

# “TEKNOLOGI”

*Jurnal Ilmu - Ilmu Teknik dan Sains*  
Volume 11 No .1 April 2014

---

## **Penanggung Jawab**

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Pattimura

## **Penerbit**

Fakultas Teknik  
Universitas Pattimura

## **Ketua Dewan Redaksi**

Pieter Th. Berhиту ST. MT

## **Penyunting Pelaksana**

Max Rumaherang, ST., MS.Eng., Ph.D  
Jonny Latuny, ST., M.Eng., Ph.D  
Danny S. Pelupessy, ST., M.Eng

## **Penyunting Ahli**

Prof. Dr. Ir. Sutanto Soehodho, M.Eng  
Prof. Ir. Harsono T., MSIE, Ph.D  
Prof. Dr. Ir. N. V. Huliselan, M.Sc  
Prof. Dr. Ir H Manalip, M.Sc., DEA  
Prof. Aryadi Suwono  
Dr. H. Soefyan Tsauri, M.Sc., APU  
Dr. Ir. A. A Masroeri, M. Eng  
Dr. Ir. Wisnu Wardhana, M.Sc., SE  
Dr. M. K. J Norimarna, M.Sc  
Ir. R. G. Wattimury, M.Eng

## **Sekretariat Redaksi**

Fakultas Teknik Universitas Pattimura  
Jln Ir. M. Putuhena - Poka Ambon  
e-mail: [teknologi@mail.unpatti.ac.id](mailto:teknologi@mail.unpatti.ac.id)  
www: <http://paparisa.unpatti.ac.id/paperrepo>

# PENGGUNAAN MODAL ANALYSIS UNTUK MENENTUKAN FREKUENSI ALAMI STRUKTUR DERMAGA PELABUHAN TANJUNG EMAS SEMARANG

Samy J. Litiloly \*)

## Abstract

All object has a natural frequency but when the natural frequency equals to the frequency of coercive objects then a resonance that can cause damage to the structure of the object will be occurred. A simulation to determine a natural frequency at bridge of Tanjung Emas Port, Semarang, as a part of the relevant information to maintain and repair the bridge had been done. Its results using 5 pieces MODAL shape produced a minimum natural frequency of the Tanjung Emas bridge is 6.2608 Hz (MODAL 1) and the maximum natural frequency is 7.9389 Hz (MODAL 5).

**Keywords :** *Natural Frequency, Modal Analysis.*

## I. PENDAHULUAN

Kekuatan fisik suatu dermaga pelabuhan laut tidak hanya ditentukan oleh kemampuan konstruksi dermaga untuk memikul beban yang bekerja pada dermaga saja, akan tetapi getaran yang terjadi juga sangat berpengaruh terhadap kekuatan fisik dermaga. Getaran yang terjadi dinamakan getaran bebas, tetapi bila dikenakan secara periodik maka dinamakan getaran paksa (force vibration). Semua benda termasuk dermaga memiliki frekuensi alami tetapi bila frekuensi alami struktur sama dengan frekuensi pemaksa, maka akan terjadi resonansi yang dapat menyebabkan rusaknya struktur dermaga.

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan frekuensi alami dermaga pelabuhan laut Tanjung Emas di Semarang dengan menggunakan metode *Modal Analysis*. Metode *Modal Analysis* merupakan suatu metode *Eigenvalue Analysis* yang digunakan untuk mendapatkan fitur-fitur dinamis suatu struktur. Disini, variabel yang digunakan untuk menganalisis struktur fisis dermaga terdiri dari ukuran dan dimensi dermaga, beban yang bekerja pada dermaga serta gaya-gaya yang bekerja pada struktur dermaga. Sementara program bantuan yang digunakan adalah SAP-2000 versi 9.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Dengan perangkat lunak komputer, variabel-variabel fisis dimanfaatkan dalam simulasi fisis sesuai keadaan sebenarnya di lapangan, terutama pada titik-titik pemasangan sensor. Pada Tabel 1 dibawah diberikan variabel-variabel yang digunakan dalam analisis fisis struktur dermaga. Variabel-variabel ini berasal dari fisik dermaga yaitu beton, baja tulangan, beban hidup, dan beban mati.

**Tabel 1. Variabel-Variabel yang Digunakan**

Beton	Beton lining	40 x 70 cm <sup>2</sup>
	Beton balok	70 x 100 cm <sup>2</sup>
	Beton kolom	70 x 130 cm <sup>2</sup>
	Tebal beton pelat	30 cm
	Tebal selimut beton	8 cm
Baja Tulangan	Baja dengan mutu U-24	
	Baja dengan mutu U-32	
	Diameter tulangan 13 mm	
Beban Hidup	Kapal	2000 – 5000 DWT
	Truk	10,390 - 25 Kg
	Pejalan kaki	0,5 tf/m <sup>2</sup>
Beban Mati	Berat beban sendiri struktur dermaga	

### II. 1. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

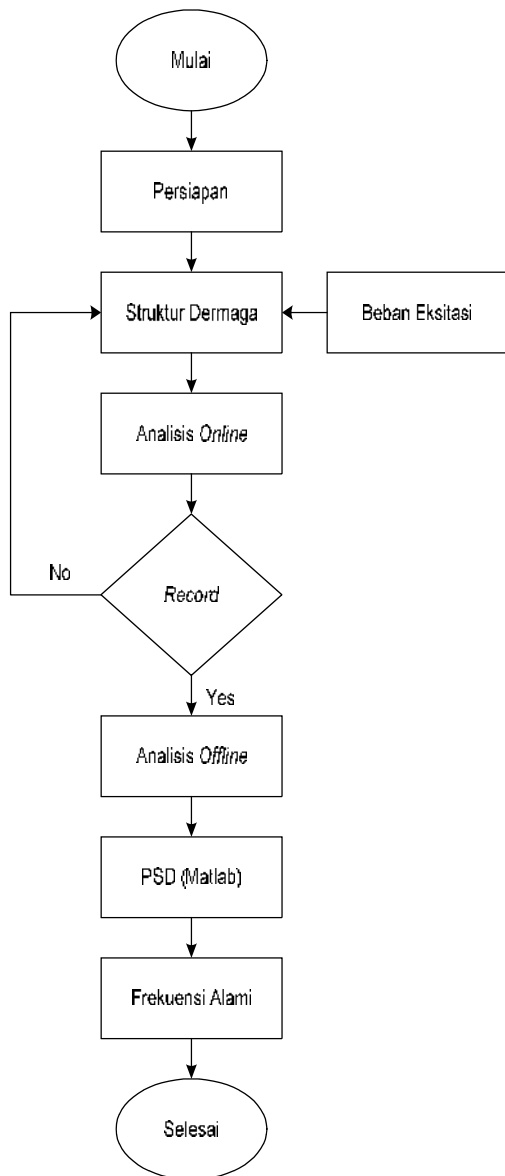
1. *Accelerometer*.
2. *Sensor Signal Conditioner*.
3. *Chanel Input*.
4. Perangkat Komputer.
5. Program PC-SCOPE.
6. Program MatLab.

### II. 2. Tahapan Penelitian

Pada Gambar 1 dibawah ini diberikan bagan alir penelitian yang telah ditempuh. Secara keseluruhan dari kerangka solusi permasalahan yang ada, langkah-langkah penelitian yang telah dilakukan dapat di jelaskan sebagai berikut:

\*) *Samy J. Litiloly, Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UNPATTI*

1. Menentukan titik penempatan sensor pada struktur dermaga. Berdasarkan ukuran dermaga, maka penempatan sensor di bagi dalam 66 titik pengukuran dengan jarak antara titik pengukuran 2,5 m yaitu pada bagian pelat dermaga. Sedangkan jarak penempatan sensor antara pelat dermaga dengan balok adalah 4 m. Penempatan sensor pada bagian pelat dermaga bertujuan untuk mendeteksi vibrasi yang diakibatkan oleh proses bongkar muat barang dan lalu lalang kendaraan, sedangkan pada bagian balok dermaga bertujuan untuk mendeteksi vibrasi yang diakibatkan oleh proses penambatan kapal.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

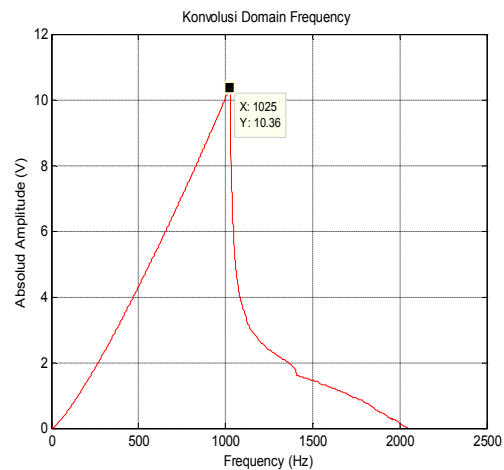
2. Akibat beban eksitasi, maka dermaga mengalami vibrasi. Vibrasi ini kemudian di

analisis secara online menggunakan solusi bantuan program PC-SCOPE.

3. Mendeteksi data vibrasi. Proses ini di mulai dengan titik pengukuran pertama dan berulang sampai ke titik pengukuran yang ke 66.
4. Rekaman data vibrasi dianalisis secara *offline* menggunakan solusi bantuan program MatLab.
5. Pengolahan sinyal digital bertujuan untuk menentukan frekuensi alami dermaga akibat gaya eksitasi yang bekerja pada dermaga.

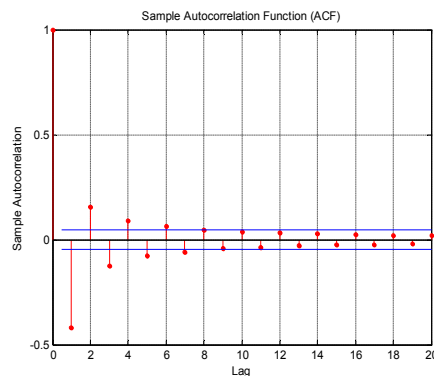
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sinyal digital yang diterima melalui sensor-sensor terpasang dianalisis secara *offline* dengan MatLab dan hasilnya ditampilkan dalam Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Konvolusi Domain Frequency

Gambar 2 merupakan hasil konvolusi *Fast Fourier Transform* (FFT) antara channel 1 dan channel 2 dalam domain frekuensi.



Gambar 3. Sample Autocorrelation Function (ACF)

Gambar 3 memperlihatkan autokorelasi. Proses ini memperlihatkan suatu bentuk gelombang yang periodik.

Frekuensi alami dermaga ditentukan berdasarkan variabel data yang ditunjukkan

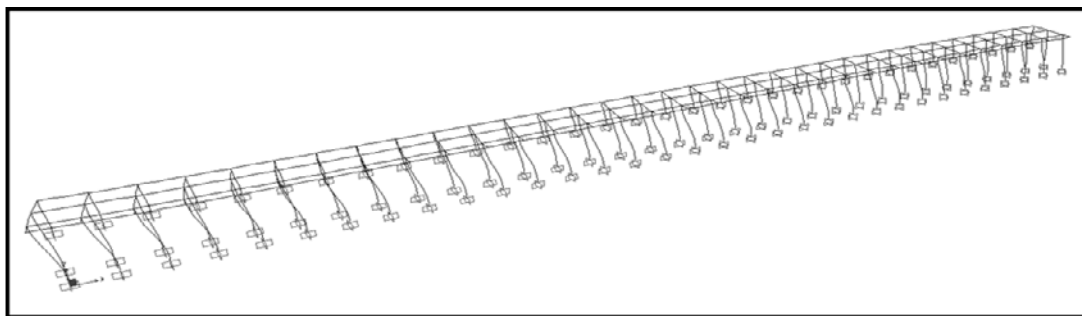
dalam Tabel 1. Variabel data tersebut di *upload* ke program bantuan SAP-2000 dan hasilnya diperlihatkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. MODAL, Perioda, dan Frekuensi**

<i>Output Case</i>	<i>StepType</i>	<i>StepNum</i>	<i>Periode</i>	<i>Frequency</i>	<i>CircFreq</i>	<i>EigenValue</i>
<i>Text</i>	<i>Text</i>	<i>Unitless</i>	<i>Sec</i>	<i>Cyc/Sec</i>	<i>Rad/Sec</i>	<i>Rad<sup>2</sup>/Sec<sup>2</sup></i>
MODAL 1	MODAL 1	1	0.159724	6.2608	39.338	1547.5
MODAL 2	MODAL 2	2	0.130815	7.6444	48.031	2307.0
MODAL 3	MODAL 3	3	0.129839	7.7018	48.392	2341.8
MODAL 4	MODAL 4	4	0.128395	7.7885	48.936	2394.8
MODAL 5	MODAL 5	5	0.125962	7.9389	49.881	2488.2

Pada Gambar 2 ditunjukkan bentuk MODAL-1 dari model dermaga. Frekuensi alami yang diperoleh adalah 5.4608 Hz. Terlihat bahwa ciri-

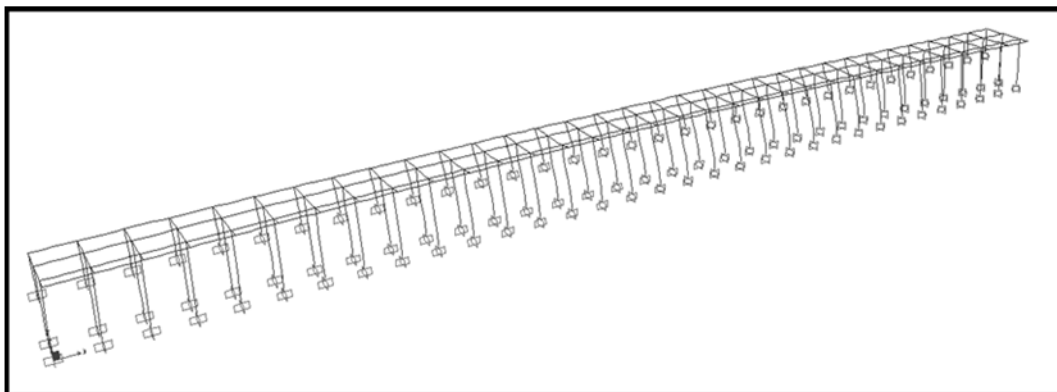
ciri bentuk MODAL adalah pergerakan dalam arah sumbu x dengan perioda 0.159724 Sec.



**Gambar 2. Bentuk MODAL-1**

Pada Gambar 3 ditunjukkan bentuk MODAL-2 dari model dermaga. Frekuensi alami yang diperoleh adalah 7.6444 Hz. Terlihat disini bahwa ciri-ciri bentuk MODAL adalah

pergerakan dalam arah sumbu z, terdapat satu jumlah kelengkungan, dengan perioda 0.130815 Sec.

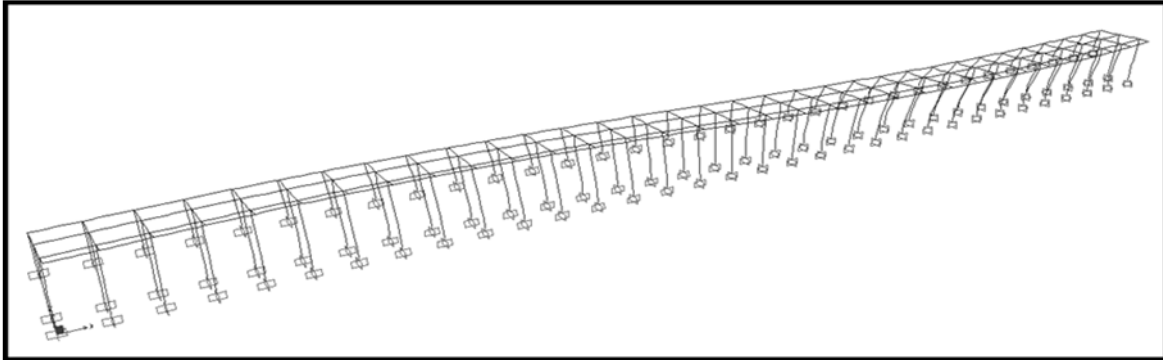


**Gambar 3. Bentuk MODAL-2**



Pada Gambar 4 ditunjukkan bentuk MODAL-3 dari model dermaga. Frekuensi alami yang diperoleh adalah 7.7018 Hz. Terlihat bahwa ciri-ciri bentuk , dengan perioda 0.129839 Sec.

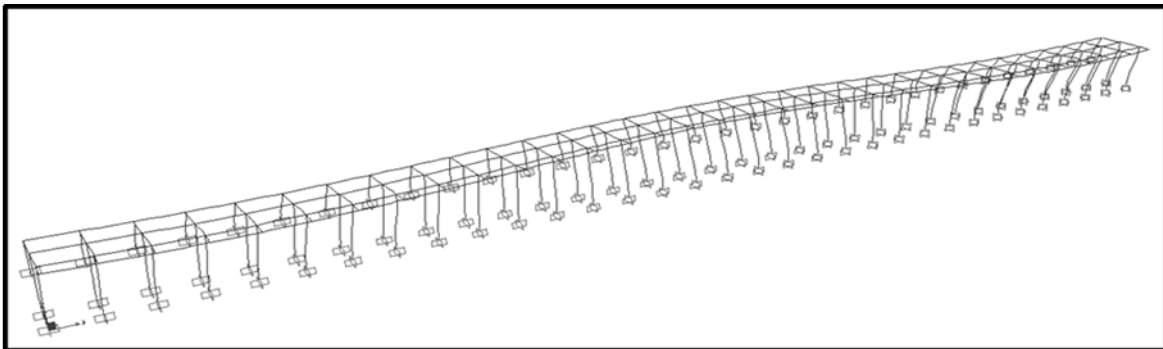
MODAL adalah pergerakan dalam arah sumbu z, terdapat dua jumlah kelengkungan



**Gambar 4. Bentuk MODAL-3**

Pada Gambar 5 ditunjukkan bentuk MODAL-4 dari model dermaga. Frekuensi alami yang diperoleh adalah 7.7885 Hz. Terlihat bahwa ciri-ciri bentuk

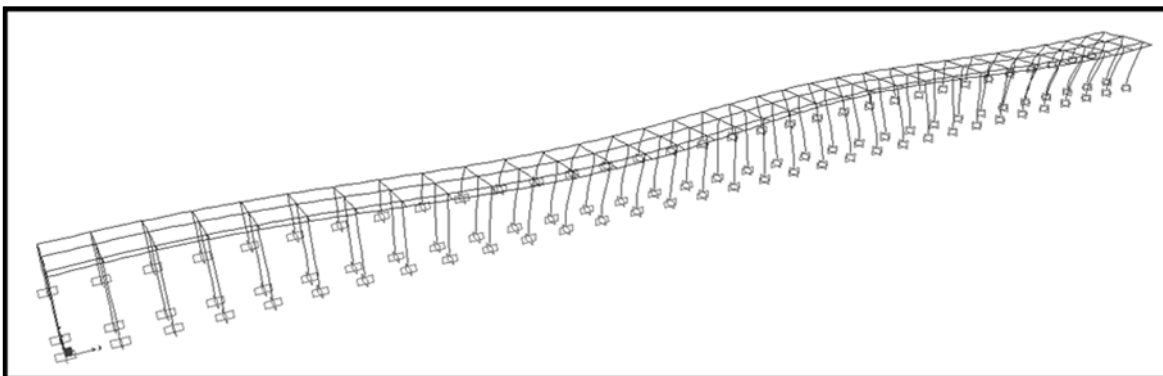
MODAL adalah pergerakan dalam arah sumbu z, terdapat tiga jumlah kelengkungan, dengan perioda 0.128395 Sec.



**Gambar 5. Bentuk MODAL-4**

Pada Gambar 6 ditunjukkan bentuk MODAL-5 dari model dermaga. Frekuensi alami yang diperoleh adalah 7.9389 Hz. Terlihat bahwa ciri-ciri bentuk

MODAL adalah pergerakan dalam arah sumbu y, terdapat empat jumlah kelengkungan, dengan perioda 0.125962 Sec.



**Gambar 6. Bentuk MODAL-5**



#### IV. KESIMPULAN

Melalui hasil simulasi dan analisis vibrasi pada dermaga akibat beban eksitasi, maka dapat disimpulkan bahwa untuk dermaga Tanjung Emas Semarang, frekuensi alami minimum adalah 6.2608 Hz dan maximum adalah 7.9389 Hz.

#### DAFTAR PUSTAKA

Park, T. H., (2010), **Introduction to Digital Signal Processing Computer Musically Speaking**, Tulane University, USA.  
Piersol, A. G., Paez Thomas, L., (2010), **Harris' Shock and Vibration Handbook - Sixth Edition**, McGrawHill Handbook.

Ramires, R. W., (1985), **The FFT Fundamentals and Concepts**, Prentice-Hall, Inc. & Englewood Cliffs, New Jersey, 07632.  
Rao, K. R., Kim, D. N., Hwang, J. J., (2010), **Fast Fourier Transform: Algorithms and Applications**, Springer Verlag, New York.  
Setyoko Bambang, (2007), **Analisa Frekuensi Alami Pada Batang Kantilever Berbeban**, Universitas Diponegoro, Semarang.  
Tuasuun Septo, (2010), **Pengaruh Frekuensi Alami Dek Terhadap Resonansi Kabel Pada Jembatan-Kabel**, Tesis Jurusan Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.  
Taylor James, I., (2007), **The Vibration Analysis Handbook**, First Edition.  
Wilson, J. A., (2005), **Sensor Technology Handbook**, Newsnes.  
Zamri Mohd., PM Baderu, H. A., (2008), **Theoretical Assessment Og Bridge Structural Integrity From Vibration Signature**, Fakulti Kejuruteraan Awam, Universiti Teknologi Malaysia.