

PENGUJIAN PERANGKAT UJI GETARAN BATANG KANTILEVER.

Oleh :
Novi Saksono BM

Dosen Kontruksi Dasar Mesin
Jurusan Teknik Manufaktur
Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
Email : novi.saksono@gmail.com



Abstrak

Batang kantilever adalah salah satu jenis tumpuan yang banyak digunakan pada konstruksi mesin, seperti poros puli, poros roda gigi dan poros sproket. Pada konstruksi batang kantilever, batang hanya ditumpu pada satu sisi dan sisi yang lain bebas tidak ditumpu. Salah satu permasalahan yang timbul pada batang kantilever adalah getaran berlebih yang timbul akibat terjadinya resonansi, yaitu kondisi dimana frekuensi pribadi batang sama dengan frekuensi kerja pada batang tersebut sehingga getaran yang timbul menjadi lebih besar. Bila getaran yang terjadi tersebut besar maka akan mengakibatkan beban pada tumpuan akan membesar pula. Kondisi ini akan mengakibatkan terjadinya kegagalan, baik pada tumpuan yaitu rusaknya bearing maupun pada batang itu sendiri seperti bengkok atau bahkan patah. Untuk menghindari terjadinya getaran yang besar akibat resonansi maka perlu diketahui frekuensi pribadi dari batang kantilever tersebut sehingga frekuensi kerja batang tersebut tidak sama dengan frekuensi pribadinya. Pada makalah ini, analisa frekuensi pribadi akan dianalisa dengan menggunakan perangkat lunak elemen hingga MSc.Nastran 4.5 dan pengujian perangkat uji getaran batang kantilever yang dilakukan terdiri dari pengukuran FRF dan *bump test*. Hasil dari perhitungan dibandingkan dengan hasil pengujian getaran pada perangkat uji getaran batang kantilever. Hasil dari perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak MSc.Nastran 4.5 adalah 5 frekuensi pribadi pertama dan modus getar dari batang kantilever, sedangkan hasil dari pengujian batang kantilever adalah frekuensi pribadi yang muncul dan terukur.

I. Latar Belakang

Pada konstruksi batang kantilever seperti poros puli, pahat bubut internal dan lain-lain diharapkan tidak terjadi getaran yang besar karena akan mempengaruhi terhadap umur bantalan sebagai penumpu atau kerusakan pada batangnya sendiri. Agar tidak terjadi getaran yang besar untuk batang yang berputar maka seluruh bagian yang berputar harus *balance*, dan juga frekuensi kerja tidak sama dengan frekuensi pribadinya, hal ini untuk menghindari terjadinya resonansi yaitu kondisi

dimana terjadi penguatan amplitudo getaran sehingga menimbulkan getaran yang besar.

Untuk mengetahui frekuensi pribadi suatu konstruksi dilakukan pengujian dan pengukuran getaran pada konstruksi tersebut.

Setiap benda memiliki frekuensi pribadi sendiri yang bergantung terhadap fungsi massa, kekakuan dan redaman. Frekuensi pribadi suatu konstruksi diharapkan tidak sama dengan frekuensi kerja konstruksi tersebut. Agar kondisi ini tidak terjadi maka frekuensi pribadi harus diketahui. Metoda untuk mengetahui frekuensi pribadi diantaranya

dengan perhitungan matematis menggunakan metoda elemen hingga (*finite elements*) baik secara manual atau menggunakan perangkat lunak elemen hingga, atau dengan cara lain yaitu melakukan pengukuran pada konstruksi dengan menggunakan *vibration analyzer/Multi spectrum analyzer*.

I.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan frekuensi pribadi konstruksi batang kantilever antara hasil analisa perangkat lunak MSc.Nastran 4.5 dengan pengukuran getaran batang kantilever menggunakan *Vibration analyzer/Multi spectrum analyzer*.

II. Metodologi

Pada percobaan ini digunakan batang kantilever terbuat dari st 37 dengan dimensi 1.8 X 30 X 900 mm. Tahap awal adalah membuat model batang kantilever untuk disimulasikan dengan menggunakan perangkat lunak MSc.Nastran 4.5, kemudian dari hasil simulasi tadi didapat 5 frekuensi pribadi pertama beserta modulus getarnya.

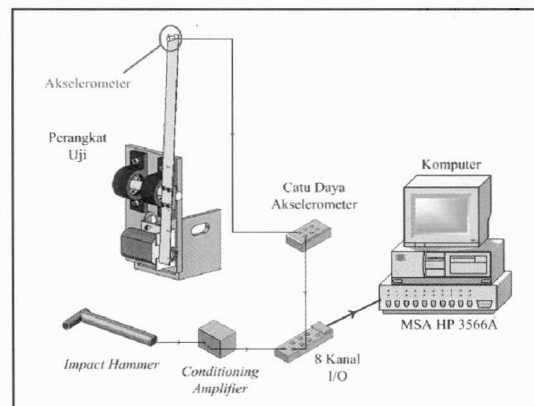
Tahap selanjutnya adalah melakukan pengukuran terhadap konstruksi batang kantilever dengan menggunakan Multi Spectrum Analyzer. Pengukuran yang dilakukan adalah mengukur frekuensi yang timbul pada batang kantilever akibat batang kantilever tersebut diketuk dengan menggunakan palu. Skema proses pengukuran frekuensi pribadi batang kantilever adalah sebagai berikut:

- a. Pengujian *Bump test*
- b. Pengujian FRF (*Frequency Respon Function*)

Prinsip pengujian Bump Test dan FRF sebenarnya serupa yang berbeda adalah jenis palu yang digunakan, pada pengujian FRF pada palu terdapat sensor gaya (*load cell*) sedangkan pada pengujian bump test palu yang digunakan tidak terdapat sensor gaya.

Sehingga sinyal yang didapat dari pengujian bump test hanya sinyal dari sensor getaran akselerometer saja. Pada FRF sinyal didapat dari 2 sensor yaitu sensor getaran akselerometer dan sinyal dari load cell yang terpasang pada palu.

Sinyal tersebut kemudian masuk melalui 8 kanal input/output menuju *multi spectrum analyzer* yang kemudian dari hasil pengolahan sinyal tersebut ditampilkan pada layar monitor berupa grafik spektrum getaran, grafik koherensi dan grafik respon frekuensi.



Gambar 1. Skema pengukuran FRF



Gambar 2. Foto pengujian FRF

Untuk kedua pengujian diatas batang kantilever dipasang pada dudukannya kemudian sensor getaran *accelerometer* dipasang diujung atas batang. Sensor dihubungkan dengan *charge amplifier* (catu daya *accelerometer*) untuk memberikan tegangan ke *accelerometer* sedangkan output dari *charge amplifier* yang merupakan sinyal getaran di teruskan ke MSA melalui 8 kanal I/O untuk dianalisa.

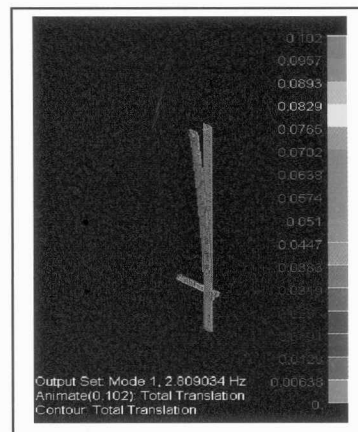
Pada pengujian bump test batang kantilever dipukul dengan menggunakan palu besi sebanyak 5 kali untuk diambil rata-rata datanya.

Sedangkan pada pengujian FRF palu yang digunakan berbeda pada ujung palu terdapat load cell, yaitu sensor gaya yang berfungsi

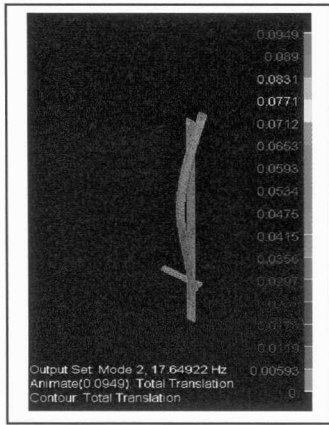
sebagai pemicu pengambilan data getaran. Sehingga sinyal getaran yang timbul dan sinyal gaya load cell dapat dibandingkan dengan melihat coherensi diantara kedua sinyal tersebut bila bernilai 1 maka sinyal getaran yang timbul diakibatkan oleh pukulan palu, sedangkan bila coherensinya bernilai 0 maka sinyal getaran yang timbul bukan berasal dari pukulan palu.

III Hasil Pengujian

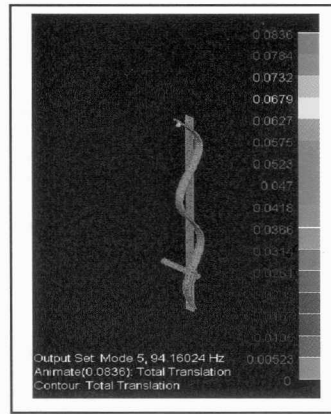
Dari hasil analisa dengan menggunakan perangkat lunak MSc.Nastran 4.5 diperoleh 5 frekuensi pribadi pertama seperti tampak pada gambar dibawah ini. Untuk masing-masing frekuensi pribadi memiliki modus getar yang erbeda-beda yang berarti setiap frekuensi pribadi memiliki pergerakan akibat getaran yang berbeda-beda pula. Modus getar diperlukan untuk dapat menentukan titik penempatan sensor getaran agar didapat amplitudo yang maksimum. Bila salah menempatkan sensor akan mengakibatkan getaran yang terjadi tidak terdeteksi, hal ini akan menimbulkan kesalahan dalam analisa pengambilan kesimpulan.



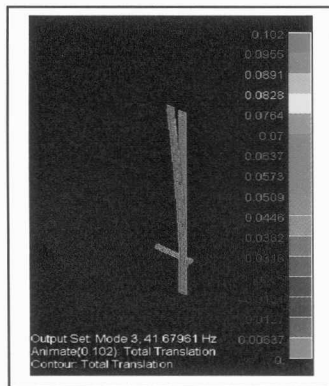
Gambar 3. Modus getar dan frekuensi pribadi pertama



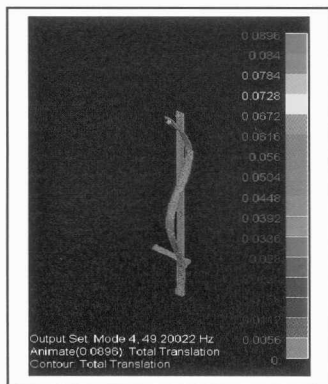
Gambar 4. Modus getar dan frekuensi pribadi kedua



Gambar 7. Modus getar dan frekuensi pribadi kelima



Gambar 5. Modus getar dan frekuensi pribadi ketiga



Gambar 6. Modus getar dan frekuensi pribadi keempat

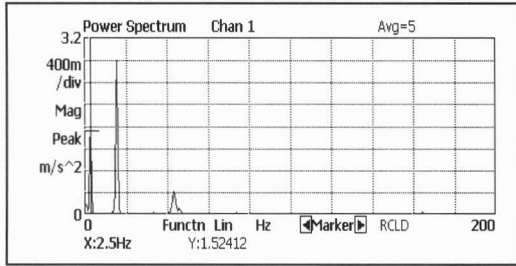
Dari hasil analisa dengan menggunakan perangkat lunak maka kelima frekuensi pribadi pertama yang timbul dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini

Tabel 1. Frekuensi pribadi.

Mode	f (Hz)
1	2,80
2	17,64
3	41,67
4	49,20
5	94,16

Dari hasil simulasi diatas maka dapat ditentukan penempatan sensor getaran yaitu pada bagian atas dari batang kantilever, karena pada posisi ini untuk kelima frekuensi pribadi yang terjadi masing-masing modus getarnya pada bagian ujung batang kantilever akan bergetar. Pelaksanaan pengujian pada perangkat uji seperti tampak pada gambar 2. Data yang diperoleh dari hasil pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

Pengujian Bump test



Gambar 8. Spektrum getaran hasil Bump test

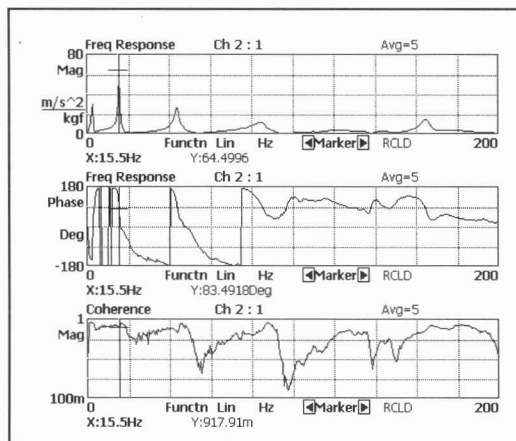
Dari gambar 8 terlihat frekuensi pribadi yang terukur adalah sbb:

$$f_1 = 2,5 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 15,5 \text{ Hz}$$

$$f_3 = 43 \text{ Hz}$$

Pengujian FRF



Gambar 9. Spektrum getaran hasil FRF

Pada gambar 9 terlihat frekuensi pribadi yang terukur dari pengukuran FRF adalah sbb:

$$f_1 = 2,5 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 15,5 \text{ Hz}$$

$$f_3 = 43,5 \text{ Hz}$$

$$f_4 = 84,5 \text{ Hz}$$

$$f_5 = 164,5 \text{ Hz}$$

Hasil dari analisa perangkat lunak Msc Nastran 4.5 kemudian dibandingkan dengan

hasil pengukuran FRF dan *bump test* dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Perbandingan hasil analisa dengan percobaan

Mode	f (Hz)		
	Analisa	Bump Test	FRF
1	2,80	2,5	2,5
2	17,64	15,5	15,5
3	41,67	43	43,5
4	49,20		84,5
5	94,16		164,5

Dari tabel 2 diatas dapat dilihat perbedaan penyimpangannya.

Untuk 3 frekuensi pribadi pertama antara hasil pengujian Bump test dan FRF relatif sama, sedangkan bila dibandingkan dengan hasil analisa perangkat lunak terjadi perbedaan berkisar antara 3 % s/d 14 %. Untuk frekuensi pribadi ke 4 dan ke 5 pada Bump test tidak terukur, sedangkan pada pengujian FRF frekuensi pribadi ke 4 dan ke 5 terukur, dan bila dibandingkan dengan hasil analisa perangkat lunak terjadi perbedaan yang relatif besar yaitu diatas 50 %.

Analisis

Dari perbedaan yang muncul antara hasil analisis dan pengujian, maka yang dianggap lebih tepat adalah hasil pengujian.

Pada proses analisis dengan menggunakan perangkat lunak MSc Nastran 4.5, parameter yang dihitung hanya massa dan kekakuan dari konstruksi, sedangkan pada konstruksi sebenarnya yang real memiliki massa, kekakuan dan redaman. Sehingga pada saat pembuatan gambar model pada perangkat lunak pemilihan parameter material, penentuan nodal dan jumlah meshing yang dipilih harus

lebih akurat dan dapat mewakili kondisi sebenarnya.

IV Kesimpulan

Dari hasil perbandingan antara analisa menggunakan perangkat lunak MSc Nastran 4.5 dengan pengujian getaran batang kantilever, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Perangkat lunak MSc. Nastran 4.5 dapat digunakan untuk mensimulasikan frekuensi pribadi dan modus geteranya
2. Penempatan sensor getaran merupakan hal penting untuk di perhatikan, dan dari hasil analisa perangkat lunak maka dapat ditentukan posisi sensor yang tepat.
3. Pengujian FRF dan Bump test menghasilkan hasil pengukuran getaran yang sama, tetapi pada pengukuran FRF frekuensi yang lebih tinggi dapat dideteksi.

V Referensi

1. Girdhar Paresh, "*Practical Machinery Vibration Analysis & Predictive Maintenance*" ELSEVIER 2004.
2. Thomson William T, "*Theory of Vibration With Applications*" Fourth Edition, Pentice Hall 1993.
3. Applicaton Note 243, "*The Fundamental of Signal Analysis*" hp HEWLETT PACKARD.