



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**

**TUGAS AKHIR**

**STUDI KARAKTERISTIK  
RESPON SEISMIK  
RUMAH ADAT MENTAWAI UMA**

**Disusun Oleh :**

**JUNIUS HASRAT HALAWA**

**0953050017**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
2013**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Junius Hasrat Halawa**

NIM : **0953050017**

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Kristen Indonesia

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul, "**STUDI KARAKTERISTIK RESON SEISMIK RUMAH ADAT MENTAWAI UMA**", adalah hasil karya saya sendiri dan bukan jiplakan dari karya orang lain.

Jika di kemudian hari ada yang tidak sesuai dengan pernyataan di atas, maka penulis bersedia untuk mempertanggungjawabkannya.

Jakarta, 19 Agustus 2013

Junius Hasrat Halawa



## LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

### STUDI KARAKTERISTIK RESPON SEISMIK

### RUMAH ADAT MENTAWAI UMA

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar*

*Sarjana Teknik*

*Disusun Oleh:*

**JUNIUS HASRAT HALAWA**

**0953050017**

Jakarta, 19 Agustus 2013

Mengesahkan,

Mengetahui,

**Ir. Pinondang S., MT**  
Dosen Pembimbing

**Ir. Risma M.S., ME**  
Kaprodi Teknik Sipil

## **HALAMAN PENGUJIAN**

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : **Junius Hasrat Halawa**

NIM : **0953050017**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Judul Tugas Akhir : **STUDI KARAKTERISTIK RESPON SEISMIK RUMAH**

**ADAT MENTAWAI UMA**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia

Ketua : Ir. Risma M. S., ME ( \_\_\_\_\_ )

Pembimbing : Ir. Pinondang S., MT ( \_\_\_\_\_ )

Anggota : Ir. Setiyadi, MT ( \_\_\_\_\_ )

Anggota : Ir. Yacobus Manafe, MT ( \_\_\_\_\_ )

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 19 Agustus 2013

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur saya persembahkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat, kekuatan, anugerah hikmat, dan penyertaanNya yang berkelimpahan kepada saya dalam mengerjakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir dengan judul **STUDI KARAKTERISTIK RESPON SEISMIK RUMAH ADAT MENTAWAI UMA**, disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil, di Universitas Kristen Indonesia. Hal ini semakin memperkaya wawasan, melatih ketekunan dan inovasi berpikir, serta berperan untuk mengasah terus talenta yang dimiliki untuk siap menjadi sarjana teknik sipil profesional yang kompeten dan beriman.

Saya sungguh sangat berterimakasih yang mendalam kepada semua pribadi yang telah membantu, membimbing dan mendukung saya dalam menikmati perkuliahan sampai menyelesaikan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Segenap keluarga Halawa di Nias yang mendoakan dan memberi dukungan penuh dalam studi kami baik secara materi dan pikiran. Saohagóló fefu.  
Ya'ahowu!.
2. Yayasan AA Rachmat yang telah menjadi donatur saya sepenuhnya dalam beasiswa perkuliahan.
3. Bapak Ir. Pinondang S., MT, sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak Prof. Ir. Ika Bali, M.Eng., Ph.D., sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil 2008-2013.
5. Bapak Ir. Effendy T., Lic.rer.reg. sebagai Dosen Penasehat Akademik

6. Bapak Ir. SM Doloksaribu, M.Ing sebagai Ketua Panitia Beasiswa, Pak Dandy Sendayu, S.Sos, yang sangat mengerti dan menjadi rekan diskusi yang mengasyikan, dr. Dessy, dan setiap pribadi di LPPMPB UKI yang telah banyak menaruh kasih dan kepercayaan selama berkuliah di kampus.
7. Segenap dosen Teknik Sipil UKI, Mas Ade di sekjur Sipil, dan Darno di laboratorium. *The best gratitude for you all.*
8. Bapak Rusli, Bapak Rijel, Bapak Nikanor, Bapak Ezrom di Mentawai. Terimakasih atas bantuan dan dukungannya selama penelitian di Mentawai.
9. Rekan-rekan mahasiswa/i Teknik Sipil UKI khususnya angkatan 2009 (Nuss, Ferdi, Petrus, David, Tatik, Tika, Alter) dalam pergaulan selama ± 4 tahun di kampus dan partner pelayanan di Persekutuan Mahasiswa FT UKI 2010 s/d 2013. Bravo for us and VIVA Teknik UKI!
10. Rekan sejawat dalam penyusunan tugas akhir semester genap 2013. Bang Jan, Harry, Fikram, dan Bung Yosua. Congratulation for us finished it together. Proficiat !!
11. Rekan senior-senior Sipil UKI yang telah sukarela menjadi “model hidup” mengenal betapa berharganya hidup ini untuk tidak disia-siakan. Tetap semangat kawan dan terimakasih atas pahit-manis dan getirnya hidup di kalangan Teknik Sipil UKI.
12. Kawan-kawan senasib seperjuangan di Asrama UKI, Kalvin, Lastri, Diaman, Fran, Jal, Amos, Lasman, dan semua pasukan asrama yang mengasyikan. VIVA DT !.

Saya sadar bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna untuk mengembangkan wawasan. Namun, saya berharap tulisan ini dapat bermanfaat mendukung dan menginspirasi kita untuk memahami dan mendalami pengetahuan konstruksi bangunan lebih lanjut. Terimakasih. PRO DEO ET PATRIA !.

Jakarta, Agustus 2013

Junius H. Halawa



## **ABSTRAK**

*Rumah Adat Tradisional Mentawai “Uma” adalah salah satu kekayaan konstruksi tradisional Indonesia yang tidak mengalami kerusakan/kegagalan struktur saat gempa dahsyat di Kepulauan Mentawai tahun 2007 dan 2010. Respon seismik struktur Uma perlu diteliti untuk mengetahui keunggulan dan karakteristiknya saat terjadi goncangan gempa. Karakteristik dinamik yang diteliti adalah periode getar, frekuensi natural, dan perpindahan struktur dengan menggunakan Analisis Modal Respon Spektrum. Gaya-gaya dalam dan rasio tegangan dianalisis untuk mengukur tingkat kinerja batas layan konstruksi Uma. Semua proses analisis yang dilakukan menggunakan program SAP 2000 versi 14. Karakteristik respon seismiknya dapat diterapkan pada model konstruksi bangunan tingkat rendah tahan gempa.*

*Kata kunci : Uma, elemen struktur, karakteristik respon seismik, konstruksi bangunan tingkat rendah*

## **ABSTRACT**

*Traditional House of Mentawai “UMA”, is a part of the richest of Indonesian traditional construction that's not find broken/structures failure when massive earthquake at Mentawai Archipelago at 2007 and 2010. Structures seismic response Uma need to observe and learn to obtain it's characteristic when earthquake occurred. The dynamic characteristic focus is vibration period, natural frequency, and displacement using Spectrum Response Modal Analysis. Forces and strain ratio structures also analyze to obtain ultimit rate bearing capacity of Uma structure. All of analysis process using software SAP 2000 version 14. Seismic response characteristic useful for resistant earthquake low-rise building construction model.*

**Keywords:** *Uma, structure element, seismic response characteristic, low-rise building construction*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PENGUJIAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL DAN GRAFIK .....	xv
DAFTAR NOTASI .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
I.1. Latar Belakang .....	1
I.2. Maksud dan Tujuan .....	3
I.3. Manfaat Penelitian .....	4
I.4. Rumusan Masalah .....	5
I.5. Sistematika Penulisan .....	7

<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	9
II.1. Defenisi Gempa Bumi .....	9
II.2. Klasifikasi Gempa .....	9
II.3. Parameter Gempa .....	11
II.4. Gempa Tektonik .....	14
II.5. Derajat Kebebasan Struktur .....	18
II.6. Filosofi Bangunan Tahan Gempa .....	19
II.7. Analisis Respon Spektrum .....	24
II.8. Wilayah Gempa Berdasarkan Respon Spektrum Indonesia .....	25
II.9. Kayu Sebagai Elemen Struktur .....	27
II.10. Kinerja Kayu Sebagai Elemen Konstruksi .....	31
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	34
<b>BAB IV RUMAH ADAT TRADISIONAL MENTAWAI .....</b>	36
IV. 1. <i>Uma</i> Mentawai .....	36
IV.2. Konstruksi Bangunan <i>Uma</i> .....	38
<b>BAB V DATA DAN ANALISIS RESPON SEISMIK <i>UMA</i> .....</b>	43
V.1. Modelisasi Struktur <i>Uma</i> .....	43
V.2. Kombinasi Pembebanan .....	55

V.3. Batas Layan Konstruksi Kayu Berdasarkan PKKI .....	55
V.4. Analisis Struktur <i>Uma</i> .....	59
V.5. Pengecekan/Kontrol Hasil Analisis Struktur .....	75
V.6. Perbandingan Karakteristik Dinamik <i>Uma</i> Dengan Struktur Bersistem Tumpuan Jepit Sempurna .....	76
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>79</b>
VI.1. Kesimpulan .....	79
VI.2. Saran .....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>81</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS</b>	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Tektonik Kepulauan Indonesia .....	2
Gambar 2.1. Ilustrasi Episentrum dan Hiposentrum Gempa .....	12
Gambar 2.2. Gelombang Primer dan Sekunder Gempa .....	13
Gambar 2.3. Gelombang <i>Love</i> dan Rayleigh Gempa .....	14
Gambar 2.4. Modelisasi Patahan Teknik .....	15
Gambar 2.5. Peta Lempeng Tektonik Indonesia dan Pergeserannya .....	16
Gambar 2.6. Peta Sejarah Gempa Tektonik Sumatera .....	17
Gambar 2.7. Peta Wilayah Gempa Indonesia .....	26
Gambar 3. Bagan Diagram Alir Penelitian .....	35
Gambar 4.1. Foto <i>Uma</i> di Maileppet, Siberut .....	36
Gambar 4.2. Tonggak Penopang <i>Uma</i> .....	38
Gambar 4.3. Sambungan Tonggak Dengan Balok Lantai .....	39
Gambar 4.4. Lantai Dari Belahan Kayu <i>Arribuk</i> .....	40
Gambar 4.5. Atap Dengan Daun Rumbia ( <i>tobat</i> ) .....	42
Gambar 5.1. Denah Lantai Utama <i>Uma</i> (XY-PLANE) .....	44
Gambar 5.2. Pemodelan Geometrik <i>Uma</i> .....	46
Gambar 5.3. Sketsa Tonggak (fondasi) Bertranslasi Terbatas .....	46

Gambar 5.4. Pemodelan Pegas Pada Tumpuan & Sambungan SAP 2000 .....	47
Gambar 5.5. Sketsa Sambungan Kolom Dengan Balok Atap .....	49
Gambar 5.6. Sambungan Tonggak Dengan Balok Lantai .....	49
Gambar 5.7. Sketsa Mekanisme Sambungan Yang Direduksi .....	50
Gambar 5.8. Sketsa Analisis Reduksi Sambungan .....	51
Gambar 5.9. Respon Spektrum Wilayah 6 Indonesia .....	52
Gambar 5.10. <i>Input</i> Data Fungsi Respon Spektrum SAP 2000 .....	53
Gambar 5.11. <i>Input</i> Pembebanan dan Arah Gempa SAP 2000 .....	54
Gambar 5.12. Daerah Tengah Struktur <i>Mode Shape</i> 4 Yang Kritis .....	69
Gambar 5.13. Bentuk <i>Mode</i> dan Periode Getar <i>Uma</i> .....	70



## **DAFTAR TABEL DAN GRAFIK**

Tabel 2.1. Kriteria Kinerja Bangunan Tahan Gempa .....	21
Tabel 2.2. Kelas Kuat Kayu Berdasarkan Berat Jenisnya .....	29
Tabel 5.1 Nilai Kuat Acuan Terkoreksi .....	57
Tabel 5.2. Periode Getar dan Frekuensi Natural Struktur <i>Uma</i> .....	61
Tabel 5.3. Nilai Perpindahan ( <i>Displacement</i> ) Portal <i>Uma</i> .....	63
Tabel 5.4. Gaya-gaya Dalam Maksimum Struktur <i>Uma</i> .....	73
Tabel 5.5. Tegangan Elemen Struktur <i>Uma</i> .....	73
Tabel 5.6. Rasio Tegangan Struktur <i>Uma</i> .....	74
Tabel 5.7. Rasio Partisipasi Massa .....	75
Tabel 5.8. Periode Getar dan Frekuensi Struktur Tumpuan Jepit Sempurna ..	76
Tabel 5.9. Nilai Perpindahan Portal Struktur Tumpuan Terjepit .....	77
Grafik 5.1. Perbandingan Perpindahan Mutlak Arah X ( $U_x$ ) Tiap Mode .....	66
Grafik 5.2. Perbandingan Perpindahan Mutlak Arah Y ( $U_y$ ) Tiap Mode .....	66
Grafik 5.3. Perbandingan Perpindahan Mutlak Arah Z ( $U_z$ ) Tiap Mode .....	67

## DAFTAR NOTASI

$g$	Konstanta Gravitasi
$E_w$	Modulus Elastisitas Lentur Terkoreksi
$f$	Lendutan
$l$	Panjang Bentang
$F$	Gaya Aksial
$k$	Konstanta Kekakuan
$\Delta$	Nilai Perpindahan (Translasi)
$D$	Diameter
$r, r'$	Jari-jari
$I_x, I_x'$	Inersia Terhadap Sumbu X
$I_y, I_y'$	Inersia Terhadap Sumbu Y
$m$	Kadar Air Kayu
$\rho$	Berat Jenis
$G_m$	Berat Jenis Pada Kadar $m\%$
$G_b$	Berat Jenis Dasar
$F_b$	Kuat Lentur Kayu
$F_t$	Kuat Tarik Sejajar Serat

$F_c$	Kuat Tekan Sejajar Serat
$F_v$	Kuat Geser
$F_c \perp$	Kuat Tekan Tegak Lurus Serat
$P_u$	Gaya Tekan Terfaktor
$P'$	Tahanan Tekan Terkoreksi
$\lambda$	Faktor Waktu
$\phi_c$	Faktor Tahanan Tekan
$M_{mx}, M_{my}$	Momen Terfaktor Terhadap Sumbu Kuat dan Sumbu Lemah
$M'_x, M'_y$	Tahanan Lentur Terkoreksi
$\phi_b$	Faktor Tahanan Lentur
$Z_u$	Tahanan Perlu Sambungan
$Z'$	Tahanan Sambungan Terkoreksi
$\phi_z$	Faktor Tahanan Sambungan
$T$	Periode Getar
$\omega$	Frekuensi Natural
$\mu, \chi$	Perpindahan titik/amplitudo/simpangan
$\xi$	Koefisien Wilayah Gempa
$n$	Jumlah Tingkat Bangunan

U<sub>x</sub> Arah Sumbu X

U<sub>y</sub> Arah Sumbu Y

U<sub>z</sub> Arah Sumbu Z (vertikal)

