

TUGAS AKHIR
STUDI PERILAKU STRUKTUR RANGKA
BAJADIAGONAL BRACEDDANCHEVRON BRACED
CBF (*CONCENTRICALLY BRACED FRAMES*)
DENGANPUSHOVER ANALYSIS



NICO OCTAVIANUS
03121401045

FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2016

TUGAS AKHIR
STUDI PERILAKU STRUKTUR RANGKA
BAJADIAGONAL BRACED DAN CHEVRON BRACED
CBF (*CONCENTRICALLY BRACED FRAMES*)
DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS*

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



NICO OCTAVIANUS

03121401045

FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2016

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : NICO OCTAVIANUS
NIM : 03121401045
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : STUDI PERILAKU STRUKTUR RANGKA BAJA
DIAGONAL BRACED DAN CHEVRON BRACED CBF
(CONCENTRICALLY BRACED FRAMES) DENGAN
PUSHOVER ANALYSIS**

Palembang, Juni 2016

Ketua Jurusan,



Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S.

NIP. 196007011987102001

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : NICO OCTAVIANUS

NIM : 03121401045

JURUSAN : TEKNIK SIPIL

**JUDUL : STUDI PERILAKU STRUKTUR RANGKA BAJA
DIAGONAL BRACED DAN CHEVRON BRACED CBF
(CONCENTRICALLY BRACED FRAMES) DENGAN
PUSHOVER ANALYSIS**

Dosen Pembimbing I,



Dr. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

Palembang, Juni 2016

Dosen Pembimbing II,



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

NIP. 195812111987031002

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGAJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : NICO OCTAVIANUS

NIM : 03121401045

JURUSAN : TEKNIK SIPIL

**JUDUL : STUDI PERILAKU STRUKTUR RANGKA BAJA
DIAGONAL BRACED DAN CHEVRON BRACED CBF
(CONCENTRICALLY BRACED FRAMES) DENGAN
PUSHOVER ANALYSIS**

Palembang, Mei 2016

Pemohon,



Nico Octavianus

NIM. 03121401045

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan hasil yang baik.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis merasa sangat terbantu pada saat penyusunan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan saudara penulis karena telah memberi semangat dan doa dalam kelancaran penulisan laporan tugas akhir ini.
2. Ir. Ika Juliantina, M.S. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil yang telah turut membantu dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
3. Dr. Saloma, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan banyak waktu, pendapat, dan motivasi kepada penulis dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.
4. Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan banyak waktu, pendapat, dan motivasi kepada penulis dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.
5. Teman Sipil angkatan 2012 dan banyak pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang turut andil dalam membantu saya untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis sangat menyadari bahwa laporan tugas akhir yang telah dibuat ini jauh dari kata sempurna maka kritik dan saran dari pembaca sangat diperlukan. Semoga laporan tugas akhir yang telah dibuat ini dapat menjadi manfaat bagi pembaca.

Palembang, Mei 2016

Nico Octavianus

**STUDI PERILAKU STRUKTUR RANGKA BAJA *DIAGONAL BRACED*
DAN *CHEVRON BRACED CBF (CONCENTRICALLY BRACED FRAMES)*
DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS***

Saloma¹, Yakni Idris², Nico Octavianus³

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Kampus Palembang

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Kampus Palembang

³Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Kampus Palembang
E-mail: nico_045@yahoo.com

Abstrak

Perencanaan bangunan berbasis kinerja (*performance based seismic design*) digunakan untuk mengatasi risiko kerusakan bangunan akibat gempa bumi. Dalam studi ini, analisis yang dipakai untuk perencanaan struktur bangunan berbasis kinerja (*performance based seismic design*) yaitu analisis *pushover* yang mengacu pada ATC 40. Studi ini menggunakan bangunan baja 10 lantai dengan tinggi setiap lantai 4 m dan ukuran bangunan yaitu 18 m x 18 m yang dibuat dalam lima jenis model struktur berdasarkan variasi tipe *bracing* dan konfigurasi *bracing*. Tipe *bracing* yang digunakan dalam studi ini yaitu *diagonal braced* dan *chevron braced*. Hasil studi ini menunjukkan bahwa level kinerja kelima model struktur untuk gempa arah x maupun gempa arah y menurut ATC 40 pasal 11.3.3 yaitu IO (*immediate occupancy*). Model 4 memiliki efektivitas yang paling baik dalam hal mekanisme sendi plastis dibandingkan dengan model yang lainnya. Model 4 pada sendi plastis step terakhir mampu mereduksi sendi plastis sebesar 84% dari model 1 untuk gempa arah x dan 79% dari model 1 untuk gempa arah y serta tidak terjadi sendi plastis pada balok. Model 3 memiliki kemampuan dalam menahan gaya gempa yang paling besar dibandingkan dengan model yang lainnya yaitu 185% lebih besar dari model 1 untuk arah x dan 181% lebih besar dari model 1 untuk arah y. Model 3 memiliki efektivitas yang paling baik dalam mereduksi simpangan lantai dibandingkan dengan model yang lainnya yaitu sebesar 65,474% dari model 1 untuk arah x dan 72,147% dari model 1 untuk arah y. Model 3 memiliki efektivitas yang paling baik dalam mereduksi simpangan antar lantai dibandingkan dengan model yang lainnya yaitu sebesar 73,887% dari model 1 untuk arah x dan 80,55% dari model 1 untuk arah y. Model 3 memiliki efektivitas yang paling baik dalam mereduksi rasio simpangan antar lantai dibandingkan dengan model yang lainnya yaitu sebesar 74,588% dari model 1 untuk arah x dan 82,348% dari model 1 untuk arah y.

Kata kunci: *bracing*, level kinerja struktur, sendi plastis, *pushover*.

BEHAVIOUR STUDIES OF DIAGONAL BRACED AND CHEVRON BRACED STEEL FRAME STRUCTURE CBF (CONCENTRICALLY BRACED FRAMES) WITH PUSHOVER ANALYSIS

Saloma¹, Yakni Idris², Nico Octavianus³

¹Lecturer at Faculty of Engineering, Universitas Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Kampus Palembang

²Lecturer at Faculty of Engineering, Universitas Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Kampus Palembang

³Student of Civil Engineering, Universitas Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Kampus Palembang
E-mail: nico_045@yahoo.com

Abstract

Performance based seismic design used to resolve risk of building damage caused by earthquake. In this study, analysis method based on performance based seismic design is pushover analysis was conducted following ATC 40 guidelines. This study used 10 storey steel building with each floor height of 4 m and the size of the building is 18 m x 18 m were made in five different types of structure models based on the various types of bracing and bracing configuration. Bracing type that we use in this study are diagonal braced and chevron braced. The results of this study indicate that the performance level of five models structure for earthquakes in x direction and earthquakes in y direction according to ATC 40 chapter 11.3.3 is IO (Immediate Occupancy). Model 4 has the best effectiveness in terms of plastic hinge mechanism compared with the other models. Model 4 in the last step of plastic hinge is able to reduce plastic hinge 84% from model 1 for earthquake in x direction and 79% from model 1 for earthquake in y direction so the plastic hinge on the beam does not occur. Model 3 has the greatest ability to withstand the forces of an earthquake compared with the other models that are 185% bigger than model 1 for x direction and 181% bigger than model 1 for y direction. Model 3 has the greatest effectiveness in reducing lateral displacements compared with other models in the amount of 65.474% of model 1 for x direction and 72,14% of model 1 for y direction. Model 3 has the greatest effectiveness in reducing storey drift compared to other models that is equal to 73,887% of the model 1 for x direction and 80,55% of the model 1 for y direction. Model 3 has the greatest effectiveness in reducing the ratio of storey drift compared to other models that is equal to 74,588% of model 1 for x direction and 82,348% of model 1 for y direction.

Keywords: bracing, performance levels of structures, plastic hinge, pushover.

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nico Octavianus

NIM : 03121401045

Judul : Studi Perilaku Struktur Rangka Baja Diagonal Braced dan Chevron Braced
CBF (Concentrically Braced Frames) dengan *Pushover Analysis*

Menyatakan bahwa Laporan Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan. Apabila ditemukan unsur penjiplakan dalam Laporan Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Juni 2016



(Nico Octavianus)

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Persetujuan.....	ii
Kata Pengantar	v
Abstrak	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Lampiran	xvi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan Penulisan	3
1.4. Ruang Lingkup Penulisan	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Baja	5
2.2. Sendi Plastis	8
2.3. Struktur Baja	13
2.4. Jenis <i>Braced Frame</i> (BF).....	23
2.4.1. <i>Concentrically Braced Frames</i> (CBF).....	23
2.4.2. <i>Eccentrically Braced Frames</i> (EBF)	36
2.5. Pembebanan Struktur	48
2.5.1. Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	48
2.5.2. Beban Hidup (<i>Live Load</i>).....	49
2.5.3. Beban Angin (<i>Wind Load</i>)	49
2.5.4. Beban Gempa (<i>Earthquake Load</i>)	49
2.5.5. Kombinasi Beban.....	49

2.6.	Analisis <i>Pushover</i>	50
2.7.	Kinerja Struktur Menurut <i>Applied Technology Council (ATC) 40</i> ...	52
III. METODOLOGI PENELITIAN		55
3.1.	Studi Literatur	56
3.2.	Kriteria Desain	56
3.3.	Variabel Desain.....	56
3.4.	Modelisasi Struktur.....	56
3.5.	<i>Input Boundary Condition</i> dan Beban	58
3.6.	Penentuan Profil Struktur.....	59
3.7.	Kontrol Dimensi Profil Struktur	60
3.8.	Pembahasan.....	63
3.9.	Kesimpulan	63
IV. PERHITUNGAN PEMBEBANAN STRUKTUR		64
4.1.	Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	64
4.2.	Beban Hidup (<i>Live Load</i>).....	65
4.3.	Beban Angin (<i>Wind Load</i>).....	65
4.4.	Beban Gempa (<i>Earthquake Load</i>)	67
4.4.1.	Karakteristik Dinamika Struktur.....	68
4.4.2.	Perioda Getar Alami Struktur (T_a)	69
4.4.3.	Koefisien Respon Seismik (C_S)	70
4.4.4.	Beban Gempa Statik Ekuivalen (V_{SE}).....	71
4.4.5.	Beban Gempa Respon Spektrum (V_{RS})	7
V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		74
5.1.	Berat Model Struktur	74
5.2.	Gaya Geser Dasar Gempa.....	75
5.3.	Simpangan.....	76
5.3.1.	Simpangan Lantai (δ_e).....	76
5.3.2.	Simpangan Antar Lantai (Δ).....	79
5.4.	Rasio Simpangan Antar Lantai	83

5.5. Analisis Kurva Kapasitas	88
5.6. Level Kinerja Struktur	91
5.7. Mekanisme Sendi Plastis	93
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	101
6.1. Kesimpulan	101
6.2. Saran	102
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Kekakuan Struktur (Kangavar, 2012).....	20
2.2. Daktilitas Struktur (Kangavar, 2012)	20
2.3. Gaya geser dasar maksimum (V_{max}) dan perpindahan maksimum (Δ_{max}) (Kangavar, 2012)	20
2.4. Penyerapan energi (Kangavar, 2012)	20
2.5. Gaya geser dasar (<i>base shear</i>) dan perpindahan (<i>displacement</i>) (Ghalehnovi et al., 2008)	27
2.6. Perbandingan berat bangunan (Nourbakhsh, 2011).....	37
2.7. Perbandingan berat bangunan (Tande dan Sankpal, 2014)	47
2.8. Berat jenis bahan bangunan (SNI 1727, 1989).....	48
2.9. <i>Performance level</i> (ATC-40, 1996).....	52
3.1. Dimensi profil struktur model satu	59
3.2. Dimensi profil struktur model dua sampai lima	59
4.1. Berat model struktur	65
4.2. Karakteristik dinamika struktur	68
4.3. Perioda getar alami struktur (T_a)	70
4.4. Koefisien respon seismik (C_s).....	71
4.5. Beban gempa statik ekivalen (V_{SE}).....	71
4.6. Perbandingan beban gempa	72
4.7. Beban gempa respon spektrum (V_{RS}).....	73
5.1. Perbandingan berat model struktur.....	75
5.2. Perbandingan gaya geser dasar gempa	75
5.3. Simpangan lantai arah x.....	77
5.4. Simpangan lantai arah y.....	77
5.5. Perbandingan simpangan lantai	77
5.6. Simpangan antar lantai arah x model 1.....	80
5.7. Simpangan antar lantai arah y model 1.....	80
5.8. Simpangan antar lantai arah x model 2.....	80
5.9. Simpangan antar lantai arah y model 2.....	81

5.10. Simpangan antar lantai arah x model 3.....	81
5.11. Simpangan antar lantai arah y model 3.....	81
5.12. Simpangan antar lantai arah x model 4.....	82
5.13. Simpangan antar lantai arah y model 4.....	82
5.14. Simpangan antar lantai arah x model 5.....	82
5.15. Simpangan antar lantai arah y model 5.....	83
5.16. Perbandingan simpangan antar lantai	83
5.17. Rasio simpangan antar lantai model 1	84
5.18. Rasio simpangan antar lantai model 2	85
5.19. Rasio simpangan antar lantai model 3	85
5.20. Rasio simpangan antar lantai model 4	85
5.21. Rasio simpangan antar lantai model 5	86
5.22. Perbandingan rasio simpangan antar lantai arah x	87
5.23. Perbandingan rasio simpangan antar lantai arah y	87
5.24. Gaya geser dasar maksimum dan perpindahan titik kontrol.....	88
5.25. Titik kinerja struktur (<i>performance point</i>)	91
5.26. Level kinerja struktur.....	93
5.27. Gaya geser dasar dan perpindahan akibat <i>pushover</i>	99
5.28. Mekanisme sendi plastis gempa arah x	99
5.29. Mekanisme sendi plastis gempa arah y	100
5.20. Persentase reduksi sendi plastis step terakhir	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Diagram tegangan-regangan baja (Sagel et al., 1993).....	5
2.2. Bentuk profil baja <i>hot rolled shapes</i> (Oentoeng, 1999)	6
2.3. Bentuk profil baja <i>cold formed shapes</i> (Oentoeng, 1999).....	7
2.4. Perilaku tekuk penampang (Kurniawan dan Sembada, 2008).....	7
2.5. Mekanisme keruntuhan perletakan sendi-sendi (Halawa dan Tarigan, 2013).....	8
2.6. Mekanisme keruntuhan perletakan sendi-jepit (Halawa dan Tarigan, 2013).....	9
2.7. Mekanisme keruntuhan perletakan jepit-jepit (Halawa dan Tarigan, 2013).....	9
2.8. Pemodelan struktur yang digunakan (Nourbakhsh, 2011)	10
2.9. Distribusi sendi plastis bangunan empat lantai (Nourbakhsh, 2011)	10
2.10. Distribusi sendi plastis bangunan delapan lantai (Nourbakhsh, 2011)...	11
2.11. Distribusi sendi plastis bangunan 12 lantai (Nourbakhsh, 2011)	12
2.12. Pemodelan struktur yang digunakan (Juhilkumar dan Panchal, 2015)...	14
2.13. Gaya geser dasar (<i>base shear</i>) (Juhilkumar dan Panchal, 2015)	15
2.14. Perbandingan biaya (Juhilkumar dan Panchal, 2015).....	15
2.15. <i>Pushover curves</i> (Juhilkumar dan Panchal, 2015).....	16
2.16. Pemodelan struktur yang digunakan (Chethan et al., 2015).....	17
2.17. <i>Pushover curves normal concrete frame</i> (Chethan et al., 2015)	17
2.18. <i>Pushover curves</i> (a) <i>Eccentric diagonal braced frame</i> (b) <i>Eccentric inverted Vbraced frame</i> (c) <i>Diagonalbraced frame</i> (Chethan et al., 2013).....	18
2.19. Pemodelan struktur yang digunakan (Kangavar, 2012)	19
2.20. <i>Pushover curves onestory</i> (Kangavar, 2012).....	21
2.21. <i>Pushover curves 10 story</i> (Kangavar, 2012).....	22
2.22. Pemodelan struktur yang digunakan (Chitte, 2014)	23
2.23. <i>Capacity curve</i> (Chitte, 2014).....	24
2.24. Pemodelan struktur yang digunakan (Cesardan Barros, 2009)	24

2.25. <i>Curves of resistant capacity</i> (Cesar dan Barros, 2009)	25
2.26. Pemodelan struktur yang digunakan (Ghalehnovi et al., 2008).....	26
2.27. Pemodelan struktur yang digunakan (Mahmoudi dan Zaree, 2011).....	27
2.28. <i>Pushover curvesinvert V-brace</i> (Mahmoudi dan Zaree, 2011).....	28
2.39. <i>Pushover curveschevron V-brace</i> (Mahmoudi dan Zaree, 2011)	29
2.30. <i>Pushover curves X-brace</i> (Mahmoudi dan Zaree, 2011)	30
2.31. <i>Overstrength factors</i> (Mahmoudi dan Zaree, 2011)	31
2.32. Pemodelan struktur yang digunakan (Kalibhat et al.)	32
2.33. <i>Pushover curvestiga</i> lantai (Kalibhat et al.).....	32
2.34. <i>Pushover curveslima</i> lantai (Kalibhat et al.).....	33
2.35. <i>Pushover curvestujuh</i> lantai (Kalibhat et al.)	33
2.36. <i>Pushover curves10</i> lantai (Kalibhat et al.).....	33
2.37. Variasi perpindahan lateral tiga lantai (Kalibhat et al.).....	34
2.38. Variasi perpindahan lateral lima lantai (Kalibhat et al.).....	34
2.39. Variasi perpindahan lateral tujuh lantai (Kalibhat et al.).....	34
2.40. Variasi perpindahan lateral 10 lantai (Kalibhat et al.).....	35
2.41. Variasi <i>storey drift</i> tiga lantai (Kalibhat et al.).....	35
2.42. Variasi <i>storey drift</i> lima lantai (Kalibhat et al.).....	35
2.43. Variasi <i>storey drift</i> tujuh lantai (Kalibhat et al.).....	36
2.44. Variasi <i>storey drift</i> 10 lantai (Kalibhat et al.)	36
2.45. Pemodelan struktur yang digunakan (Nourbakhsh, 2011)	37
2.46. <i>Pushover curves</i> (Nourbakhsh, 2011).....	38
2.47. Pemodelan struktur yang digunakan (Daryan et al., 2008)	39
2.48. <i>Pushover curves</i> (Daryan et al., 2008).....	40
2.49. Ernegi disipasi bangunan empat lantai (Daryan et al., 2008).....	41
2.50. Pemodelan struktur yang digunakan (Mahmoudi dan Eskandari, 2013).....	42
2.51. <i>Pushover curves chevroninvert V eccentricbraced frame</i> (Mahmoudi dan Eskandari, 2013)	43
2.52. <i>Pushover curves diagonal eccentric braced frame</i> (Mahmoudi dan Eskandari, 2013).....	44
2.53. <i>Response modification factors</i> (Mahmoudi dan Eskandari, 2013).....	45

2.54. Pemodelan struktur yang digunakan (Tande dan Sankpal,2014)	46
2.55. <i>Pushover curves</i> (Tande dan Sankpal,2014)	47
2.56. <i>Pushover curve</i> (ATC-40, 1996)	51
3.1. Bagan alir penelitian	55
3.2. Denah bangunan	57
3.3. Model struktur	57
3.4. Hasil kontrol dimensi profil struktur (a) Model 1 (b) Model 2	60
3.5. Hasil kontrol dimensi profil struktur (a) Model 3 (b) Model 4 (c) Model 5	61
3.6. Bagan alir analisis pada program.....	62
4.1. Skema pemerataan beban angin.....	67
4.2. Grafik respon spektrum wilayah Palembang	68
5.1. Perbandingan berat model struktur	74
5.2. Perbandingan gaya geser dasar gempa	76
5.3. Perbandingan simpangan lantai	78
5.4. Perbandingan rasio simpangan antar lantai arah x	86
5.5. Perbandingan rasio simpangan antar lantai arah y	87
5.6. Kurva kapasitas akibat gempa arah x	89
5.7. Kurva kapasitas akibat gempa arah y	90
5.8. Sendi plastis pertama gempa arah x.....	94
5.9. Sendi plastis pertama gempa arah y.....	95
5.10. Sendi plastis step terakhir gempa arah x.....	96
5.11. Sendi plastis step terakhir gempa arah x.....	97

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	1
Lampiran 2	4

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa bumi dapat terjadi karena fenomena getaran pada lempeng bumi. Penyebab utama terjadinya gempa bumi tektonik adalah benturan akibat pergeseran lempeng bumi sehingga mempengaruhi permukaan bumi. Gempa bumi terjadi melalui gelombang yang mempunyai suatu energi yang dapat menyebabkan permukaan bumi dan bangunan yang ada di atasnya menjadi bergetar. Getaran ini akan menimbulkan gaya pada struktur bangunan untuk menahan struktur bangunan tersebut dari getaran yang terjadi.

Negara Indonesia merupakan negara yang berada di jalur gempa pasifik (*circum pasific earthquake belt*) dan jalur gempa Asia (*trans Asiatic earthquake belt*) sehingga tingkat risiko terjadinya gempa bumi di wilayah Indonesia sangatlah tinggi. Dengan tingginya tingkat risiko gempa bumi yang terjadi di wilayah Indonesia maka tinggi pula risiko kerusakan bangunan yang terjadi sehingga berpengaruh besar dalam perencanaan struktur bangunan, baik itu bangunan beton bertulang maupun bangunan baja.

Bangunan baja terdiri dari *moment resisting frame* (MRF) dan *braced frame* (BF). *Moment resisting frame* (MRF) adalah struktur rangka baja yang bekerja secara inelastis penuh saat terjadi gempa dan mempunyai daktilitas yang sangat tinggi, sedangkan *braced frame* (BF) adalah struktur rangka baja yang mengutamakan kekakuan dan kekuatan dari sistem rangka vertikal sebagai penahan beban lateral. *Braced frame* (BF) terbagi menjadi dua, yaitu *centrically braced frame* (CBF) dan *eccentrically braced frame* (EBF). *Centrically braced frame* (CBF) adalah suatu sistem struktur rangka baja tahan gempa yang mempunyai kekakuan elastis yang tinggi, sedangkan *eccentrically braced frame* (EBF) adalah suatu sistem struktur rangka baja tahan gempa yang mempunyai kekakuan elastis yang sangat baik (*excellent elastic stiffness*) dan daktilitas yang bagus (*good ductility*). *Centrically braced frame* (CBF) terdiri dari beberapa tipe yaitu *diagonal brace*, *X-cross brace*, *chevron brace* atau *K-brace*, dan *inverted chevron brace*.

Perencanaan bangunan berbasis kinerja (*performance based seismic design*) sudah mulai digunakan untuk mengatasi tingginya tingkat risiko kerusakan bangunan akibat gempa bumi. Konsep perencanaan bangunan berbasis kinerja yaitu menetapkan tingkat kinerja (*performance level*) yang diharapkan dapat dicapai saat struktur terkena gempa dengan intensitas tertentu. Dalam perencanaan bangunan berbasis kinerja (*performance based seismic design*), kinerja bangunan terhadap gempa dan pola keruntuhannya dapat dinyatakan secara jelas dalam bentuk kurva. Analisis yang dipakai untuk perencanaan struktur bangunan berbasis kinerja (*performance based seismic design*) yaitu analisis *pushover*.

Analisis *pushover* merupakan analisis perilaku keruntuhan suatu bangunan terhadap gempa dimana pengaruh gempa rencana terhadap struktur gedung dianggap sebagai beban statik, yang nilainya ditingkatkan secara bertahap sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya pelelehan di struktur tersebut, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk *elasto-plastis* yang besar sampai mencapai kondisi keruntuhan. Tujuan analisis *pushover* yaitu untuk memperkirakan gaya maksimum, deformasi yang terjadi, dan memperoleh informasi bagian struktur bangunan yang kritis. Analisis *pushover* menghasilkan kurva kapasitas yang menggambarkan hubungan antara gaya geser dasar (V) dan perpindahan titik acuan pada atap (D). Metode evaluasi level kinerja struktur yaitu metode koefisien perpindahan (*displacement coefficient*) dan metode *performance point* berdasarkan FEMA 356 dan ATC-40.

Pada tugas akhir ini, dibahas perilaku struktur rangka baja *diagonal braced* dan *chevron braced* CBF (*centrically braced frames*) dengan *pushover analysis*.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dibahas dalam tugas akhir mengenai struktur tahan gempa menggunakan *pushover analysis* adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana level kinerja bangunan baja 10 lantai *diagonal braced* dan *chevron braced* berdasarkan ATC-40?
2. Bagaimana mekanisme sendi plastis bangunan baja 10 lantai *diagonal braced* dan *chevron braced*?

3. Bagaimana efektivitas dari lima model struktur yang diteliti dalam menahan gaya gempa, mereduksi simpangan lantai, mereduksi simpangan antar lantai, dan mereduksi rasio simpangan antar lantai.

1.3 Maksud dan Tujuan Penulisan

Maksud dan tujuan dari penulisan tugas akhir mengenai struktur tahan gempa menggunakan *pushover analysis* adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui level kinerja bangunan baja 10 lantai *diagonal braced* dan *chevron braced* berdasarkan ATC-40.
2. Mengetahui mekanisme sendi plastis bangunan baja 10 lantai *diagonal braced* dan *chevron braced*.
3. Mengetahui efektivitas dari lima model struktur yang diteliti dalam menahan gaya gempa, mereduksi simpangan lantai, mereduksi simpangan antar lantai, dan mereduksi rasio simpangan antar lantai.

1.4 Ruang Lingkup Penulisan

Ruang lingkup penulisan merupakan pembatasan tinjauan dalam tugas akhir. Ruang lingkup penulisan pada tugas akhir mengenai struktur tahan gempa menggunakan *pushover analysis* adalah sebagai berikut:

1. Zona gempa yang digunakan adalah Palembang.
2. Struktur bangunan berfungsi sebagai kantor.
3. Struktur bangunan merupakan konstruksi baja.
4. Perilaku struktur dievaluasi dalam tiga dimensi.
5. Pada lantai dasar menggunakan *tie beam*.
6. Interaksi struktur atas dan tanah tidak ditinjau.
7. Tidak memperhitungkan tangga.
8. Tidak menghitung sambungan.
9. Perencanaan menggunakan statik non-linier *pushover analysis*.
10. Perencanaan tahan gempa berbasis kinerja mengacu pada ATC-40.
11. Hasil perhitungan berupa gaya geser dasar (V), perpindahan (D), simpangan, rasio simpangan antar lantai, level kinerja struktur, dan mekanisme sendi plastis.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penyusunan tugas akhir mengenai struktur tahan gempa menggunakan *pushover analysis* adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup penulisan, dan rencana sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi landasan teori dan penelitian terdahulu mengenai topik yang berkaitan dengan masalah yang dibahas, yang didapat dari jurnal dan buku yang digunakan sebagai dasar analisis.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi metode yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian, modelisasi struktur, data yang digunakan dalam penelitian, penentuan profil struktur, kontrol dimensi profil struktur, dan tahapan analisis pada program.

BAB 4 PERHITUNGAN PEMBEBANAN STRUKTUR

Pada bab ini berisi perhitungan pembebanan pada struktur yaitu beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), beban angin (*wind load*), dan beban gempa (*earthquake load*).

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang pembahasan dari hasil penelitian berupa berat model struktur, gaya geser dasar gempa, simpangan, rasio simpangan antar lantai, analisis kurva kapasitas, level kinerja struktur, dan mekanisme sendi plastis.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang mengarah pada maksud dan tujuan penelitian, serta saran untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Applied Technology Council, 1996. *Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings volume 1, ed. ATC-40*. Applied Technology Council,, Redwood City, California.
- Cesar, B. dan Barros R. C., 2009. Seismic performance of metallic braced frames by pushover analysis. *ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering*, 1-17.
- Chethan A. S., Ismail, M., dan Sushma, C. K., 2015. Evaluation of capacity of RCC framed structure with different brace configurations using pushover analysis. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 2 (2): 855-859.
- Chitte, C. J., 2014. Effect of concentric braces on the behaviour of steel structure by pushover analysis. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, 11 (1): 23-28.
- Daryan, A. S., Bahrampoor, H., Ziaei, M., Golafshar, A., dan Assareh, M. A., 2008. Seismic behavior of vertical shear links made of easy-going steel. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 1 (4): 368-377.
- Dewobroto, W., 2006. Evaluasi kinerja bangunan baja tahan gempa dengan SAP 2000. *Jurnal Teknik Sipil*, 3 (1).
- Ghalehnovi, M., Miri, M., dan Hemati, H., 2008. Comparison of performance of thin steel shear walls and concentric braces by capacity spectrum method. *The 14th World Conference on Earthquake Engineering*.
- Halawa, A. S. dan Tarigan, J., 2013. Analisa P collapse pada gable frame dengan inersia yang berbeda menggunakan plastisitas pengembangan dari finite element method. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 2 (1).
- Juhilkumar, K. P. dan Panchal, D. G., 2015. Evaluation of response of OMF, CBF, and EBF to lateral loads using nonlinear pushover analysis. *International Journal of Latest Research in Engineering and Technology (IJLRET)*, 1 (6): 56-60.
- Kalibhat, M. G., Kamath, K., Prasad S. K., dan Pai, R. R. Seismic performance of concentric braced steel frames from pushover analysis. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, 67-73.

- Kangavar, M. E., 2012. Seismic propensity of knee braced frame (KBF) as weighed against concentric braced frame (CBF) utilizing ETABS and OPENSEES. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 5: 141-152.
- Kurniawan, A. H. dan Sembada, E. P., 2008. Analyze design tension and compression members of cold formed steel. Universitas Diponegoro.
- Mahmoudi, M. dan Eskandari, V., 2013. The effects of height and length of link beam on response modification factors of eccentrically braced steel frames. *Research in Civil and Environmental Engineering*, 1 (1): 41-53.
- Mahmoudi, M. dan Zaree, M., 2011. Evaluating the overstrength of concentrically braced steel frame systems considering members post-buckling strength. *International Journal of Civil Engineering*, 9 (1): 57-62.
- Nourbakhsh, S. M., 2011. Inelastic behavior eccentric braces in steel structure. Eastern Mediterranean University.
- Oentoeng, 1999. *Konstruksi baja*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Kristen Petra Surabaya dan Andi.
- Sagel, I. R., Kole, I. P., dan Kusuma, G. H., 1993. *Pedoman pengerjaan beton*. Erlangga, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia 1726, 2012. *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 1727, 1989. *Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung*. Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 1727, 2013. *Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain*. Badan Standardisasi Nasional.
- Sunggono, 1984. *Buku teknik sipil*. Nova, Bandung.
- Tande, S. N. dan Sankpal, A. A., 2014. Study of inelastic behavior of eccentrically braced frames under non linear range. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET)*, 4 (1): 273-286.