

**TUGAS AKHIR
BIDANG PERANCANGAN DAN KONSTRUKSI MESIN**

**SIMULASI NUMERIK PEREKONSTRUKSIAN GAYA
GANGGUAN PADA BALOK**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Tahap Sarjana

Oleh :

EKA SAPUTRA
NBP. 00 171 067



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG, 2006**

SARI

Seperti diketahui bahwa besaran gaya tidak dapat diukur secara langsung. Biasanya yang diukur adalah "akibat" dari bekerjanya gaya tersebut pada suatu struktur. Yang dimaksud dengan "akibat" di sini bisa berbentuk respon struktur seperti: perpindahan, kecepatan, atau percepatan.

Dari respon tersebut dapat dihitung balik besarnya gaya yang bekerja dalam selang waktu. Persoalan ini lebih dikenal sebagai "invers problem" dan teknik untuk menyelesaikannya disebut sebagai Teknik Rekonstruksi. Di sini, Teknik Rekonstruksi yang diterapkan berbasiskan kepada Metode Beda Hingga. Metode ini dipilih karena cukup sederhana dan tidak diperlukan analisis kestabilan dalam perekonstruksian gaya gangguan.

Pada penelitian ini telah disusun sebuah program simulasi berdasarkan Paket Program MAPLE Versi 9 yang dapat digunakan untuk merekonstruksi gaya gangguan sistem massa-pegas dengan banyak derajat kebebasan. Di samping itu program tersebut juga dapat digunakan untuk sistem balok, baik dengan massa tambahan maupun tidak. Hasil dari studi kasus balok dengan massa tambahan diperoleh penyimpangan yang sangat kecil antara gaya gangguan awal dengan gaya hasil rekonstruksi.

ABSTRACT

As known that the value of force can not be obtained directly. However, "effect" of the force of applied in structure that can be obtained. The "effect" here means respons structure such as: displacement, velocity, or acceleration.

From the respons it is possible to reobtain the force applied in structure as time domain. This problem commonly known as "invers problem" and the technique used to solve the problem is called Reconstriution. Here, Reconstruction uses Finite Difference Method. This method is chosed because it is the simply one and it does not need stability analysis in the reconstruction of forcing excitation.

In this research, the simulation programs are made by using software of MAPLE Version 9, which can be used to reconstruct forcing excitation in multy degree of freedom mass-spring system. These programs also can be used in beam structure, with inserted mass or not. The result of case study of beam structure with inserted mass shows that the difference between the first forcing excitation and force from reconstruction is very small.

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rekonstruksi merupakan proses penghitungan nilai gaya gangguan penyebab terjadinya getaran yang berdasarkan data respon struktur. Dalam penelitian ini akan dikaji rekonstruksi gaya gangguan getaran untuk struktur balok. Besarnya gaya penyebab terjadinya getaran secara teoritis merupakan input atau nilai yang diketahui besarnya. Namun, kenyataan di lapangan nilai gaya tersebut tidak bisa diukur karena sampai saat ini gaya hanyalah merupakan suatu konsep. Parameter yang dapat diukur adalah respon yang dihasilkan. Pada rekonstruksi, besar gaya luar dapat ditentukan dengan perhitungan balik yaitu dengan memasukkan respon sebagai variabel input.

Metode rekonstruksi banyak digunakan untuk tujuan mencari berapa besar gaya yang terjadi pada baling-baling helikopter sehingga helikopter bisa terbang, mencari besar gaya dorong pada roket, dan lain-lain. Dengan diketahuinya gaya yang terjadi maka perancangan struktur yang diamati dapat dibuat lebih efisien, terutama dalam pemilihan jenis dan dimensi material.

Analisa yang dilakukan pada penelitian ini merupakan pencuplikan data dari struktur yang dibuat berupa pemodelan balok yang dibagi atas sejumlah segmen dan ditambahkan tiga massa tambahan pada nodal-nodal tertentu. Serta pembuatan simulasi getaran dengan menggunakan perangkat lunak Maple.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme rekonstruksi gaya gangguan pada struktur balok yang bergetar dan menentukan frekuensi pribadi melalui pengujian yang dilakukan. Kemudian menentukan grafik gaya gangguan terhadap waktu secara numerik.

Sedangkan manfaat yang diperoleh adalah:

1. Diperolehnya pengetahuan praktis dan analitis tentang metode rekonstruksi agar gaya penyebab getaran dapat ditentukan.
2. Memahami teknik pengukuran sinyal getaran secara digital dengan menggunakan *portable pulse analyzer*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan analisis dalam penelitian ini adalah:

1. Sistem yang diuji merupakan sistem elastis, linear, dan homogen.
2. Batang uji yang digunakan adalah batang prismatic.
3. Data simpangan awal dan kecepatan awal untuk rekonstruksi harus diketahui

1.4 Sistematika Penulisan

Tulisan ini terdiri atas lima bab. Penulisan diawali dengan Bab 1 yang berisikan pendahuluan. Pada bab ini dibahas latar belakang dilakukannya penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Selanjutnya pada Bab 2 dikemukakan teori-teori getaran yang mendukung materi penelitian. Pada bab ini dibahas sistem getaran bebas tanpa redaman, getaran harmonik paksa, dan metode beda hingga yang merupakan metode pendekatan numerik yang diambil dalam menentukan jawab sistem getaran dalam penelitian, serta teori mengenai struktur balok yang mencakup pada matriks massa dan matriks kekakuannya.

Pada Bab 3 disajikan prosedur komputasi dan pengujian, yaitu langkah-langkah menjalankan program serta keterangan proses pengujian, peralatan yang dipakai, dan tahapan-tahapan pelaksanaan pengujian.

Pada Bab 4 menampilkan diskusi dan pembahasan hasil pengujian serta simulasi getaran sistem yang dibuat dengan perangkat lunak Maple.

5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan eksperimen penentuan frekuensi pribadi struktur balok dan penghitungan rekonstruksi gaya gangguannya, diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Frekuensi pribadi hasil pengukuran pada eksperimental untuk tiga modus getar terendah adalah 3.00 Hz, 19.00 Hz, dan 52 Hz, sedangkan frekuensi pribadi hasil simulasi adalah 3.576707 Hz, 22.531605 Hz, dan 61.053989 Hz. Dengan hasil ini terjadi perbedaan sebesar 14.83% - 20.96% antara hasil eksperimen dengan hasil simulasi.
2. Selang waktu pengamatan dalam menghitung respon pada simulasi numerik dengan metode beda hingga harus diambil dengan nilai yang kecil agar respon yang terjadi tidak divergen, untuk hasil yang sangat bagus maka dibutuhkan selang waktu $\Delta t \leq \frac{1}{3\omega_m}$.
3. Hasil rekonstruksi gaya gangguan yang didapat sangat mendekati dengan gaya gangguan yang diberikan semula, pada studi kasus hanya terjadi perbedaan sebesar 0.0000023358 Newton pada saat $t = 1.31$ detik.
4. Bagus atau tidaknya hasil rekonstruksi hampir tidak dipengaruhi oleh besarnya selang waktu pengamatan, hasil dengan selang waktu pengamatan 0.0005 detik ternyata hampir sama dengan hasil yang didapat walau dengan selang waktu pengamatan 0.01 detik. Dengan ini disimpulkan bahwa metode beda hingga sangat bagus dalam penyelesaian rekonstruksi gaya gangguan.

DAFTAR PUSTAKA

- /1/ **Yang, T. Y.,**
Finite Element Structural Analysis,
Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1986.
- /2/ **Thomson, W. T.,**
Theory of Vibration With Application,
Prentice-Hall, Inc., 4th edition, New Jersey, 1993.
- /3/ **Kelly, S. G.,**
Fundamentals of Mechanical Vibration,
McGraw-Hill, Singapore, 1999.
- /4/ **Hanafi,**
Penggabungan Paket Program Dinamika Struktur, Tugas Akhir,
Jurusan Teknik Mesin Universitas Andalas, Padang, 1999.
- /5/ **Monagan, M. B., dkk,**
Maple 9 Introductory Programming Guide,
Maplesoft, a division of Waterloo Maple Inc., Canada, 2003.
- /6/ **Monagan, M. B., dkk,**
Maple 9 Advanced Programming Guide,
Maplesoft, a division of Waterloo Maple Inc., Canada, 2003.