

# **BAB V**

## **PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan atas penelitian ini pada dasarnya dibuat dengan mengacu pada hasil desain final dan respon in-elastis dari ketiga model struktur sebagaimana menjadi sampel penelitian ini. Ketiga model struktur tersebut adalah model struktur 1 yang didesain tanpa skala desain, model struktur 2 yang didesain dengan skala desain sedemikian sehingga ratio gaya geser dasar menjadi 0,85 dan model struktur 3 yang didesain dengan skala desain sedemikian sehingga ratio gaya geser dasar menjadi 1,00. Sebelum sampai pada kesimpulan tersebut, perlu ditekankan bahwa ketiga model struktur sebagaimana menjadi sampel penelitian ini telah memenuhi kriteria kinerja bangunan yaitu periode fundamental struktur dan partisipasi massa ragam serta kriteria kinerja struktur yaitu simpangan antar lantai dan stabilitas struktur. Adapun kesimpulan atas penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **1. Pola Penulangan:**

- A.** Pola penulangan memanjang balok untuk model struktur 2 dan model struktur 3 adalah persis sama sedangkan untuk model struktur 1, pola tersebut berbeda. Jumlah tulangan memanjang balok untuk model struktur 1 relatif lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah tulangan memanjang balok untuk model struktur 2 dan model struktur 3.
- B.** Pola penulangan geser balok baik untuk model struktur 1, model struktur 2 maupun untuk model struktur 3 adalah persis sama baik pada jarak antar tulangan maupun jumlah kaki pengekang.
- C.** Pola penulangan memanjang kolom untuk model struktur 2 dan model struktur 3 adalah persis sama sedangkan untuk model struktur 1, pola tersebut berbeda. Jumlah tulangan memanjang kolom untuk model struktur 1 relatif lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah tulangan memanjang kolom untuk model struktur 2 dan model struktur 3.

D. Pola penulangan geser kolom baik untuk model struktur 1, model struktur 2 maupun untuk model struktur 3 adalah persis sama baik pada jarak antar tulangan maupun jumlah kaki pengekang.

## **2. Respon In-Elastis:**

A. Gaya geser dasar di titik kinerja untuk model struktur 2 dan model struktur 3 adalah persis sama sedang untuk model struktur 1 adalah lebih kecil. Untuk ketiga model struktur tersebut, gaya geser dasar di titik kinerja dianggap aman terhadap gaya geser dasar desainnya. Adapun perbandingan antara gaya geser dasar di titik kinerja antara model struktur 2 terhadap model struktur 1 serta antara model struktur 3 terhadap model struktur 1 menunjukkan bahwa kenaikan yang terjadi tidaklah sebesar skala desain dan relatif tidak signifikan.

B. Simpangan antar lantai di titik kinerja untuk model struktur 2 dan model struktur 3 adalah persis sama sedang untuk model struktur 1 adalah lebih kecil. Untuk ketiga model struktur tersebut, simpangan antar lantai di titik kinerja masih berada dalam batasan SNI 1726:2012. Adapun perbandingan antara simpangan antar lantai di titik kinerja antara model struktur 2 terhadap model struktur 1 serta antara model struktur 3 terhadap model struktur 1 menunjukkan bahwa kenaikan yang terjadi tidaklah sebesar skala desain dan relatif tidak signifikan.

C. Level kinerja struktur untuk ketiga model struktur baik akibat beban dorong arah X maupun akibat beban dorong arah Y berada diantara *Immediate Occupancy (IO)* dan *Life Safety (LS)*. Adapun maksud dari level kinerja antara *Immediate Occupancy (IO)* dan *Life Safety (LS)* adalah terjadi kerusakan non-struktural dan struktural namun bangunan masih dapat digunakan lagi setelah mendapat perbaikan.

D. Pola pembentukan dan distribusi sendi plastis untuk model struktur 1, model struktur 2 dan model struktur 3 secara umum menunjukkan bahwa prinsip desain kolom kuat balok lemah telah terpenuhi. Namun demikian, jumlah sendi plastis yang berstatus lebih besar dari CP untuk model struktur 1 adalah lebih banyak dari model struktur 2 dan model struktur 3. Jumlah sendi plastis yang berstatus lebih besar dari CP

untuk model struktur 2 dan model struktur 3 sendiri adalah persis sama. Selisih jumlah elemen dengan status sendi plastis lebih besar dari CP antara model struktur 1 dengan model struktur 2 dan model struktur 3 adalah sebesar 2 buah. Angka ini dianggap tidak signifikan karena bagaimanapun prinsip desain kolom kuat balok lemah telah terpenuhi dan di saat yang bersamaan level kinerja bangunan secara umum berada diantara *Immediate Occupancy (IO)* dan *Life Safety (LS)* dengan presentase simpangan atap yang tidak jauh berbeda untuk ketiga model struktur.

### **3. Pengaruh Variasi Skala Desain:**

Secara umum, variasi skala desain tidak berpengaruh signifikan terhadap respon in-elastis struktur. Pada saat struktur didesain tanpa pemberian skala desain (model struktur 1), struktur memang menunjukkan respon in-elastis yang relatif tidak lebih baik dibandingkan pada saat struktur didesain dengan pemberian skala desain sesuai kondisi 2 (model struktur 2). Namun demikian, karena perbandingannya relatif sangat kecil, pemberian skala desain sesuai kondisi 2 tersebut dianggap tidak signifikan mempengaruhi respon in-elastis struktur. Adapun ketika skala desain diperbesar sampai pada kondisi 3 (model struktur 3), respon in-elastis struktur menunjukkan hasil yang persis sama dengan kondisi sebelumnya. Hal ini berarti bahwa peningkatan skala desain dari kondisi 2 ke kondisi 3 tidak berpengaruh sama sekali terhadap respon in-elastis struktur.

## **5.2 Saran**

Oleh karena bangunan yang dijadikan sampel penelitian ini adalah bangunan sederhana, pengaruh-pengaruh dari ketidakberaturan struktural baik secara vertikal maupun horizontal yang sangat umum terjadi pada bangunan riil tidak terakomodir dalam penelitian ini. Oleh karena itu, dalam rangka pengembangan penelitian, disarankan untuk menggunakan bangunan dengan konfigurasi yang lebih kompleks sehingga pengaruh-pengaruh ketidakberaturan

struktural tersebut dapat terakomodir dalam keseluruhan proses analisis linear, desain dan analisis non-linear.

## DAFTAR PUSTAKA

- Handbook for The Seismic Evaluation of Buildings FEMA 310. (1998). Federal Emergency Management Agency. Washington DC: Building Seismic Safety Council
- Prestandard and Comentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings FEMA 356. (2000). Federal Emergency Management Agency. Washington DC: Building Seismic Safety Council.
- Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. (2002). Standar Nasional Indonesia. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures Revision of ASCE 7-98. (2003). American Society of Civil Engineers. Virginia: the American Society of Civil Engineers.
- NEHRP Recommended Seismic Provisions. (2009). Federal Emergency Management Agency. Washington DC: Building Seismic Safety Council.
- Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung. (2012). Standar Nasional Indonesia. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. (2013). Standar Nasional Indonesia. Jakarta.
- Building Code Requirements for Structural Concrete ACI 318M-14. (2014). American Concrete Institute.
- NEHRP Recommended Seismic Provisions for New Buildings and Other Structures. (2015). Federal Emergency Management Agency. Washington DC: Building Seismic Safety Council.
- Lumantarna, B. (1999). Gempa Rencana untuk Analisa Riwayat Waktu. Jurnal Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan – Universitas Kristen Petra.
- Breks, C. (2010). Analisa Statik Non-linear. Jakarta: Kripton.
- Budiono, B. (2014). Perkembangan Desain Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa di Indonesia. Jurnal Teknik Sipil ITB.
- CSI.Inc. (2016). Structural and Earthquake Engineering Software. Berkeley.

- Dewobroto, W. (2004). Komputer Rekayasa Struktur. Yogyakarta: Lumina Press.
- Faizah, R. (2013). Analisis Gaya Gempa Rencana pada Struktur Bertingkat Banyak. (189S).
- Faizah, R. (2015). Studi Perbandingan Pembebanan Gempa Statik Ekuivalen dan Dinamik Time History pada Gedung Bertingkat di Yogyakarta. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika.
- Sutanto, F. (2013). Analisa Perhitungan Struktur Bangunan Gedung Head Office dan Showroom Yamaha Pontianak. Jurnal Prodi Teknik Sipil FT. Utan.
- Ilham, N. (2012). Analisis Struktur Gedung Bank Bri-Aceh dengan Etabs. Jurnal Teknik Sipil.
- Fardipour, K. (2011). Seismic Assessment of Existing Structures by Displacement Principles. London: Taylor & Francis Group,.
- Nasution, F. (2013). Perbandingan Analisis Statik Ekuivalen dan Analisis Dinamik Ragam Spektrum Respons pada Struktur Beraturan dan Struktur dengan Ketidakberaturan Massa Sesuai Rsi 03-1726-201x. Medan.
- Ilham, N. (2011). Analisis Struktur Gedung dengan Software Etabs V9.2.0. Padang: MNI.
- Pawirodikromo, W. (2012). Seismologi Teknik dan Rekayasa Gempa. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan RSNI 2847:201x. (t.thn.). Standar Nasional Indonesia. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Rahmawan, D. (2015). Analisis Kinerja Model Gedung Tidak Beraturan 5 Lantai di Wilayah Barlingmascakeb pada Kondisi Tanah Sedang Akibat Beban Gempa SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012. Purwokerto.
- Reky S. (2016). Analisa Statik dan Dinamik Gedung Bertingkat Banyak Akibat Gempa Berdasarkan SNI 1726-2012 dengan Variasi Jumlah Tingkat. Jurnal Sipil Statik Vol.4 .
- Setiawan, A. A. (2014). Gaya Geser Dasar Seismik Berdasarkan SNI-03-1726-2002 dan SNI-03-1726-2012 pada Struktur Gedung Grand Edge, Semarang. Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer .

Sutio, S. (2011). Analisis Pengaruh Beban Gempa Statik Ekuivalen dan Angin pada Struktur Gedung dengan Variasi Rasio Kelangsingan Bangunan. Padang.

Vis, W. (1993). Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang. Jakarta: Erlangga.