

## PENENTUAN FREKUENSI PRIBADI PADA GETARAN BALOK KOMPOSIT DENGAN PENGUAT *FIBERGLASS*

**Mustafa**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako  
Jl. Sukarno-Hatta Km.9 Tondo, Palu 94119  
Email: [mustafa7mesin@yahoo.co.id](mailto:mustafa7mesin@yahoo.co.id)

### Abstract

*This aim of the study was to experimentally analyze the natural frequency ( $\omega_n$ ) of fiberglass reinforced polymer composite beam. The study used the spectrum method for experimental analysis. The spectrum method for experimental analysis was done by various position of 5 exciters. The supports used were a fixed-free (cantilever) with the material of fiberglass reinforced polymer composite in the form of beam with length 50 cm, width 3 cm, and thickness 2 cm. Composite material consisted of two compositions that was 5 % of fiberglass and 20 % of fiberglass. The devices used in the study was testing machine, IRD mechanalysis comprising vibration sensor, speed regulation unit, tachometer, and vibrator engine. The measurement was done on deflection, frequency response function, and spectrum. The results of the study obtained : For experimental analysis, at percentage of fiberglass 5 %, value  $\omega_{nmax} = 13125$  rpm,  $\omega_{nmin} = 12600$  rpm, whereas the percentage of fiberglass 20 %, value  $\omega_{nmax} = 13230$  rpm,  $\omega_{nmin} = 12990$  rpm.*

**Keyword :** *Vibrations, spectrum method natural frequency.*

### PENDAHULUAN

Suatu sistem yang bermassa dan elastis dapat mengalami suatu getaran apabila ada gangguan yang bekerja padanya. Gangguan tersebut bisa dari sistem itu sendiri (getaran bebas), dan juga timbul sebagai akibat gaya luar (getaran paksa).

Konstruksi sebuah mesin merupakan suatu sistem getaran karena adanya massa dan sifat elastis materialnya disertai adanya gangguan atau rangsangan (Mappaita, 1987). Gangguan tersebut bisa dari sistem itu sendiri, dan juga timbul sebagai akibat gaya luar. Sistem getaran bebas akan bergetar pada satu atau lebih terhadap frekuensi pribadinya. Sistem getaran paksa dengan eksitasi osilasi, akan bergetar dengan frekuensi gaya eksitasinya. Ketika frekuensi gaya eksitasi bersamaan dengan salah satu frekuensi pribadi sistem, maka kondisi resonansi terjadi. Peningkatan frekuensi pribadi suatu sistem menyebabkan

terjadinya getaran yang sangat besar. Olehnya itu penentuan frekuensi pribadi sangat penting pada suatu sistem yang mengalami getaran, Thomson (1993).

Kemajuan bidang sciences dan teknologi mendorong peningkatan dalam hal permintaan terhadap bahan komposit. Perkembangan bidang sciences dan teknologi mulai menyulitkan bahan konvensional seperti logam untuk memenuhi keperluan aplikasi baru. Bidang industri pesawat terbang, komponen otomotif misalnya bodi mobil balap F1, olahraga misalnya raket tenis, industri minyak dan gas juga telah memakai komposit untuk membangun infrastrukturnya. Contoh aplikasi di atas memerlukan bahan-bahan yang berdensity rendah, tahan karat, kuat, kokoh dan tegar, seperti yang dimiliki oleh komposit.

Menurut Gunawan (2009), yang mengkaji karakteristik getaran untuk sistem batang kantilever dengan

material baja dan aluminium berbentuk balok bahwa frekuensi pribadi mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jarak elemen.

Penelitian mengenai getaran sudah banyak dilakukan, namun terbatas pada penggunaan material logam. Pada penelitian ini akan dikembangkan penggunaan material komposit polimer yang diperkuat *fiberglass*.

Adapun tujuan dari penelitian ini, adalah untuk menganalisis frekuensi pribadi getaran balok komposit dengan penguat *fiberglass* secara eksperimental.

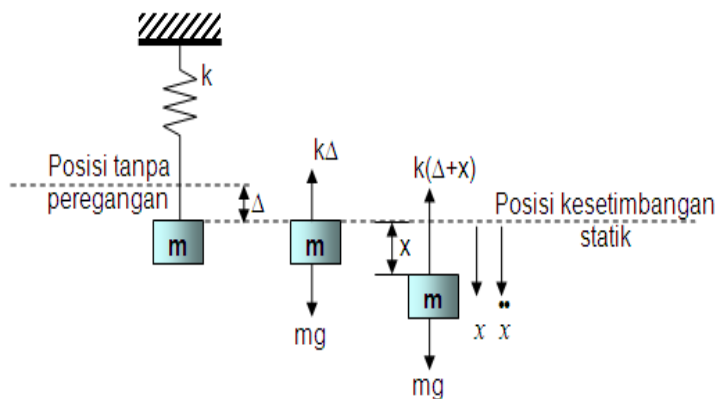
Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergetar. Pada umumnya mesin dan struktur rekayasa (engineering) mengalami getaran sampai derajat tertentu, dan rancangannya selalu memerlukan pertimbangan sifat osilasinya (Thomson, 1993).

Ada dua kelompok getaran yang umum, yaitu getaran bebas dan paksa. *Getaran bebas* terjadi bila sistem beresilasi akibat gaya yang ada dalam sistem itu sendiri dan tidak ada gaya luar yang bekerja. Sistem yang bergetar bebas akan mengalami getaran pada satu atau lebih frekuensi naturalnya, yang merupakan sifat sistem dinamika yang dibentuk oleh

distribusi massa dan kekakuannya. Sedangkan getaran yang terjadi karena rangsangan gaya luar disebut getaran paksa. Jika rangsangan tersebut beresilasi, maka sistem dipaksa untuk bergetar pada frekuensi rangsangan. Jika frekuensi rangsangan sama dengan salah satu frekuensi natural sistem, maka diperoleh keadaan resonansi dan memungkinkan terjadinya osilasi besar yang berbahaya.

Peningkatan frekuensi pribadi suatu sistem menyebabkan terjadinya getaran yang sangat besar. Getaran tersebut mengakibatkan terjadinya kerusakan pada suatu bagian tertentu dari sistem tersebut. Oleh karena itu, kita berusaha untuk mengurangi efek-efek merugikan dari getaran dengan jalan mengisolasi, mengabsorpsi, meredam dan lain sebagainya. Semua sistem yang bergetar mengalami redaman sampai derajat tertentu karena didisipasi oleh gesekan dan tahanan lain. Jika redamannya kecil, pengaruhnya sangat kecil pada frekuensi natural sistem. Olehnya itu perhitungan frekuensi natural biasanya dilakukan atas dasar tidak ada redaman.

Gambar 1 menunjukkan persamaan differensial gerak suatu sistem untuk memperoleh frekuensi pribadi.



**Gambar 1.** Diagram benda bebas sistem pegas (Sumber : Thomson, 1993)

Pemberian perpidahan awal  $x$  kemudian dilepaskan mengakibatkan sistem bergetar bebas. Dari diagram benda bebas di atas dan Hukum II Newton, diperoleh persamaan differensial geraknya sebagai berikut :

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0 \quad \dots (1)$$

Solusi dari persamaan (1) diperoleh frekuensi pribadi yaitu :

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \dots (2)$$

Secara umum material komposit didefinisikan sebagai campuran makroskopik antara serat dan matriks (Yudhanto, 2009). Serat berfungsi memperkuat matriks karena umumnya, serat jauh lebih kuat dari matriks. Matriks berfungsi melindungi serat dari efek lingkungan dan kerusakan akibat benturan (*impact*).

Menurut Jones (1975), secara garis besar komposit diklasifikasikan menjadi tiga macam, yaitu :

- a. Komposit serat (*Fibrous Composites*).
- b. Komposit partikel (*Particulate Composites*).
- c. Komposit lapis (*Laminates Composites*).

Pada umumnya material penguat (*reinforcement*) dalam komposit polimer adalah serat. Hal ini disebabkan oleh :

- a. Serat memiliki perbandingan panjang dengan diameter (*aspect ratio*) yang tinggi. Hal ini menggambarkan bahwa bila digunakan sebagai penguat dalam komposit, serat akan memiliki luas daerah kontak yang luas dengan matriks, sehingga akan terbentuk ikatan yang baik antara serat dengan matriks.
- b. *Size effect* serat. Ukuran serat yang kecil akan menghasilkan

perbandingan jumlah cacat persatuan volume yang lebih kecil daripada material yang berukuran besar. Hal ini membuat serat memiliki kekakuan dan kekuatan yang tinggi.

- c. Diameter serat yang kecil memudahkan proses manufaktur serat, hal ini berkaitan dengan fleksibilitas serat.
- d. Densitas yang rendah menyebabkan serat memiliki sifat mekanik spesifik yang tinggi.

*Fiberglass* merupakan salah satu material non-logam berbentuk lembaran kain yang sangat fleksibel, ringan dan terdiri atas pintalan serat-serat gelas. Serat ini umumnya digunakan sebagai bahan komposit untuk atap garasi, penutup pagar, dan lain sebagainya. Bahkan Universitas Negeri Semarang telah mengembangkan prototipe mobil mini Arina dengan bahan *fiberglass*.

## METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

- a. Seperangkat alat pembuatan komposit.
- b. Seperangkat alat uji getaran yang terdiri dari :
  1. IRD Mechanalysis Model 885 Analyzer/Balancer untuk pengukuran simpangan dan kecepatan getaran.
  2. Unit pengatur kecepatan.
  3. Tachometer untuk mengukur kecepatan motor penggetar (eksiter) yang digunakan.
  4. Motor penggetar (eksiter).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah balok komposit polimer yang diperkuat *fiberglass* dengan prosentase 5 % dan 20 %.

Pada pelaksanaan penelitian ini balok komposit yang diperkuat serat kaca ditumpu pada kantilever, dimana

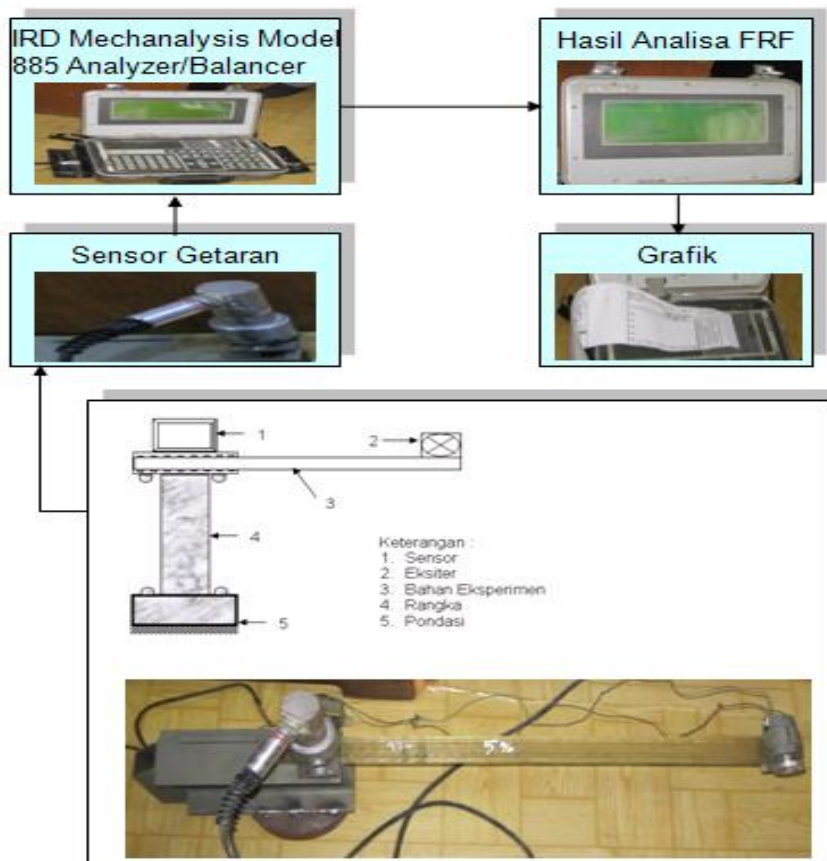
motor penggetar (Eksiter) diletakkan pada posisi 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm dan 50 cm.

Tahap pelaksanaan pengujian getaran sebagai berikut :

- Memasang balok komposit pada jepitan dengan baik.
- Meletakkan sensor getaran pada ujung atas jepitan, kemudian dihubungkan ke IRD Mechanalysis Model 885 Analyzer/Balancer.
- Meletakkan eksiter (motor penggetar) pada benda uji sesuai dengan posisi yang diinginkan.
- Menghidupkan motor penggetar (ON).

- Menentukan putaran eksiter (motor penggetar) dengan menggunakan tachometer.
- Mencetak data dan grafik hasil pembacaan IRD Mechanalysis Model 885 Analyzer/Balancer.
- Mengulang langkah a-f untuk posisi eksiter dan komposisi serat yang lain.

Balok komposit yang diperkuat *fiberglass* berdimensi panjang 50 cm, lebar 3 cm, dan tebal 2 cm, ditumpu pada kantilever, dengan posisi eksiter pada posisi 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm dan 50 cm dari posisi jepitan, seperti ditunjukkan pada gambar 2.



**Gambar 2.** Skema Pengambilan Data

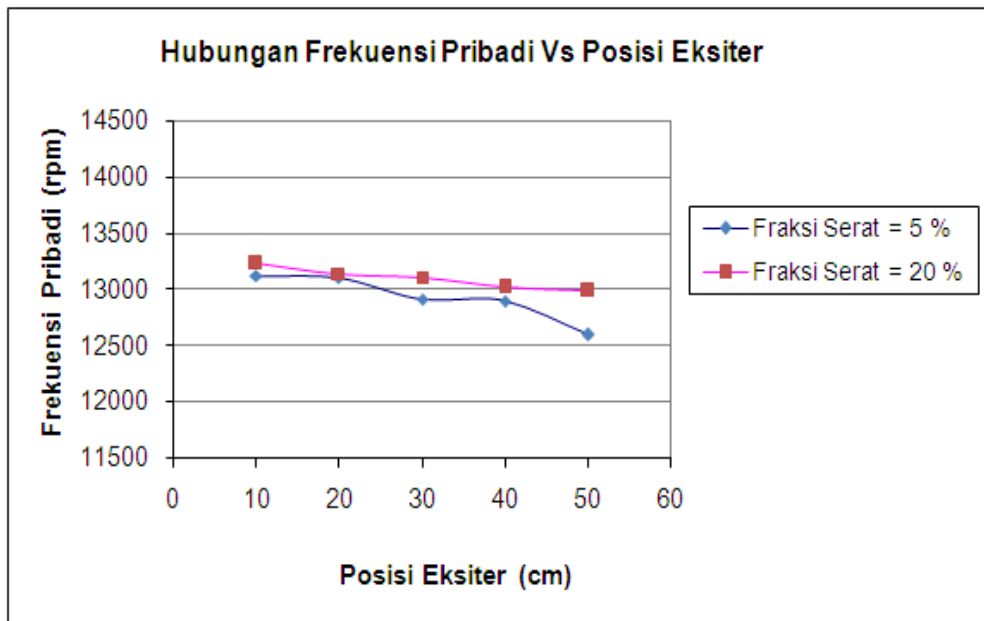
**HASIL DAN DISKUSI**

Untuk menganalisis frekuensi pribadi yang terjadi pada getaran balok

komposit didasarkan pada hasil pengujian getaran seperti ditunjukkan pada tabel 1, serta gambar 3 dan 4 sebagai berikut :

**Tabel 1.** Hasil Pengujian frekuensi pribadi dengan penguat 5 % dan 20 % *fiberglass*.

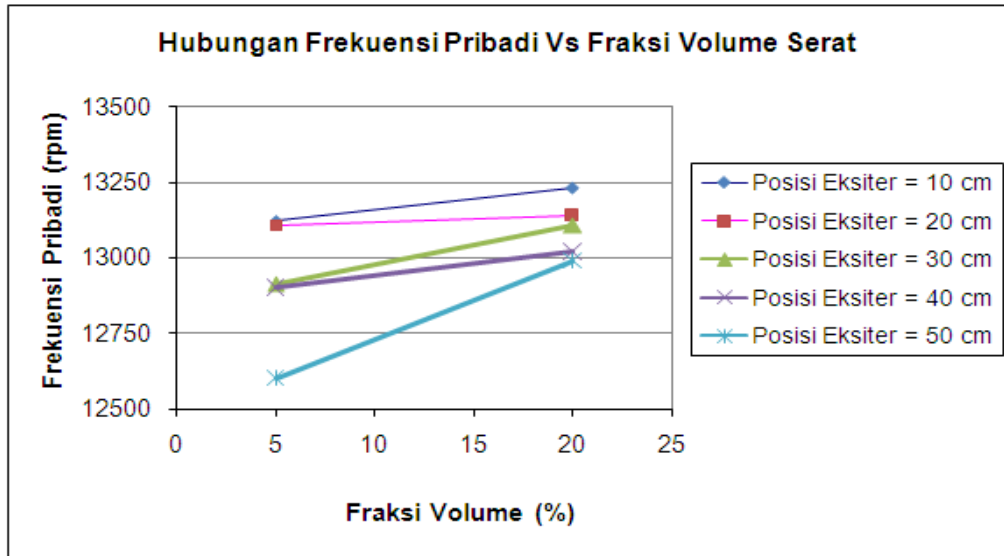
NO	POSISI EKSITER (cm)	5 % <i>fiberglass</i>		20 % <i>fiberglass</i>	
		m (kg)	$\omega_n$ (rpm)	m (kg)	$\omega_n$ (rpm)
1	10	0,080	13125	0,082	13230
2	20	0,080	13110	0,082	13140
3	30	0,080	12915	0,082	13110
4	40	0,080	12900	0,082	13020
5	50	0,080	12600	0,082	12990



**Gambar 3.** Grafik hubungan frekuensi pribadi dengan posisi eksiter

Dari gambar 3 menunjukkan bahwa nilai frekuensi pribadi ( $\omega_n$ ) mengalami penurunan seiring dengan peletakan posisi eksiter mulai 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm dan 50 cm dari jepitan untuk balok komposit dengan persentase *fiberglass* yaitu 5 % dan 20 %. Dari gambar 3 tersebut diperoleh nilai frekuensi pribadi maksimum adalah 13125 rpm (pada posisi eksiter

10 cm), sedangkan nilai frekuensi pribadi minimum adalah 12600 rpm (pada posisi eksiter 50 cm). Pada persentase *fiberglass* 20 %, nilai frekuensi pribadi maksimum adalah 13230 rpm (pada posisi eksiter 10 cm), sedangkan nilai frekuensi pribadi minimum adalah 12990 rpm (pada posisi eksiter 50 cm).



**Gambar 4.** Grafik hubungan frekuensi pribadi dengan fraksi volume serat

Dari gambar 4 diperoleh bahwa nilai frekuensi pribadi ( $\omega_n$ ) akan meningkat seiring dengan peningkatan persentase serat kaca pada setiap posisi eksiter yaitu 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm dan 50 cm dari jepitan. Dimana nilai frekuensi pribadi maksimum adalah 13230 rpm pada persentase serat 20 %, sedangkan nilai frekuensi pribadi minimum adalah 12600 rpm pada persentase serat 5 %. Peningkatan nilai frekuensi pribadi ( $\omega_n$ ) komposit serat kaca kontinu ini menunjukkan bahwa dengan meningkatnya fraksi volume serat kaca, akan meningkatkan pula nilai frekuensi pribadi ( $\omega_n$ ) getaran material komposit.

#### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Frekuensi pribadi mengalami penurunan dengan bertambah jauhnya posisi eksiter dari tumpuan jepitan, baik pada persentase serat kaca 5 % maupun prosentase serat kaca 20 %.
2. Frekuensi pribadi mengalami peningkatan ketika adanya penambahan prosentase serat kaca, untuk posisi eksiter mulai dari

10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, dan 50 cm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Mappaita. 1987. *Analisa Eksperimental dan Teoritis Modus Getaran Beam yang Ditumpu Sederhana*. Digital Library ITB, Bandung.
- Arief Yudhanto. 2009. *Aplikasi Material Komposit Di Industri Migas*. <http://composite.wordpress.com>.
- Jones, M. R., 1975, *Mechanics of Composite Material*, Mc Graww Hill Kogakusha, Ltd.
- Thomson, W.T. 1993. *Theory of Vibration with Applications*. 4<sup>th</sup> Edition. Prentice-Hall, USA.
- Yuspian Gunawan. 2009. *"Kaji Eksperimental dan Numerik Pengaruh Perletakan Motor Penggetar Terhadap Karakteristik Getaran Balok"*. Tesis tidak dipublikasikan, Makassar