

TUGAS AKHIR
STUDI PERILAKU STRUKTUR RANGKA BAJA
K-BRACED* DAN *X-BRACED* CBF (*CONCENTRICALLY
BRACED FRAMES*) DENGAN ANALISIS *PUSHOVER



MATHIUS LEO
03121401033

FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2016

TUGAS AKHIR
STUDI PERILAKU STRUKTUR RANGKA BAJA
K-BRACED* DAN *X-BRACED* CBF (*CONCENTRICALLY
BRACED FRAMES*) DENGAN ANALISIS *PUSHOVER

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



MATHIUS LEO
03121401033

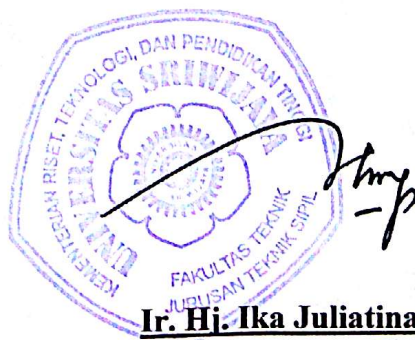
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2016

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : MATHIUS LEO
NIM : 03121401033
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL TUGAS AKHIR : **STUDI PERILAKU STRUKTUR RANGKA
BAJA K-BRACED DAN X-BRACED CBF
(CONCENTRICALLY BRACED FRAMES)
DENGAN ANALISIS PUSHOVER**

Palembang, Juni 2016



Ir. Hj. Ika Juliatina, MS.

NIP. 196007011987102001

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

NAMA : MATHIUS LEO
NIM : 03121401033
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL TUGAS AKHIR : **STUDI PERILAKU STRUKTUR RANGKA**
BAJA K-BRACED DAN X-BRACED CBF
(CONCENTRICALLY BRACED FRAMES)
DENGAN ANALISIS PUSHOVER

Dosen Pembimbing Utama,



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

NIP. 197610312002122001

Palembang, Juni 2016

Dosen Pembimbing Kedua,



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

NIP. 195812111987031 002

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

PENGAJUAN TUGAS AKHIR

NAMA : MATHIUS LEO
NIM : 03121401033
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL TUGAS AKHIR : **STUDI PERILAKU STRUKTUR RANGKA
BAJA *K-BRACED* DAN *X-BRACED* CBF
(*CONCENTRICALLY BRACED* FRAMES)
DENGAN ANALISIS *PUSHOVER***

Palembang, Juni 2016

Pemohon,



Mathius Leo

NIM. 03121401033

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan karena berkat dan rahmat-Nya penulisan tugas akhir ini dapat selesai. Tugas akhir ini berjudul “Studi Perilaku Rangka Baja X-Braced dan K-Braced CBF (*Concentrically Braced Frames*) dengan Analisis *Pushover*”. Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat untuk kelulusan pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan tugas akhir dan penyajian, tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan ilmu pengetahuan dan wawasan. Oleh karena itu bila ada kritik dan saran akan diterima dengan lapang dada. Ucapan terima kasih untuk semua pihak yang membantu jalannya penyusunan tugas akhir ini, dimulai dari awal pembuatan sampai pada akhir selesainya laporan, yaitu antara lain:

1. Ibu tercinta yang selalu mendoakan dan selalu memberikan dukungan. Almarhum ayah yang membuat semua ini mungkin terjadi semoga damai di sisi Tuhan Yesus. Keluarga besar yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk belajar terus dan selalu semangat.
2. Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan semangat agar cepat menyelesaikan tugas akhir.
3. Dr. Saloma, S.T., M.T., selaku pembimbing I dalam penulisan tugas akhir yang telah menyediakan waktu dan tenaga dalam membantu menyelesaikan tugas akhir dan mengarahkan dalam penyusunan tugas akhir.
4. Ir. Yakni Idris, M.Sc., MSCE., selaku pembimbing II dalam penulisan tugas akhir yang telah menyediakan waktu dan tenaga dalam membantu menyelesaikan dan mengarahkan dalam penyusunan tugas akhir.
5. Teman-teman angkatan 2011 dan 2012 yang tidak dapat saya sebutkan semuanya.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas kebaikan semua pihak yang membantu dalam penulisan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi semua orang.

Palembang, Mei 2016

Penulis,

Mathius Leo

NIM. 03121401033

STUDI PERILAKU STRUKTUR RANGKA BAJA K-BRACED DAN X-BRACED CBF (CONCENTRICALLY BRACED FRAMES) DENGAN ANALISIS PUSHOVER

Mathius Leo¹, Saloma², Yakni Idris³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Kampus Palembang
Email: mathius2nd@yahoo.com

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

³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Kampus Palembang

Abstrak

Struktur penahan gempa digunakan untuk mengurangi efek negatif akibat gempa. Pada studi ini dibahas struktur baja 10 lantai dengan peredam gempa *Concentrically Braced Frame* (CBF). Ada lima model gedung yang dibahas, dengan ukuran masing-masing model 18 m x 18 m dengan tinggi 40 m. Struktur baja berfungsi sebagai gedung kantor di kota Palembang dengan jenis tanah lunak. Gedung baja menggunakan 2 jenis bresing CBF yaitu X dan K. Hasil analisis *pushover* didapat kinerja bangunan, kurva *pushover* dan distribusi sendi plastis. Hasil dari penelitian didapat bresing X merupakan bresing yang paling efektif menambah kekakuan dan kekuatan gedung. Bresing X pada model 4 dapat mereduksi simpangan arah x sebesar 40,045% dan arah y 56,079%. Model 4 mampu mereduksi *drift ratio* sebesar 50,685% pada arah x dan 62,423% pada arah y. Model 4 juga memiliki gaya geser terbesar pada *performance point* yaitu sebesar 1193,943 ton pada arah x dan 1134,332 ton pada arah y. Setelah melakukan analisis *pushover* didapat kinerja bangunan kelima model yaitu *immediate occupancy*.

Kata kunci: *bracing, drift ratio, pushover, sendi plastis, kinerja bangunan*

**BEHAVIOUR STUDIES OF STEEL FRAME STRUCTURE K-BRACED
AND X-BRACED CBF (CONCENTRICALLY BRACED FRAMES)
WITH PUSHOVER ANALYSIS**

Mathius Leo¹, Saloma², Yakni Idris³

¹M. Tech. Student, Sriwijaya University, Palembang, Indonesia
E-mail: mathius2nd@yahoo.com

²Lecturer, Department of Civil Engineering, Sriwijaya University, Palembang,
Indonesia

³Lecturer, Department of Civil Engineering, Sriwijaya University, Palembang,
Indonesia

Abstract

Earthquake retaining structures required to reduced the negative effect of earthquake. This Building with steel structure use steel Centrically Braced Frame (CBF). This research used 5 models of steel buildings with the same size 18 m x 18 m and the height 40 m. This buildings serves as an office building and was built on soft soil condition. Steel building used 2 types of bracing CBF, X-braced and K-braced. The result of pushover analysis was performance level, pushover curve, plastic hinge distribution. The result of research found out that X braced is the most effective to increase rigidity and strength building. Model 4 can reduce displacement 40,045% in x direction and 56,079% in y direction. Model 4 can reduce drift ratio 50,685% in x direction and 62,423% in y direction, model 4 aslo has maximum drift ratio in 7th floor. Model 4 also has the biggest shear force at performance point with that is 1193,943 ton in x direction and 1134,332 ton in y direction. The result of analysis pushover is every model has performance level in immediate occupancy.

Keywords: bracing, drift ratio, pushover, plastic hinge, performance level

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

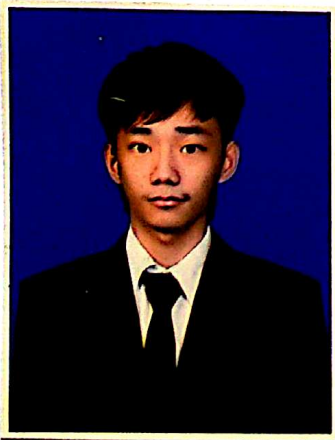
Nama : Mathius Leo

NIM : 03121401033

Judul : Studi Perilaku Struktur Rangka Baja *K-Braced* dan *X-Braced*
CBF (*Concentrically Braced Frames*) Dengan Analisis *Pushover*

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi 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



[Mathius Leo]

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Persetujuan.....	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pengajuan.....	iv
Kata Pengantar	v
Abstrak	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan Penulisan	2
1.4. Ruang Lingkup Pembahasan.....	2
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Baja	4
2.2. Gempa	6
2.3. Perilaku Struktur Utama Bangunan	6
2.4. <i>Moment Resisting Frame</i>	7
2.5. Portal dengan <i>Bracing</i>	9
2.5.1. <i>Centrically Braced Frames</i> (CBF).....	15
2.5.2. <i>Eccentrically Braced Frames</i> (EBF).....	30
2.6. Pembebanan	33
2.6.1. Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	33

2.6.2. Beban Hidup (<i>Live Load</i>).....	33
2.6.3. Beban Gempa	33
2.6.4. Beban Angin	34
2.7. Kombinasi Pembebanan.....	34
2.8. <i>Pushover</i>	35
2.9. Sendi Plastis	37
2.10. <i>Drift Ratio</i>	37
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	38
3.1. Studi Pustaka	40
3.2. Penentuan Model Gedung dan Pengumpulan data.....	40
3.3. Analisis Beban dan Pemodelan Struktur	40
3.4. Pembahasan	44
3.5. Kesimpulan.....	44
BAB 4 HASIL DAN PERHITUNGAN.....	45
4.1. Pembebanan.....	45
4.1.1. Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	45
4.1.2. Beban Hidup (<i>Live Load</i>).....	45
4.1.3. Berat Struktur Sendiri	46
4.1.4. Beban Angin (<i>Wind Load</i>)	46
4.2. Gempa	48
4.2.1. Perioda Getar Struktur.....	49
4.2.2. Koefisien Respon Seismik	50
4.2.3. Beban Gempa Statik Ekuivalen	51
4.2.4. Respon Spektrum	51
4.3. Simpangan	53
4.4. Analisis <i>Pushover</i>	59

BAB 5 PEMBAHASAN.....	61
5.1. Berat Gedung dan Gaya Geser Dasar.....	61
5.2. Simpangan Lantai.....	62
5.3. <i>Drift Ratio</i>	64
5.4. Analisis <i>Pushover</i>	66
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	75
6.1. Kesimpulan.....	75
6.2. Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Posisi pemodelan (Atif et al., 2015)	12
2.2. Hasil analisa diagonal <i>braced</i> (Wati et al., 2013).....	19
2.3. Hasil analisa <i>cross braced</i> (Wati et al., 2013).....	19
2.4. Perbandingan kekakuan portal (Anitha dan Diyva, 2015).....	31
2.5. Perbandingan perpindahan portal (Anitha dan Diyva, 2015).....	31
2.6. Tingkat kerusakan struktur akibat sendi plastis (Budi, 2011)	36
2.7. Batas deformasi (ATC 40, 1996).....	37
3.1. Profil struktur.....	43
4.1. Berat sendiri struktur per lantai	46
4.2. Perioda getar struktur.....	49
4.3. Koefisien respon seismik.....	50
4.4. Beban gempa statik ekivalen	51
4.5. Perbandingan beban gempa	52
4.6. Beban gempa respon spektrum.....	53
4.7. Simpangan arah x	53
4.8. Simpangan arah y	54
4.9. Simpangan antar lantai dan <i>drift ratio</i> arah x model 1	54
4.10. Simpangan antar lantai dan <i>drift ratio</i> arah y model 1	55
4.11. Simpangan antar lantai dan <i>drift ratio</i> arah x model 2.....	55
4.12. Simpangan antar lantai dan <i>drift ratio</i> arah y model 2	56
4.13. Simpangan antar lantai dan <i>drift ratio</i> arah x model 3	56
4.14. Simpangan antar lantai dan <i>drift ratio</i> arah y model 3	57
4.15. Simpangan antar lantai dan <i>drift ratio</i> arah x model 4	57
4.16. Simpangan antar lantai dan <i>drift ratio</i> arah y model 4	58
4.17. Simpangan antar lantai dan <i>drift ratio</i> arah x model 5	58
4.18. Simpangan antar lantai dan <i>drift ratio</i> arah y model 5	59
4.19. Penentuan kinerja bangunan menurut ATC 40.....	60
5.1. Perbandingan gaya geser dasar	62
5.2. Reduksi simpangan.....	63

5.3. *Drift ratio* maksimum64
5.4. *Performance point*73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Diagram tegangan-regangan baja.....	4
2.2. Bentuk profil baja <i>hot rolled</i>	5
2.3. Pola simpangan dan <i>drift ratio</i>	7
2.4. Pemodelan penelitian (Sushma et al., 2015).....	9
2.5. Hasil <i>output</i> penelitian (Sushma et al., 2015).....	10
2.6. Pemodelan penelitian (Atif et al., 2015).....	11
2.7. Hasil <i>output</i> penelitian (Atif et al., 2015).....	12
2.8. Hasil <i>output</i> penelitian (Atif et al., 2015).....	13
2.9. Gedung baja dengan <i>bracing</i> eksentrik V (Thafeem dan Khusru, 2013).....	14
2.10. Gedung baja dengan <i>bracing</i> konsentrik X (Thafeem dan Khusru, 2013).....	14
2.11. Hasil <i>output</i> penelitian (Thafeem dan Khusru, 2013).....	15
2.12. Jenis-jenis portal CBF.....	16
2.13. Perbandingan daktilitas SRK-D dan SRPMK (Amrizal et al., 2014).....	17
2.14. <i>Drift ratio</i> untuk gedung SRPMK dan SRK-D (Amrizal et al., 2014).....	17
2.15. Denah perencanaan gedung (Wati et al., 2013).....	18
2.16. Pemodelan portal yang dianalisa (Wati et al., 2013).....	18
2.17. Pemodelan rangka baja dengan <i>bracing</i> (Sarno dan Elnashai, 2009).....	20
2.18. Hasil <i>output</i> penelitian (Sarno dan Elnashai, 2009).....	20
2.19. Hasil <i>output</i> penelitian (Sarno dan Elnashai, 2009).....	21
2.20. Hasil <i>output</i> penelitian (Sarno dan Elnashai, 2009).....	22
2.21. Pemodelan penelitian (Sharma dan Chadhar, 2015).....	23
2.22. Hasil <i>output</i> penelitian (Sharma dan Chadhar, 2015).....	24
2.23. Denah pemodelan (Kotabagi et al., 2015).....	25
2.24. Pemodelan <i>bracing</i> (Kotabagi et al., 2015).....	25
2.25. Hasil <i>output</i> penelitian (Kotabagi et al., 2015).....	26
2.26. Denah pemodelan (Mahmoudi dan Zaree, 2011).....	27
2.27. Jenis <i>bracing</i> yang digunakan (Mahmoudi dan Zaree, 2011).....	27
2.28. Hasil <i>output</i> penelitian (Mahmoudi dan Zaree, 2011).....	28

2.29. Hasil <i>output</i> penelitian (Mahmoudi dan Zaree, 2011)	29
2.30. Jenis portal EBF	30
2.31. Pemodelan portal dengan <i>bracing double knee</i> (Anitha dan Diyva, 2015) ..	31
2.32. Pemodelan penelitian (Nandi dan Hiremath, 2015)	32
2.33. Penyerapan energy <i>bracing</i> (Nandi dan Hiremath, 2015)	32
2.34. Grafik <i>pushover</i> hubungan gaya dan deformasi.....	35
3.1. Bagan alir penelitian	38
3.2. Bagan alir analisis pada program	39
3.3. Denah pemodelan.....	41
3.4. Model struktur.....	42
4.1. Tekanan angin.....	48
4.2. Grafik respon spectral.....	51
5.1. Berat gedung setiap model	61
5.2. Gaya geser dasar	62
5.3. Simpangan lantai arah x.....	63
5.4. Simpangan lantai arah y.....	64
5.5. <i>Drift ratio</i>	65
5.6. Distribusi sendi plastis gempa arah x model 1	66
5.7. Distribusi sendi plastis gempa arah y model 1	66
5.8. Distribusi sendi plastis gempa arah x model 2	67
5.9. Distribusi sendi plastis gempa arah y model 2	67
5.10. Distribusi sendi plastis gempa arah x model 3	68
5.11. Distribusi sendi plastis gempa arah y model 3	68
5.12. Distribusi sendi plastis gempa arah x model 4	69
5.13. Distribusi sendi plastis gempa arah y model 4	70
5.14. Distribusi sendi plastis gempa arah x model 5	71
5.15. Distribusi sendi plastis gempa arah y model 5	71
5.16. Kurva kapasitas <i>push over</i>	72

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1: Tabel Pembebanan.....	1
Lampiran 2: Tabel Analisis <i>Pushover</i>	6
Lampiran 3: Langkah Kerja Pemodelan dan <i>Pushover</i>	20

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Struktur bangunan terdiri dari balok, kolom dan pelat lantai. Struktur balok, kolom dan pelat lantai ini biasanya dibuat dari beton bertulang, baja atau gabungan beton dan baja (*composite*). Perencanaan struktur beton bertulang, baja dan komposit dihitung sesuai dengan ketentuan yang ada, di Indonesia dapat menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) atau dapat menggunakan standar internasional.

Bangunan tinggi direncanakan mampu menahan beban luar, salah satu beban dari luar adalah gempa. Gempa merupakan bencana yang tidak dapat diprediksi waktu terjadinya dan tidak dapat diatur arah datangnya. Pada saat gempa terjadi maka *joint* pada bangunan tinggi mengalami perpindahan (*displacement*). Semakin besar gaya yang diterima oleh bangunan, maka semakin besar pula perpindahan yang dialami oleh bangunan.

Peredam gempa digunakan pada gedung tinggi untuk mengurangi efek negatif akibat gempa. Peredam gempa memiliki beberapa jenis, yang paling umum digunakan adalah dinding geser (*shear wall*) dan *bracing*. Pada bangunan tinggi struktur baja dapat menggunakan dinding geser pelat baja (*steel plate shear wall*) atau dapat menggunakan *Concentrically Braced Frame* (CBF) dan *Eccentrically Braced Frame* (EBF).

Setiap peredam memiliki kemampuan yang berbeda untuk menyerap energi gempa, oleh karena itu pada tugas akhir ini dibahas mengenai respon struktur dari beberapa gedung, direncanakan lima pemodelan gedung tinggi struktur baja 10 lantai dengan menggunakan *bracing* CBF tipe *K-braced* dan *X-braced*. Perencanaan dilakukan dengan menggunakan SNI 1726:2012 tentang gempa. Sedangkan untuk analisis kinerja bangunan, digunakan ketentuan dari ATC 40 dan metode yang digunakan dengan analisis statik nonlinier *pushover*.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang dibahas pada penelitian studi perilaku rangka baja CBF terhadap gempa yaitu:

1. Bagaimana distribusi sendi plastis pada struktur rangka baja tanpa *bracing* dan struktur rangka baja dengan *K-braced* dan *X-braced* setelah analisis *pushover* dilakukan?
2. Bagaimana *performance level* bangunan berdasarkan ATC 40 pada kelima model struktur rangka baja?
3. Bagaimana efektivitas struktur rangka baja dengan *K-braced* dan *X-braced* dalam menyerap gaya gempa?

1.3. Maksud dan Tujuan Penulisan

Penulisan tugas akhir yang meninjau studi perilaku rangka baja CBF terhadap gempa ini memiliki maksud dan tujuan yaitu:

1. Menganalisis distribusi sendi plastis pada struktur rangka baja tanpa *bracing*, struktur rangka baja dengan *K-braced* dan *X-braced*.
2. Menganalisis level kinerja bangunan pada kelima model struktur rangka baja.
3. Mengevaluasi struktur rangka baja dengan *K-braced* dan *X-braced*, manakah yang lebih efektif untuk menyerap energi gempa.

1.4. Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup pembahasan merupakan pembatasan tinjauan yang dibahas dalam laporan tugas akhir. Berikut ruang lingkup yang dibahas dalam laporan tugas akhir:

1. Menggunakan *tie beam* dari baja pada lantai dasar.
2. Perhitungan tidak sampai menghitung detail sambungan.
3. Perhitungan tidak sampai menghitung kontrol profil.
4. Tidak memperhitungkan tangga.
5. Tidak menghitung pelat lantai.
6. Hasil perhitungan berupa respon struktur yaitu simpangan lantai, *drift ratio*, distribusi sendi plastis dan kinerja bangunan berdasarkan analisis *pushover*.

1.5. Sistematika Penulisan

Pada penulisan tugas akhir yang meninjau studi perilaku rangka baja CBF terhadap gempa ini, sistematika penulisannya dibagi menjadi enam bab, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup pembahasan, dan sistematika penulisan proposal tugas akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Berisi landasan teori yang didapat dari jurnal dan buku yang digunakan sebagai dasar perhitungan serta penelitian terdahulu mengenai topik yang berkaitan dengan masalah yang dibahas.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Berisi mengenai tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan perhitungan atau metode yang digunakan dalam menganalisis data yang didapat.

BAB 4 HASIL DAN PERHITUNGAN

Berisi mengenai hasil dan perhitungan dari pemodelan penelitian yang telah dilakukan yang digunakan untuk membandingkan semua model bangunan.

BAB 5 PEMBAHASAN

Berisi mengenai pembahasan kelima model penelitian berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan. Membahas mengenai model yang paling efektif.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi mengenai kesimpulan akhir dari penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrizal, Muttaqin, Aulia, T.B. 2014. Kajian Kinerja Gedung Konstruksi Baja Terhadap Variasi Arah beban Gempa Menggunakan Analisis Pushover (Studi Komparasi Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Dengan Sistem Rangka Kosentrik). *Jurnal Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Syiah Kuala Darussalam*, 3(1): 58-69.
- Applied Technology Council (ATC-40). 1996. *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*. Volume 1. Redwood City, California.
- Atif, M., Vairagrade, L. and Nair, Vikrant. 2015. Comparative Study on Seismic Analysis of Multistorey Building Stiffened with Bracing and Shear Wall. *International Research Journal of Engineering and Technology*. 2(5): 1158-1170.
- Budi. P., Anindityo. 2011. Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Beton Dengan Analisis Pushover Prosedur A Menggunakan Program ETABS V 9.50. *Universitas Sebelas Maret*.
- Kotabagi, S., Manjunatha, K., Patil, H. and Dyavappanavar, S. P. 2015. Seismic Analysis of RC Multi-Storied Structures with Shear Walls at Different Locations. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 2(6): 214-219.
- Hartuti, E.R. 2009. *Buku Pintar Gempa*. DIVA Press, Jogjakarta.
- M., Anitha and K.K., Diyva. Study on Seismic Behavior of Knee Braced Steel Frames. *International Research Journal of Engineering and Technology*. 2(6): 40-45.
- Mahmoudi, M. and Zaree, M. 2011. Evaluation the Overstrength of Concentrically Braced Steel Frame Systems Considering Members Post-buckling Strength. *International Journal of Civil Engineering*. 9(1): 57-62.
- Nandi, G.V. and Hiremath, G.S. 2015. Seismic Behavior of Reinforced Concrete Frame with Eccentric Steel Bracings. *SSRG International Journal of Civil Engineering*. 2(6): 41-46.
- Pawirodikromo, Widodo. 2012. *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Sarno, D.L. and Elnashai, A.S. 2009. Bracing Systems for Seismic Retrofitting of Steel Frames. *Journal of Constructional Steel Research*. 65: 452-465.

- Sharma, A. and Chadhar, K.S. 2015. Seismic Behavior of RC Building Frame with Steel Bracing System Using Various Arrangements. *International Research Journal of Engineering and Technology*. 2(5): 479 -483.
- SNI 1727:1989 (1989). *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 1726:2012 (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1727:2013 (2013). *Beban Minimum untuk Perencanaan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Susmha, C.K., A.S., Chethan and Ismail, Mohamed. 2015. Evaluation of Capacity of RCC Framed Structure with Different Brace Configuration Using Pushover Analysis. *International Research Journal of Engineering and Technology*. 2(2): 856 -859.
- Thafeem, Z., and Khusru, S. 2013. Structural Behavior of Steel Building with Concentric and Eccentric Bracing: A Comparative Study. *International Journal of Civil and Structural Engineering*, 4(1): 12-19.
- Wati, E.E., Suswanto, B. dan Soewardojo, R. 2013. Studi Perbandingan Perilaku Pengaku Tipe Cross (X) dan Diagonal Pada sistem Concentrically Braced Frames (CBF) dengan Menggunakan MIDAS FEA. *Jurnal Teknik Sipil Institus Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)*.2(5): 54-64.