

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN STRUKTUR RANGKA BAJA TIPE *SPLIT K BRACED EBF* DAN *INVERTED V BRACED CBF* DENGAN *TIME HISTORY ANALYSIS*

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**MUHAMMAD REZA FAHLEVI
03011381722126**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN STRUKTUR RANGKA BAJA TIPE *SPLIT K BRACED EBF* DAN *INVERTED V BRACED CBF* DENGAN *TIME HISTORY ANALYSIS*

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

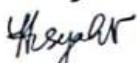
MUHAMMAD REZA FAHLEVI
03011381722126

Palembang, Agustus 2021

Diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



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

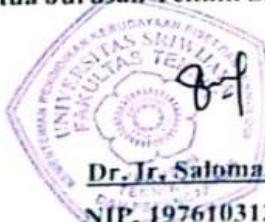
Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

NIP. 197705172008012039

Mengetahui/Menyetujui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



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

NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Analisis Perbandingan Struktur Rangka Baja Tipe Split K Braced EBF dan Inverted V Braced CBF dengan Time History Analysis”**. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian tugas akhir ini, diantaranya:

1. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan motivasi, doa, dan restu yang tiada hentinya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan serta Dosen Pembimbing Akademik, Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I, Ibu Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, dan semua dosen serta jajaran pegawai Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
4. Teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2017, kakak dan adik tingkat, serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam proses penyelesaian laporan tugas akhir.

Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya penulis sendiri dan jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.

Palembang, Agustus 2021



Muhammad Reza Fahlevi

HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO

PERSEMBAHAN:

“Laporan Akhir ini saya persembahkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sebagai ucapan terimakasih sangat besar karena telah memberikan kesempatan untuk menempuh Program Studi Teknik Sipil”

“Kepada kedua orangtua yang telah membesar dan merawat penulis dengan baik dan juga segenap keluarga besar yang selalu memberikan dorongan dalam segi emosional dan finansial”

“Kepada Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I, Ibu Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing II dan Ibu Aztri Yuli Kurnia, S.T., M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis menyelesaikan perkuliahan dengan baik”

“Kepada teman-teman seangkatan Program Studi Teknik Sipil 2017 yang senantiasa mendukung dan memberikan kenyamanan untuk berbagi”

“Kepada Muhammad Reza Fahlevi, selamat telah menyelesaikan Tugas Akhir ini, ini adalah awal dari sebuah perjalanan panjang menuju kesuksesan”

MOTTO:

“Education is the most powerful weapon which can use to change the world”

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| HALAMAN PERSEMAHAN DAN MOTTO | iv |
| DAFTAR ISI..... | v |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xii |
| RINGKASAN..... | xiii |
| SUMMARY | xiv |
| PERNYATAAN INTEGRITAS | xv |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | xvi |
| PERSETUJUAN PUBLIKASI | xvii |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP | xviii |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4. Ruang Lingkup Penelitian..... | 3 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. Struktur Rangka Baja Tahan Gempa..... | 4 |
| 2.2. Konsep Sistem Rangka <i>Bracing</i> Eksentrik | 6 |
| 2.3. Elemen <i>Link</i> | 10 |
| 2.4. Konsep Sistem Rangka <i>Bracing</i> Kosentrik..... | 12 |
| 2.5. Sistem Rangka <i>Bracing</i> tipe <i>Split K EBF</i> | 17 |
| 2.6. Sistem Rangka <i>Bracing</i> tipe <i>Inverted V CBF</i> | 19 |
| 2.7. <i>Dynamic Analysis</i> | 22 |

| | |
|---|----|
| 2.7.1. Analisis Ragam Spektrum Respon..... | 22 |
| 2.7.2. Analisa Riwayat Waktu..... | 23 |
| 2.8. Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung Berdasarkan SNI 1726-2019 | 25 |
| 2.9. Perilaku Struktur Terhadap Beban Gempa | 33 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN | 35 |
| 3.1. Umum..... | 35 |
| 3.2. Deskripsi Parameter Struktur Rangka Baja..... | 35 |
| 3.3. Pembebanan | 39 |
| 3.4. Optimasi Desain | 40 |
| 3.5. Rancangan Model dengan Program | 40 |
| 3.6. Analisis dan Pembahasan..... | 43 |
| 3.7. Alur Penelitian | 44 |
| BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN..... | 46 |
| 4.1. Pembebanan Struktur | 46 |
| 4.1.1 Beban mati (<i>Dead Load</i>)..... | 46 |
| 4.1.2 Beban Hidup (<i>Live load</i>)..... | 47 |
| 4.1.3 Beban Angin..... | 47 |
| 4.1.4 Beban Gempa..... | 47 |
| 4.2. Berat Struktur..... | 54 |
| 4.3. Gaya Geser Dasar..... | 54 |
| 4.4. Respons Struktur | 56 |
| 4.4.1 Simpangan Lantai..... | 56 |
| 4.4.2 Simpangan Antar Lantai | 58 |
| 4.4.3 Rasio Simpangan Antar Lantai (<i>Drift Ratio</i>) | 61 |
| 4.4.4 Analisis <i>Time History</i> Respons Struktur Bangunan..... | 64 |
| 4.5. Kontrol Desain | 68 |
| 4.5.1 Kontrol Dimensi Profil..... | 68 |
| 4.5.2 Kontrol Partisipasi Massa Ragam | 72 |
| 4.5.3 Kontrol Gaya Geser Dasar | 73 |

| | |
|-----------------------|----|
| BAB 5 PENUTUP | 75 |
| 5.1. Kesimpulan | 75 |
| 5.2. Saran..... | 76 |
| DAFTAR PUSTAKA | 77 |
| LAMPIRAN..... | 79 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|----------------|
| 2.1 <i>Seismic Performance 6 Storey Frame</i> (Halim & Hsu, 2020)..... | 5 |
| 2.2 Tipe dari <i>Eccentrically Braced Frame</i> (AISC, 2010)..... | 6 |
| 2.3 Pemodelan Struktur CBF dan EBF yang digunakan (Karsaz dan Tosee, 2018) | 7 |
| 2.4 Data <i>accelerograph</i> gempa Landers arah X dan Y (Karsaz dan Tosee, 2018). 7 | |
| 2.5 <i>Maximum damage</i> dari struktur 5 lantai dengan 5 tipe <i>bracing</i> dan 5 jenis beban gempa (Karsaz dan Tosee, 2018)..... | 8 |
| 2.6 Permodelan H-EBF dan V-EBF (Muhammad dan Suswanto, 2020) | 9 |
| 2.7 Berat struktur H-EBF dan V-EBF (Muhammad dan Suswanto, 2020) | 9 |
| 2.8 Hasil deformasi (a) defleksi lantai arah x (b) defleksi lantai arah y (c) defleksi antar lantai arah x (d) defleksi antar lantai arah y (Muhammad dan Suswanto, 2020) | 10 |
| 2.9 Rotasi <i>Link</i> pada rangka <i>bracing Split-K</i> EBF (AISC, 2010) | 11 |
| 2.10 Tipe dari <i>Concentrically Braced Frame</i> (AISC, 2010) | 12 |
| 2.11 Permodelan rangka <i>bracing</i> konsentrik (Kotabagi dkk. 2015) | 13 |
| 2.12 <i>Displacement</i> dari gedung 10 lantai (a) akibat beban EQ arah x (b) akibat beban EQ arah y (c) akibat <i>wind load</i> arah x (d) akibat <i>wind load</i> arah y (Kotabagi dkk. 2015) | 14 |
| 2.13 Detail dimensi gedung 5 lantai (Kumar dkk. 2018) | 15 |
| 2.14 Konfigurasi <i>bracing</i> (Kumar dkk. 2018) | 15 |
| 2.15 <i>Peak inter-story drift</i> dari rangka yang diperkuat yang didesain ulang di bawah gerakan permukaan tanah (a) DBE dan (b) MCE (Kumar dkk. 2018) | 16 |
| 2.16 Mekanisme Keruntuhan pada batang tarik dan kolom dengan rangka <i>bracing</i> yang didesain ulang (Kumar dkk. 2018) | 16 |
| 2.17 <i>Split K</i> EBF | 17 |
| 2.18 Model Portal EBF (Suswanto dkk., 2017) | 18 |
| 2.19 (a) <i>Frame plan</i> (b) EBF-S (c) EBF-I dan (d) EBF-L menggunakan permodelan pada SAP2000 (Suswanto dkk., 2017)..... | 18 |

| | |
|---|----|
| 2.20 <i>Lateral displacement</i> (mm) struktur baja dari setiap model EBF (Suswanto dkk., 2017) | 18 |
| 2.21 <i>Drift</i> (mm) struktur baja dari setiap model EBF (Suswanto dkk., 2017)..... | 19 |
| 2.22 Inverted V CBF..... | 19 |
| 2.23 Konfigurasi struktural dari sistem yang berbeda (Patil dan Sangle, 2015)... | 20 |
| 2.24 Denah Bangunan (Patil dan Sangle, 2015) | 20 |
| 2.25 <i>Storey displacement</i> dari gedung 15 lantai (Patil dan Sangle, 2015)..... | 21 |
| 2.26 Kurva kapasitas bangunan baja 2-D 15 lantai (Patil dan Sangle, 2015). | 22 |
| 2.27 Respons spektrum desain (SNI 1726:2019) | 23 |
| 2.28 Hasil Analisis <i>Time History</i> (Halim dan Hsu, 2020) | 24 |
| 2.29 Parameter Gerak Tanah S_s | 27 |
| 2.30 Parameter Gerak Tanah S_1 | 27 |
| 2.31 Simpangan antar lantai..... | 32 |
| 2.32 Properti Sendi Plastis (CSi, 2017)..... | 34 |
| 3.1 Denah posisi <i>bracing</i> | 36 |
| 3.2 Model Struktur (a) <i>Inverted V CBF</i> (b) <i>Split K EBF</i> | 36 |
| 3.3 Permodelan struktur <i>Inverted V Braced CBF</i> | 38 |
| 3.4 Permodelan struktur <i>Split K Braced EBF</i> | 39 |
| 3.5 Respons Spektrum Kepulauan Mentawai Tanah Lunak | 39 |
| 3.6 Data gempa Kepulauan Mentawai | 40 |
| 3.7 <i>Response spectrum ASCE7-16 function definition</i> | 41 |
| 3.8 <i>Time history function definition</i> | 42 |
| 3.9 Proses <i>matched time history</i> dan <i>response spectrum</i> | 42 |
| 3.10 Hasil <i>matched time history</i> dan <i>response spectrum</i> | 43 |
| 3.11 Deformasi struktur <i>bracing</i> akibat beban lateral..... | 44 |
| 4.1 Respons Spektrum Tanah Lunak Kepulauan Mentawai | 47 |
| 4.2 Akselerogram Gempa Kepulauan Mentawai 2007 | 48 |
| 4.3 Perbandingan Berat Struktur | 54 |
| 4.4 Perbandingan Gaya Geser Dasar..... | 55 |
| 4.5 Simpangan Lantai arah x..... | 57 |
| 4.6 Simpangan Lantai arah y | 58 |
| 4.7 Perbandingan rasio simpangan antar lantai arah x | 63 |

| | |
|---|----|
| 4.8 Perbandingan rasio simpangan antar lantai arah y | 64 |
| 4.9 Respons <i>base shear</i> vs waktu..... | 66 |
| 4.10 Respons <i>displacement</i> vs waktu lantai 10..... | 66 |
| 4.11 Respons <i>velocity</i> vs waktu lantai 10..... | 67 |
| 4.12 Respons <i>acceleration</i> vs waktu lantai 10 | 67 |
| 4.13 Hasil <i>capacity ratio</i> struktur <i>split K braced</i> EBF (a) A view (b) B view (c) C <i>view</i> | 69 |
| 4.14 Hasil <i>capacity ratio</i> struktur <i>inverted V braced</i> CBF (a) A view (b) B view (c) C <i>view</i> | 70 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|----------------|
| 2.1 Faktor Keutamaan Gempa..... | 27 |
| 3.1 Dimensi profil struktur <i>split K braced</i> EBF..... | 37 |
| 3.2 Dimensi profil struktur <i>inverted V braced</i> CBF..... | 37 |
| 3.3 Spesifikasi Panjang Elemen | 38 |
| 4.1 Pola Ragam Getar Struktur | 49 |
| 4.2 Perioda getar alami struktur | 50 |
| 4.3 Koefisien Respons Seismik..... | 51 |
| 4.4 Beban Gempa Statik..... | 52 |
| 4.5 Faktor Skala Gaya..... | 52 |
| 4.6 Perbandingan Gaya Geser Dasar..... | 53 |
| 4.7 Faktor Skala Gaya Baru dan Gaya Geser dinamik..... | 53 |
| 4.8 Gaya Geser Dasar..... | 55 |
| 4.9 Perbandingan Simpangan Lantai arah X..... | 56 |
| 4.10 Perbandingan Simpangan Lantai arah Y | 57 |
| 4.11 Perbandingan simpangan antar lantai arah x <i>split K braced</i> EBF..... | 59 |
| 4.12 Perbandingan simpangan antar lantai arah y <i>Split K Braced</i> EBF..... | 60 |
| 4.13 Perbandingan simpangan antar lantai arah x <i>Inverted V Braced</i> CBF..... | 60 |
| 4.14 Perbandingan simpangan antar lantai arah y <i>Inverted V Braced</i> CBF..... | 61 |
| 4.15 Perbandingan rasio simpangan antar lantai struktur <i>split K braced</i> EBF | 62 |
| 4.16 Perbandingan Rasio simpangan antar lantai struktur <i>inverted V braced</i> CBF | 63 |
| 4.17 Respons struktur <i>split K braced</i> EBF..... | 65 |
| 4.18 Respons Struktur <i>inverted V braced</i> CBF..... | 65 |
| 4.19 Cek Kekompakan Penampang | 71 |
| 4.20 Modal partisipasi <i>mass ratio split K braced</i> EBF..... | 72 |
| 4.21 Modal partisipasi mass ratio <i>inverted V braced</i> CBF | 73 |
| 4.22 Hasil kontrol gaya geser struktur <i>split K braced</i> EBF | 74 |
| 4.23 Hasil kontrol gaya geser struktur <i>inverted V braced</i> CBF | 74 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|---|----------------|
| 1. Kategori Risiko Bangunan untuk Beban Gempa Menurut SNI 1726:2019 | 79 |
| 2. Koefisien Situs Fa | 80 |
| 3. Koefisien Situs Fv | 80 |
| 4. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek | 80 |
| 5. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik..... | 81 |
| 6. Faktor R, Cd, dan Ω_0 | 81 |
| 7. Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung | 81 |
| 8. Nilai parameter periode pendekatan Ct dan x | 82 |
| 9. Simpangan antar tingkat izin..... | 82 |
| 10. Respons struktur lantai 1 | 83 |
| 11. Respons struktur lantai 2 | 84 |
| 12. Respons struktur lantai 3 | 85 |
| 13. Respons struktur lantai 4 | 86 |
| 14. Respons struktur lantai 5 | 87 |
| 15. Respons struktur lantai 6 | 88 |
| 16. Respons struktur lantai 7 | 89 |
| 17. Respons struktur lantai 8 | 90 |
| 18. Respons struktur lantai 9 | 91 |

RINGKASAN

ANALISIS PERBANDINGAN STRUKTUR RANGKA BAJA TIPE SPLIT K BRACED EBF DAN INVERTED V BRACED CBF DENGAN TIME HISTORY ANALYSIS

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 2 Agustus 2021

Muhammad Reza Fahlevi; Dibimbing oleh Saloma dan Siti Aisyah Nurjannah

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xviii + 91 halaman, 57 gambar, 27 tabel, 18 lampiran

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan struktur rangka baja yang terdiri atas simpangan lantai, simpangan antar lantai, *drift ratio*, dan respons struktur *output time history* berupa simpangan, kecepatan, dan percepatan dengan tipe *split K braced* EBF dan *inverted V braced* CBF. Struktur yang dianalisis diasumsikan sebagai gedung perkantoran 10 lantai yang terletak di tanah lunak. Metode yang digunakan adalah analisis dinamik *time history* yang telah diverifikasi dengan respons spektrum Kepulauan Mentawai menggunakan program ETABS. Rekaman percepatan tanah yang digunakan berasal dari data gempa Kepulauan Mentawai tahun 2007. Hasil penelitian menunjukkan bahwa simpangan antar lantai yang terjadi pada model tipe *split K braced* EBF memiliki rata-rata arah x sebesar 13,633 mm dan arah y 16,413 mm yang lebih kecil dibandingkan tipe *inverted V braced* CBF yang memiliki rata-rata arah x sebesar 46,245 mm dan arah y 46,225 mm. *Drift ratio* maksimum pada model tipe *split K braced* EBF arah x sebesar 0,005 mm dan arah y 0,006 mm lebih kecil dibandingkan tipe *inverted V braced* CBF arah x sebesar 0,018 mm dan arah y 0,018 mm. Dalam menahan beban gempa *time history*, tipe *split K braced* EBF memiliki respons struktur maksimum berupa *displacement* sebesar 26,218 mm, kecepatan sebesar 186,630 mm/s, dan percepatan sebesar 1196,420 mm/s² yang lebih kecil dibandingkan tipe *inverted V braced* CBF yang memiliki *displacement* sebesar 71,146 mm, kecepatan sebesar 287,740 mm/s, dan percepatan sebesar 2198,930 mm/s². Hal ini menunjukkan bahwa *link* pada tipe *split K braced* EBF dapat meningkatkan kinerja struktur dan menambah kekakuan pada struktur.

Kata kunci: *split K braced* EBF, *inverted V braced* CBF, analisis *time history*, respons struktur

SUMMARY

COMPARISON ANALYSIS OF STEEL FRAME STRUCTURE SPLIT K BRACED EBF AND INVERTED V BRACED CBF WITH TIME HISTORY ANALYSIS

Scientific paper in the form of Final Project, August 2, 2021

Muhammad Reza Fahlevi; Guided by Saloma and Siti Aisyah Nurjannah

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xviii + 91 pages, 57 image, 27 tables, 18 attachments

In this study, a comparison of the steel frame structure consisting of drift, interstory drift, drift ratio, and response time history structure outputs in the form of displacement, velocity, and acceleration with split type K braced EBF and inverted V braced CBF was carried out. The analyzed structure was assumed to be a 10-storey office building located on soft ground. The method used was a dynamic time history analysis that has been verified with the response spectrum of the Mentawai Islands using the ETABS program, ground motion recording used is the 2007 Mentawai Islands Earthquake. The results revealed that the interstory drift in the split K braced EBF model had an average x-direction of 13.633 mm and a y-direction of 16.413 mm, which was less than the inverted V braced CBF type, which had an average x-direction of 46,245 mm and a y direction of 46,225 mm. The maximum drift ratio in the split K braced EBF model is 0.005 mm in the x direction and 0.006 mm in the y direction, which is smaller than the maximum drift ratio in the inverted V braced CBF type in the x direction of 0.018 mm and 0.018 mm in the y direction. The split K braced EBF has a maximum structural response in the form of a displacement of 26,218 mm, a speed of 186.630 mm/s, and an acceleration of 1196.420 mm/s² in resisting earthquake loads in time history, which is less than the inverted V braced CBF type, which has a displacement of 71.146 mm, a speed of 287.740 mm/s, and an acceleration of 2198.930 mm/s². This shows that the link in the split K braced EBF can improve the structure's performance and stiffness.

Keywords: split K braced EBF, inverted V braced CBF, time history analysis, structural response

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Reza Fahlevi

NIM : 03011381722126

Judul : Analisis Perbandingan Struktur Rangka Baja Tipe *Split K Braced EBF*
dan *Inverted V Braced CBF* dengan *Time History Analysis*

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



Indralaya, Agustus 2021



Muhammad Reza Fahlevi

NIM. 03011381722126

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Perbandingan Struktur Rangka Baja Tipe *Split K Braced EBF* dan *Inverted V Braced CBF* dengan *Time History Analysis*” yang disusun oleh Muhammad Reza Fahlevi, NIM. 03011381722126 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 2 Agustus 2021.

Palembang, Agustus 2021

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir,

Ketua :

- | | |
|--|---|
| 1. Dr. Ir. Saloma S.T., M.T., NIP. 197610312002122001 | () |
| 2. Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T., NIP. 197705172008012039 | () |

Anggota :

- | | |
|--|---|
| 1. Dr. K.M Aminuddin, S.T., M.T., NIP. 197203141999031006 | () |
|--|---|

**Ketua Jurusan Teknik Sipil
dan Perencanaan**



**Dr. Ir. Saloma, S.T, M.T.
NIP. 197610312002122001**

PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Reza Fahlevi

NIM : 03011381722126

Judul : Analisis Perbandingan Struktur Rangka Baja Tipe *Split K Braced EBF*
dan *Inverted V Braced CBF* dengan *Time History Analysis*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

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

Indralaya, Agustus 2021



Muhammad Reza Fahlevi

03011381722126

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Muhammad Reza Fahlevi
Jenis Kelamin : Laki-laki
E-mail : rezafaiz23@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

| Institusi Pendidikan | Fakultas | Jurusan | Pendidikan | Masa |
|-----------------------|----------|--------------|------------|-----------|
| SDN 26 Tanjung Batu | - | - | - | 2005-2011 |
| SMPN 1 Tanjung Batu | - | - | - | 2011-2014 |
| SMAN 1 Indralaya | - | IPA | - | 2014-2017 |
| Universitas Sriwijaya | Teknik | Teknik Sipil | S-1 | 2017-2021 |

Demikian riwayat hidup ini saya buat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Muhammad Reza Fahlevi
NIM. 03011381722126

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gempa merupakan peristiwa alam yang tidak bisa diprediksi. Negara yang mempunyai aktivitas tektonik yang tinggi seperti Indonesia dalam hal perencanaan bangunan struktur perlu diperhitungkan dan dapat memberikan efek yang negatif karena dapat merusak struktur bangunan. Struktur dirancang untuk menjaga stabilitas dan menahan beban, baik beban gravitasi maupun beban lateral. Salah satu beban lateral adalah gempa yang diakibatkan oleh getaran tanah. Perencanaan struktur yang dapat menahan beban gempa dapat dilakukan dengan penambahan dinding geser, pembesaran ukuran elemen struktur dan penambahan pengaku (*bracing*).

Baja merupakan material konstruksi yang banyak digunakan dan mempunyai sifat-sifat yang diperlukan untuk konstruksi misalnya kekuatan yang tinggi. Penggunaan bahan baja sangat efektif yang diperlukan untuk bangunan yang berfungsi untuk menahan gempa. Baja mempunyai keuntungan seperti kekuatan yang tinggi, mempunyai sifat yang mudah dibentuk, mutu yang terukur, material yang ringan, dan dapat menghasilkan struktur yang stabil dan dalam hal pelaksanaan dan pemeliharaan mudah dilakukan.

Perencanaan struktur baja tahan gempa yang paling banyak dijumpai di Indonesia adalah menggunakan pengaku (*bracing*). Oleh karena itu, diperlukan perencanaan struktur baja yang menggunakan pengaku untuk direncanakan secara baik untuk menahan beban lateral berupa gempa bumi, supaya tidak ada kegagalan struktur dan kerusakan yang besar. Terdapat berbagai macam cara untuk menganalisis struktur baja, misalnya Sistem rangka bresing kosentrik (*Concentric Braced Frame*, CBF), Sistem rangka bresing eksentrik (*Eccentric Braced Frame*, EBF), dan Rangka Penahan Momen. Pengaku (*bracing*) yang diterapkan pada struktur bangunan baja berguna untuk meningkatkan kekakuan struktur dan meminimalisir deformasi horizontal (*drift*) pada bangunan baja akibat beban gempa. Hal ini penting, karena struktur bangunan memerlukan pengaku untuk

menahan gerak geser akibat gempa pada sambungan. Berdasarkan penelitian Du dkk. (2019) pengaku konsentrik banyak digunakan di daerah kegempaan tinggi sebagai sistem penahan gempa karena struktur dan ekonomi yang efisiensi, mempunyai daktilitas yang tinggi serta dapat mendisipasi energi dengan baik. Berdasarkan penelitian Daneshmand & Hashemi (2012) pengaku eksentrik terbukti sangat efisien dalam menahan beban gempa jika dibandingkan dengan rangka konsentrik dan mempunyai karakteristik kekakuan dan daktilitas yang baik.

Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan perilaku dan kinerja struktur rangka baja menggunakan jenis struktur *split K braced* EBF dan *inverted V braced* CBF. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis kinerja pengaku yang kuat dan mampu menahan beban gempa di antara struktur baja pengaku eksentrik dan pengaku konsentrik.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian mengenai analisis perbandingan struktur rangka baja tipe *split K braced* EBF dan *inverted V braced* CBF dengan *time history analysis* mempunyai rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana kinerja struktur berdasarkan simpangan lantai, *drift ratio*, dan gaya geser dasar dari struktur rangka bresing *split K braced* EBF dan *inverted V braced* CBF akibat beban rencana?
2. Bagaimana respons struktur berupa *displacement*, kecepatan, dan percepatan dari struktur rangka baja dengan sistem rangka bresing *split K braced* EBF dan *inverted V braced* CBF akibat beban gempa *time history*?
3. Bagaimana efektivitas dari struktur rangka bresing *split K braced* EBF dan *inverted V braced* CBF dalam menahan beban gempa rencana?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian analisis perbandingan struktur rangka baja tipe *split K braced* EBF dan *inverted V braced* CBF dengan *time history analysis* adalah:

1. Untuk menganalisis dan membandingkan kinerja struktur berdasarkan simpangan lantai, *drift ratio*, dan gaya geser dasar dari struktur rangka baja *split K braced* EBF dan *inverted V braced* CBF akibat beban gempa rencana.

2. Untuk menganalisis dan membandingkan respons struktur berupa simpangan, kecepatan, dan percepatan dari struktur rangka baja dengan sistem rangka bresing *split K braced* EBF dan *inverted V braced* CBF.
3. Untuk mengevaluasi struktur rangka baja jenis bresing *split K braced* EBF dan *inverted V braced* CBF yang memiliki efektivitas dalam menahan beban gempa.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian analisis perbandingan struktur rangka baja tipe *split K braced* EBF dan *inverted V braced* CBF dengan *time history analysis* dibatasi pada:

1. Pemodelan struktur baja menggunakan portal 10 tingkat 3D.
2. Struktur portal menggunakan tipe *split K braced* EBF dan *inverted V braced* CBF.
3. Analisa struktur menggunakan *software ETABS ver 18.1.1*
4. Tidak membahas tentang perencanaan pondasi.
5. Tidak membahas secara detail mengenai sambungan.
6. Tumpuan menggunakan perletakan jepit untuk semua kolom.
7. Tidak memperhatikan aspek manajemen konstruksi

DAFTAR PUSTAKA

- AISC 341, 2010. *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*. Chicago, IL: American Institute of Steel Construction.
- Armouti, N., 2008. *Earthquake Engineering: Theory and Implementation*. 2nd ed. United States of America: International Code Council.
- ASCE 41-06, 2007. *Seismic Rehabilitation of Existing Buildings*. Reston, VA: American Society of Civil Engineers.
- ATC 40, 1996, *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*, Applied Technology Council, Redwood City, California.
- Badan Standardisasi Nasional, 2019. *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bruneau, M., Uang, C. dan Whittaker, A., 1998. *Ductile design of steel structures*. New York: McGraw-Hill.
- Ciptakarya., 2021. Desain Spektra Indonesia. Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PUPR, dilihat 21 Juli 2021.
<http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>
- Clough, R. dan Penzien, J., 1993. *Dynamics of structures*. New York: McGraw Hill.
- Computers dan Structures, Inc., 2017. *CSi Analysis Reference Manual*. Berkeley: Computers and Structures, Inc.
- Daneshmand, A. dan Hosseini Hashemi, B., 2012. Performance of intermediate and long links in eccentrically braced frames. *Journal of Constructional Steel Research*, 70, pp.167-176.
- Du, Z., Liu, Y. dan Chan, S., 2019. A practical analytical model for special concentrically braced frames. *Journal of Constructional Steel Research*, 155, pp.219-232.
- Engelhardt, M., 2007. *Design of Seismic Resistant Steel Building Structures*. Chicago, Illinois.: American Institute of Steel Construction.
- FEMA-356, 2000. *Pre-standard and commentary of seismic rehabilitation of building*. Washington DC, USA: Federal Emergency Management Agency.

- Halim, H. dan Hsu, H., 2020. Steel A-braced frame upgrade performance under various load characteristics. *Journal of Constructional Steel Research*, 175, p.106303.
- Karsaz, K. dan Razavi Tosee, S., 2021. A Comparative Study on the Behavior of Steel Moment-Resisting Frames with Different Bracing Systems Based on a Response-Based Damage Index.
- Khademi, Y. dan Rezaie, M., 2017. Comparison Study of CBFs and EBFs Bracing in Steel Structures with Nonlinear Time History Analysis. *Civil Engineering Journal*, 03(11), pp.1157-1165.
- Kotabagi, S., K.Manjunatha, D., Patil, H. dan Dyavappanavar, S., 2015. A Comparative Study on Moment Resisting Steel Frames With & Without Bracings Subjected to Dynamic Loads for High Rise Buildings. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 02(07), pp.416-424.
- Kumar, P., Sahoo, D. dan Kumar, A., 2018. Seismic response of concentrically braced frames with staggered braces in split-x configurations. *Journal of Constructional Steel Research*, 142, pp.17-30.
- Muhammad, D. dan Suswanto, B., 2020. Studi Numerik Performa Rangka Bresing Eksentrik Link Vertikal Profil Tubular. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 18(1), p.95.
- Patil, D. dan Sangle, K., 2015. Seismic Behaviour of Different Bracing Systems in High Rise 2-D Steel Buildings. *Structures*, 3, pp.282-305.
- Rochmah, N., 2020. Perbandingan Simpangan Gedung Lantai Rendah Dengan Menggunakan 2 Tipe Bresing. *Jurnal Extrapolasi*, 17(2), pp.35-44.
- Suswanto, B., Amalia, A., Wahyuni, E. dan Wilson, J., 2017. Numerical behavior study of short link, intermediate link and long link in eccentrically braced frame steel structure. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(21), pp.11460-11471.
- Taranath, B., 2012. *Structural Analysis and Design of Tall Buildings*. 1st ed. Boca Raton: CRC Press.
- Timothy,D. dkk., 2014. *PEER Ground Motion Database*. University of California, dilihat 3 Maret 2021. <<https://ngawest2.berkeley.edu>>