

TESIS

**OPTIMASI *TUNED MASS DAMPER* PADA
BANGUNAN DI DAERAH GEMPA MENGGUNAKAN
ALGORITMA GENETIKA**



DENI ARIADI
No. Mhs: 135101977/PS/MTS

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2014



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TESIS

Nama : DENI ARIADI
Nomor Mahasiswa : 135101977/PS/MTS
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : Optimasi *Tuned Mass Damper* Pada Bangunan Di Daerah
Gempa Menggunakan Algoritma Genetika

Nama Pengantar

Tanggal

Tanda Tangan

Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.

25/10/2014

Nama Pembimbing M.Eng.

Tanggal

Tanda Tangan

Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.,
Dr. Ir. Juan Tri Harnoko, Ir.Eng.

29/10/2014

Nama Program Studi

Dr. Ir. Juan Tri Harnoko, Ir.Eng.



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TESIS

Nama : DENI ARIADI
Nomor Mahasiswa : 135101977/PS/MTS
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : Optimasi *Tuned Mass Damper* Pada Bangunan Di Daerah
Gempa Menggunakan Algoritma Genetika

Nama Penguji	Tanggal	Tanda Tangan
Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.,	29/10/2014	
Dr. Ir. Ade Lisantono, M.Eng.,	29/10/2014	
Ir. John Tri Hatmoko, M.Sc.,	29/11/2014	


Ketua Program Studi,

PROGRAM
PASCASARJANA
Dr. Ir. Imam Basuki, M.T.,

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Deni Ariadi

Nomor Mahasiswa : 135101977/PS/MTS

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Konsentrasi : Struktur

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul:

OPTIMASI *TUNED MASS DAMPER* PADA BANGUNAN DI DAERAH GEMPA
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan pekerjaan orang lain ataupun salinan atau hasil jiplakan dari tesis atau karya tulis orang lain. Apabila dikemudian hari ternyata terdapat ketidaksesuaian dengan pernyataan diatas, penulis bersedia menerima segala sanksi yang akan dikenakan.

Yogyakarta, 28 Oktober 2014



Deni Ariadi

INTISARI

Tuned mass damper (TMD) telah banyak digunakan untuk mengendalikan getaran dalam sistem teknik mesin. Dalam beberapa tahun terakhir teori TMD telah diadopsi untuk mengurangi getaran pada gedung-gedung tinggi dan struktur teknik sipil lainnya. Peredam dinamis dan *tuned mass damper* adalah realisasi dari untuk aplikasi mengontrol getaran struktur. Unsur-unsur inersia, daktail dalam perangkat tersebut adalah: massa, pegas dan dashpot (atau redaman material). Konfigurasi lain seperti pendulum/peredam, dan peredam cair (*liquid*), juga telah digunakan untuk aplikasi pengurangan getaran. TMD melekat pada struktur untuk mengurangi respon dinamik dari struktur. Frekuensi damper disetel ke frekuensi struktural tertentu sehingga ketika frekuensi yang kuat, damper akan beresonansi dengan gerakan struktural. Massa biasanya melekat pada bangunan melalui sistem pegas - dashpot dan energi diuraikan oleh dashpot sebagai gerak relatif berkembang antara massa dan struktur. Konsep yang dipergunakan dalam algoritma genetika adalah mengikuti apa yang dilakukan oleh alam. Hasil optimasi pada aplikasi ini menunjukkan bahwa, optimasi TMD pada struktur bangunan menggunakan algoritma genetika dapat mengoptimalkan sifat peredam dengan efektif. Pada penelitian ini menggunakan bentuk struktur portal sederhana 2D dengan derajat kebebasan tunggal. Dapat dilihat bahwa ketika rasio massa meningkat maka frekuensi rasio menurun seiring meningkatnya rasio massa, begitu pula sebaliknya rasio redaman TMD naik seiring meningkatnya rasio massa. Frekuensi alami naik maka frequency rasio akan naik, ketika frekuensi alami naik maka frequency rasio akan naik, sebaliknya rasio redaman TMD akan menurun. Penggunaan TMD yang disimulasikan pada struktur yang mengalami gempa El Centro 1940, Hachinohe 1968, Kobe 1995 dan Northridge 1994. Menunjukkan bahwa TMD yang digunakan mampu mengurangi atau meredam getaran-getaran dan perpindahan pada struktur.

Kata kunci: optimasi, tuned mass damper, algoritma genetika, gempa.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, kesehatan sehingga penulis mampu menyelesaikan Tesis ini yang berjudul “Optimasi *Tuned Mass Damper* Pada Bangunan Di Daerah Gempa Menggunakan Algoritma Genetika” sesuai dengan apa yang diharapkan, karena merupakan salah satu syarat untuk memperoleh jenjang pendidikan strata (S2) pada Pascasarjana Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Tesis ini merupakan sarana bagi mahasiswa untuk mengaplikasikan ilmu dan pengetahuan yang telah di dapat selama mengikuti perkuliahan di Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. untuk mendapatkan satu pengetahuan baru dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

Dalam menyelesaikan Tesis ini penulis telah memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak, karena tanpa adanya bantuan serta arahan Tesis ini tidak mungkin terselesaikan. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis banyak mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Secara khusus untuk Ibu dan Ayah orang tua tercinta, penulis menghanturkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya karena telah mengasuh, mendidik dan memberikan bimbingan sejak kecil serta senantiasa mendoakan agar kami berhasil dan demikian pula dengan saudara-saudara tercinta.

2. Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng, Ph.D., selaku dosen pembimbing atas bantuan dan bimbingannya mulai dari pengembangan minat terhadap permasalahan, pelaksanaan hingga penulisan tesis ini.
3. Bapak Dr. Ir. Ade Lisantono M.Eng., dan Bapak Ir. John Tri Hatmoko, M.Sc., selaku dosen penguji, terima kasih atas motifasi serta segala masukan dan usulannya.
4. Bapak Dr. Ir. Imam Basuki, M.T., sebagai Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta, terima kasih atas segala bantuannya.
5. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Richard Frans, S.T.,M.T., yang telah banyak membantu, mengajari dan memberi motifasi dalam menyelesaikan tesis ini.
6. Terima kasih juga kepada teman-teman program pascasarjana Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta, khususnya konsentrasi struktur, manajemen konstruksi, dan transportasi angkatan September 2013 dan Januari 2014.
7. Rekan-rekan alumni 2006 Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil dan semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya Tesis ini.
8. Serta yang terakhir ucapan terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang tidak tercantum tetapi telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tesis ini.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari sempurna, mengingat kemampuan dan keterbatasan yang ada pada kami. Untuk itu kami sangat

menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak guna penyempurnaan penulisan berikutnya.

Harapan kami, semoga dengan selesainya Tesis ini akan menambah kasanah ilmu dan wawasan bagi penulis serta bermanfaat bagi para pembaca Tesis ini.

Yogyakarta, 20 Oktober 2014

Penulis,

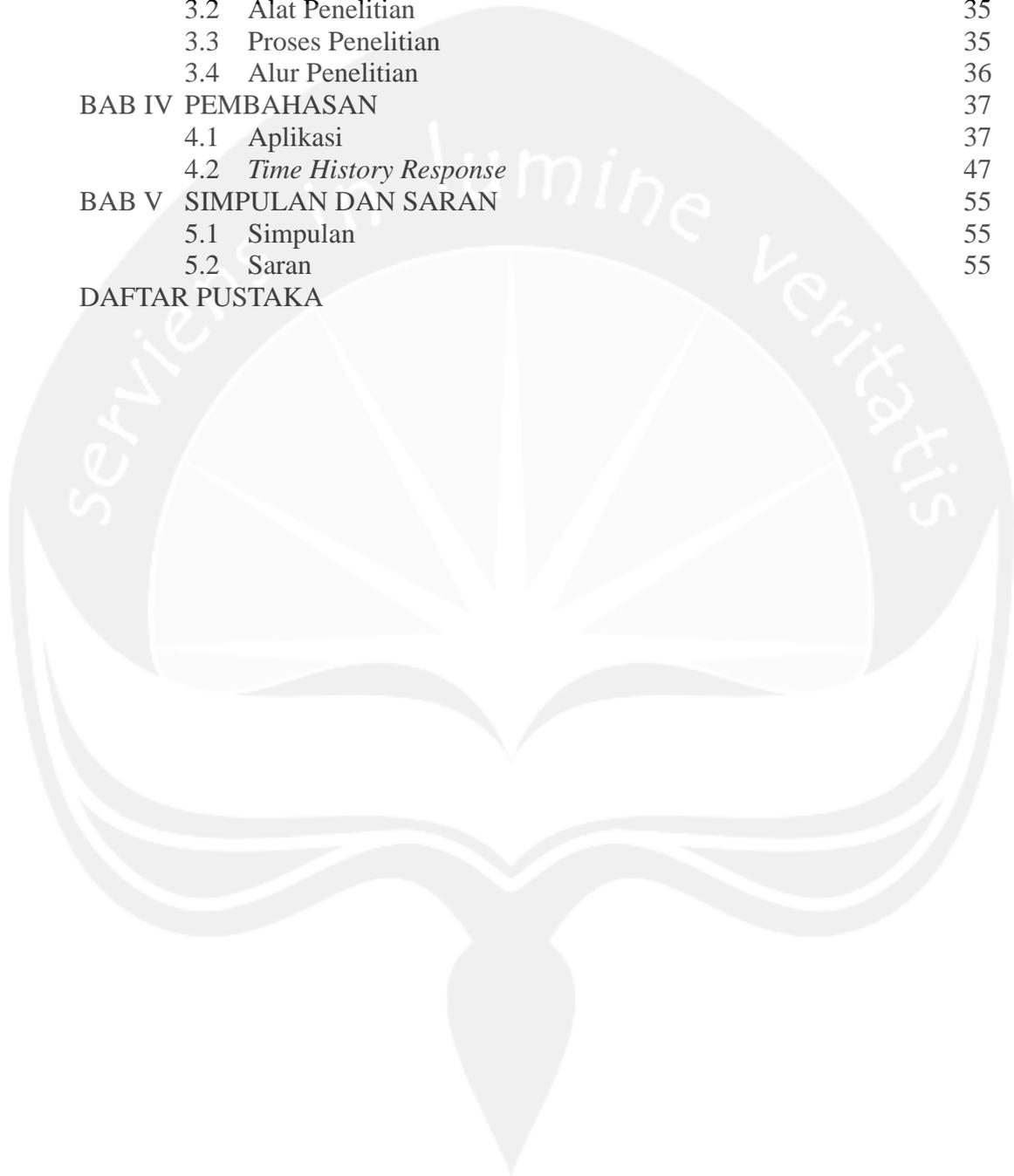
Deni Ariadi

No Mhs:135101977/PS/MTS

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
INTISARI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Keaslian Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Tujuan Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Definisi Redaman	6
2.2 Perbedaan Antara Beban Statik dan Beban Dinamik	6
2.3 Pengaruh Beban Gempa Terhadap Struktur	8
2.4 Derajat Kebebasan (<i>Degree of Freedom, DOF</i>)	11
2.5 Prinsip Bangunan Geser (<i>Shear Building</i>)	12
2.6 Peredam massa pasif dan peredam massa aktif	15
2.7 Peredam Massa Pasif	16
2.8 Peredam Massa Aktif	19
2.9 Periode Getar (T), Frekuensi Sudut (ω), dan Frekuensi Alami	19
2.10	
Dinamik Karakteristik Struktur Bangunan	21
2.10.1 Massa	21
2.10.2 Kekakuan	22
2.11 Algoritma Genetika Real	24
2.12 Prosedur Optimasi GA-H ₂	27
2.13 Matrik Redaman	28
2.14	

Simulasi <i>Time History Response</i>	31
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Materi Penelitian	34
3.2 Alat Penelitian	35
3.3 Proses Penelitian	35
3.4 Alur Penelitian	36
BAB IV PEMBAHASAN	37
4.1 Aplikasi	37
4.2 <i>Time History Response</i>	47
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Simpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil optimasi dengan rasio massa 1.2 %	40
Tabel 4.2	Hasil optimasi dengan rasio massa 1.8 %	40
Tabel 4.3	Hasil optimasi dengan rasio massa 2.6 %	41
Tabel 4.4	Hasil optimasi dengan rasio massa 3.4%	41
Tabel 4.5	Hasil optimasi dengan rasio massa 4.2 %	42
Tabel 4.6	Rasio massa & frequency rasio	43
Tabel 4.7	Rasio massa & rasio redaman TMD	44
Tabel 4.8	Frekuensi alami & rasio massa	45
Tabel 4.9	Frekuensi alami & rasio redaman TMD	46
Tabel 4.10	Hasil optimasi dengan rasio massa 1.2%	47
Tabel 4.11	Hasil optimasi	48
Tabel 4.12	Hasil perpindahan akibat gempa	49
Tabel 4.13	Hasil optimasi	52
Tabel 4.14	Hasil perpindahan akibat gempa	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gaya Inersia	9
Gambar 2.2	Gerakan akibat gempa pada bangunan bertingkat	9
Gambar 2.3	Pola Goyangan Struktur Bertingkat Banyak	13
Gambar 2.4	Sistem bangunan TMD	17
Gambar 2.5	Sistem Bangunan ATMD	19
Gambar 2.6	Kekakuan kolom jepit-jepit dan jepit sendi	23
Gambar 2.7	Individu dengan 4 desain variabel RCGA	26
Gambar 2.8	Keseimbangan crossover RCGA	27
Gambar 2.9	Proses mutasi	27
Gambar 2.10	Jenis-jenis redaman pada struktur	31
Gambar 3.1	Struktur portal SDOF	34
Gambar 3.2	Flowchart Algoritma Genetika	36
Gambar 4.1	Struktur Portal	38
Gambar 4.2	Nilai best fitness setelah 400 generasi	39
Gambar 4.3	Rasio massa & frequency ratio	43
Gambar 4.4	Rasio massa & rasio redaman TMD	44
Gambar 4.5	Rasio massa & rasio redaman TMD	45
Gambar 4.6	Frequency alami & rasio redaman TMD	46
Gambar 4.7	<i>Time history response</i> gempa El Centro	47
Gambar 4.8	<i>Time history response</i> gempa Kobe	51
Gambar 4.9	<i>Time history response</i> gempa El Centro	51

Gambar 4.10	<i>Time history response</i> gempa Hachinohe	49
Gambar 4.11	<i>Time history response</i> gempa Kobe	52
Gambar 4.12	<i>Time history response</i> gempa Northridge	52
Gambar 4.13	<i>Time history response</i> gempa El Centro	53
Gambar 4.14	<i>Time history response</i> gempa Hachinohe	54
Gambar 4.15	<i>Time history response</i> gempa Kobe	54
Gambar 4.16	<i>Time history response</i> gempa Northridge	55

