

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis *pushover* terhadap struktur baja gedung 1 dan gedung 2, maka dapat diambil beberapa kesimpulan seperti yang tercantum dibawah ini :

- 1) Analisis *Pushover* dapat memberikan informasi sejauh mana gempa rencana akan mempengaruhi suatu struktur bangunan tersebut.
- 2) Hasil analisis *pushover* menunjukkan gaya geser terbesar yang mampu ditahan struktur gedung 1 arah X adalah 7286,8901 KN dan arah Y sebesar 9926,5557 KN. Untuk gedung 2 gaya geser terbesar arah X sebesar 21076,8262 KN dan arah Y sebesar 23084,7344 KN. Menunjukkan bahwa penggunaan bresing membuat struktur lebih kuat menahan gaya lateral seperti ditunjukkan dalam kurva kapasitas.
- 3) Dari keempat metode FEMA 356, FEMA 440, spektrum kapasitas dan SNI 03-1726-2002 yang digunakan untuk menentukan target perpindahan memberikan hasil yang berbeda satu sama lain. Untuk gedung 1 dan gedung 2, δ_t terbesar (menentukan) untuk arah X dan Y adalah Metode Koefisien FEMA 273. Untuk gedung 1 dan 2, δ_t terkecil arah X adalah Metode Spektrum Kapasitas, dan arah Y adalah Kinerja Batas Ultimit SNI 1726.

- 4) Target perpindahan untuk gedung 1 dan gedung 2, yang dihitung berdasarkan FEMA 356, FEMA 440, spektrum kapasitas dan SNI 03-1726-2002 masih memiliki taraf kinerja life safety. Besarnya target perpindahan < nilai batas 0,02 H.
- 5) Berdasarkan batasan rasio *drift* atap menurut ATC-40, model struktur gedung 1 di wilayah gempa 5 tanah sedang, level kinerja strukturnya DC (*Damage Control*) dan termasuk tingkatan kinerja SP-2. Untuk gedung 2 level kinerja strukturnya IO (*Immediate Occupany*) termasuk dalam tingkatan kinerja SP-1.
- 6) Walaupun gedung 1 dan gedung 2 telah memenuhi kriteria perencanaan SNI, tetapi perilaku pasca lelehnya berbeda. Hal tersebut tidak dapat diketahui tanpa melakukan analisis *pushover*.

6.2 Saran

Saran-saran yang dapat diberikan penulis dari hasil Tugas Akhir, adalah sebagai berikut :

- 1) Dalam perhitungan desain struktur baja tahan gempa, sebaiknya memperhatikan kondisi pasca elastik agar memperoleh kinerja struktur akibat dari gempa tersebut. Dengan demikian perencana dapat mendapat informasi bagaimana bangunan tersebut berperilaku bila ada gempa. Analisis *pushover* memberikan perkiraan gaya maksimum serta deformasi dan informasi bagian yang kritis sehingga dapat diidentifikasi bagian-bagian yang memerlukan perhatian khusus.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah S dan Megantara Y, “ Pemodelan Struktur Bangunan Gedung Bertingkat Beton Bertulang Rangka Terbuka Simetris Di Daerah Rawan Gempa Dengan Metode Analisis Pushover, Palembang 2011.
- Applied Technology Council, “ATC 40 - Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings”, Redwood City, California, U.S.A, 1996.
- ASCE, ”FEMA 356 - Prestandard And Commentary For The Seismic Rehabilitation Of Buildings”, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., 1997.
- ATC-55 project. “FEMA 440 - Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures”, Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C, 2004.
- ATC-33 Project. “FEMA 273 - NEHRP Guidelines For The Seismic Rehabilitation Of Buildings”, *Building Seismic Safety Council*, Washington, D.C., 1997.
- Badan Standarisasi Nasional, “Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung”, SNI 1728, 1989.
- Badan Standarisasi Nasional, “Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Gedung”, SNI-03-1726-2002.
- Badan Standarisasi Nasional, “Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung”, SNI 03-1726-2002.
- BSSC, ”FEMA 222 – NEHRP Recommended Provision For Seismic Regulation For New Building”, Washington, D.C., 1995.
- Dewobroto, W. “Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover” Jurusan Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan, 2005.
- Kholilur R, Kristiawan SA, dan Mukahar. “Asesmen Kinerja Struktur Gedung Timbul Jaya Plaza Kota Madiun Pasca Alih Fungsi”, Universitas Merdeka Madiun, Media Teknik Sipil, Volume IX, juli 2005.
- Michael L and William C , “Design of Special Concentric Braced Frames”, Los Angeles, San Francisco, California, 2004.
- Oguz, S (2005), Evaluation of Pushover Analysis Procedures for Frame Structures. Master, Tesis, Department of Civil Engineering, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, 2005.

SEAOC,” Vision 2000 – A Framework For Performance Based Earthquake Engineering.” Vol,1,January,1995.

Suprpto dan Sudarto, “EVALUATION OF PERFORMANCE OF ASYMMETRICALLY DUAL SYSTEM STRUCTURES USING PUSHOVER AND TIME HISTORY ANALYSES” Journal Of Civil Engineering/ vol 29 No. 1/ may 2009.

Sumargo, andhy K, dan Hermansa. “ Evaluasi Perbandingan Kinerja Bangunan Momen Frame dengan Eccentrically Brace Frame”, Jurnal teknik sipil Universitas Jenderal Achmad Yani, Volume VII, No 2, November 2008.

Pranata, Y.A. “ Studi Analisis Beban Dorong Untuk Gedung Beton Bertulang Beraturan dan Tidak Beraturan, Master Thesis, Program Magister Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, 2005.

Pranata, Y.A. “Studi Menentukan Parameter Daktilitas Peralihan Aktual, Studi Kasus Rangka beton Bertulang Bertingkat rendah, Program Pascasarjana, Doktor Ilmu Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, 2008.



LAMPIRAN

Tabel 1 Faktor Keutamaan I Untuk Berbagai Kategori Gedung Dan Bangunan

Kategori gedung	Faktor Keutamaan		
	I ₁	I ₂	I
Gedung umum seperti untuk penghunian, perniagaan dan perkantoran	1,0	1,0	1,0
Monumen dan bangunan monumental	1,0	1,6	1,6
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi.	1,4	1,0	1,4
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun.	1,6	1,0	1,6
Cerobong, tangki di atas menara	1,5	1,0	1,5

(Sumber : SNI 03-1726-2002)

Catatan :

Untuk semua struktur bangunan gedung yang ijin penggunaannya diterbitkan sebelum berlakunya Standar ini maka Faktor Keutamaan I, dapat dikalikan 80%.

Tabel 2 Faktor daktilitas maksimum, faktor reduksi gempa maksimum, faktor Kuat Lebih Struktur Dan Faktor Kuat Lebih Total Beberapa Jenis Sistem Dan Subsistem Struktur Bangunan

Sistem dan subsistem struktur gedung	Uraian sistem pemikul beban gempa	μ_m	R_m	f
1. Sistem dinding penumpu (Sistem struktur yang tidak memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Dinding penumpu atau sistem bresing memikul hampir semua beban gravitasi. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing).	1. Dinding geser beton bertulang	2,7	4,5	2,8
	2. Dinding penumpu dengan rangka baja ringan dan bresing tarik	1,8	2,8	2,2
	3. Rangka bresing di mana bresingnya memikul beban gravitasi			
	a. Baja	2,8	4,4	2,2
	b. Beton bertulang (tidak untuk Wilayah 5 & 6)	1,8	2,8	2,2
2. Sistem rangka gedung (Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing).	1. Rangka bresing eksentris baja (RBE)	4,3	7,0	2,8
	2. Dinding geser beton bertulang	3,3	5,5	2,8
	3. Rangka bresing biasa			
	a. Baja	3,6	5,6	2,2
	b. Beton bertulang (tidak untuk Wilayah 5 & 6)	3,6	5,6	2,2
	4. Rangka bresing konsentrik khusus			
	a. Baja	4,1	6,4	2,2
	5. Dinding geser beton bertulang berangkai daktail	4,0	6,5	2,8
	6. Dinding geser beton bertulang kantilever daktail penuh	3,6	6,0	2,8
7. Dinding geser beton bertulang kantilever daktail parsial	3,3	5,5	2,8	
3. Sistem rangka pemikul momen (Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur)	1. Rangka pemikul momen khusus (SRPMK)			
	a. Baja	5,2	8,5	2,8
	b. Beton bertulang	5,2	8,5	2,8
	2. Rangka pemikul momen menengah beton (SRPMM)	3,3	5,5	2,8
	3. Rangka pemikul momen biasa (SRPMB)			
	a. Baja	2,7	4,5	2,8
	b. Beton bertulang	2,1	3,5	2,8
4. Rangka batang baja pemikul momen khusus (SRBPMK)	4,0	6,5	2,8	

Sistem dan subsistem struktur gedung	Uraian sistem pemikul beban gempa	μ_m	R_m	f
<p>4. Sistem ganda</p> <p>(Terdiri dari: 1) rangka ruang yang memikul seluruh beban gravitasi; 2) pemikul beban lateral berupa dinding geser atau rangka bresing dengan rangka pemikul momen. Rangka pemikul momen harus direncanakan secara terpisah mampu memikul sekurang-kurangnya 25% dari seluruh beban lateral; 3) kedua sistem harus direncanakan untuk memikul secara bersama-sama seluruh beban lateral dengan memperhatikan interaksi /sistem ganda)</p>	1. Dinding geser			
	a. Beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang	5,2	8,5	2,8
	b. Beton bertulang dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
	c. Beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang	4,0	6,5	2,8
	2. RBE baja			
	a. Dengan SRPMK baja	5,2	8,5	2,8
	b. Dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
	3. Rangka bresing biasa			
	a. Baja dengan SRPMK baja	4,0	6,5	2,8
	b. Baja dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
	c. Beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang (tidak untuk Wilayah 5 & 6)	4,0	6,5	2,8
	d. Beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang (tidak untuk Wilayah 5 & 6)	2,6	4,2	2,8
	4. Rangka bresing konsentrik khusus			
	a. Baja dengan SRPMK baja	4,6	7,5	2,8
b. Baja dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8	
5. Sistem struktur gedung kolom kantilever: (Sistem struktur yang memanfaatkan kolom kantilever untuk memikul beban lateral)	Sistem struktur kolom kantilever	1,4	2,2	2
6. Sistem interaksi dinding geser dengan rangka	Beton bertulang biasa (tidak untuk Wilayah 3, 4, 5 & 6)	3,4	5,5	2,8
<p>7. Subsistem tunggal</p> <p>(Subsistem struktur bidang yang membentuk struktur gedung secara keseluruhan)</p>	1. Rangka terbuka baja	5,2	8,5	2,8
	2. Rangka terbuka beton bertulang	5,2	8,5	2,8
	3. Rangka terbuka beton bertulang dengan balok beton pratekan (bergantung pada indeks baja total)	3,3	5,5	2,8
	4. Dinding geser beton bertulang berangkai daktail penuh.	4,0	6,5	2,8
	5. Dinding geser beton bertulang kantilever daktail parsial	3,3	5,5	2,8

(Sumber : SNI 03-1726-2002)

Table 3-1 Values for Effective Mass Factor C_m ¹

No. of Stories	Concrete Moment Frame	Concrete Shear Wall	Concrete Pier-Spandrel	Steel Moment Frame	Steel Concentric Braced Frame	Steel Eccentric Braced Frame	Other
1-2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3 or more	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0

1. C_m shall be taken as 1.0 if the fundamental period, T , is greater than 1.0 second

Table 3-2 Values for Modification Factor C_0 ¹

Number of Stories	Shear Buildings ²		Other Buildings
	Triangular Load Pattern (1.1, 1.2, 1.3)	Uniform Load Pattern (2.1)	Any Load Pattern
1	1.0	1.0	1.0
2	1.2	1.15	1.2
3	1.2	1.2	1.3
5	1.3	1.2	1.4
10+	1.3	1.2	1.5

- Linear interpolation should be used to calculate intermediate values
- Buildings in which, for all stories, interstory drift decreases with increasing height.

Table 3-3 Values for Modification Factor C_2

Structural Performance Level	$T \leq 0.1$ second ³		$T > T_s$ second ³	
	Framing Type 1 ¹	Framing Type 2 ²	Framing Type 1 ¹	Framing Type 2 ²
Immediate Occupancy	1.0	1.0	1.0	1.0
Life Safety	1.3	1.0	1.1	1.0
Collapse Prevention	1.5	1.0	1.2	1.0

- Structures in which more than 30% of the story shear at any level is resisted by any combination of the following components, elements or frames; ordinary moment-resisting, concentrically-braced frames, frames with partially-restrained connections, tension-only braces, unreinforced masonry walls, shear-critical, piers and spandrels of reinforced concrete or masonry.
- All frames not assigned to Framing Type 1.
- Linear interpolation shall be used for intermediate values of T

(Sumber : FEMA 273)