 \times 10^6 N/mm$.

Berikut hasil persamaan matematis getaran paksa tanpa redaman dan dengan redaman :

- 1) Persamaan respon getaran paksa tanpa redaman
 $x = A(\cos\omega_d t \cdot \cos\phi + \sin\omega_d t \cdot \sin\phi)$
- 2) Persamaan respon getaran paksa dengan redaman

$$x = A \cdot e^{-r\omega_n t} \sin(\omega_d t + \phi) + 0,000302 \sin(\omega_d t - \phi)$$

2.3 MATLAB

MATLAB (*Matrix Laboratory*) adalah suatu program untuk analisis dan komputasi numerik dan merupakan suatu Bahasa pemrograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks. Hasil persamaan respon getaran dapat diolah pada software MATLAB untuk mendapatkan grafik respon getarannya [9].

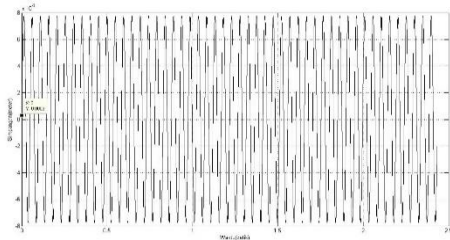
2.4 Standar Class

Standar class digunakan untuk menentukan apakah hasil getaran dalam standar rekomendasi atau tidak, karena jika melebihi batas rekomendasi akan mempengaruhi struktur bangunan kapal dan kenyamanan awak kapal[1].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

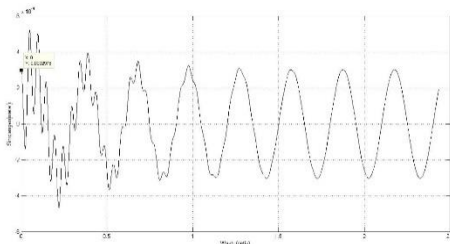
3.1 Grafik Respon Getaran

Berikut hasil grafik respon getaran tanpa redaman pada software Matlab.



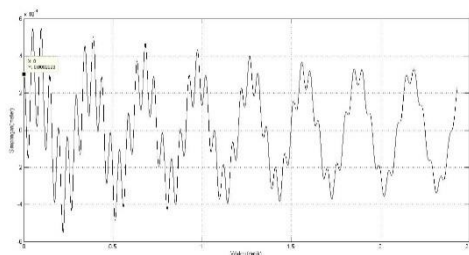
Gambar 3. Grafik Respon Getaran Tanpa Redaman.

Gambar 3 menunjuk hasil grafik respon getaran paksa tanpa redaman dalam rentang waktu 2,5 detik dengan amplitudo sebesar 0,0003 dan pada waktu 0 detik diperoleh simpangan sejauh 0,3 mm.



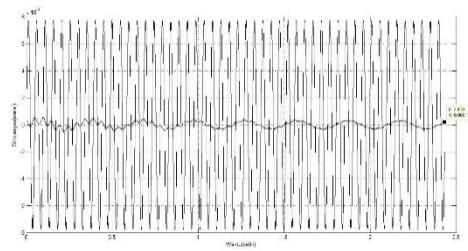
Gambar 4. Grafik respon getaran paksa jenis redaman senyawa EPY resin.

Gambar 4 menunjuk hasil grafik respon getaran paksa dengan menggunakan jenis redaman senyawa EPY resin, dalam rentang waktu 2,5 detik dengan amplitudo sebesar 0,0003 dan pada waktu 0 detik diperoleh simpangan sejauh 0,2978 mm.



Gambar 5. Grafik Respon Getaran Paksa Jenis Redaman Baja ST3.

Gambar 5 menunjuk hasil grafik respon getaran paksa dengan menggunakan jenis redaman baja St3, dalam rentang waktu 2,5 detik dengan amplitudo sebesar 0,0003 dan pada waktu 0 detik diperoleh simpangan sejauh 0,2993 mm.



Gambar 6. Grafik Respon Getaran Paksa Semua Variabel.

Gambar 6 menunjuk hasil grafik respon getaran paksa semua variabel dalam satu grafik, dari ketiga grafik tersebut dapat diketahui bahwa grafik redaman paksa jenis senyawa EPY resin memiliki nilai simpangan terkecil yaitu 0,297 mm pada waktu 0 detik dan 0,1912 pada waktu 2,4 detik, hal ini menunjukkan bahwa redaman dengan jenis senyawa EPY resin mampu meredam getaran dengan baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data yang diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pemodelan matematis getaran main engine terhadap pondasi main engine didapatkan model matematis yaitu $m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F(t)$, sehingga dihasilkan persamaan getaran paksa yaitu $x = A \cdot e^{-\gamma\omega_n t} \sin(\omega_d t + \phi) + 0,000302 \sin(\omega_d t - \phi)$.
2. Hasil dari perhitungan kekakuan pada pondasi main engine pada posisi konstruksi memanjang didapatkan nilai sebesar $6,76 \times 10^5 N/mm$, pada konstruksi melintang didapatkan nilai sebesar $2,69 \times 10^6 N/mm$. Dari kedua nilai tersebut didapatkan nilai k equivalen yaitu $1,29 \times 10^6 N/mm$.
3. Hasil persamaan getaran paksa menghasilkan tiga grafik respon getaran, dari ketiga grafik tersebut jenis redaman senyawa EPY resin memiliki nilai simpangan terkecil yang artinya redaman jenis senyawa EPY resin lebih mampu meredam getaran dengan baik.
4. Hasil perhitungan matematis getaran menghasilkan beberapa nilai parameter yang kemudian disesuaikan dengan standar class, hasil respon getaran yang terjadi pada pondasi main engine kapal tanker 6500 LTDW ini masih berada dalam batas aman.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ABS. (2015). ABS Ship Vibration. *Guidance Notes On Ship Vibration*, 68.
- [2] Alhouli, Y., Alkhaledi, A., Alzayedi, A., Alardhi, M., Abed, A. I. (2015). Study of Diesel Engine Vibration Condition Monitoring.
- [3] Kelly, G. (2000). *Fundamentals of Mechanical Vibrations*. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- [4] Yehia, W., El-Kilani, H., Mosaad, M. A., Mosleh, M. (2011). Vibration Of Marine Diesel Engine Foundation. *Vibration*.

- [5] Karyasa, T. B. (2011). *Dasar-dasar getaran mekanis*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- [6] Hasanuddin, T. D. (2014). *Getaran Dan Kebisingan*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- [7] Grudzi, K. And Jaroszewicz, A. W. (2004) *SEATING OF MACHINES AND DEVICES ON FOUNDATION CHOCKS CAST OF EPY RESIN COMPOUND*. ZAPOL Spolka Jawna, al. Pistow 42, 71-062 Szczecin,.
- [8] Nugroho, B. A., Mulyatno, I. P., Kiryanto. (2015). Analisa Kekuatan Struktur Pondasi Mesin Dengan Interaksi Trust Block Pada Kapal ROPAX 5000 GT Dengan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 290-299.
- [9] Cahyono, B. (2013). PENGGUNAAN SOFTWARE MATRIX LABORATORY(MATLAB) DALAM PEMBELAJARAN ALJABAR LINIER. *Phenomenon*. 45-62.