

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan studi yang telah dilakukan pada gedung tubular, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Peralihan lantai maksimum,  $\delta$ , model sistem EBF lebih besar dibandingkan sistem SCBF dan keduanya melewati prediksi yang telah diatur dalam SNI 1726:2012 karena terjadi peralihan yang besar di lantai 1 gedung.
2. Faktor pembesaran defleksi,  $C_d$ , hasil analisis riwayat waktu lebih besar dari desain pada SNI 1726:2012 dengan perbedaan 33,0% - 60,2% pada lantai 1 model SCBF dan 0,2% -285,8% pada seluruh lantai model EBF. Walaupun keduanya melebihi desain, sistem SCBF menunjukkan hasil  $C_d$  yang lebih dekat dengan desain.
3. Faktor kuat-lebih,  $\Omega_0$ , hasil analisis riwayat waktu pada sistem SCBF lebih besar 42,6% dari desain, sedangkan pada sistem EBF lebih besar 124,0% dari desain. Walaupun keduanya melebihi desain, sistem SCBF menunjukkan  $\Omega_0$  yang lebih dekat dengan desain.
4. Prediksi faktor kuat-lebih,  $\Omega_0$ , pada gedung tubular tidak dapat ditentukan berdasarkan faktor kuat-lebih pada SNI 1726:2012 karena elemen-elemen yang tidak pada arah kekuatan gempa dapat terus menerima gaya geser dasar,  $V$ , pada kondisi inelastis sehingga bangunan mempunyai kekuatan lebih.
5. Sendi plastis model SCBF terjadi pada breising dan model EBF terjadi pada *link* sebagaimana dimaksudkan untuk plastis terlebih dulu dibandingkan elemen-elemen lainnya. Tetapi, pada kolom lantai 1 sistem EBF ditemukan sendi plastis akibat gempa Denpasar 1979.
6. Hasil distribusi sendi plastis yang tersebar di perimeter terbreis gedung menunjukkan bentuk gedung tubular dapat mengutilitaskan fungsi breising hampir di segala sisi.
7. Waktu terjadinya sendi plastis pertama pada sistem SCBF lebih lama dibandingkan sistem EBF.

8. Tingkat kinerja struktur sistem EBF adalah *Life Safety* sehingga lebih baik dibandingkan sistem SCBF yang kinerja strukturnya *Collapse Prevention*.
9. Berdasarkan kurva histeresis masing-masing model struktur, terdapat perpindahan permanen puncak dari sumbu netral bangunan pada sistem SCBF akibat gempa El Centro 1940 dan Denpasar 1979.
10. Model sistem SCBF menunjukkan perilaku inelastik yang paling kritis akibat gempa El Centro 1940 dan model sistem EBF menunjukkan perilaku inelastik yang paling kritis akibat gempa Denpasar 1979.
11. Berdasarkan hasil analisis pada struktur gedung yang dikaji dalam studi ini, kedua struktur dengan sistem SCBF dan EBF mempunyai kekurangan dan kelebihan masing-masing,. Keduanya menunjukkan kinerja yang baik karena belum melewati simpangan antar lantai izin.

## 5.2 Saran

Saran-saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah:

1. Dalam mendesain bangunan-bangunan khusus, contohnya bangunan yang bukan berbentuk poligon sederhana atau yang tidak mengikuti sumbu kartesian, perlu dilakukan analisis riwayat waktu inelastis karena dapat terjadi perbedaan dengan hasil prediksi analisis spektrum respons atau yang telah disyaratkan dalam peraturan akibat adanya ada efek-efek dinamik yang tidak bisa diperhitungkan dengan analisis elastik dan inelastik.
2. Perlu dilakukan studi lanjutan dengan menggunakan variasi tipe atau konfigurasi pada bangunan tubular.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Institute of Steel Construction: AISC 341-16. (2016). *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*. American Institute of Steel Construction. Chicago, Illinois.
- American Society of Civil Engineers: ASCE 41-13. (2014). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia.
- Archinomy. (2018). “30 St' Mary Axe (The Gherkin), London,” (Online), (<http://www.archinomy.com/case-studies/669/30-st-mary-axe-the-gherkin-london>, diakses 24 Agustus 2018)
- Bruneau, Michel dan MacRae, Greg. (2017). “*Reconstructing Christchurch: A Seismic Shift in Building Structural Systems*”, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.
- Chopra, Anil K. (2012). “*Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering, 4<sup>th</sup> Edition*”, Prentice Hall, New Jersey, United States.
- Computers and Structures. Inc.(2016). *CSI Analysis Reference Manual for SAP. ETABS. And SAFE*. University Avenue. Berkeley, California.
- Departemen Pekerjaan Umum: SNI 1726:2012. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta, Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum: SNI 1727:2013. (2013). *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta, Indonesia.

- Departemen Pekerjaan Umum: SNI 1729:2015. (2015). *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta, Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum: SNI 7860:2013. (2013). *Ketentuan Seismik untuk Struktur Bangunan Gedung Baja*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta, Indonesia.
- Doshi, Jinal. (2016). “*Ductility in Structures*,” (Online), (<https://www.thestructuralmadness.com/2016/06/ductility-in-structures.html>, diakses 1 Oktober 2018)
- Engelhardt, Michael D. (2007). “*Design of Seismic-Resistant Steel Building Structures*”. University of Texas at Austin with the support of the American Institute of Steel Construction. Texas, U.S.
- FEMA 356. (2000). *Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings*. American Society of Civil Engineers. Reston, Virginia.
- FEMA P-750.(2009). *NEHRP Recommended Seismic Provisions For New Building and Other Structures*, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia.
- Indiani, Astrid Marion. (2018). “*Studi Perkuatan Struktur Gedung Beton Bertulang Iregular dengan Rangka Baja Eksternal Terbreis Konsentris dan Eksentris*”, Skripsi, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Lilhanand K, Tseng WS (1987) “*Generation of synthetic time histories compatible with multiple-damping design response spectra*”. Bechtel Power Corp. San Francisco, California, U.S.
- Lilhanand K, Tseng WS (1988) “*Development and application of realistic earthquake time histories compatible with multiple-damping design spectra*”, Laporan Ninth World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo-Kyoto, Jepang.

- Minke, G. (2001). *Construction Manual for Earthquake-Resistant Houses Built Of Earth*, GATE-BASIN, (<http://www.gtz.de/basin>, diakses 24 Agustus 2018)
- National Institute of Standards and Technology. (2016). *Seismic Design of Steel Special Moment Frames: A Guide for Practicing Engineers, Second Edition, NEHRP Seismic Design Technical Brief No. 2*. Applied Technology Council and the Consortium of Universities for Research in Earthquake Engineering, Gaithersburg, Maryland.
- Gioncu, V. dan Mazzolani, F. (2014). “*Seismic Design of Steel Structures*”. Taylor & Francis Group, U.S.
- Purwono, R. 2005. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. ITSpres. Surabaya, Indonesia.
- Rentschler, Glenn P. (1979). “*Analysis and design of steel beam-to-column web connections, Ph.D. dissertation, August 1979*”, Disertasi, Lehigh University, Bethlehem, Pennsylvania.
- Setyadhi, Alvan Ferdian. (2017). “*Studi Perbandingan Perilaku Inelastik Antara Inverted V-Breising Konsentris Konvensional dan Buckling-Restrained Brace*”, Skripsi, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Sinha, Ravi. (2004). “*Indigenous Earthquake-Resistant Technologies – An Overview*,” (Online), ([www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13\\_5053.pdf](http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13_5053.pdf), diakses 24 Agustus 2018)
- Taranath, Bungale S. (2012). “*Structural Analysis and Design of Tall Buildings: Steel and Composite Construction*”. Taylor & Francis Group, Didcot, U.K.
- Tim Pusat Studi Gempa Nasional. (2017). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. Badan Penelitian dan Pengembangan. Bandung, Indonesia.
- USGS. (2018). “*20 Largest Earthquakes in the World*,” (Online), *USGS Data*, (<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/browse/largest-world.php>, diakses 24 Agustus 2018)

