

TUGAS AKHIR

**STUDI POLA PEMBENTUKAN SENDI PLASTIS DENGAN
ANALISIS *PUSHOVER***

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Ageng Uky Restyan

2014110041

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2019

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ageng Uky Restyan

NIM : 2014110041

Judul : Studi Pola Pembentukan Sendi Plastik dengan Analisis
Pushover

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 11 Januari 2019

Yang membuat pernyataan



Ageng Uky Restyan

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan terus menerus sehingga penulis dapat senantiasa menjadi pribadi yang berpikir, berusaha dan tawakal sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua sayayang selalu mendoakan dan memberi dukungan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih untuk semua yang telah diberikan.
3. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2014 yang selalu memberikan doa, semangat dan finansialnya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Sahabat-sahabat saya di UKM Bola Basket UMY yang selalu memberikan semangat serta dukungan.

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pola pembentukan sendi plastis dengan analisis *pushover* pada gedung K.H Ibrahim Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UMY.
2. M. Ibnu Syamsi, S.T., M.Eng. dan Bagus Soebandono, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir ini.
3. Taufiq Ilham Maulana, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan untuk penelitian Tugas Akhir ini.
4. Kedua Orang Tua dan adik yang selalu memberikan arahan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Sahabat-sahabat saya di UKM Bola Basket UMY dan teman-teman Teknik Sipil angkatan 2014 yang selalu memberikan semangat serta dukungan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 11 Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA.....	viv
DAFTAR ISI.....	viiix
DAFTAR TABEL.....	ixi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
INTISARI.....	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Lingkup Penelitian.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1. Penelitian Terdahulu tentang Metode <i>Pushover</i>	9
2.2. Dasar Teori	9
2.2.1. Bangunan Tahan Gempa	10
2.2.2. Daktalitas	13
2.2.3. Analisis <i>Pushover</i>	14
2.2.4. Waktu Getar Alami	16
2.2.5. Target Perpindahan	16
2.2.6. Metode Koefisien Perpindahan (FEMA 356)	17
2.2.7. Metode Spektrum Kapasitas (ATC-40)	19
2.2.8. Analisis Gempa Dinamis Respons Spektrum dengan Wilayah Gempa Berdasarkan Peta Hazard Gempa Indonesia 2012	21
BAB III. METODE PENELITIAN.....	23

3.1. Bagan Alir dan Penjelasan.....	22
3.2. Data Umum Bangunan	25
3.3. Data Beton	26
3.4. Data Baja Tulangan	26
3.5. Faktor Keutamaan Gempa (I_e)	26
3.6. Kategori Risiko Bangunan.....	26
3.7. Faktor Pembesaran Defleksi (C_d).....	26
3.8. Koefisien Modifikasi Respon (R).....	26
3.9. Dimensi Elemen Struktur	27
3.10. Perhitungan Beban Struktur.....	28
3.11. Penentuan Periode Getar Alami Struktur	30
3.12. Gaya Geser Nominal.....	31
3.13. Distribusi Beban Lateral	31
3.14. Simpangan Antar Lantai	32
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Analisis <i>Pushover</i>	34
4.2. Hasil Analisis <i>Pushover</i>	36
4.3. Evaluasi Kinerja Struktur	40
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1. Kesimpulan.....	47
5.2. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori resiko bangunan (SNI-1726-2012).....	10
Tabel 2.2 Faktor keutamaan gempa (I_e)(SNI-1726-2012).....	12
Tabel 3.1 Dimensi Elemen Plat.....	26
Tabel 3.2 Dimensi Elemen Balok	26
Tabel 3.3 Dimensi Elemen Kolom.....	26
Tabel 3.4 Dimensi Elemen <i>Shearwall</i>	27
Tabel 3.5 Beban mati setiap lantai	28
Tabel 3.6 Beban hidup setiap lantai	28
Tabel 3.7 Nilai Spektral Percepatan.....	29
Tabel 3.8 Distribusi beban lateral tiap lantai	32
Tabel 3.9 Beban lateral searah sumbu X dan Y	32
Tabel 3.10 Beban lateral searah sumbu X dan Y	33
Tabel 4.1 <i>Displacement</i> dan <i>Base Shearsteps</i> 0-15 arah-X	37
Tabel 4.2 <i>Displacement</i> dan <i>Base Shearsteps</i> 0-24 arah-Y	37
Tabel 4.3 Perhitungan <i>drift ratio</i> berdasarkan perpindahan titik kontrol	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kerusakan yang diakibatkan gempa bumi di DIY	1
Gambar 2.1	Bangunan dengan lantai dasar yang memiliki kekakuan tingkat lunak	14
Gambar 2.2	Kurva <i>Pushover</i>	14
Gambar 2.3	Parameter Waktu Getar Fundamental Efektif dari Kurva <i>Pushover</i>	15
Gambar 2.4	Peta percepatan batuan dasar periode 1 detik (S_1) 2% dalam 50 tahun.....	20
Gambar 2.5	Peta percepatan batuan dasar (PGA) 2% dalam 50 tahun	21
Gambar 2.6	Peta percepatan batuan dasar priode pendek (S_2) 2% dalam 50 tahun.....	21
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	22
Gambar 3.2	Peta PGA, MCEG	29
Gambar 3.3	Kurva respon spektrum tanah sedang.....	30
Gambar 3.4	Kurva simpangan antar lantai arah-x dan arah-y.....	33
Gambar 4.1	<i>Load Case Analysis</i>	34
Gambar 4.2	<i>Load Case Data</i> pada GRAV	34
Gambar 4.3	Hasil <i>RunningPushover</i> pada arah-X	35
Gambar 4.4	Hasil <i>RunningPushover</i> pada arah-Y	35
Gambar 4.5	Kurva Kapasitas arah-X	37
Gambar 4.6	Kurva Kapasitas arah-Y	38
Gambar 4.7	Kurva kapasitas arah-X dalam format ADRS	39
Gambar 4.8	Kurva kapasitas arah-Y dalam format ADRS	39
Gambar 4.9	Distribusi sendi plastis pada <i>step-1</i> pada arah-X.....	41
Gambar 4.10	Distribusi sendi plastis pada <i>step-5</i> pada arah-X.....	42
Gambar 4.11	Distribusi sendi plastis pada <i>step-1</i> pada arah-Y.....	43
Gambar 4.12	Distribusi sendi plastis pada <i>step-1</i> pada arah-Y	43

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Gambar Denah Kolom dan Balok Gedung Kuliah E6 dan E7
- Lampiran 2. Tabel Kurva *Pushover* arah-X dan arah-Y
- Lampiran 3. Hasil Gambar Pemodelan *Output* SAP2000 v.14
- Lampiran 4. Kurva *Pushover* arah-X dan arah-Y
- Lampiran 5. *Tutorial Pushover Analysis*

DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
C_d	[-]	faktor amplifikasi defleksi
C_m	[-]	faktor massa efektif
C_1	[-]	faktor modifikasi untuk menghubungkan perpindahan inelastik maksimum dengan perpindahan yang dihitung dari respon
C_2	[-]	faktor modifikasi yang mewakili efek dari bentuk histeretik pada perpindahan
C_3	[-]	koefisien untuk memperhitungkan pembesaran lateral akibat efek P-Delta.
C_m	[-]	rasio kekakuan pasca leleh terhadap kekakuan elastik efektif
C_o	[-]	faktor modifikasi untuk perpindahan spektral menjadi perpindahan atap/puncak (lantai teratas yang tidak dihuni). Umumnya menggunakan faktor
C_s	[-]	koefisien respons seismik
C_i dan x	[T]	parameter yang ditentukan
C_{vx}	[-]	faktor distribusi vertikal
h_i dan h_x	[L]	tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x , dinyatakan dalam meter (m).
h_n	[L]	ketinggian struktur (m), dari dasar sampai tingkat yang paling tinggi.
F_1	[M][L][T] ⁻²	gaya gempa desain tingkat kekuatan
F_2	[M][L][T] ⁻²	gaya gempa desain tingkat kekuatan
F_3	[M][L][T] ⁻²	gaya gempa desain tingkat kekuatan
F_x	[M][L][T] ⁻²	beban gempa nominal statik ekuivalen
G/g	[L][T] ⁻²	percepatan gravitasi 9.81 m/detik ²
i_1	[-]	amplitude mode-1 pada tingkat ke- i
I_e	[-]	faktor keutamaan gempa
K	[-]	eksponen terkait periode.
K_i	[-]	kekakuan lateral elastik
K_e	[-]	kekakuan lateral efektif
N	[L]	tingkat N, tingkat tertinggi pada proporsi utama struktur
PF_1	[-]	faktor partisipasi modal pada mode pertama.
R	[-]	faktor modifikasi respons
R	[-]	rasio kuat elastik perlu terhadap kuat leleh terhitung
R_a	[-]	Koefisien modifikasi sistem
S_a	[L][T] ⁻²	spektra percepatan, m
S_d	[L][T] ⁻²	spektra perpindahan, g

S_{Ds}	$[L][T]^{-2}$	parameter percepatan spektrum desain dalam rentang perioda pendek
S_s	$[L][T]^{-2}$	parameter respons spektrum gempa MCER terpetakan untuk periode pendek
S_1	$[L][T]^{-2}$	parameter respons spektrum gempa MCER terpetakan untuk periode 1,0
S_{D1}	$[L][T]^{-2}$	parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik
T	$[T]$	periode getar fundam
T_a	$[T]$	parameter percepatan respon spektra
T_e	$[T]$	waktu getar relatif
T_l	$[T]$	waktu getar elastik
T_s	$[T]$	waktu geser karakteristik diperoleh dari kurva respon spektrum pada titik dimana terdapat transisi bagian akselerasi konstan
V	$[M][L][T]^{-2}$	geser dasar seismik
V	$[M][L][T]^{-2}$	gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur
W	$[M]$	berat bangunan (berat sendiri dan beban hidup)
W_i dan w_x	$[M][L][T]^{-2}$	bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan
w_i/g	$[L][T]^{-2}$	massa pada tingkat ke- i
δ_x	$[L]$	defleksi yang terjadi
δ_e	$[L]$	perpindahan elastis
δ_1	$[L]$	perpindahan total
δ_2	$[L]$	perpindahan yang diperbesar
δ_3	$[L]$	perpindahan yang diperbesar
δ_{e1}	$[L]$	perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat kekuatan
δ_{e2}	$[L]$	perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat kekuatan
Δl	$[L]$	simpangan antar lantai
Δ_{roof}	$[L]$	perpindahan atap
β_{eq}	$[-]$	redaman <i>viscous</i> ekuivalen struktur
β_o	$[-]$	redaman histerestis yang mewakili redaman <i>viscous</i> ekuivalen
α_1	$[-]$	modal koefisien massa pada <i>mode</i> pertama. target perpindahan
V_y	$[M][L][T]^{-2}$	gaya geser pada saat leleh, dari idealisasi kurva <i>pushover</i> menjadi bilinear
Ω_o	$[-]$	faktor kuat lebih sistem
0.05	$[-]$	redaman yang melekat pada struktur (redaman awal)

DAFTAR ISTILAH

1. Degradasi (*scragging*)
Beban siklik atau kerja produk karet, termasuk isolator elastometer, mengakibatkan pengurangan properti kekakuan, yang sebagian akan dipulihkan dengan berjalannya waktu.
2. Diafragma
Atap, lantai, membran atau sistem bresing yang berfungsi menyalurkan gaya-gaya lateral ke elemen penahan vertikal.
3. Efek P-delta
Efek sekunder yang bekerja pada elemen struktur, yang diakibatkan oleh penambahan beban vertikal sebagai akibat dari perpindahan horizontal struktur.
4. Elemen batas (*boundary elements*)
Bagian dari diafragma dan dinding geser, dimana gaya lateral yang terjadi akan disalurkan melalui bagian ini.
5. Gaya geser dasar
Gaya geser atau lateral total yang terjadi pada tingkat dasar.
6. Gempa desain
Pengaruh gempa yang besarnya dua per tiga dari pengaruh MCER.
7. Kelas situs
Klasifikasi situs yang dilakukan berdasarkan kondisi tanah di lapangan.
8. Komponen
Bagian dari sistem arsitektural, elektrik, atau mekanikal
9. Komponen nonstruktural
Bagian dari sistem arsitektur, elektrik, atau mekanikal yang berada di sisi dalam atau luar bangunan gedung ataupun bangunan non gedung.
10. Ortogonal
Dalam dua arah, dan keduanya membentuk sudut 90^0
11. Partisi
Dinding interior nonstruktural yang membentang horizontal dan vertikal dari tumpuan yang ke tumpuan yang lain.
12. Rangka Bresing Eksenstris
Rangka bresing diagonal yang ujung bresing dengan jarak tertentu dari sambungan balok-kolom, atau terhubung dengan bresing diagonal yang lain. Sistem rangka ini didapat difungsikan sebagai sistem penahanan gaya lateral yang diakibatkan gempa.
13. Rasio simpangan antar lantai
Simpangan antar lantai dibagi dengan tinggi lantai (h_x) tersebut.
14. Sesar aktif
Sesar atau patahan yang dinyatakan aktif oleh yang berwenang berdasarkan data yang memadai. Yang berwenang adalah instansi, antara lain seperti pusat survei geologi, badan geologi, kementerian energi dan sumber daya mineral; dan badan meteorologi klimatologi dan geofisika.
15. Simpangan antar lantai
Perpindahan horizontal dibagian tingkat relatif terhadap bawahnya.

16. Sistem ganda
Sistem struktur dengan rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa, dipikul oleh sistem rangka pemikul momen dan dinding geser ataupun oleh rangka pemikul momen dan rangka bresing.
17. Sistem Rangka Pemikul Momen
Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa dipikul oleh rangka pemikul momen melalui mekanisme lentur, sistem ini terbagi menjadi 3, yaitu SRPMB (Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa), SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah), dan SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus).