STUDI EFEKTIFITAS PENGGUNAAN *TUNED MASS DAMPER* DALAM UPAYA MENGURANGI PENGARUH BEBAN GEMPA PADA STRUKTUR BANGUNAN TINGGI DENGAN *LAYOUT* BERBENTUK H

SKRIPSI

Oleh :

BERI SAPUTRA

07 972 057

JURUSAN TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG

2011

STUDI EFEKTIFITAS PENGGUNAAN *TUNED MASS DAMPER* DALAM UPAYA MENGURANGI PENGARUH BEBAN GEMPA PADA STRUKTUR BANGUNAN TINGGI DENGAN *LAYOUT* BERBENTUK H

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Program Strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Andalas Padang

Oleh :

BERI SAPUTRA

07 972 057

Pembimbing :

JATI SUNARYATI, Ph. D

RUDY FERIAL, MT

JURUSAN TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG

2011

JURUSAN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ANDALAS

P A D A N G

STUDI EFEKTIFITAS PENGGUNAAN *TUNED MASS DAMPER* DALAM UPAYA MENGURANGI PENGARUH BEBAN GEMPA PADA STRUKTUR BANGUNAN TINGGI DENGAN *LAYOUT* BERBENTUK H

Oleh :

NAMA : BERI SAPUTRA

No. BP : 07 972 057

Disahkan oleh :

Pembimbing Utama,

JATI SUNARYATI, Ph. D

NIP. 19680 821 199412 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

STUDI EFEKTIFITAS PENGGUNAAN *TUNED MASS DAMPER* DALAM UPAYA MENGURANGI PENGARUH BEBAN GEMPA PADA STRUKTUR BANGUNAN TINGGI DENGAN *LAYOUT* BERBENTUK H

NAMA : BERI SAPUTRA

No. BP : 07 972 057

Telah diuji dan dipertahankan dalam Ujian Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Andalas

Pada tanggal 30 Januari 2012

TIM PENGUJI

1. JATI SUNARYATI, Ph. D :……...

2. RUDY FERIAL, MT : ……...

3. TITI KURNIATI, MT :……

4. SRI UMIATI, MT :……

ABSTRAK

Gempa bumi merupakan fenomena alam yang tidak dapat diketahui kapan terjadinya. Gempa bumi dapat menyebabkan kerusakan serius pada struktur bangunan. Salah satu cara yang cukup efektif untuk mengurangi pengaruh gempa bumi pada struktu bangunan adalah dengan *Tuned Mass Damper*. *Tuned Mass Damper* berfungsi untuk meredam getaran dengan mengontrol respon struktur yang menerima pembebanan gempa, pembebanan gempa ini direduksi melalui massa tambahan yang dipasang pada struktur utama. Analisa struktur harus dilakukan pada bangunan tersebut. Struktur yang dibandingkan adalah struktur dengan *layout* berbentuk **H** yang tidak memakai TMD dengan yang menggunakan TMD. Pembebanan dinamis pada struktur adalah respon spektrum wilayah padang. Dalam tugas akhir ini didapatkan perbandingan bidang gaya dalam, interstory drift, deformasi dan perioda yang dijadikan acuan untuk melihat efektifitas penggunaan TMD. Daerah yang dibandingkan adalah sama untuk semua pemodelan. Momen kolom yang dihasilkan oleh pemodelan 2 lebih besar dari pemodelan yang lainnya. Jika dibandingkan dengan pemodelan 1, model 2 lebih besar 678.64 %. Momen balok yang dihasilkan oleh pemodelan 2 lebih besar dari pemodelan yang lainnya. Jika dibandingkan dengan pemodelan 1, maka model 2 lebih besar 1630.25 %. *Displacement* terbesar arah y dihasilkan model 2 sebesar 40.884 mm dan jika dibandingkan dengan model 1, model 2 *displacement*nya lebih besar 98.16 %. *Displacement* terbesar arah x dihasilkan model 2 sebesar 0.859 mm, jika dibandingkan dengan model 1, model 2 lebih besar 40.35 % dari model 1. *Interstory drift* terkecil dihasilkan oleh model 3 sebesar 0.027 mm (arah x). Nilai perioda terbesar dihasilkan oleh model 2 sebesar 2.509 detik.

Kata kunci : Bangunan tinggi, beban, respon spectrum, TMD, gaya dalam, *displacement*, *interstory drift*, perioda.

JURUSAN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ANDALAS

P A D A N G

STUDI EFEKTIFITAS PENGGUNAAN *TUNED MASS DAMPER* DALAM UPAYA MENGURANGI PENGARUH BEBAN GEMPA PADA STRUKTUR BANGUNAN TINGGI DENGAN *LAYOUT* BERBENTUK H

Oleh :

NAMA : BERI SAPUTRA

No. BP : 07 972 057

Disahkan oleh :

Ko-Pembimbing,

RUDY FERIAL, MT

NIP. 19580 061 919803 1 001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

DAFTAR ISI i

DAFTAR TABEL iv

DAFTAR GAMBAR v

DAFTAR GRAFIK vi

DAFTAR NOTASI vii

DAFTAR LAMPIRAN ix

KATA PENGANTAR x

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian 2

1.3 Batasan Masalah 2

1.4 Sistematika Penulisan 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bangunan Tinggi 5

2.2 Pembebanan 6

2.2.1 Beban Mati 6

2.2.2 Beban Hidup 7

2.2.3 Beban Gempa 7

2.3 *Tuned Mass Damper (TMD)* 13

2.3.1 Konsep Dasar 13

2.3.2 Cara Kerja 14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN
3.1 Metodologi 21
3.2 Studi Kasus 22

BAB IV PROSEDUR DAN HASIL KERJA
4.1 Karakteristik Dinamik Bangunan 24
4.2 Massa Total Bangunan 24
4.3 Kekakuan Struktur 33
4.4 Karakteristik Dinamik *Tuned Mass Damper* 35
4.4.1 Karakteristik Dinamik TMD (μ = 3%) 36
4.4.1.1 Karakteristik Dinamik *Single* TMD (md1) Permodelan 2 36
4.4.1.2 Karakteristik Dinamik *Multiple* TMD (md2) dan (md3) 37
4.5 Analisis Dinamik Menggunakan ETABS 38
4.6 Hasil Kerja 39
4.6.1 Gaya Dalam 40
4.6.1.1 Balok 40
4.6.1.2 Kolom 43
4.6.2 Perpindahan 46
4.6.3 Interstory Drift 49
4.6.4 Perioda 52

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN
5.1 Pengaruh Terhadap Perpindahan (*Displacement*) 53
5.2 Pengaruh Terhadap Simpangan (*Interstory Drift*) 53
5.3 Pengaruh Terhadap Gaya Dalam 53
5.3.1 Momen 53
5.3.2 Gaya Geser 53

5.3.3 Gaya Aksial 54
5.4 Pengaruh Terhadap Amplitudo 54

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN
6.1 Kesimpulan 55
6.2 Saran 55

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Dimensi Kolom dan Balok Bangunan	23
Tabel 4.1	Faktor Keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan	26
Tabel 4.2	Data-data grafik wilayah gempa 5 tanah sedang	26
Tabel 4.3	Nilai gaya dalam balok pemodelan 1	40
Tabel 4.4	Nilai gaya dalam balok pemodelan 2	41
Tabel 4.5	Nilai gaya dalam balok pemodelan 3	41
Tabel 4.6	Nilai gaya dalam balok pemodelan 4	42
Tabel 4.7	Nilai gaya dalam kolom pemodelan 1	43
Tabel 4.8	Nilai gaya dalam kolom pemodelan 2	44
Tabel 4.9	Nilai gaya dalam kolom pemodelan 3	44
Tabel 4.10	Nilai gaya dalam kolom pemodelan 4	45
Tabel 4.11	Nilai perpindahan model 1	47
Tabel 4.12	Nilai perpindahan model 2	47
Tabel 4.13	Nilai perpindahan model 3	48
Tabel 4.14	Nilai perpindahan model 4	48
Tabel 4.15	Nilai interstory drift model 1	50
Tabel 4.16	Nilai interstory drift model 2	50
Tabel 4.17	Nilai interstory drift model 3	51
Tabel 4.18	Nilai interstory drift model 4	51
Tabel 4.19	Perbandingan perioda tiap pemodelan	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Denah bangunan dan bagian yang ditinjau	3
Gambar 2.1	Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan perioda ulang 500 tahun	9
Gambar 2.2	Respon spectrum gempa rencana	10
Gambar 2.3	Pemodelan sederhana TMD	14
Gambar 2.4	Model matematis TMD	16
Gambar 2.5	TMD secara skematis	18
Gambar 3.1	Metodologi Penelitian	21
Gambar 3.2	Konfigurasi sistem struktur gedung 10 lantai	23
Gambar 4.1	Respon spectrum gempa rencana	25
Gambar 4.2	Kurva Respons Spektrum Wilayah Gempa 5	27
Gambar 4.3	Model matematis MDOF dan SDOF	33
Gambar 4.4	Denah bangunan dan bagian yang ditinjau	39

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Nilai Perbandingan Gaya Aksial Balok	42
Grafik 4.2	Nilai Perbandingan Gaya Geser Balok	42
Grafik 4.3	Nilai Perbandingan Gaya Momen Balok	43
Grafik 4.4	Nilai Perbandingan Gaya Aksial Kolom	45
Grafik 4.5	Nilai Perbandingan Gaya Geser Kolom	46
Grafik 4.6	Nilai Perbandingan Gaya Momen Kolom	46
Grafik 4.7	Nilai Perpindahan Arah X	49
Grafik 4.8	Nilai Perpindahan Arah Y	49
Grafik 4.9	Nilai Interstory Drift Arah X	51
Grafik 4.10	Nilai Interstory Drift Arah Y	52
Grafik 4.11	Nilai Perioda Tiap Permodelan	52

DAFTAR NOTASI

fc	: Kuat tekan beton (N/mm²)
fy	: Kuat leleh baja (N/mm^2)
H	: Tinggi total bangunan (m)
I	: Faktor keutamaan
n	: Nomor lantai tingkat paling atas
R	: Faktor reduksi gempa
ζ	: Koefisien gempa
T	: Waktu getar alami (detik)
T_c	: Waktu getar alami sudut (detik)
V	: Beban geser dasar nominal statik ekuivalen (kg)
V_1	: Gaya geser dasar nominal sebagai respons dinamik ragam yang Pertama (kg)
V_t	: Gaya geser dasar nominal yang didapat dari hasil analisis ragam spektrum respons (kg)
m	: Massa
k	: Kekakuan
c	: Redaman
$W_{h\text{-}atap}$	: Beban hidup atap (N/m²)
$W_{h\text{-}lantai}$	: Beban hidup lantai (N/m²)
W_i	: Berat lantai tingkat ke-*i*(N)
W_t	: Berat total bangunan (N)
γ_b	: Berat jenis beton (N/m^3)
γ_{wp}	: Berat jenis*waterproof*(N/m^2/cm)
γ_{sp}	: Berat jenisspesi(adukan semen)(N/m^2/cm)
γ_{kr}	: Berat jeniskeramik(N/m^2/cm)

γ_{pl} : Berat jenisplafond (N/m^2)

zi : Ketinggian lantai tingkat ke-*i*(m)

ropt : rasio frekuensi optimum

ξopt : rasio redaman optimum

μ : rasio antara massa TMD dengan massa total sistem utama

md : massa TMD

mt : massa bangunan utama

ω : frekuensi natural struktur utama

ωd : frekuensi natural TMD

ξ : redaman

kd : kekakuan TMD

cd : redaman TMD

ξopt : rasio redaman optimum

Ec : modulus elastisitas beton

tp : tebal plat lantai

Ik : inersia kolom

ki : kekakuan kolom

kip : kekakuan kolom parallel

kis : kekakuan kolom seri

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Preliminary Design*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Studi Efektifitas Penggunaan *Tuned Mass Damper* Dalam Upaya Mengurangi Pengaruh Beban Gempa Pada Struktur Bagunan Tinggi Dengan *Layout* Berbentuk H".Adapuntujuan penulis menyusun tugas akhir ini

adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua dan Saudara atas doa dan motivasinya selama pengerjaan tugas akhir ini.
2. Ibu Jati Sunaryati, Ph. D dan Bapak Rudy Ferial, MT sebagai dosen pembimbing tugas akhir ini yang telah memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen, staf pengajar dan karyawan/ti yang telah ikut serta membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
4. Rekan-rekan mahasiswa yang telah memotivasi penulis sehingga tugas akhir ini dapat selesai tepat pada waktunya.

Dalam tugas akhir ini penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan.Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk perbaikan tugas akhir ini.

Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan berguna untuk perkembangan ilmu Teknik Sipil nantinya.

Padang, Januari 2012

Penulis