

LAPORAN PENELITIAN

**VALIDASI PERCEPATAN TANAH DAN  
EFEK FREKUENSI GEMPA TERHADAP  
RESPON STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT**

**(Validation of the Ground Accelaration and  
Influence of Earthquake Frequency  
due to Multy Story Building Response)**



Oleh :

**Ir. As'at Pujianto, MT.**  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik

Dana Penelitian dari  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Tahun Akademik 2004/2005

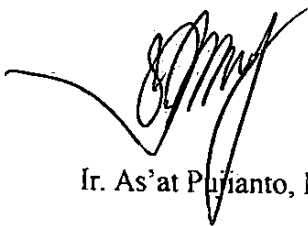
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2004**

## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN

1. Judul Penelitian : Validasi Parameter Percepatan Tanah dan Efek Frekuensi Gempa Terhadap Respon Struktur Bangunan Bertingkat.
2. Jenis Penelitian : Pemrograman Komputer dan Analisis.
3. Bidang Ilmu : Rekayasa Gempa (struktur).
4. Pengusul :
  - a. Nama lengkap : Ir. As'at Pujiyanto, MT.
  - b. Jenis Kelamin : Laki-laki.
  - c. NIK : 133 014
  - d. Pangkat/Golongan : Asisten Ahli / IIIB.
  - e. Jabatan Akademik : Dosen Tetap.
  - f. Fakultas/Prodi. : Teknik Jurusan Teknik Sipil.
  - g. Pengalaman Penelitian : Bidang Pemrograman & Analisis (2 judul).  
Bidang Teknologi Beton (2 judul).
5. Lokasi Penelitian : Laboratorium Komputer JTS Fak. Teknik UMY.
6. Lama Penelitian : 4 (empat) bulan
7. Biaya Yang Diperlukan : Rp. 2.500.000,-  
terbilang : Dua Juta Lima Ratus Rupiah.

Yogyakarta, 30 Maret 2004

Peneliti,



Ir. As'at Pujiyanto, MT.

Mengetahui / Menyetujui

Dekan Fakultas Teknik UMY



Wahyu Widodo, MT.

## ABSTRACT

The maximum Ground acceleration has been used as a parameter for describing the earthquake damage potential since few decades ago. The parameter is very simple, but evidence from the past earthquakes indicated that this parameter was not always true. Effect of other parameter, therefore, needs to be identified. Investigation on the validation of this parameter and the effect of the frequency contents on the elastic seismic response of the MDOF structure has been carried out numerically. The elastic structural response is appropriately indicated by the floor horizontal displacement, velocity, and acceleration. Two records i.e. the Koyna and Bucharest earthquakes with different maximum of ground acceleration and frequency contents have been considered. Result of the analyses indicated that the floor horizontal displacements are not linearly correlated with the maximum ground acceleration. This means that the use of the maximum acceleration as a parameter to describe the damage potential of earthquake is not always math. On the other hand, the frequency contents have positive effect on the elastic seismic response of the MDOF structure.

Key word : ground acceleration, frequency, damage potential, response spectrum, horizontal displacement, velocity, acceleration.

## ABSTRAK

Percepatan tanah akibat gempa merupakan salah satu parameter untuk mendeskripsikan potensi daya rusak gempa yang sampai saat ini masih dipergunakan. Parameter tersebut sangat sederhana, namun demikian bukti-bukti dari beberapa kejadian gempa bumi menunjukkan bahwa parameter tersebut tidak selalu akurat. Oleh karena itu efek dari parameter lain perlu diperhitungkan. Penyelidikan tentang validasi parameter ini dan efek kandungan frekuensi gempa pada respon seismik elastis dari struktur MDOF telah dilakukan sesuai dengan jumlah tingkatnya. Respon elastis yang berupa simpangan horisontal, kecepatan dan percepatan dihitung pada setiap lantainya. Dua rekaman gempa yang dipergunakan sebagai beban yaitu Gempa Koyna dan Bucharest yang mempunyai perbedaan percepatan tanah maksimum dan frekuensi. Hasil analisis menunjukkan bahwa simpangan horisontal tingkat tidak berhubungan secara linier dengan besarnya percepatan tanah maksimum. Dengan demikian penggunaan percepatan tanah maksimum sebagai satu-satunya parameter yang dipakai untuk mendeskripsikan daya rusak suatu gempa tidak selalu benar. Pada sisi lain kandungan frekuensi mempunyai efek positif terhadap respon elastis struktur MDOF.

Kata-kata kunci : percepatan tanah, frekuensi, daya rusak, respon spektrum, simpangan horisontal, kecepatan, percepatan.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN USULAN PENELITIAN .....	ii
ABSTRACT .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Bukti-bukti di lapangan atas Parameter Percepatan Tanah Akibat Gempa .....	4
2.2. Kandungan Frekuensi Gempa .....	5
2.3. Resonansi .....	6
2.4. Prinsip Resonansi pada Beban Dinamik Harmonik .....	7
2.5. Tinjauan Fundamental Analisis Dinamik .....	8
2.6. Pembebanan Dinamik .....	9
2.7. Sistem Derajat Kebebasan Tunggal .....	9
2.8. Sistem Derajat Kebebasan Banyak .....	10
2.9. Persamaan Differensial Gerakan MDOF .....	11
2.10. Persamaan <i>Eigeproblem</i> dan Mode Shape .....	12
2.11. Percepatan, Kecepatan dan Simpangan Bangunan Bertingkat .....	13
2.12. Integrasi Numerik dengan Metode Central Difference .....	15
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Model dan Data Struktur .....	19
3.2. Data Gempa .....	19
3.3. Alat Analisis .....	21
3.4. Cara Analisis .....	21

#### BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Kandungan Frekuensi pada Respon Spektrum Beban Gempa . . . . .	22
4.2. Validasi Parameter Percepatan Tanah Akibat Gempa . . . . .	23
4.2.1. Simpangan Horisontal Kolom Ukuran 60 x 60 cm . . . . .	23
4.2.2. Simpangan Horisontal Kolom Ukuran 50 x 50 cm . . . . .	26
4.2.3. Simpangan Horisontal Kolom Ukuran 40 x 40 cm . . . . .	31
4.3. Efek Normalisasi Percepatan Tanah . . . . .	38
4.3.1. Simpangan Horisontal Kolom Ukuran 60 x 60 cm . . . . .	39
4.3.2. Simpangan Horisontal Kolom Ukuran 50 x 50 cm . . . . .	39
4.3.3. Simpangan Horisontal Kolom Ukuran 40 x 40 cm . . . . .	39
4.3.4. Kecepatan Kolom Ukuran 60 x 60 cm. . . . .	47
4.3.5. Kecepatan Kolom Ukuran 50 x 50 cm. . . . .	47
4.3.6. Kecepatan Kolom Ukuran 40 x 40 cm. . . . .	54
4.3.7. Percepatan Kolom Ukuran 60 x 60 cm . . . . .	57
4.3.8. Percepatan Kolom Ukuran 50 x 50 cm . . . . .	57
4.3.9. Percepatan Kolom Ukuran 40 x 40 cm . . . . .	68
4.4. Kandungan Frekuensi Struktur . . . . .	76
4.5. Efek Kandungan Frekuensi Getar Terhadap Respon Struktur. . . . .	78

#### BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan. . . . .	80
5.2. Saran. . . . .	80

#### DAFTAR PUSTAKA. . . . .

LAMPIRAN I. Listing program respon struktur MDOF . . . . .	85
LAMPIRAN II. Input data kolom ukuran 60/60 cm akibat gempa Koyna . . . . .	93
LAMPIRAN III. Input data kolom ukuran 60/60 cm akibat gempa bucharest. . . . .	94