

ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BETON BERTULANG

DI WILAYAH RAWAN GEMPA

(Studi Kasus Gempa di Kecamatan Muara Payang dan Jarak

Kabupaten Lahat)



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat tugas akhir dengan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

BARKAH WAHYU WIDIANTO

03053110049

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2009

624.171 of  
wid  
a  
e-100012  
2009

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BETON BERTULANG  
DI WILAYAH RAWAN GEMPA  
(Studi Kasus Gempa di Kecamatan Muara Payang dan Jarai  
Kabupaten Lahat)**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

**Oleh :**

**BARKAH WAHYU WIDIANTO**

**03053110049**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**2009**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : BARKAH WAHYU WIDIANTO**  
**NIM : 03053110049**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL : ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BETON**  
**BERTULANG DI WILAYAH RAWAN GEMPA (Studi Kasus**  
**Gempa di Kecamatan Muara Payang dan Jarai Kabupaten Lahat)**

**Inderalaya, November 2009**

**Ketua Jurusan,**



**Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE.**

**NIP. 19581211 198703 1 002**


**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : BARKAH WAHYU WIDIANTO  
NIM : 03053110049  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BETON  
BERTULANG DI WILAYAH RAWAN GEMPA (Studi Kasus  
Gempa di Kecamatan Muara Payang dan Jarai Kabupaten Lahat)**

**PEMBIMBING TUGAS AKHIR,**

Tanggal : 28/12 '09 Pembimbing Utama

  
Rosidawani, ST., MT.  
NIP. 19760509 200012 2 001

Bismillah hirrohmaa nirrohiim ....

*Demi matahari dan sinarnya dipagi hari...  
Demi bulan apabila ia mengirinya...  
Demi siang apabila ia menampakkan diri...  
Demi malam apabila ia menutupi...  
Demi langit beserta seluruh binaannya...  
Demi bumi beserta yang ada dihamparannya...  
Demi jiwa dan seluruh penyempurnaannya...  
Allah mengilhamkan sukma kebaikan dan keburukan...  
Beruntunglah bagi yang mensucikannya...  
Dan merugilah bagi yang mengotorinya...  
(Q.S. Asy-Syams : 1-10)*

*Ya Allah, sesungguhnya aku memohon cintaMu, mencintai orang-orang  
yang mencintaiMu, serta melakukan perbuatan yang  
mengantarkan aku pada cintaMu...  
(HR. Tirmidzi)*

*"Ya Tuhanku tunjukilah aku untuk mensyukuri nikmat Engkau yang telah  
Engkau berikan kepadaku dan kepada Ibu Bapakku dan supaya aku dapat  
berbuat amal yang saleh yang Engkau ridhoi, berikanlah kebaikan padaku  
dengan (memberikan kebaikan) kepada anak cucuku. Sesungguhnya aku  
bertaubat kepada Engkau dan sesungguhnya aku termasuk orang-orang  
yang berserah diri (Muslimin)"...  
( Q.S Al Ahqaaf : 15)*

**Kupersembahkan kepada :**

- Allah SWT dan Rasuallah, Nabi Muhammad SAW.
- Keluarga Besarku dan Orang-orang yang ku sayangi
- Teman - teman dan Orang-orang yang menyayangiku
- Almamaterku

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BETON BERTULANG  
DI WILAYAH RAWAN GEMPA  
(Studi Kasus Gempa di Kecamatan Muara Payang dan Jarai Kabupaten Lahat)**

**ABSTRAK**

Bangunan beton bertulang, seperti masjid, sekolah, dan perkantoran yang merupakan tempat kegiatan manusia haruslah aman dan terlindungi dari bahaya gempa tersebut. Karena itu upaya perbaikan konstruksi bangunan beton bertulang yang lebih rasional, sederhana dan tahan gempa dengan menggunakan prinsip teknik yang benar, detail konstruksi yang baik dan praktis merupakan kebutuhan mendesak bagi masyarakat luas di wilayah rawan gempa, sehingga kerugian harta benda dan jiwa manusia dapat dikurangi bahkan dihindari.

Bencana alam gempa bumi yang terjadi September 2008 di Kecamatan Muara Payang dan Jarai Kabupaten Lahat merupakan salah satu contoh yang dapat diambil. Identifikasi terhadap sampel bangunan masjid dan sekolah yang mengalami rekonstruksi dilakukan secara visual dengan melihat dan mengamati elemen struktur bangunan. Kemudian dilakukan analisis level kinerja struktur rekonstruksi bangunan masjid yaitu dengan menggunakan metode *pushover analysis* dengan program SAP 2000. Analisis ini merupakan analisis gempa berbasis kinerja. Artinya memberikan beban dorong terhadap bangunan yang dirancang tahan gempa, dengan meningkatkan nilai beban gempa yang telah diberikan dalam perencanaan sampai bangunan mengalami keruntuhan.

Hasil analisis kinerja struktur yang pada bangunan rekonstruksi masjid (Model 1) menunjukkan bahwa bangunan ini dalam kriteria LS (*Life Safety*), dimana pada level kriteria ini dapat terjadi kerusakan komponen struktur pada bangunan, kekakuan berkurang tapi memiliki ambang yang cukup terhadap keruntuhan akibat beban gempa rencana. Komponen nonstruktur masih ada tapi tidak berfungsi. Bangunan dapat berfungsi lagi jika telah dilakukan perbaikan.

Untuk mendapatkan kriteria kinerja yang lebih baik, dicoba dengan beberapa model dan didapat model 5 dengan peningkatan dimensi balok dan kolom yang menghasilkan kinerja struktur IO (*Immediate Occupancy*). Pada level kriteria ini tidak ada kerusakan yang berarti pada struktur, dimana kekuatan dan kekakuannya hampir sama dengan kondisi sebelum gempa. Bangunan tetap dapat berfungsi.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayahNya jualah dapat diselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, serta salawat dan salam dicurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya. Penulisan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Kinerja Struktur Bangunan Beton Bertulang di Wilayah Rawan Gempa (Studi Kasus Gempa di Kecamatan Muara Payang dan Jarai Kabupaten Lahat)” ini dimaksudkan untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya.

Atas selesainya tugas akhir ini, diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membimbing serta membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini, khususnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Badia Parizade, M.B.A. selaku Rektor Universitas Sriwijaya
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Taufik Toha, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. H. Yakni Idris, M.Sc, MSCE. dan selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. Budhi Setiawan, S.T, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Rosidawani, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan masukan sehingga dapat diselesaikannya laporan tugas akhir ini.
6. Ibu Ratna Dewi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan masukan dan semangat dalam melaksanakan kewajiban sebagai mahasiswa selama kuliah.
7. Keluargaku (Papa, Mama, Mbak Nia', Rian, dan Ardin) yang telah banyak memberikan doa, cinta, perhatian, bantuan, nasehat, dan semangat selama melaksanakan dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
8. Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan serta nasihatnya selama ini.
9. Seluruh staf admistrasi di Rektorat, Fakultas, dan Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, Pak Ridwan, Pak Bahar, Kak Sugiarto, Kak Toto', Kak Umar, Pak Subianto, Pak Jamil, Pak Lukman, Yuk Tini, Yuk Dian, Kak Aang, Kak Yudi, Kak Rudi, terima kasih atas bantuan dan kemudahan yang diberikan.

10. Seluruh Dosen dan rekan-rekan di Lab. Hidro dan Mekflu, Ibu Reini Silvia Ilmiaty, Ibu Imroatul C. J., Pak Sam, Mustofa, Arriz, Meri, Betha, Hari, Riska, Galih, Heni, Winda, terima kasih atas kerja samanya selama menjadi asisten laboratorium.
11. Sahabat-sahabat seperjuanganku, M. Arrizbari Z., Muhammad Abdullah, Kenan Evran M., Rif'ah, Chairunisah, Merry Jayanti, Dani Hardiansyah, Alan Riyanto, Maradona, Okta Lendra, dan masih banyak lagi, terima kasih atas semangatnya selama ini.
12. Sahabat-sahabatku di layo, Azhari, Kenan, Dedi, Dayat, Dodi, Dyan, Uli', Yasir, Agung, Yesi, Ernila, Widi, Oce, dan masih banyak lagi, terima kasih atas dukungan dan kerjasamanya selama ngekos setahun dilayo.
13. Teman-teman sebingingan (Rendy Pratama, Febrianto Chaeruman, M. Yasir), terima kasih atas bantuan, dukungan, dan kerjasamanya.
14. Saudara/i spiritualku (para kesatria ESQ), Bunda Elis, Bang Halim, Kak Aldin, Pak Andre, Pak Pian, Kak Ales, Kak Fahmi, Kak Fajri, Azhari, Dodi, Dedi, Alan, Nina, Yuk Endang, Yani, Elis, Sari, Reni, Iin, Novi, Palim, Imal, Angga', dan masih banyak lagi, terima kasih atas doa dan nasehat-nasehatnya selama ini.
15. Rekan-rekan IMS FT UNSRI, Agung, Nisa, Arriz, Azhari, Rangga, Ririn, Okta, Dayat, Nina, Meri, Adel, Nita, Endah, Fira, Bella, Ali, Riki, Daus, Altin, dan masih banyak lagi, terima kasih atas kerjasama dan dukungannya.
16. Seluruh teman-teman Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, yang telah banyak membantu khususnya Angkatan 2005, kakak-kakak 2004, serta adik-adik 2006 dan 2007.
17. Semua pihak yang turut membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian skirpsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Untuk itu, Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi keluarga Besar Teknik Sipil khususnya dan bagi pembaca umumnya.

Inderalaya, November 2009

Penulis



## DAFTAR ISI



Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Persejutuan.....	iii
Halaman Persembahan.....	iv
Abstrak.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel .....	xiv

<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Metode Pengumpulan Data .....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Monografi Kabupaten Lahat Sumatera Selatan .....	6
2.2 Sistem Struktur Bangunan .....	7
2.2.1 Struktur Atas dan Struktur Bawah .....	7
2.1.2 Sistem Penahan Gaya Gravitasi .....	8
2.1.3 Sistem Penahan Gaya Lateral .....	8
2.3 Prinsip-prinsip Dasar Konstruksi Tahan Gempa .....	9
2.3.1. Denah yang sederhana dan simetris .....	9
2.3.2. Bahan bangunan harus seringan mungkin .....	9
2.3.3. Perlunya sistem konstruksi penahan beban yang memadai .....	9
2.4 Kategori Kerusakan Bangunan terhadap gempa .....	10
2.4.1 Kerusakan Ringan Non-Struktur .....	10
2.4.2 Kerusakan Ringan Struktur .....	10
2.4.3 Kerusakan Struktur Tingkat Sedang .....	10
2.4.4 Kerusakan Struktur Tingkat Berat .....	11
2.4.5 Kerusakan Total .....	11
2.5. Penyebab Kerusakan Bangunan Akibat Gempa .....	11
2.5.1 Kemungkinan Kegagalan pada Tahap Perancangan .....	12
2.5.2. Kegagalan dalam Pengadaan dan Penjaminan Kualitas Material .....	15

2.5.3	Kagagalan dalam Pelaksanaan dan Pengawasan .....	17
2.6.	Perencanaan Umum Struktur Gedung berdasarkan SK SNI-1726-2002 .....	20
2.6.1.	Struktur Atas dan Struktur Bawah .....	20
2.6.2.	Struktur penahan beban gempa .....	20
2.6.3.	Lantai tingkat sebagai diafragma .....	20
2.6.4.	Eksentrisitas pusat massa terhadap pusat rotasi lantai tingkat .....	21
2.6.5.	Kekakuan struktur .....	21
2.6.6.	Pembatasan waktu getar alami fundamental .....	22
2.6.7.	Pengaruh P-delta .....	23
2.6.8.	Arah pembebanan gempa .....	23
2.7	Bangunan Gedung Tidak Bertingkat dengan Konstruksi Rangka Balok dan Kolom dari Beton Bertulang tahan gempa .....	23
2.8	Ketentuan dan Peraturan Perencanaan .....	27
2.8.1	Pembebanan Konstruksi .....	27
2.8.2	Beban Gravitasi .....	27
2.9	Analisis Beban Gempa Statik Ekuivalen .....	32
2.9.1	Struktur Gedung Beraturan .....	32
2.9.2	Struktur Gedung Tidak Beraturan .....	32
2.9.3	Faktor Reduksi Kekuatan .....	38
2.9.4	Kombinasi Pembebanan .....	39
2.10	Desain Struktur .....	39
2.11	Analisis Beban Dorong (Pushover Analysis) .....	41

<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>46</b>
3.1	Umum .....	46
3.2	Tahapan - tahapan Penelitian .....	47
3.2.1	Tahap Studi Literatur .....	47
3.2.2	Tahap Persiapan Penelitian .....	47
3.2.3	Tahap Survei Lapangan .....	47
3.2.4	Tahap Pengumpulan Data .....	48
3.2.5	Tahap Teknik Analisa .....	49
3.3	Prosedur Penelitian .....	49
3.4	Permodelan Struktur .....	51
3.4.1	Dimensi Bangunan .....	51
3.4.2	Mutu Bahan Konstruksi .....	52
3.4.3	Dimensi Balok dan Kolom .....	53
3.4.4.	Perhitungan Pembebanan .....	53
3.3.5	Analisis Perhitungan dengan Program SAP 2000.....	57

<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>79</b>
4.1 Identifikasi Bangunan .....	79
4.1.1 Bangunan Masjid (Sampel 1) .....	79
4.1.2 Bangunan Sekolah (Sampel 2) .....	81
4.2 Analisis Penilaian Terhadap Kondisi Bangunan Struktur beton bertulang sederhana pasca gempa. ....	84
4.3 Analisis Struktur Bangunan Masjid Sebagai Bangunan Tahan Gempa	
4.3.1 Umum .....	86
4.3.2 Dimensi Bangunan .....	86
4.3.3 Data Perhitungan .....	88
4.3.4 Perencanaan Struktur Balok dan Kolom.....	88
4.3.5 Perhitungan Beban Gravitasi Pada Struktur .....	89
4.3.6 Perhitungan Beban Grid Pada Struktur .....	90
4.3.7 Perhitungan Beban Gempa .....	94
4.3.8 Perhitungan Momen, Gaya Aksial dan Geser Pada Balok dan Kolom	99
4.3.9 Perhitungan Pembesian Balok .....	101
4.3.10 Perhitungan Pembesian Kolom .....	106
4.4 Hasil Analisis Kinerja Struktur Bangunan Masjid terhadap gempa dengan program SAP 2000 ( <i>Pushover analysis</i> ).....	112
4.4.1. Hasil Analisis dengan Pushover analysis SAP 2000 dari bangunan masjid MODEL 1 .....	113
4.4.2. Hasil Analisis dengan Pushover analysis SAP 2000 dengan perubahan kolom 2 (25 x 25 cm) dari bangunan masjid MODEL 2.....	115
4.4.3. Hasil Analisis dengan Pushover analysis SAP 2000 dengan perubahan kolom 2 (30 x 30 cm) dari bangunan masjid MODEL 3.....	117
4.4.4. Hasil Analisis dengan Pushover analysis SAP 2000 dengan perubahan balok (20 x 30 cm) dan kolom 2 (35 x 35 cm) dari bangunan masjid MODEL 4 .....	119
4.4.5. Hasil Analisis dengan Pushover analysis SAP 2000 dengan perubahan balok (20 x 30 cm) dan kolom 2 (40 x 40 cm) dari bangunan masjid MODEL 5 .....	121
4.5. Analisis Hasil dan Pembahasan.....	123
 <b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>126</b>
5.1. Kesimpulan .....	126
5.2. Saran .....	127
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xv</b>
 <b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b>	Lokasi Terjadinya Gempa .....	1
<b>Gambar 1.2</b>	Rekonstruksi bangunan masjid di desa Sadan Kecamatan Jarai Kabupaten Lahat yang akan dianalisis strukturnya. ....	2
<b>Gambar 2.1</b>	Peta Kabupaten Lahat .....	6
<b>Gambar 2.1</b>	Peta Kabupaten Lahat .....	7
<b>Gambar 2.3</b>	Sistem struktur penahan gaya gravitasi .....	8
<b>Gambar 2.4</b>	Sistem struktur penahan gaya lateral .....	8
<b>Gambar 2.5</b>	Tekukan besi untuk mendapatkan efek angkur .....	24
<b>Gambar 2.6</b>	Bangunan gedung konstruksi rangka sederhana beton bertulang tahan gempa .....	25
<b>Gambar 2.7</b>	Detail hubungan balok lintel dengan kolom tengah .....	25
<b>Gambar 2.8</b>	Detail hubungan balok tengah dengan ring balok .....	26
<b>Gambar 2.9</b>	Detail penulangan pertemuan balok sloof dengan kolom .....	26
<b>Gambar 2.10</b>	Detail penulangan pada pertemuan antar ring balok .....	27
<b>Gambar 2.11</b>	Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Puncak Batuan Dasar Periode ulang 500 Tahun .....	33
<b>Gambar 2.12</b>	Koefisien Gempa Dasar Untuk Berbagai Wilayah Gempa .....	34
<b>Gambar 2.13</b>	Jenis kolom berdasarkan bentuk dan macam penulangan .....	40
<b>Gambar 2.14</b>	Balok Persegi .....	41
<b>Gambar 2.15</b>	Ilustrasi Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja ( <i>ATC 58</i> ) .....	42
<b>Gambar 3.1</b>	Survey yang dilakukan di masjid yang telah direkonstruksi setelah bangunan sebelumnya hancur akibat gempa .....	48
<b>Gambar 3.2</b>	Diagram Alur Kerja Penelitian .....	50
<b>Gambar 3.3</b>	Tampak 3 Dimensi Masjid .....	51
<b>Gambar 3.4</b>	Denah Bangunan .....	52
<b>Gambar 3.5</b>	Tampak depan dan samping bangunan .....	53
<b>Gambar 3.6</b>	Grid pada beban pelat .....	54
<b>Gambar 3.7</b>	Flowchart Analisa Statik Ekuivalen .....	56
<b>Gambar 3.8</b>	Aplikasi Program SAP 2000 .....	57
<b>Gambar 3.10</b>	Modifikasi ukuran portal (edit grid) .....	58
<b>Gambar 3.11</b>	Mendefinisikan data material untuk desain .....	58
<b>Gambar 3.12</b>	<i>Design Frame Section</i> .....	59
<b>Gambar 3.13</b>	Desain perletakan tumpuan .....	59
<b>Gambar 3.14</b>	Mendefinisikan <i>Load Case</i> .....	60
<b>Gambar 3.15</b>	Mengaplikasikan beban mati dan hidup sebagai beban merata .....	60
<b>Gambar 3.16</b>	Mendefinisikan beban gempa .....	61
<b>Gambar 3.17</b>	Mendefinisikan kombinasi beban .....	61
<b>Gambar 3.18</b>	Analisis All Case .....	62

<b>Gambar 3.19</b>	Hasil Analisa dari SAP 2000 .....	63
<b>Gambar 3.21</b>	Flowchart Analisa Perhitungan Dengan Program SAP 2000 .....	64
<b>Gambar 3.23</b>	Flowchart Perencanaan penulangan .....	65
<b>Gambar 3.24</b>	Flowchart Perhitungan Tulangan Balok Akibat Beban Lentur .....	66
<b>Gambar 3.25</b>	Flowchart Perhitungan Sengkang Balok .....	67
<b>Gambar 3.26</b>	Flowchart Perhitungan Tulangan Kolom.....	68
<b>Gambar 3.27</b>	Flowchart Pendetailan Balok dan Kolom.....	69
<b>Gambar 3.19</b>	Data Pembebanan .....	70
<b>Gambar 3.19</b>	Data Respon Spektrum .....	70
<b>Gambar 3.19</b>	Data Respon Spektrum Case .....	71
<b>Gambar 3.16</b>	Menentukan Joint Mass .....	71
<b>Gambar 3.17</b>	Menentukan <i>Joint Constraint</i> .....	72
<b>Gambar 3.18</b>	Design Struktur .....	72
<b>Gambar 3.19</b>	Menentukan <i>Hinge Properties</i> .....	73
<b>Gambar 3.20</b>	Menempatkan <i>Hinge properties</i> .....	74
<b>Gambar 3.21</b>	<i>Static Pushover Case</i> .....	75
<b>Gambar 3.22</b>	Run Static Pushover .....	76
<b>Gambar 3.23</b>	Kurva Capacity Spectrum .....	76
<b>Gambar 3.24</b>	Kurva Resultant Base Reactions vs Monitor Displacement .....	77
<b>Gambar 3.25</b>	Tabel Distribusi Sendi Plastis .....	77
<b>Gambar 3.22</b>	Flowchart Analisa Perhitungan Pushover .....	78
<b>Gambar 4.1</b>	Rekonstruksi bangunan masjid di desa Sadan Kecamatan Jarai, Lahat yang sebelumnya hancur total akibat gempa. ....	79
<b>Gambar 4.2</b>	Pondasi menerus batu kali dan slope pada masjid yang baru dibangun 80	
<b>Gambar 4.3</b>	Kolom dan balok rangka atap pada bangunan. ....	80
<b>Gambar 4.4</b>	Pengecoran pada balok yang kurang sempurna .....	81
<b>Gambar 4.5</b>	Bangunan sekolah yang diperbaiki akibat gempa. ....	81
<b>Gambar 4.6</b>	Keretakan yang terjadi pada pertemuan dinding dan kolom akibat gempa. ..	82
<b>Gambar 4.7</b>	Plafon yang telah jatuh ketika gempa. ....	83
<b>Gambar 4.8</b>	Bangunan sekolah yang telah direkonstruksi .....	83
<b>Gambar 4.9</b>	Tampak samping struktur rangka pada bangunan masjid .....	87
<b>Gambar 4.10</b>	Tampak atas struktur rangka pada bangunan masjid .....	87
<b>Gambar 4.11</b>	Struktur rangka 3D pada bangunan masjid .....	88
<b>Gambar 4.12</b>	Denah pembebanan grid pada bangunan .....	90
<b>Gambar 4.13</b>	Tampak samping bangunan .....	91
<b>Gambar 4.14</b>	Arah Gempa X dan Y Pada Denah Bangunan .....	94
<b>Gambar 4.15</b>	Gaya Gempa $F_x$ dan $F_y$ pada portal arah X dan Y .....	94
<b>Gambar 4.16</b>	Design Pembesian Balok .....	105
<b>Gambar 4.17</b>	Design Pembesian Kolom 20 x 20 cm .....	110
<b>Gambar 4.18</b>	Design Pembesian Kolom 30 x 30 cm .....	111

<b>Gambar 4.19</b>	Grafik Pushover akibat beban gempa .....	112
<b>Gambar 4.20</b>	Kurva Kapasitas Bangunan Masjid Model 1 .....	113
<b>Gambar 4.21</b>	Distribusi sendi plastis Bangunan Masjid Model 1 .....	113
<b>Gambar 4.22</b>	Perlemahan sendi plastis pada step keenam Bangunan Masjid Model 1 .....	114
<b>Gambar 4.23</b>	Kurva Kapasitas Bangunan Masjid Model 2 .....	115
<b>Gambar 4.24</b>	Distribusi sendi plastis Bangunan Masjid Model 2 .....	115
<b>Gambar 4.25</b>	Perlemahan sendi plastis pada step kesembilan Bangunan Masjid Model 2..	116
<b>Gambar 4.26</b>	Kurva Kapasitas Bangunan Masjid Model 3 .....	117
<b>Gambar 4.27</b>	Distribusi sendi plastis Bangunan Masjid Model 3 .....	117
<b>Gambar 4.28</b>	Perlemahan sendi plastis pada step kedelapan Bangunan Masjid Model 3 ...	118
<b>Gambar 4.29</b>	Kurva Kapasitas Bangunan Masjid Model 4 .....	119
<b>Gambar 4.30</b>	Distribusi sendi plastis Bangunan Masjid Model 4 .....	119
<b>Gambar 4.31</b>	Perlemahan sendi plastis pada step ketujuh Bangunan Masjid Model 4 .....	120
<b>Gambar 4.32</b>	Kurva Kapasitas Bangunan Masjid Model 5 .....	121
<b>Gambar 4.33</b>	Distribusi sendi plastis Bangunan Masjid Model 5 .....	121
<b>Gambar 4.34</b>	Perlemahan sendi plastis pada step ketujuh Bangunan Masjid Model 5 .....	122
<b>Gambar 4.35.</b>	Grafik Hubungan Model Bangunan terhadap <i>Displacement</i> Titik Kinerja ...	125
<b>Gambar 4.36.</b>	Grafik Hubungan Model Bangunan terhadap Daktilitas Sendi Plastis .....	126

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Koefisien $\zeta$ yang membatasi waktu getar alami Fundamental struktur gedung ...	22
<b>Tabel 2.2</b>	Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung.....	29
<b>Tabel 2.3</b>	Berat sendiri komponen Gedung .....	29
<b>Tabel 2.4</b>	Beban hidup pada lantai gedung .....	31
<b>Tabel 2.5</b>	Kriteria Respon Spektra Gempa .....	33
<b>Tabel 2.7</b>	Faktor Keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan .....	36
<b>Tabel 2.8</b>	Faktor daktilitas maksimum, faktor reduksi gempa maksimum, faktor tahanan lebih total beberapa jenis sistem dan subsistem struktur gedung .....	36
<b>Tabel 2.9</b>	Faktor Reduksi Kekuatan $\Phi$ .....	38
<b>Tabel 4.1.</b>	Pembebanan Grid pada bangunan masjid .....	93
<b>Tabel 4.2</b>	Perhitungan Beban Gempa ( $F_i$ ) Bangunan Masjid Wilayah Gempa 5 .....	99
<b>Tabel. 4.3</b>	Momen maksimum dan geser maksimum untuk balok bangunan masjid .....	100
<b>Tabel. 4.4</b>	Aksial maksimum dan momen maksimum untuk kolom bangunan masjid .....	100
<b>Tabel 4.5</b>	Rekapitulasi pembesian balok .....	105
<b>Tabel 4.6</b>	Rekapitulasi pembesian kolom .....	110
<b>Tabel. 4.7.</b>	Kriteria Kinerja di setiap model bangunan. ....	123
<b>Tabel. 4.8.</b>	Daktilitas di setiap model bangunan .....	123

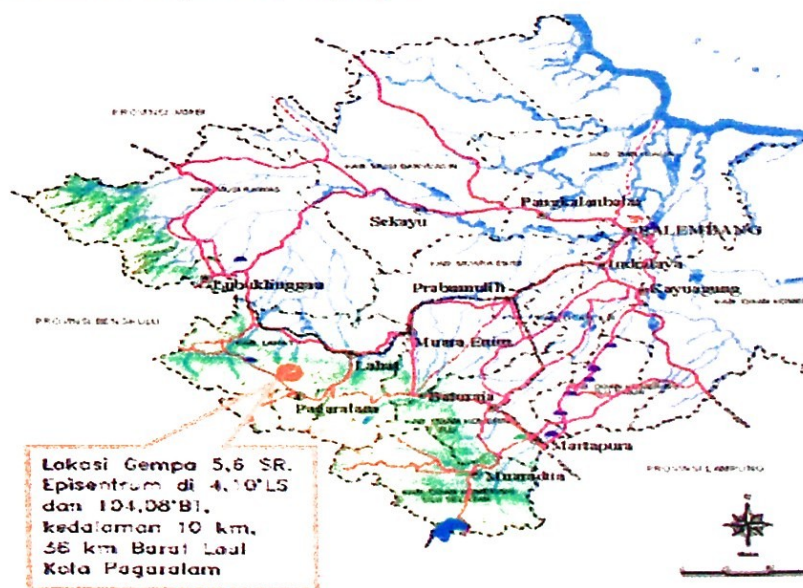
# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Wilayah Indonesia mencakup daerah-daerah yang mempunyai tingkat resiko gempa yang tinggi diantara beberapa daerah gempa di seluruh dunia, terutama bagian barat Sumatera dan selatan Jawa. Sebagian kejadian gempa di Indonesia juga berdampak pada kerusakan bahkan sampai terjadi keruntuhan pada bangunan konstruksi, seperti rumah, gedung/perkantoran, masjid, dll, sehingga banyak menimbulkan kerugian material bahkan korban jiwa.

Salah satu jenis gempa, yaitu gempa tektonik berkekuatan 5,6 pada skala richter (SR) yang memiliki pusat gempa di arah barat daya Tebing Tinggi–Bengkulu dengan kooordinat 4,04 LS dan 103,01 BT di kedalaman 10 km di bawah permukaan bumi atau tergolong gempa dangkal telah menggoncang beberapa desa di Kabupaten Lahat, Sumsel pada pukul 10.52 WIB, terutama di Kecamatan Muara Payang dan Jarai. Akibat gempa tersebut, ratusan rumah, perkantoran, bahkan juga masjid nyaris roboh, bahkan ada yang rata dengan tanah. Salah satu penyebab robohnya bangunan tersebut adalah akibat lemahnya sambungan antara komponen struktur, yang menyebabkan kegagalan interaksi konstruksi akibat guncangan gempa.



**Gambar 1.1** Lokasi Terjadinya Gempa

Sumber : Posko Penanggulangan Bencana Pusat, Departemen Pekerjaan Umum



Bangunan gedung beton bertulang, seperti masjid, sekolah, dan perkantoran yang merupakan tempat kegiatan manusia haruslah aman dan terlindungi dari bahaya gempa tersebut. Karena itu upaya perbaikan dan penyempurnaan metode konstruksi bangunan beton bertulang yang lebih rasional, sederhana dan tahan gempa dengan menggunakan prinsip teknik yang benar, detail konstruksi yang baik dan praktis merupakan kebutuhan mendesak bagi masyarakat luas di wilayah rawan gempa, sehingga kerugian harta benda dan jiwa manusia dapat dikurangi bahkan dihindari.

Perilaku seismik suatu struktur yang telah didesain dengan berbagai kombinasi dapat diperkirakan dengan beberapa metode analisis berupa metode elastik (linier) dan juga inelastik (non-linier). Metode analisis beban dorong (*pushover analysis*) adalah metode analisis non-linier yang telah disederhanakan. Metode inilah yang akan digunakan untuk menganalisis kinerja dari analisis struktur terhadap beban gempa. Tujuan analisa *pushover* adalah untuk memperkirakan gaya maksimum dan deformasi yang terjadi dan memperoleh informasi bagian mana saja yang kritis sehingga dapat diidentifikasi bagian-bagian yang memerlukan perhatian khusus untuk pendetailan dan stabilitasnya.



**Gambar 1.2** Rekonstruksi bangunan masjid di desa Sadan Kecamatan Jarai Kabupaten Lahat yang akan dianalisis strukturnya.

Sumber : Survey penelitian tanggal 18 Juni 2009



## 1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengidentifikasi kondisi struktur bangunan beton bertulang sederhana pasca gempa seperti masjid dan gedung sekolah di kecamatan Muara Payang dan Jarai kabupaten Lahat.
2. Bagaimana menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kegagalan dan kerusakan pada struktur bangunan pasca gempa tersebut
3. Bagaimana kinerja konstruksi bangunan gedung beton bertulang dengan menganalisis kinerja struktur masjid akibat beban gempa.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi bangunan gedung beton bertulang sederhana terhadap beban gempa dengan melihat dan mempelajari kondisi eksisting lapangan pasca gempa, seperti masjid dan gedung sekolah.
2. Menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan pada struktur bangunan terhadap gempa dan menilai kondisi bangunan rekonstruksi pasca gempa, seperti masjid dan sekolah.
3. Menganalisa struktur dan kinerja bangunan gedung beton bertulang sederhana, yaitu masjid pada wilayah gempa 5 (kecamatan Muara Payang dan Jarai kabupaten Lahat) dengan menggunakan program SAP 2000.

## 1.4 Metode Pengumpulan Data

Data-data dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini terdiri dari dua macam, yaitu data primer dan data sekunder.

Data-data primer didapat dari:

1. Survey dan pengukuran untuk mengidentifikasi sistem dan metode struktur bangunan beton bertulang, seperti sekolah, masjid, dll pada daerah tersebut.
2. Wawancara dengan penduduk yang bertempat tinggal di bangunan yang terkena gempa atau disekitarnya.

3. Konsultasi secara langsung dengan pembimbing dan pihak-pihak yang terlibat dalam Tugas Akhir ini.

Data-data sekunder didapat dari:

1. Buku-buku dan literatur yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas.
2. Data-data, seperti peta dan riwayat wilayah yang terjadi gempa, dokumentasi bangunan-bangunan yang hancur/roboh pasca gempa.

### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. Bangunan-bangunan gedung beton bertulang sederhana, seperti masjid dan sekolah di kecamatan Muara Payang dan Jarai, Kabupaten Lahat.
2. Pemodelan struktur bangunan beton bertulang sederhana sebagai rangka pemikul momen, yaitu masjid 1 lantai yang terdiri dari balok dan kolom, serta terletak di zona lima dengan jenis tanah lunak.
3. Standar peraturan yang digunakan adalah berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-2847-2002 dan pembebanan struktur mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung (1987).

### **1.6 Rencana Sistematika Penulisan**

Sistematika Penulisan yang digunakan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

#### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dibahas mengenai gambaran umum struktur bangunan beton bertulang terhadap bahaya gempa dan metode yang digunakan dalam menganalisis struktur bangunannya.

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan membahas prosedur penelitian yang dilakukan mulai dari survey sampai didapatnya kesimpulan hasil penelitian.

### **BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil penelitian yang diperoleh dari mengidentifikasi dan menganalisis kinerja struktur bangunan tahan gempa.

### **Bab V. PENUTUP**

Berisi kesimpulan yang diambil dari keseluruhan hasil penelitian dan juga berisi saran yang berguna untuk mengoptimalkan penelitian-penelitian selanjutnya.

Selain berisikan keenam bab tersebut di atas, laporan ini juga dilengkapi dengan kata pengantar, daftar isi, daftar pustaka, dan lampiran yang digunakan dalam menyusun laporan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriono, Takim, dkk, 1999, "*Studi tentang Prosedur Pemeriksaan Ketahanan Struktur Rangka Beton Bertulang terhadap Beban Gempa*". Jurnal Konferensi Nasional Rekayasa Gempa. Bandung.
- Dipohusodo, Istimawan, 1999, "*Struktur Beton Bertulang*", Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Ferguson, Phil. M., 1991, "*Dasar-dasar Beton Bertulang. Edisi keempat*", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Pranomo, Handi, "*Struktur 2D dan 2D dengan SAP 2000*". Maxicom, Palembang, 2004
- SK SNI 03-2874-2002, "*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Untuk Bangunan Gedung, Badan Standarisasi Nasional (BSN)*". Bandung, 2002.
- SK SNI 03-1726-2003, "*Tata Cara Perencanaan Katahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung, Badan Standarisasi Nasional (BSN)*". Bandung, 2003.
- Sugianti, 2008, "*Pengaruh Wilayah Gempa Terhadap Kinerja Gedung Bertingkat Dengan Denah Beraturan*". Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Sumeru, Cahyo, dkk, 1999, "*Ketahanan gempa pada bangunan non-engineered*". Jurnal Konferensi Nasional Rekayasa Gempa. Bandung.
- Vis W.C. dan Kusuma, Dideon, 1996. "*Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang berdasarkan SK-SNI T-15-1991-03. Edisi kedua, Seri Beton I*", Penerbit Erlangga.