

**ANALISIS *VULNERABILITY CURVE* TERHADAP SKALA  
KEKUATAN GEMPA DENGAN VARIASI STRUKTUR  
BANGUNAN NON KOMERSIAL**

**TUGAS AKHIR**



**SOFIE VALENCIA GEOVANY  
1152004032**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BAKRIE  
JAKARTA  
2019**

**ANALISIS *VULNERABILITY CURVE* TERHADAP SKALA  
KEKUATAN GEMPA DENGAN VARIASI STRUKTUR  
BANGUNAN NON KOMERSIAL**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Universitas Bakrie**



**SOFIE VALENCIA GEOVANY  
1152004032**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BAKRIE  
JAKARTA  
2019**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Sofie Valencia Geovany**

**NIM : 1152004032**

**Tanda Tangan : **

**Tanggal : Februari 2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Sofie Valencia Geovany  
NIM : 1152004032  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Judul Skripsi : Analisis *Vulnerability Curve* Terhadap Skala Kekuatan Gempa dengan Variasi Struktur Bangunan Non Komersial

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.**

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1: Dr. Ir. Ade Asmi, S.T., M. Sc, IPM

(  )

Pembimbing 2: Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M. Sc

(  )

Pembahas 1 : Dr. Ir. B. P. Kusumo Bintoro, MBA

(  )

Pembahas 2 : Safrilah, S. T., M. Sc

(  )

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : Februari 2019

## UNGKAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu. Tugas Akhir dengan judul “Analisis *Vulnerability Curve* Terhadap Skala Kekuatan Gempa dengan Variasi Struktur Bangunan Non Komersial” ini disusun untuk memenuhi persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa akan ada kesulitan yang dihadapi jika tidak ada bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D selaku Rektor Universitas Bakrie yang telah memberikan dukungan terhadap penulis,
- 2) Bapak Dr. Ir. Ade Asmi, S.T., M.Sc., IPM, selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie dan selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, membantu dan mengarahkan selama penyusunan Tugas Akhir ini,
- 3) Bapak Dr. Mohammad Ihsan, ST., MT., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II materi yang telah membimbing, membantu dan mengarahkan selama penyusunan Tugas Akhir ini,
- 4) Bapak Dr. Ir. Bambang Purwoko Kusumo Bintoro, MBA dan Ibu Safrilah, S. T., M. Sc selaku Penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan Tugas Akhir ini,
- 5) Bapak Jouvan Chandra Pratama Putra, S. T., M. Eng, selaku Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis sejak awal masa perkuliahan,
- 6) Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil yang telah mengajarkan ilmu dan membimbing penulis selama perkuliahan,
- 7) Mba Nia Nurliani, S. E., selaku sekretaris Program Studi Teknik Sipil yang senantiasa membantu penulis dalam mengurus kebutuhan administrasi penulis selama masa perkuliahan,

- 8) Bapak Fiza Wira Atmaja selaku pihak eksternal yang telah membantu penulis dalam mengumpulkan data dan memberikan bimbingan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
- 9) Orang tua, adik dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini,
- 10) Hasti Nurma Yanti selaku rekan penulis dalam mengerjakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini,
- 11) Aisyah Intansari, Annisa Sabrinia Sagita, Firli Nisrina, Nanda Nazla Nurnadhifah, dan Nur Azizah selaku teman-teman penulis yang telah mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, Februari 2019

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sofie Valencia Geovany  
NIM : 1152004032  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

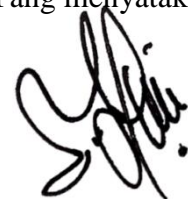
**ANALISIS VULNERABILITY CURVE TERHADAP SKALA KEKUATAN  
GEMPA DENGAN VARIASI STRUKTUR BANGUNAN NON  
KOMERSIAL**

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : Februari 2019

Yang menyatakan



Sofie Valencia Geovany

**ANALISIS *VULNERABILITY CURVE* TERHADAP SKALA KEKUATAN  
GEMPA DENGAN VARIASI STRUKTUR BANGUNAN NON  
KOMERSIAL**

Sofie Valencia Geovany

---

**ABSTRAK**

Gempa Padang terjadi pada tanggal 30 September 2009 dengan kekuatan 7,6 Mw telah merobohkan berbagai jenis bangunan, salah satunya yaitu rumah tinggal. Dari data yang telah terkumpul, sebanyak 139 rumah tinggal (*dwelling house*) yang terdaftar dengan asuransi mengalami kerusakan akibat gempa tersebut, diantaranya 126 data di Kota Padang, 9 data di Kota Bukittinggi, dua data di Kota Pariaman, dan dua data di Kabupaten Pesisir Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kurva kerentanan pada suatu bangunan terhadap variasi kekuatan gempa dengan skala MMI dan memperkirakan berapa biaya kerugian yang harus ditanggung atas kerusakan bangunan akibat gempa yang akan terjadi di masa yang akan datang. Kurva kerentanan ini juga digunakan untuk membandingkan data kerusakan bangunan pada saat gempa terjadi dengan data hasil pemodelan. Penelitian ini menggunakan metode *time history analysis* yang diaplikasikan pada pemodelan di salah satu *software* analisis struktur.

Kata kunci: *vulnerability curve*, Gempa Padang, rumah tinggal.



**VULNERABILITY CURVE ANALYSIS TO EARTHQUAKE STRENGTH  
SCALE WITH NON COMMERCIAL BUILDING  
STRUCTURE VARIATION**

Sofie Valencia Geovany

---

**ABSTRACT**

*The Padang Earthquake, occurred on September 30, 2009 with Magnitude 7.6 which had knocked down various types of buildings, one of them was a dwelling house. From the data collected, 139 dwelling houses registered with insurance were damaged by the earthquake, including 126 data in Padang City, 9 data in Bukittinggi City, two data in Pariaman City, and two data in Pesisir Selatan District. This study aims to obtain a vulnerability curve in a building against variations in earthquake strength on the MMI scale and estimate the cost of losses to be borne for damage to buildings due to the earthquake that will occur in the future. This vulnerability curve is also used to compare building damage data when an earthquake occurs with the model data. This study uses the time history analysis method that is applied for modeling the buildings on one of structure analysis software.*

*Key word : vulnerability curve, The Padang Earthquake, dwelling house.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
UNGKAPAN TERIMA KASIH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Dasar Teori.....	4
2.2.1 Pengertian Gempa Bumi.....	4
2.1.2 Penyebab Gempa Bumi.....	5
2.1.3 Skala MMI ( <i>Modified Mercalli Intensity</i> ).....	6
2.1.4 Rumah Tinggal.....	8
2.2 Penelitian Terdahulu.....	10
BAB 3.....	12
METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	13
3.2 <i>Damage Index Analysis</i> .....	13
3.3 <i>Numerical Modelling</i> .....	13

3.4 <i>Non-linear Dynamic Analysis</i> .....	14
3.5 <i>Data Comparison</i> .....	15
3.6 <i>Variation MMI Index</i> .....	15
3.7 <i>Curve</i> .....	15
BAB 4 .....	16
PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS .....	16
4.1 Bangunan Satu Lantai Beton Bertulang dengan Dinding Pengisi Batu Bata (Bangunan 1).....	16
4.2 Bangunan Dua Lantai Beton Bertulang dengan Dinding Pengisi Batu Bata (Bangunan 2).....	19
4.3 Bangunan Dua Lantai Beton Bertulang Dengan Dinding Pengisi Batu Bata Serta Lantai Di Lantai Kedua Berupa Papan (Bangunan 3) .....	23
BAB 5 .....	26
KESIMPULAN DAN SARAN.....	26
5.1 Kesimpulan .....	26
5.2 Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA .....	28

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pergeseran di kerak bumi memancarkan radiasi gelombang gempa bumi hingga menimbulkan guncangan dan perubahan struktur batuan di permukaan.....	5
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian.....	12
Gambar 3. 2 Grafik Seismograf <i>Time History</i> untuk Kota Padang Arah Z.....	14
Gambar 3. 3 Grafik Seismograf <i>Time History</i> untuk Kota Padang Arah <i>East – West</i> .....	14
Gambar 3. 4 Grafik Seismograf <i>Time History</i> untuk Kota Padang Arah <i>North - South</i> .....	15
Gambar 4. 1 <i>Shell Stresses</i> untuk Bangunan 1 di VII MMI.....	16
Gambar 4. 2 Kurva Kerentanan ( <i>Vulnerability Curve</i> ) Bangunan 1 Terhadap Kenaikan MMI.....	18
Gambar 4. 3 Kurva Biaya Kerusakan Bangunan 1 Terhadap Kenaikan MMI.....	18
Gambar 4. 4 <i>Damage Index (DI) vs Mean Damage Function (MDF)</i> untuk Bangunan 1.....	19
Gambar 4. 5 <i>Shell Stresses</i> untuk Bangunan 3 di VII MMI.....	20
Gambar 4. 6 Kurva Kerentanan ( <i>Vulnerability Curve</i> ) Bangunan 2 Terhadap Kenaikan MMI.....	21
Gambar 4. 7 Kurva Biaya Kerusakan Bangunan 3 Terhadap Kenaikan MMI.....	22
Gambar 4. 8 <i>Damage Index (DI) vs Mean Damage Function (MDF)</i> untuk Bangunan 2.....	22
Gambar 4. 9 <i>Shell Stresses</i> untuk Bangunan 3 di VII MMI.....	23
Gambar 4. 10 Kurva Kerentanan ( <i>Vulnerability Curve</i> ) Bangunan 3 Terhadap Kenaikan MMI.....	25

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Skala Intensitas Gempa Bumi BMKG .....	8
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu .....	10
Tabel 4. 1 Perbandingan Tingkat Kerusakan Antara Data <i>Loss Adjuster</i> dan Hasil <i>Modelling</i> .....	17
Tabel 4. 2 Tabel Perubahan <i>Shell Stresses</i> Bangunan 1.....	17
Tabel 4. 3 Perbandingan Tingkat Kerusakan Antara Data <i>Loss Adjuster</i> dan Hasil <i>Modelling</i> .....	20
Tabel 4. 4 Tabel Perubahan <i>Shell Stresses</i> Bangunan 2.....	21
Tabel 4. 5 Perbandingan Tingkat Kerusakan Antara Data <i>Loss Adjuster</i> dan Hasil <i>Modelling</i> .....	24
Tabel 4. 6 Tabel Perubahan <i>Shell Stresses</i> Bangunan 3.....	24

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Tabel Data <i>Claim Loss Adjuster</i> .....	29
Lampiran 2: Denah Rumah Tinggal Satu Lantai .....	33
Lampiran 3: Denah Rumah Tinggal Dua Lantai.....	34
Lampiran 4: Denah Rumah Tinggal Dua Lantai dengan Lantai Dua Terbuat dari Papan.....	35
Lampiran 5: <i>Material Properties Data</i> .....	36
Lampiran 6: <i>Shell Stresses</i> pada Setiap Bagian Bangunan .....	47