

ANALISA KINEMATIK STRUKTUR PORTAL BAJA DENGAN
MENGGUNAKAN ANALISA FUSEKOVIR



FUGAS ASKORIS

Dibuat untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Gelar Sarjana Teknik

Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Sebelas Maret

Oleh:

AZHARI HUSNY

(03081001004)

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2007

S

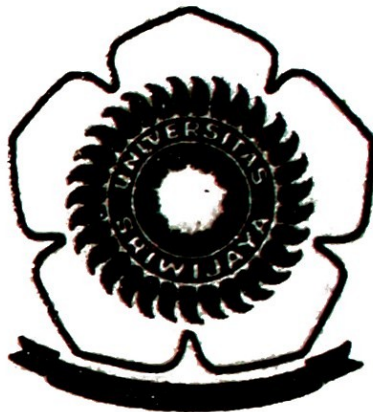
658.306 07

Azh
a

C - 130539

2013

**ANALISA KINERJA STRUKTUR PORTAL BAJA DENGAN
MENGUNAKAN ANALISA PUSHOVER**



R. 22540/23144

TUGAS AKHIR

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh:

AZHARI HUSNI
(03081001004)

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2012



UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : AZHARI HUSNI
NIM : 03081001004
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA KINERJA STRUKTUR PORTAL BAJA
DENGAN MENGGUNAKAN ANALISA
PUSHOVER

Inderalaya, November 2012

Ketua Jurusan,



Ir. H. Yakni Idris M.Sc., M.S.C.E.

NIP. 19581211 198703 1 002

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

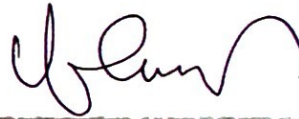
TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**NAMA : AZHARI HUSNI
NIM : 03081001004
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA KINERJA STRUKTUR PORTAL BAJA DENGAN
MENGUNAKAN ANALISA PUSHOVER**

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Tanggal

Pembimbing



**Ir. H. Yakni Idris M.Sc, M.S.C.E.
NIP. 195812111987031002**

Tanggal

Ketua Jurusan,



**Ir. H. Yakni Idris M.Sc, M.S.C.E.
NIP. 195812111987031002**

ANALISA KINERJA STRUKTUR PORTAL BAJA DENGAN MENGUNAKAN ANALISA PUSHOVER

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang sebagian besar wilayahnya terletak dikawasan yang rentan terhadap bahaya gempa. Pembangunan gedung bertingkat harus berdasarkan perencanaan yang baik, yaitu struktur selain harus memiliki kekuatan yang baik juga harus memiliki kinerja struktur yang sesuai dengan kebutuhan struktur saat terjadi gempa. Dalam perencanaan bangunan tahan gempa, elemen kolom merupakan salah satu elemen yang sangat penting dari suatu struktur bangunan. Bangunan tahan gempa harus menggunakan prinsip strong column-weak beam.

Dalam perencanaan bangunan tahan gempa sangat diperlukan perencanaan yang berbasis kinerja. Analisa pushover yang built-in pada program SAP 2000 merupakan salah satu analisa yang dapat digunakan dalam perencanaan bangunan tahan gempa, dimana analisis ini merupakan analisis gempa berbasis kinerja. Artinya memberikan beban dorong terhadap bangunan tersebut, dengan meningkatkan nilai beban gempa yang telah diberikan dalam perencanaan sampai bangunan mengalami keruntuhan.

Model struktur terdiri dari 3 model struktur dengan membedakan penggunaan kolom pada setiap model struktur. Selain itu, terdapat sebuah model struktur dengan pemilihan penampang menggunakan *autoselect* untuk membandingkan kinerja yang dihasilkan dengan ketiga model struktur tersebut. Dari hasil analisa pushover terhadap keseluruhan model struktur didapatkan hasil bahwa pemilihan penampang struktur dengan pemilihan *autoselect* ternyata tidak memiliki kinerja yang baik, sedangkan dari model struktur lainnya dapat memberikan kinerja yang cukup baik sesuai dengan kebutuhan strukturnya.

Kata kunci : Gempa, struktur portal baja, *strong column-weak beam*, analisa *pushover*

Motto

"Maka sesungguhnya setelah kesulitan itu terdapat kemudahan, sesungguhnya setelah kesulitan itu terdapat kemudahan (Q.S Al insyirah :5-6)"

"Pemenang sejati bukanlah seseorang yang mampu memenangkan kompetisi, tetapi pemenang sejati adalah setiap orang yang mampu bangkit dari kegagalannya"

1

Tugas akhir ini aku persembahkan kepada :

- 1. Allah SWT*
- 2. Papa dan Mama tercinta, Bapak Ikbal dan Ibu Muryani*
- 3. Saudari-saudariku, Mike Sari, Rida Wati dan Desi Trismadewi*
- 4. Seseorang yang senantiasa memberikan semangat terbaiknya, Diah Permata Sari*
- 5. Almamater Ku tercinta*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan nikmat, rahmat, karunia, dan hidayahNya telah memberikan kelancaran dan kemudahan, serta shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan para sahabat, yang telah mencontohkan ketauladannya sehingga atas semua itu penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tugas akhir ini berjudul "Analisa Kinerja Struktur Portal Baja dengan menggunakan Analisa Pushover".

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih memiliki banyak kekurangan yang disebabkan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang ada pada diri penulis. Untuk itulah setiap kritik dan saran yang bersifat positif dan membangun insya Allah akan penulis terima dengan segala kerendahan hati

Akhirnya penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membimbing dan membantu dalam penulisan ini sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini, terutama penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H Yakni Idris, M.Sc., M.S.C.E, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Bimo Brata Adhitya, S.T, M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. H Yakni Idris, M.Sc., M.S.C.E, selaku Dosen Pembimbing laporan tugas akhir dan Dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak Iqbal dan Ibu Muryani selaku orang tua yang selalu senantiasa memberikan cinta, semangat, nasihat dan doa terbaiknya selama hidup saya.
5. Seluruh saudari-saudariku Mike Sari, Rida Wati, dan Desi Trismadewi yang telah memberikan dukungan moril dan nasihat kepada saya.
6. Seseorang yang senantiasa menemani saya dan selalu memberikan semangat terbaiknya kepada saya, Diah Permata Sari.

7. Teman-teman seperjuanganku di jurusan teknik sipil, Aan, Yuke, Choki, Numi, Joko, Dian, dan Denas dan seluruh rekan-rekan teknik sipil lainnya yang telah menghabiskan waktu bersama di jurusan kita tercinta.
8. Teman-teman satu kosan, Iyon, Denai dan Riko yang telah bersama-sama berjuang hingga akhir untuk mencapai hasil yang maksimal untuk kita.
9. Seluruh staf dosen pengajar Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
10. Seluruh teman-teman dan keluarga, terima kasih atas doa dan dukungannya.

Harapan penulis semoga laporan ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan bagi kita semua.

Palembang, Desember 2012

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

Lembar Pengesahan	.....	ii
Kata Pengantar	.....	iv
Daftar Isi	.....	vi
Daftar Tabel	.....	ix
Daftar Gambar	.....	xi
Daftar Grafik	.....	xiv
Daftar Lampiran	.....	xv
Abstrak	.....	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	.....	1
1.2	Perumusan Masalah	.....	2
1.3	Tujuan Penulisan	.....	2
1.4	Ruang Lingkup Penelitian	.....	2
1.5	Sistematika Penulisan	.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Gempa	.....	4
	2.1.1 Pengertian Gempa	.....	4
	2.1.2 Klasifikasi Gempa	.....	4
2.2	Parameter-parameter Gempa Bumi	.....	5
2.3	Baja	.....	6
	2.3.1 Klasifikasi Baja	.....	6
	2.3.2 Struktur Baja	.....	7
2.4	Perancangan Struktur Tahan Gempa	.....	8
	2.4.1 Konsep Kinerja Bangunan Tahan Gempa	.....	8
	2.4.2 Jenis Beban	.....	10
	2.4.3 Defleksi Lateral	.....	11
	2.4.4 Sistem Struktur Gedung	.....	12
	2.4.5 Gempa Rencana dan Kategori Gedung	.....	14
	2.4.6 Struktur Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan	.....	15

2.4.7	Faktor Reduksi Maksimum (R_m)	17
2.4.8	Peta Wilayah Gempa	18
2.4.9	Faktor Respons Gempa	19
2.4.10	Pembatasan Waktu Getar Alami Fundamental	20
2.4.11	Kombinasi Pembebanan	21
2.5	Analisa Statik Nonlinear	22
2.5.1	Konsep Analisa Beban Dorong Statik	22
2.5.2	Kinerja Struktur	23
2.6	Sendi Plastis	26
2.7	Mekanisme Keruntuhan Gedung	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Umum	28
3.2	Tahapan Penelitian	28
3.2.1	Studi Literatur	28
3.2.2	Pengumpulan Data	29
3.2.3	Permodelan Struktur	29
3.2.4	Perhitungan Beban	36
3.2.5	Pemberian Beban Dorong Statik	37
3.2.6	Analisa Kondisi Linear	38
3.2.7	Analisa Kondisi Nonlinear	38
3.2.8	Penentuan Level Kinerja Struktur	40
3.4	Langkah-langkah operasional pada program SAP 2000 v 14	41
3.5	Analisa Hasil	50

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1	Preliminary Desain	52
4.1.1	Perhitungan beban gravitasi	52
4.1.2	Perhitungan Balok	54
4.2	Analisis	59
4.2.1	Analisa Kondisi Linear	59
4.2.2	Analisa Kondisi Nonlinear	74
4.3	Analisa Hasil	108

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	.....	112
5.2	Saran	.....	112

DAFTAR PUSTAKA	114
-----------------------	-------	-----

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Faktor keutamaan (I)	15
Tabel 2.2. Klasifikasi Sistem Struktur	17
Tabel 2.3. Koefisien ζ	19
Tabel 2.4 Batasan Rasio <i>drift</i> atap menurut ATC-40	25
Tabel 2.4 Tingkat Kinerja Struktural	26
Tabel 3.1 Model struktur <i>autoselect</i>	35
Tabel 3.2 Model struktur 1	36
Tabel 3.3 Model struktur 2	36
Tabel 3.4 Model struktur 3	36
Tabel 4.1 Pengecekan momen kapasitas kolom berbanding balok model <i>autoselect</i>	60
Tabel 4.2 Kinerja layan model struktur dengan <i>autoselect</i>	63
Tabel 4.3 Pengecekan momen kapasitas kolom berbanding balok model struktur 1	64
Tabel 4.4 Kinerja layan model struktur 1	67
Tabel 4.5 Pengecekan momen kapasitas kolom berbanding balok model struktur 2	68
Tabel 4.6 Kinerja layan model struktur 2	70
Tabel 4.7 Pengecekan momen kapasitas kolom berbanding balok model struktur 3	71
Tabel 4.8 Kinerja layan model struktur 3	74
Tabel 4.9 Pushover Curve pada model struktur <i>autoselect</i>	80
Tabel 4.10 Analisa Δm model struktur <i>autoselect</i>	82
Tabel 4.11 Pushover Curve pada model struktur 1	89
Tabel 4.12 Analisa Δm model struktur 1	91
Tabel 4.13 Pushover curve pada model struktur 2	97
Tabel 4.14 Analisa Δm model struktur 2	99
Tabel 4.15 Pushover curve model struktur 3	106
Tabel 4.16 Analisa Δm model struktur 3	108

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Defleksi lateral	12
Gambar 2.2 Sistem Struktur Penahan Gempa	13
Gambar 2.3 Peta wilayah gempa Indonesia	19
Gambar 2.4 Faktor respon gempa	20
Gambar 2.5 Kurva Pushover	23
Gambar 2.6 Ilustrasi Level Kinerja Struktur berbasis Kinerja	25
Gambar 2.7 Properti Sendi <i>default</i> -PMM dan <i>default</i> -M3	26
Gambar 2.8 Mekanisme Keruntuhan Gedung	27
Gambar 3.1 Model struktur dengan <i>autoselect</i>	31
Gambar 3.2 Model struktur 1	32
Gambar 3.3 Model struktur 2	32
Gambar 3.4 Model struktur 3	33
Gambar 3.5 Dimensi penampang balok tipe 1	33
Gambar 3.6 Dimensi penampang balok tipe 2	33
Gambar 3.7 Dimensi penampang kolom tipe 1	34
Gambar 3.8 Dimensi penampang kolom tipe 2	34
Gambar 3.9 Dimensi penampang kolom tipe 3	34
Gambar 3.10 Dimensi penampang kolom tipe 4	35
Gambar 3.11 Dimensi penampang kolom tipe 5	35
Gambar 3.12 Pemilihan model struktur pada program SAP 2000	40
Gambar 3.13 Pengisian data model struktur	40
Gambar 3.14 Pemilihan material	41
Gambar 3.15 Data material struktur	41
Gambar 3.16 Pembuatan frame sections	42
Gambar 3.17 Pemilihan frame sections	42
Gambar 3.18 Pemberian beban pada model struktur	43
Gambar 3.19 Pemberian beban mati pada model struktur	43
Gambar 3.20 Pemberian beban hidup pada model struktur	44
Gambar 3.21 Pemberian respon spektrum pada model struktur	45

Gambar 3.22 Pemberian beban dorong statik	45
Gambar 3.23 Kombinasi beban 1	46
Gambar 3.24 Kombinasi beban 2	46
Gambar 3.25 Kombinasi beban 3	47
Gambar 3.26 Kombinasi beban 4	47
Gambar 3.27 Kombinasi beban 5	48
Gambar 3.28 Pemilihan kombinasi beban pada model struktur	48
Gambar 3.29 Pemilihan jenis perletakan pada model struktur	49
Gambar 3.30 Pengaturan pilihan analisa	49
Gambar 3.31 Run analysis	50
Gambar 3.32 Diagram Alir penelitian	51
Gambar 4.1 Denah pelat lantai	52
Gambar 4.2 Struktur balok sederhana	55
Gambar 4.3 P-M ratio model struktur dengan <i>autoselect</i>	59
Gambar 4.4 P-M ratio model struktur 1	64
Gambar 4.5 P-M ratio pada model struktur 2	67
Gambar 4.6 P-M ratio pada model struktur 3	71
Gambar 4.7 Distribusi sendi plastis pada model struktur <i>autoselect</i>	80
Gambar 4.8 Kurva pushover model struktur <i>autoselect</i>	81
Gambar 4.9 Titik kinerja model struktur <i>autoselect</i>	81
Gambar 4.10 Distribusi sendi plastis pada model struktur 1	88
Gambar 4.11 Kurva pushover model struktur 1	89
Gambar 4.12 Titik kinerja model struktur 1	90
Gambar 4.13 Distribusi sendi plastis pada model struktur 2	97
Gambar 4.14 Kurva pushover model struktur 2	98
Gambar 4.15 Titik kinerja model struktur 2	98
Gambar 4.16 Distribusi sendi plastis pada model struktur 3	105
Gambar 4.17 kurva pushover model struktur 3	106
Gambar 4.18 Titik kinerja model struktur 3	107

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.1 Perbandingan kurva pushover dari ketiga model struktur	108
Grafik 4.2 Peralihan tingkat dari model struktur dengan <i>autoselect</i>	109
Grafik 4.3 Peralihan tingkat dari model struktur 1	109
Grafik 4.4 Peralihan tingkat dari model struktur 2	110
Grafik 4.5 Peralihan tingkat dari model struktur 3	110

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : File SAP model struktur dengan *autoselect*

Lampiran 2 : File SAP model struktur 1

Lampiran 3 : File SAP model struktur 2

Lampiran 4 : File SAP model struktur 3

Lampiran 5 : Tabel profil baja dari PT Gunung Garuda



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang sebagian besar wilayahnya terletak dikawasan yang rentan terhadap bahaya gempa. Bencana gempa yang menimpa daerah-daerah di Indonesia seperti Aceh (2004), Yogyakarta (2006), Padang (2009), Tasikmalaya (2009) dan beberapa daerah lainnya menyebabkan terjadinya korban jiwa dan juga kerusakan yang fatal pada suatu bangunan. Gaya gempa yang dapat merusak kondisi bangunan biasanya terjadi pada saat struktur berada pada kondisi inelastik (Dewobroto,2005). Dimana pada saat kondisi inelastis, beton tidak mampu menahan gaya gempa yang besar. Hal ini disebabkan karena beton merupakan material non daktail. Baja merupakan material bangunan yang memiliki sifat daktilitas yang sangat baik. Sifat daktil ini sangat dibutuhkan dalam mengurai enrgi gempa (Arcelor.com). Selain itu selain bersifat daktil, baja juga bernilai ekonomis serta mudah dalam hal pengerjaan maupun perawatannya. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan struktur portal baja dalam permodelan bangunan.

Perencanaan merupakan hal yang harus sangat diperhatikan, baik dari prinsip perencanaan secara teknis, maupun detail konstruksi yang baik dan praktis. Dalam perencanaan bangunan tahan gempa, bangunan bertingkat yang didesain harus menggunakan prinsip "*strong column weak beam*" atau kolom kuat balok lemah. Hal ini dimaksudkan balok didesain lebih lemah dibandingkan kolom, sehingga saat terjadi gempa diharapkan hanya balok saja yang mengalami kegagalan atau kerusakan, kolom serta sambungan harus terbebas dari kegagalan.

Pada saat ini metode perencanaan bangunan tahan gempa telah beralih dari pendekatan kekuatan (*force based*) menuju pendekatan kinerja (*performance based*), dimana struktur direncanakan terhadap beberapa tingkat kinerja (Wibowo, *et.al*, 2010). Untuk mengetahui tingkat kinerja dari suatu bangunan, salah satu metode perencanaan berbasis kinerja saat ini yang dapat digunakan untuk menganalisis gaya gempa yang terjadi pada bangunan adalah analisa static non linear *pushover* (ATC 40,1997) yang terdapat pada program SAP 2000. Artinya memberikan beban dorong terhadap pusat massa tiap lantai pada bangunan tersebut, dengan meningkatkan nilai beban gempa yang telah diberikan dalam perencanaan sampai bangunan mengalami keruntuhan.

Pada penelitian ini, digunakan permodelan struktur portal baja dengan fungsi gedung sebagai gedung perkantoran dengan membedakan tipe kolom yang digunakan yang kemudian dianalisis terhadap gaya gempa dengan analisa *pushover* pada program SAP 2000 versi 14.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar yang telah diuraikan sebelumnya, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana proses terbentuknya sendi plastis pada saat struktur sudah melewati batas elastisnya dan kinerja yang ditunjukkan dari permodelan struktur portal baja tersebut terhadap beban gempa dengan analisa *pushover*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui pengaruh dari pemilihan penampang struktur dengan menggunakan *autoselect* pada program SAP 2000 versi 14 terhadap kinerja struktur yang dihasilkan.
- b. Mengetahui dan membandingkan kinerja struktur dengan menggunakan analisa *pushover* dari keseluruhan model struktur.
- c. Menghitung batas simpangan terhadap kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit dari keseluruhan model struktur berdasarkan peraturan SNI 03-1726-2002.
- d. Mengetahui model struktur terbaik dalam menahan gempa berdasarkan kinerja struktur yang dihasilkan dari seluruh model struktur.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian ini terbatas hanya pada identifikasi kinerja bangunan dari seluruh permodelan struktur portal baja terhadap beban gempa dengan analisa *pushover* dan pengaruh pemilihan profil elemen struktur dengan *autoselect* pada program SAP 2000, sambungan pada balok dengan kolom tidak diperhitungkan.

Model struktur merupakan struktur baja simetris beraturan 5 lantai yang sesuai dengan peraturan SNI 03-1729-2002 tentang Perencanaan Struktur Baja untuk bangunan Gedung dan peraturan SNI 03-1726-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung. Fungsi gedung merupakan perkantoran yang terletak pada zona 5 pada peta wilayah gempa Indonesia.

Perilaku struktur bangunan saat menahan gempa, baik dalam kondisi linear maupun kondisi non linear di uji dan di analisis dengan analisa pushover dengan menggunakan program SAP 2000 versi 14. Data hasil analisa dari ketiga model struktur tersebut dibandingkan yang paling baik dalam menahan gempa yang ditampilkan dalam kurva kapasitas struktur.

Titik kinerja yang diperoleh dari kurva kapasitas akan dibandingkan dengan peraturan yang ada dan didapat level kinerja dari struktur tersebut, dimana terdapat beberapa level kinerja yang ada yaitu : kondisi *balance* , *immediate occupancy* , *life safety* , dan *collapse prevention*.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan laporan ini, dibagi menjadi enam bab dengan pembahasan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini terdiri dari latar belakang, tujuan penelitian, metodologi penelitian dan teknik analisis, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini menguraikan kajian literatur yang menjelaskan mengenai teori, temuan, dan penelitian terdahulu yang menjadi acuan untuk melaksanakan penelitian ini.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini terdiri dari lokasi dan objek penelitian, teknik pengumpulan data serta diagram alir penelitian, teknik pengambilan sampel dan teknik analisis data, Pembahasan mengenai alat dan material yang digunakan dalam pekerjaan, teknik pelaksanaan pekerjaan, dan kendala – kendala yang dihadapi di lapangan.

Bab IV Analisis dan Pembahasan

Bab ini berisikan informasi tentang penjabaran analisa data dan penjabaran hasil dari analisa yang telah dilakukan.

Bab V Penutup

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

Daftar Pustaka

Schodek, Daniel L, *Struktur*, Bandung, Penerbit PT Refika Aditama, 1998.

Setiawan, Agus, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*, Jakarta, Penerbit Erlangga, 2008

SNI 03-1729-2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, 2002

SNI PPPURG 1987, *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, 1987

SNI 03-1726-2002, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, 2002

Dewobroto, Wiryanto, *Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover*, Semarang, Jurnal Teknik Sipil dan Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan, 2006.

Oğuz, Sermin, *EVALUATION OF PUSHOVER ANALYSIS PROCEDURES FOR FRAME STRUCTURES*, Turki, Middle East Technical University, 2005.

Sugiyatno, Agung, *Perencanaan dan Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Pushover Analysis*, Jakarta, Universitas Gunadarma, 2011.

Aji Pranata, Yosafat. *STUDI PERENCANAAN BERBASIS PERPINDAHAN: Metode Direct-Displacement Based Design*, Studi Kasus pada Rangka Beton Bertulang Bertingkat Rendah, Bandung, Jurnal Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha, 2007.

Bahtera, Esa, *ANALISIS PERBANDINGAN SIMPANGAN HORIZONTAL*

GEDUNG BERTINGKAT TINGGI PADA SHEARWALL DIAGONAL DENGAN SHEARWALL SEARAH SUMBU X – SUMBU Y, Surakarta, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret, 2010.

Applied Technology Council, “ ATC 40 - Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings”, Redwood City, California, U.S.A., 1996

ASCE. "FEMA 356 - Prestandard And Commentary For The Seismic Rehabilitation Of Buildings" , *Federal Emergency Management Agency*. Washington, D.C., 2000

ATC-55 Project, "FEMA 440 - Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures", *Federal Emergency Management Agency*. Washington, D.C., 2004

Dradjat Hoedajanto and Gregory A. MacRae, "Use Of Pushover Analysis In Performance Based Design In Multistory Buildings", *The Ninth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction*, Bali, 2003

<http://media.sipil.ft.uns.ac.id/index.php/mts/article/viewFile/97/92>

<http://yuli.blog.uns.ac.id/files/2010/05/makalah-teknik-gempa.pdf>

http://file.upi.edu/Direktori/FPIPS/JUR._PEND._GEOGRAFI/197901012005011-NANDI/geologi%20lingkungan/GEMPA BUMI.pdf suplemen Geologi Lingkungan.pdf

<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-17111-Chapter1-717062.pdf>

http://eprints.undip.ac.id/34126/5/1647_chapter_II.pdf