

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dalam tahap preliminary desain dan final desain maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut;

5.1.1 Kebutuhan Tulangan Balok dan Kolom

5.1.1.1 Kebutuhan Tulangan Balok

1. Tulangan Memanjang Balok
 - a. Secara umum rasio luas tulangan memanjang di daerah tumpuan (A_s^+/A_s^-) untuk semua tipe tulangan lebih besar dari 50%.
 - b. Rasio tulangan terpasang hasil desain pada elemen balok bervariasi antara 0.005 sampai 0.015. Nilai tersebut masih berada antara rentangan rasio tulangan minimum dan maksimum (0.0035 sampai 0.025).
 - c. Dari aspek sebaran tulangan balok dapat disimpulkan bahwa balok-balok tepi umumnya memiliki jumlah tulangan terpasang yang lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah tulangan terpasang pada balok-balok interior.
 - d. Untuk tulangan memanjang lantai 10 tetap didesain dengan Desain Kapasitas karena pada beberapa frame terdapat jumlah tulangan memanjang yang jumlahnya masih lebih besar dari jumlah tulangan minimum.
2. Tulangan Geser Balok
 - a. Semua tulangan geser pada elemen balok utama dibagi dalam 3 zona, yaitu zona-A sebagai daerah sendi plastis, zona-B dan zona-C sebagai zona di luar sendi plastis.
 - b. Untuk tulangan geser pada elemen balok tepi umumnya menggunakan 2 kaki sengkang D-12 mm dengan jarak yang bervariasi pada masing-masing zona (Zona-A 100 mm, Zona-B 150 mm dan Zona-C 200 mm).
 - c. Tulangan geser pada elemen-elemen balok interior menggunakan kaki sengkang yang lebih banyak yakni 3 sampai dengan 4 kaki sengkang D-12 mm, dengan jarak yang bervariasi (Zona-A 100 mm, Zona-B 150 mm dan Zona-C 200 mm).

5.1.1.2 Kebutuhan Tulangan Kolom

1. Tulangan Memanjang Kolom
 - a. Hasil desain kapasitas menunjukkan rasio (ρ) tulangan kolom pada setiap lantai bervariasi antara 3,27 % sampai 3,86 %. Nilai tersebut masih berada antara rasio tulangan minimum dan maksimum yakni antara 1 % sampai 4 %.
 - b. Tulangan memanjang pada kolom *Soft Story Parsial* lebih sedikit dan semakin tinggi level bangunan tulangan memanjang kolom semakin sedikit.
 - c. Jumlah tulangan memanjang kolom pada level bangunan yang paling tinggi (Lantai 10) memiliki jumlah tulangan paling sedikit.
2. Tulangan Geser Kolom
 - a. Semua tulangan geser pada kolom dibagi dalam daerah sendi plastis (l_o) dan daerah luar sendi plastis (luar l_o).
 - b. Pada daerah sendi plastis (sepanjang l_o) dan daerah non-sendi plastis (di luar l_o) menggunakan tulangan sengkang D-13-100 mm.
 - c. Tulangan geser maximum berada pada lantai 3 yakni menggunakan D-13-100, 7 kaki dan berangsur-angsur mengecil hingga pada level bangunan tertinggi. Pada lantai 7 sampai lantai 10 menggunakan sengkang D-13-100, 4 kaki.

5.1.2 Hasil Analisis Pushover

1. Tingkat Kinerja (*Performance Level*)
 - a. Pada saat *performance point* bangunan mengalami perpindahan atap (*Roof Displacement*) pada Arah-X = 268,296 mm dan Arah-Y = 274,477 mm. Serta nilai gaya geser dasar (*Shear*) pada Arah-X = 29.660,7387 kN dan Arah-Y = 28.861,9496 kN.
 - b. Nilai *drift ratio* untuk Arah-X = 0,0074 dan untuk Arah-Y = 0,0075. Pada saat mencapai *performance point* struktur berada pada level *immediate occupancy*.
 - c. Pada saat bangunan mengalami beban gempa, struktur bangunan tidak mengalami keruntuhan dan hanya butuh perbaikan pada bangunan dengan resiko korban jiwa yang menjadi kecil.
 - d. Bangunan yang direncanakan jika diukur dari parameter *drift ratio* maka dapat dikatakan bahwa bangunan memiliki *performance level* yang baik pada saat memasuki fase in-elastis.

2. Simpangan Antar Lantai Tingkat (*Inter Story Drift*)

Kinerja struktur pada kondisi in-elastis jika diukur menggunakan parameter simpangan antar lantai tingkat (*Inter Story Drift*), memiliki kinerja yang baik karena memenuhi persyaratan kinerja berdasarkan ketentuan SNI khususnya pada saat mencapai nilai *Drift Maksimum* dan *performance point*.

3. Mekanisme Sendi Plastis

Mekanisme sendi plastis dalam arah B-T belum memenuhi konsep desain Kolom Kuat-Balok Lemah karena mekanisme sendi plastis tidak terjadi pada balok sama sekali pada saat sendi plastis muncul pertama pada step 16. Sendi plastis hanya terjadi pada kolom lantai dasar hingga terjadi *performance point* yakni pada step 26 dengan status IO dan CP.

Pada arah U-S, sendi plastis terjadi pada salah satu balok lantai 2 frame E dengan level *Immediate Occupancy* (IO) ketika sendi plastis muncul pertama. Pada saat terjadi *performance point* semua balok arah-Y terjadi sendi plastis hingga level lantai 4 (frame A-D) dan hingga lantai level lantai 5 (frame E). Balok dan kolom bersamaan mengalami sendi plastis sehingga ada kolom yang berada pada level *Immediate Occupancy* (IO) dan level *Collapse* (CP).

Berdasarkan mekanisme dan distribusi sendi plastis yang terbentuk diatas dapat disimpulkan bahwa konsep desain Kolom Kuat-Balok Lemah yang digunakan dalam konsep desain kapasitas tidak sepenuhnya menjamin bahwa ketika struktur dikenai beban gempa rencana akan mengalami pola perilaku yang sama sesuai dengan konsep Kolom Kuat-Balok Lemah itu sendiri.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil kajian maka dapat ditarik beberapa saran yang dapat direkomendasikan untuk desain selanjutnya, pada gedung yang memiliki Kategori Desain Seismik D dan gedung dengan kasus *Soft Story Parsial* ;

1. Untuk penelitian selanjutnya pada lantai paling atas (Lantai 10) tetap didesain dengan pendekatan kolom kuat balok lemah (Desain Kapasitas).
2. Untuk elemen balok induk pada frame-frame tepi dari lantai 1 hingga lantai 10 dimensi balok induk dapat diestimasi lebih kecil dari dimensi balok induk pada penelitian ini.

3. Desain bangunan bertingkat dengan tipikal bangunan seperti pada penelitian ini (*Soft Story Parsial*) harus lebih cermat karena kegagalan pada tipe bangunan seperti ini justru terjadi pada kolom pendek bukan pada kolom langsing.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Civil Engineers. 2000. *FEMA 356 – Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings*, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia.
- Applied Technology Council. 2004. *FEMA 440 – Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedure*, Applied Technology Council, California.
- Anonimus, 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Anonimus, 2002. SNI-1726-2012, *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Bandung.
- Anonimus, 2002. SNI 03-2847-2013, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Beta Version, Bandung.
- Apiet Nyoman Manimakani, dkk. 2017, *Desain Dan Analisis Respon In-Elastis Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Dengan Kasus Soft Story, Menggunakan Metode Analisis Pushover*, Jurnal Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira, Kupang.
- Budiono, B., 2011, *Studi Komparasi Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-201x*, Departemen Of Civil Engineering Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Dessy S. Tosari, dkk. 2016, *Pengaruh Dinding Pengisi Pada Lantai Dasar Bangunan Tingkat Tinggi Terhadap Terjadinya Mekanisme Soft Story*, Jurnal Teknik Sipil, Vol. V, No. 1, FST Undana, Kupang.
- Hizkia Yehezkiel Mamesah, dkk. 2014, *Analisis Pushover Pada Bangunan Dengan Soft First Story*, Jurnal Teknik Sipil, Vol.2 No.4, Universitas Sam Ratulangi
- Yogi Oktopianto dan Relly Andayani. 2013, *Evaluasi Kinerja Struktur Beton Bertulang Dengan Pushover Analysis*, Proceeding PESAT (Psikologi, Ekonomi, Sastra, Arsitektur & Teknik Sipil), Vol. 5, Bandung.