



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Studi Karakteristik Getaran Global Kapal *Supply Vessel* 70 m dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga

Zaenal Arifin¹, Ahmad Fauzan Zakki¹, Muhammad Iqbal¹

¹Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email : zaenalarifin.zae9@gmail.com

Abstrak

Getaran yang terjadi pada kapal memiliki efek samping yang berpengaruh cukup besar terhadap ketahanan konstruksi kapal itu sendiri. Konstruksi kapal yang secara terus-menerus mengalami getaran beresiko besar mengalami kegagalan struktur karena getaran itu sendiri bersifat merusak. Setiap benda pasti memiliki frekuensi natural yang menyebabkan resonansi bila nantinya terpengaruh dari adanya gaya eksitasi dari luar sistem tersebut. Agar menghindari adanya resonansi pada sistem, frekuensi natural haruslah dihindari. Pada penelitian ini ditunjukkan nilai dari frekuensi alami yang dimiliki oleh hull kapal *supply vessel* tersebut. Dalam proses analisa menggunakan *software* MSC/NASTRAN proses *meshing* sengaja diperbesar dimensi dari tiap elemen untuk memudahkan penyebaran gaya. Dari 20 hasil frekuensi yang ditunjukkan terdapat 3 hasil frekuensi yang menunjukkan respon sebagai *global vibration*, yaitu 4,7158 Hz menunjukkan *2-node vertical vibration mode* ; 6,0581Hz menunjukkan *1-node torsional vibration mode* ; 6,672 Hz menunjukkan *3-node vertical vibration mode* ; 9,1766 Hz menunjukkan *Predominant 1st mode shapes of the coupled horizontal-torsional*.

Kata kunci : Getaran, Getaran Global, FEM (*Finite Element Method*), Metode Elemen Hingga

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia sangat bergantung dengan dunia bahari dalam berbagai aspek kehidupannya. Lautan berfungsi sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan oleh negara, selain itu juga berfungsi sebagai media transportasi antar pulau dengan media kapal laut. Maka dengan itu pemerintah melalui pihak pihak terkait banyak membangun kapal-kapal yang difungsikan untuk transportasi laut. Namun, masih banyak faktor yang harus dibenarkan untuk menunjang efektifitas dari

kapal-kapal tersebut. Salah satu faktor yang harus dipertimbangkan adalah mengenai getaran kapal.

Getaran yang terjadi pada kapal memiliki efek samping yang berpengaruh cukup besar terhadap ketahanan konstruksi kapal itu sendiri. Konstruksi kapal yang secara terus-menerus mengalami getaran beresiko besar mengalami kegagalan struktur karena getaran itu sendiri bersifat merusak. Getaran paling besar terjadi pada bagian kamar mesin, namun seluruh bagian kapal yang lain juga mengalami getaran karena itu bersifat merambat. Walaupun sudah adanya metode untuk meredam getaran tersebut

seperti *engine bed* namun itu hanya dapat mengurangi efek merusak dan tidak dapat benar-benar menghilangkan.

Dalam sebuah sistem konstruksi, kekuatan merupakan struktur terpenting dalam sebuah kapal sebab fungsinya adalah untuk menjamin keselamatan daripada awak kapal, penumpang, dan muatannya. Dan kegagalan sistem konstruksi bisa berakibat fatal yang menyebabkan tenggelamnya kapal.

1.2 Tujuan Masalah

1. Mendapatkan permodelan dari lambung *Supply Vessel* 70m menggunakan *software* MSC. Nastran Patran
2. Mendapatkan nilai frekuensi natural dari hasil analisa menggunakan *software* MSC. Nastran Patran yang bersumber dari mesin utama.

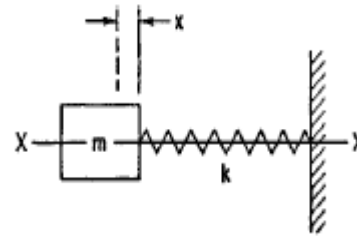
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Getaran

Getaran merupakan respon dari sebuah sistem mekanik baik yang diakibatkan oleh gaya eksitasi yang diberikan maupun perubahan kondisi operasi sebagai fungsi waktu. Getaran timbul akibat transfer gaya siklik melalui elemen-elemen mesin yang ada. Kerusakan atau keausan serta deformasi akan merubah karakteristik dinamik sistem dan cenderung meningkatkan energi getaran. Sedangkan gaya yang menyebabkan getaran ini dapat ditimbulkan oleh beberapa sumber kontak/benturan antara komponen yang bergerak/berputar, putaran dari massa yang tidak seimbang (*unbalance mass*), *misalignment*, dan juga karena kerusakan bantalan (*bearing fault*).

2.2 Jenis Getaran

Gambaran paling sederhana dari getaran pegas untubebas di tunjukkan pada gambar 1, dilihat dari massa m yang melekat pada k yaitu pegas untuk penggerak. Arah gerak dari massa ditunjukkan oleh sumbu X sehingga perubahan posisi dijelaskan sepenuhnya oleh nilai tunggal x . Dan arah gerak ini disebut sebagai derajat kebebasan.



Gambar 1 Sistem getaran bebas dengan 1 derajat-kebebasan

Mengacu pada gambar 1 maka gaya mx yang diberikan pada pegas berlawanan dengan kx yang diterapkan oleh pegas ada massa, sehingga jika dibuat perumusan:

$$mx+kx=0$$

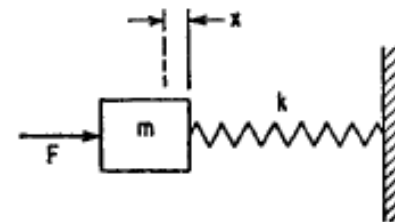
Dan jika *angular natural frequency* digambarkan dengan

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Maka penyelesaian dari Gambar 1 adalah :

$$x = A \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t + B \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t$$

Getaran paksa adalah getaran yang terjadi karena rangsangan gaya luar artinya rangsangan dari luar berisolasi dengan sistem sehingga sistem dipaksa untuk bergetar pada frekuensi rangsangan.



Gambar 2 Sistem getaran paksa dengan 1 derajat-kebebasan

Persamaan yang muncul pada sistem getaran paksa adalah:

$$mx + kx = F_0 \sin \omega t$$

Maka penyelesaian dari persamaan tersebut adalah:

$$x = A_1 \sin \omega_n t + B_2 \cos \omega_n t + \frac{u_0}{1 - \omega^2 / \omega_n^2}$$

dimana $\omega_n = k/m$ dan koefisien A_1, B_1 tergantung dari kecepatan dan perpindahan dari massa disaat $t=0$.

2.3 Klasifikasi Getaran

ISO 6954-2000 'Mechanical vibration — Guidelines for the measurement, reporting and evaluation of vibration with regard to habitability on passenger and merchant ships' merupakan regulasi yang diterbitkan oleh International Organization for Standardization (ISO). Secara umum regulasi ini menunjukkan getaran kapal yang diijinkan pada kapal terhadap tubuh manusia. Penilaian yang diberlakukan diambil pada skala frekuensi 1 – 80 Hz.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data Primer

Kapal yang dipakai untuk penelitian ini adalah kapal *supply vessel* 70m dengan *principal dimension* sebagai berikut:

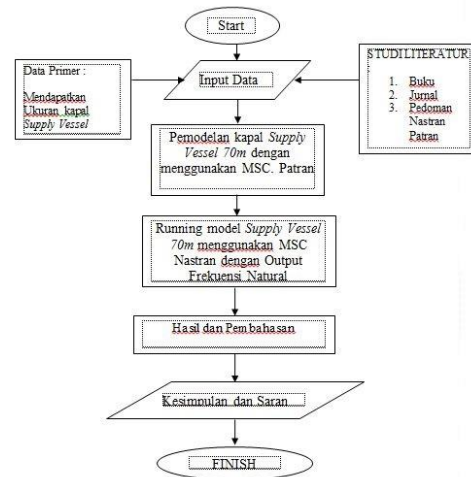
<i>Length overall (Mld hull)</i>	: 70,00 m
<i>LPP</i>	: 68,30 m
<i>Breadth Moulded</i>	: 16,60 m
<i>Depth Moulded</i>	: 6,80 m
<i>Design Draft</i>	: 5,80 m

3.1.1 Data Sekunder

Material yang digunakan	
<i>Elastic Modulus</i>	: 2.1E + 011
<i>Poisson Ratio</i>	: 0.3000001
<i>Shear Modulus</i>	: 8E + 010
<i>Density</i>	: 7850

3.2 Diagram Alir

Metodologi penelitian adalah kerangka dasar dari tahapan penyelesaian tugas akhir. Metodologi tersebut mencakup semua kegiatan yang akan dilaksanakan untuk memecahkan masalah proses analisa terhadap permasalahan tugas akhir ini. Tahapannya digambarkan dalam flowchart berikut (gambar 5):



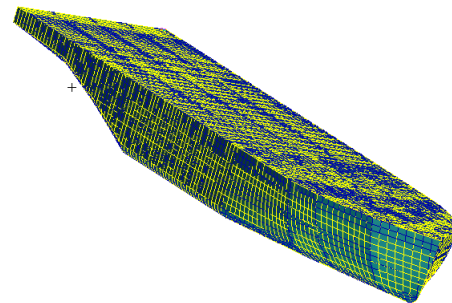
Gambar 5. Diagram Alir

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan Model

Lambung kapal *Supply Vessel* 70m dimodelkan berdasarkan *Finite Element Method* (FEM) dan dibuat permodelan serta analisisnya pada software *MSC NASTRAN*.

Karena karakteristik dari kapal ini simetris, maka dibentuk elemen hingga satu sisi dan lalu dicerminkan untuk sisi separuhnya. Bagian yang dimodelkan adalah keseluruhan bagian yang terdapat pada lambung kapal, yaitu *side shell plate*, *bottom plate*, *deck plate*, *bulkhead plate*, dan *bilge plate* dibuat sebagian elemen. Dan bagian *stiffener* dan *girder* dibuat dari *beam*.



Gambar 4 Permodelan utuh lambung kapal *Supply Vessel* 70m

Total jumlah node dan element yang ada pada model adalah berikut ini:

- jumlah node	: 10380
- jumlah element	: 30119
- jumlah beam	: 6232

4.2 Analisa Hasil Frekuensi Natural

Untuk mendapatkan karakteristik frekuensi natural dan respon secara keseluruhan maka kekakuan harus dibuat sesuai untuk menghindari *local vibration* pada badan lambung. Analisa ini menampilkan 20 hasil frekuensi karena mempertimbangkan respons yang muncul serta kapasitas dari komputer. Dari 20 hasil analisa pada MSC NASTRAN terdapat 3 hasil yang memunculkan respons *global vibration*.

Tabel 1 Hasil Analisa.

Mode No.	Frequency [Hz]	Mode No.	Frequency [Hz]
1	4.7158	11	14.476
2	6.0581	12	15.112
3	6.672	13	15.754
4	8.2147	14	15.87
5	8.4782	15	16.107
6	9.1766	16	16.617
7	9.894	17	16.809
8	10.555	18	16.906
9	12.528	19	16.908
10	12.882	20	17.068

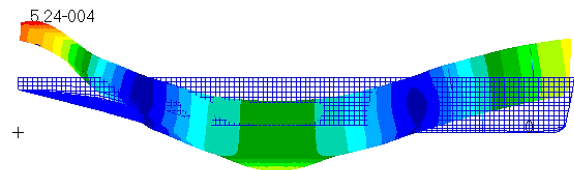
Pada analisa ini belum dimasukkan adanya gaya eksitasi serta peredam (*damping*) yang bekerja pada sistem. Sehingga kekakuan serta massa kapal yang menjadi variabel munculnya frekuensi natural tersebut.

Ada 3 frekuensi natural yang muncul pada analisa yang ditampilkan dari ke 20 hasil tersebut:

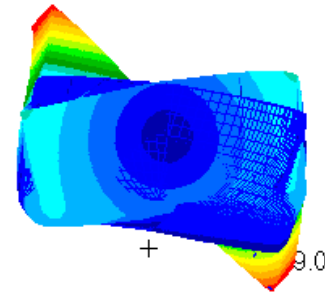
Mode No.	Natural Freq. [Hz]	Description
1	4.7158	2-node Vertical Vibration
2	6.0581	1-node Torsional Vibration
3	9.1766	3-node Vertical Vibration

4.3 Respon Frekuensi Natural

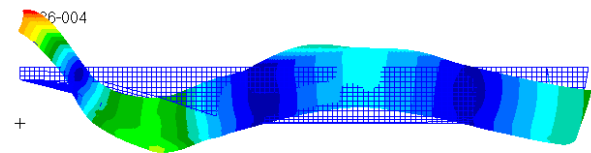
Respon frekuensi natural yang ditunjukkan pada analisa ini adalah jika kapal tersebut mendapatkan gaya eksitasi yang sesuai dengan frekuensi naturalnya, maka kapal akan beresonansi seperti berikut:



Gambar 5 2-node Vertical Vibration mode of hull



Gambar 6 1-node Torsional Vibration mode of hull



Gambar 7 3-node Vertical Vibration mode of hull

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan percobaan dan simulasi yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan frekuensi natural pada software MSC NASTRAN dari sebuah kapal nilai kekakuan yang dimasukkan haruslah sesuai untuk menghindari munculnya *local vibration*.
2. Dari 20 frekuensi yang dihasilkan pada analisa getaran tersebut, terdapat 3 frekuensi yang menunjukkan yang menunjukkan respon sebagai *global vibration* yaitu; 7158 Hz menunjukkan 2-node vertical vibration mode; 6,0581 Hz menunjukkan 1-node torsional vibration mode; 6,672 Hz menunjukkan 3-node vibration mode; 9,1766 Hz menunjukkan *Predominant 1st mode shape of the coupled horizontal-torsional*.

5.2 Saran

Hasil dari penelitian yang dilakukan penulis masih banyak yang dapat dilanjutkan. Sehingga saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (*future research*) antara lain:

1. Menambahkan variabel *adanya force vibration* yang dapat beresonansi dengan *hull* kapal yang memungkinkan berasal dari *main engine*.
2. Kondisi *displacement* kapal dapat ditambahkan semisal terdapat muatan yang mengisi ruang muat, agar terlihat nilai *natural freq.*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Iwer Asmussen, Wolfgang Menzel, Holger Mumm (2011). *GL-Technology Ship Vibration. Germanischer Lloyd (GL) Germany.*
- [2] Razvan Ionas, Ionel Chirica (2009) *Global Ship Vibration Analysis. University of Galati, Romania.*
- [3] *International Standard ISO 6954 (1984): Mechanical Vibration and Shock – Guidelines for Overall Evaluation of Vibration in Merchant Ships.*
- [4] Ahmad Fauzan Zakki, Cao Bo, Chen Tuo Han (2012). *Full Ship's Vibration Analysis of DWT 1000 Ton Class Ocean Research Vessel. Pukyong National University, South Korea.*