

ANALISA SIMPANGAN PADA STRUKTUR GEDUNG 10 LANTAI MENGGUNAKAN SNI 03-1726-2002 DAN RSNI 03-1726-201X

Soelarso¹⁾ Zulmahdi Darwis²⁾ Rian Sugara³⁾

^{1),2)} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jln. Jendral Sudirman KM. 3 Kota Cilegon Banten

³⁾ Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jln. Jendral Sudirman KM. 3 Kota Cilegon Banten

ABSTRAK

Perencanaan gempa merupakan kajian untuk menghasilkan efisiensi dan desain struktur yang tahan terhadap gaya gempa. Kajian perencanaan gempa harus menggunakan prosedur dan peraturan perencanaan yang terbaru. Peraturan perencanaan struktur gedung tahan gempa di Indonesia sendiri umumnya selalu diperbaharui guna mengakomodir perkembangan iptek dan selalu menyesuaikan dengan kondisi kebutuhan perencanaan struktur gedung. Peraturan perencanaan struktur gedung yang baru adalah RSNI 03-1726-2002 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Perencanaan gempa menghasilkan simpangan yang disyaratkan tidak boleh melebihi simpangan izin menurut peraturan yang digunakan.

Perhitungan gempa pada struktur gedung 10 lantai dihitung dengan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung dan SNI 03-1729-2002 dan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung Rumah Dan Gedung RSNI 03-1726-201X. Nilai gaya gempa yang didapatkan dianalisis menggunakan program bantuan komputer yaitu ETABS v.9.6. untuk mendapatkan simpangan yang simpangannya tidak boleh melebihi simpangan yang disyaratkan.

Gaya gempa terbesar didapat dengan menghitung gempa menurut peraturan yang baru yaitu RSNI 03-1726-201X. Karena pada peraturan yang baru direncanakan dengan dengan kemungkinan terlewat besarannya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2 persen. Simpangan terbesar berada pada gempa yang didistribusikan pada joint struktur sedangkan gempa yang didistribusikan pada pusat massa simpangannya kecil.

Kata Kunci : Simpangan, SNI 03-1729-2002, RSNI 03-1726-201X

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bencana alam seperti gempa bumi yang akhir-akhir ini terjadi menyebabkan kerugian jiwa dan harta benda yang sangat besar, misalnya banyaknya bangunan yang mengalami keruntuhan sehingga memakan banyak korban. Hal ini disebabkan karena pada saat gempa terjadi, gedung akan mengalami simpangan horizontal (*drift*) dan apabila simpangan horizontal (*drift*) ini melebihi syarat aman yang telah ditetapkan oleh peraturan yang ada maka gedung akan mengalami keruntuhan. Untuk mengatasi hal tersebut beberapa elemen dari sebuah struktur harus didesain sedemikian rupa sehingga mampu menahan gaya-gaya lateral (beban gempa) yang terjadi.

Dengan adanya standar gempa Indonesia

yang baru yaitu Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung Rumah Dan Gedung (RSNI 03-1726-201X), hal ini menekankan tidak berlakunya lagi standar gempa yang lama yaitu SNI 03-1726-2002. Hal ini penting karena menurut standar yang baru ini, Gempa Rencana untuk perhitungan beban gempa pada struktur bangunan gedung, mempunyai periode ulang 2500 tahun, sedangkan menurut standar yang lama periode ulang tersebut hanya 500 tahun. Seperti diketahui, semakin panjang periode ulang suatu gempa, akan semakin besar juga pengaruh gempa tersebut pada struktur bangunan. Di samping itu, di dalam standar yang baru ini diberikan juga definisi baru mengenai jenis tanah yang berbeda dengan yang tercantum dalam standar yang lama.

Tata cara ini menentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung dan non gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewati besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2 persen.

B. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Menentukan gaya gempa berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-201X
2. Menentukan gaya gempa dengan analisis statis ekuivalen terhadap joint struktur gedung dan pusat massa struktur gedung
3. Menentukan simpangan struktur gedung atas analisis gempa yang terjadi.

C. Tujuan Penelitian

1. Menerapkan perencanaan peraturan gempa menurut Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002) dan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (RSNI 03-1726-201X)
2. Menganalisis gaya gempa statis ekuivalen sesuai peraturan gempa di Indonesia
3. Mengetahui simpangan struktur gedung yang terbesar terhadap gaya gempa di joint struktur portal dan pusat massa.

D. Manfaat Penelitian

1. Mampu merencanakan dan menganalisis perencanaan gempa struktur gedung berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-201X
2. Mampu mengaplikasikan program ETABS v.9.6 sebagai salah satu program bantuan untuk menganalisis perencanaan gempa

E. Batasan Masalah

1. Penelitian hanya sebatas perencanaan gempa
2. Perencanaan ulang menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1729-201X.
3. Analisis simpangan menggunakan ETABS v.9.6.
4. Prosedur analisis menggunakan analisis statis ekuivalen
5. Perencanaan gempa diasumsikan berada di daerah Cilegon menggunakan tanah lunak.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

Analisis beban gempa statis ekuivalen pada struktur gedung adalah suatu cara analisis statis 3 dimensi linier dengan meninjau beban-beban gempa statis ekuivalen, sehubungan dengan sifat struktur gedung beraturan yang praktis berperilaku sebagai struktur 2 dimensi, sehingga respons dinamikanya praktis hanya ditentukan oleh respons ragamnya yang pertama dan dapat ditampilkan sebagai akibat dari beban gempa statis ekuivalen

B. Perancangan

Esa Bahtera (2010) dalam penelitiannya yaitu "Analisis Perbandingan Simpangan Horizontal Gedung Bertingkat Tinggi Pada Shearwall Diagonal Dengan Shearwall Searah Sumbu X – Sumbu Y", menganalisis gedung 25 lantai pada dinding geser yang dipasang diagonal serta dinding geser yang dipasang searah sumbu-x dan sumbu-y dengan menggunakan SNI 03-1726-2002 dan menggunakan program analisis ETABS v.9.0.0.

Yulia Arni Priastiwati (2005) dalam penelitiannya yaitu "Studi Komparasi Antara Analisis Statis Dan Dinamis 3D Pada Bangunan Gedung Beraturan Dan Tidak Beraturan", menganalisis gedung 6 lantai dengan menggunakan SNI 03-1726-2002, dan menggunakan program analisis SAP2000 v.11

C. Analisis Statis Ekuivalen

Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewati besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2 persen atau gempa dengan

periode ulang 2500 tahun yang merupakan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget. Distribusi Vertikal Gaya Gempa dihitung sebagai berikut:

$$F_i = C_{vx} \times V \quad (1)$$

Dan,

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (2)$$

Dimana :

C_{vx} = faktor distribusi vertikal

V = gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur, dinyatakan dalam $c w_i$ dan w_x

= bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau h_i dan h_x

= tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x , dinyatakan dalam meter (m)

K = eksponen yang terkait dengan periode struktur

2. Analisis Statis menurut SNI 03-1726-2002

Standar ini menentukan pengaruh Gempa Rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan struktur gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Gempa Rencana ditetapkan mempunyai periode ulang 500 tahun, agar probabilitas terjadinya terbatas pada 10% selama umur gedung 50 tahun. Distribusi Vertikal Gaya Gempa dihitung sebagai berikut:

$$V = \frac{C_l}{R} W_t \quad (3)$$

$$F_i = \frac{w_i h_i}{\sum_{i=1}^n w_i h_i} V \quad (4)$$

V = Beban Geser Dasar Nominal

W = Berat total struktur

w_i = Bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau

h_i = Tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x , dinyatakan dalam meter (m)

3. Eksentrisitas Pusat Massa

Eksentrisitas terjadi karena pusat rotasi dan pusat massa pada gedung tidak berimpit, dengan adanya hal ini mengakibatkan

gedung akan mengalami momen torsi yang mengakibatkan gedung mengalami puntir. Pusat massa adalah letak titik tangkap resultan beban yang sesuai yang bekerja pada lantai tingkat tersebut. Sedangkan pusat rotasi (pusat kekakuan) adalah titik di mana pada suatu lantai bangunan, apabila bekerja gaya horizontal pada titik tersebut, lantai tingkat tersebut tidak mengalami rotasi tapi hanya bertranslasi.

D. Preliminary Design

Kombinasi beban untuk metode ultimit : Struktur, komponen-elemen struktur dan elemen-elemen struktur harus dirancang sedemikian hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor dengan kombinasi-kombinasi sebagai berikut:

- 1) 1,4D
- 2) 1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr atau R)
- 3) 1,2D + 1,6L (Lr atau R) + (L atau 0,5W)
- 4) 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr atau R)
- 5) 1,2D + 1,0E + L
- 6) 0,9D + 1,0W
- 7) 0,9D + 1,0E

3. METODELOGI PENELITIAN

A. Umum

Perhitungan dalam penelitian ini menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel 2010 dan ETABS v.9.6 sebagai *software* untuk menganalisis simpangan dari struktur gedung. Rumus perencanaan gempa yang digunakan menurut Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002) dan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (RSNI 03-1726-201X) serta PPRUG 1987 untuk perencanaan pembebanan hidup dan mati.

B. Deskripsi Tahapan

Tahapan metode perencanaan yang penulis lakukan dalam tugas akhir ini adalah dengan cara :

Menentukan dimensi struktur bangunan gedung

1. Mempelajari sumber-sumber referensi dalam merencanakan suatu struktur gedung, kemudian mengumpulkan data-data yang menjadi pendukung dalam penelitian ini.
2. Studi literatur yaitu dengan

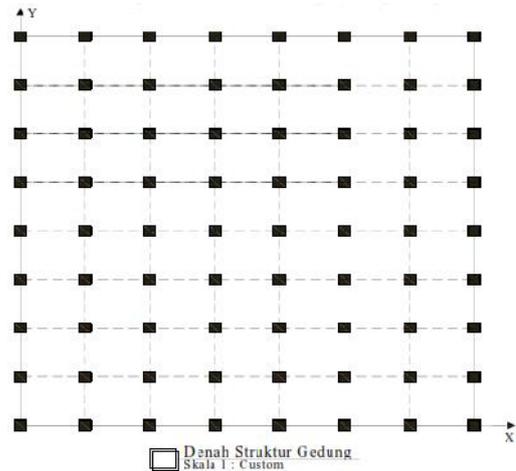
mengumpulkan referensi yang mendukung kegiatan penelitian penulis kemudian mencari penelitian dengan tema sejenis namun objek penelitian penulis berbeda dengan penelitian sebelumnya.

3. Pemodelan struktur meliputi asumsi-asumsi dasar pemodelan struktur gedung dan pembebanan pemodelan. Dimensi serta jenis struktur gedung termasuk dalam pemodelan struktur.
4. Setelah Pemodelan selesai, barulah menghitung gaya gempa menggunakan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002) dan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (RSNI 03-1726-201X)
5. *Input* gaya gempa dan *preliminary* dilakukan dengan program bantuan komputer yaitu ETABS v.9.6.
6. Setelah dianalisis oleh ETABS, maka keluar simpangan yang selanjutnya di analisis menggunakan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002) dan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (RSNI 03-1726-201X)

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Analisis

Gedung berada di daerah Cilegon yang dipergunakan sebagai perkantoran berdiri di atas tanah lunak. Direncanakan dengan sistem rangka pemikul momen menengah untuk SNI 03-1726-2002 dan sistem rangka pemikul momen khusus untuk RSNI 03-1726-201X. Dari hasil perhitungan distribusi gaya gempa didapat :

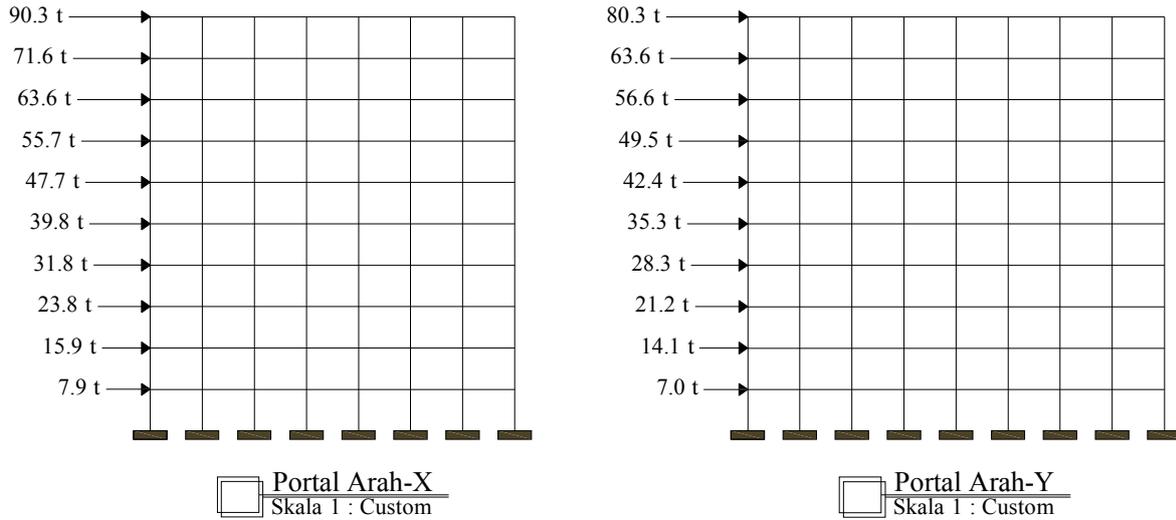


Gambar 2. Denah Struktur Gedung
Sumber : Hasil Analisis

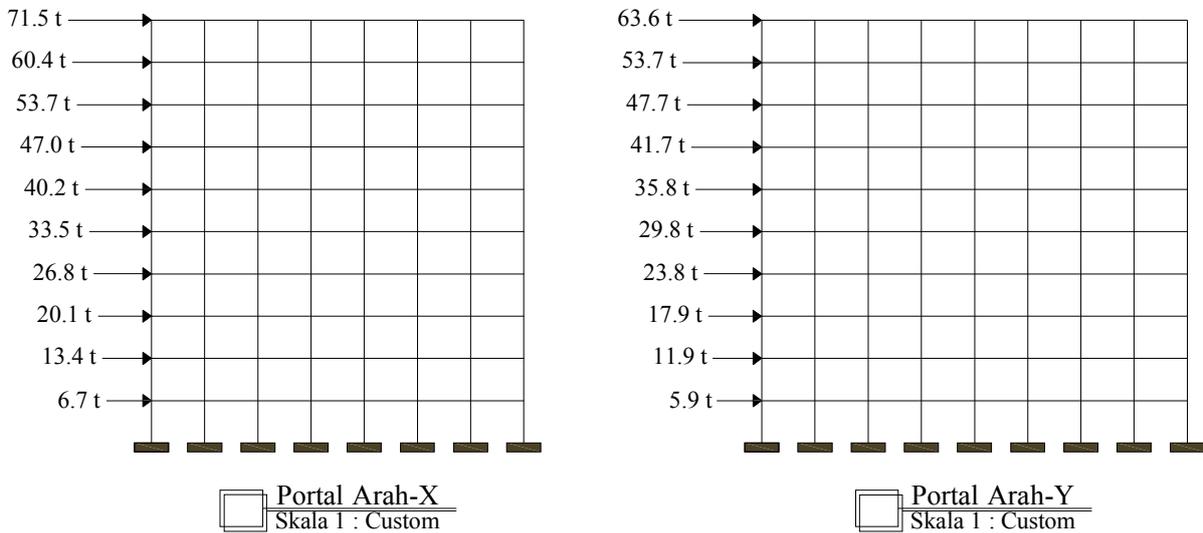
C. Flowchart Penelitian



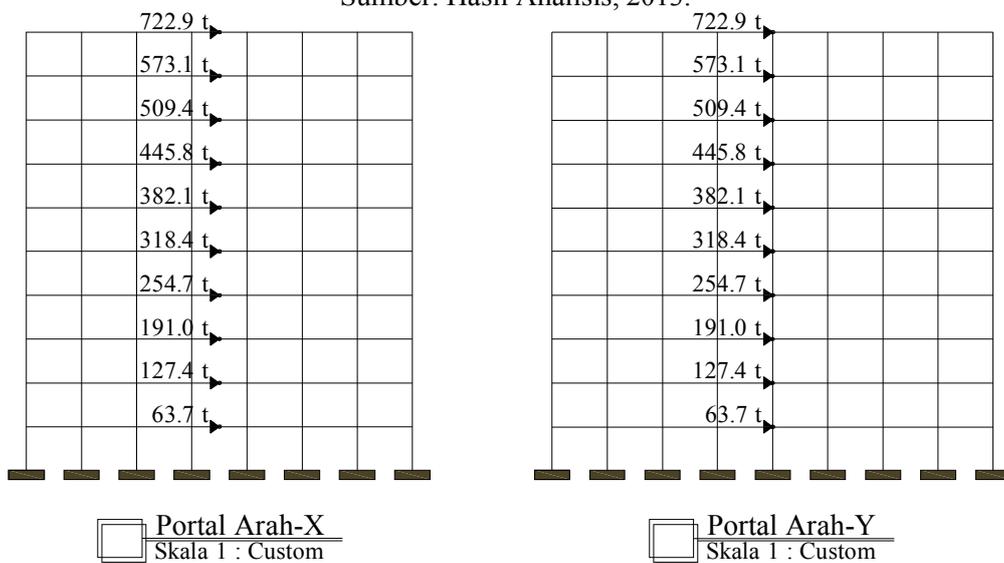
Gambar 1. Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir
Sumber: Hasil Analisis



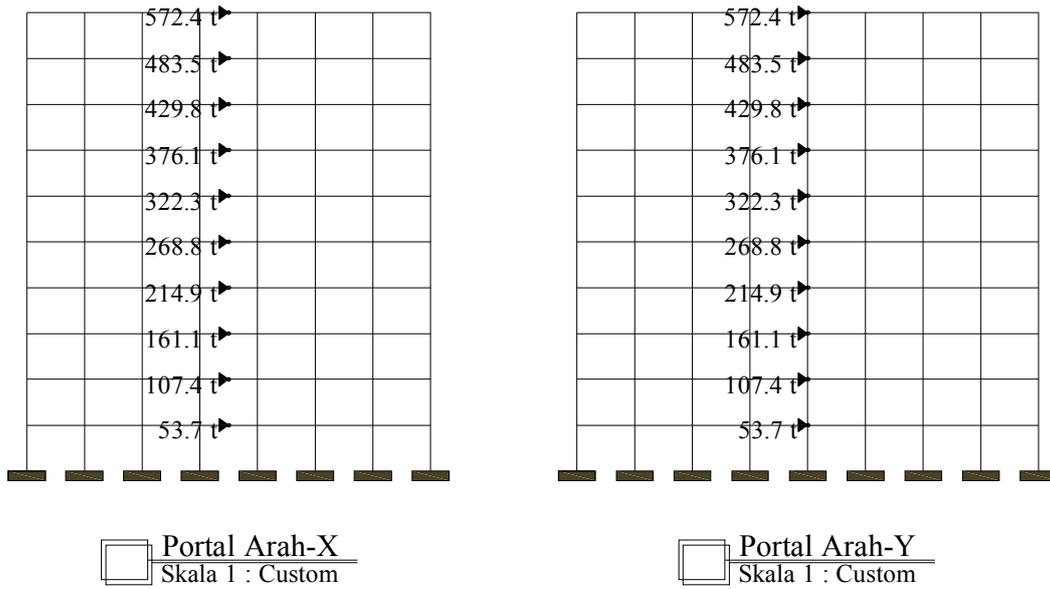
Gambar 3. Hasil Perhitungan Distribusi Gaya Gempa Menurut RSNI 03-1726-201X Pada Joint Struktur.



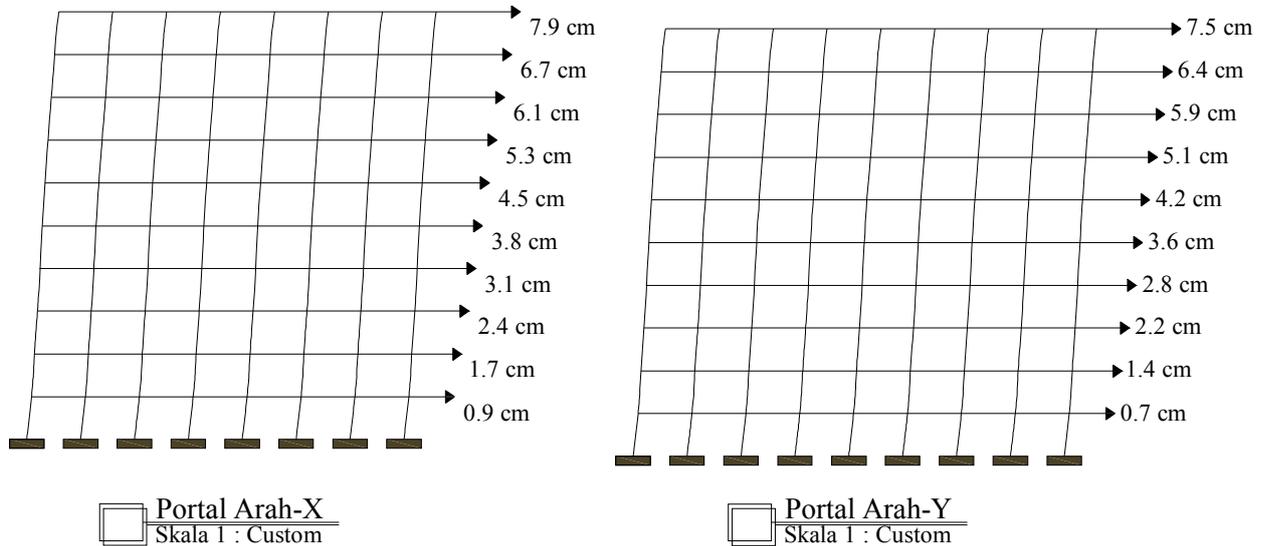
Gambar 4. Hasil Perhitungan Distribusi Gaya Gempa Menurut SNI 03-1726-2002 Pada Joint Struktur. Sumber: Hasil Analisis, 2013.



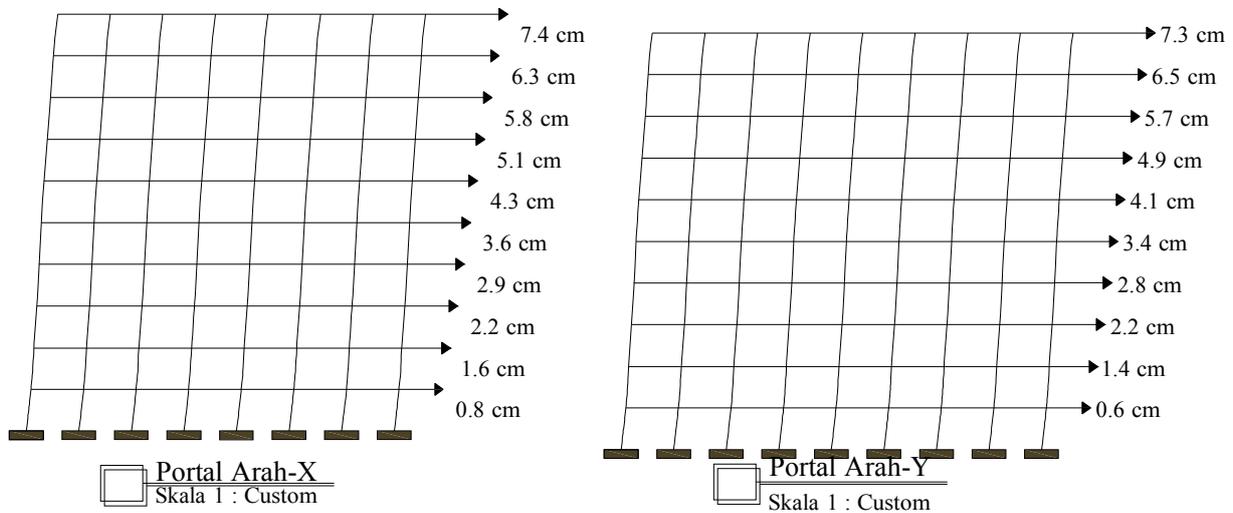
Gambar 5. Hasil Perhitungan Distribusi Gaya Gempa Menurut RSNI 03-1726-201X Pada Pusat Massa



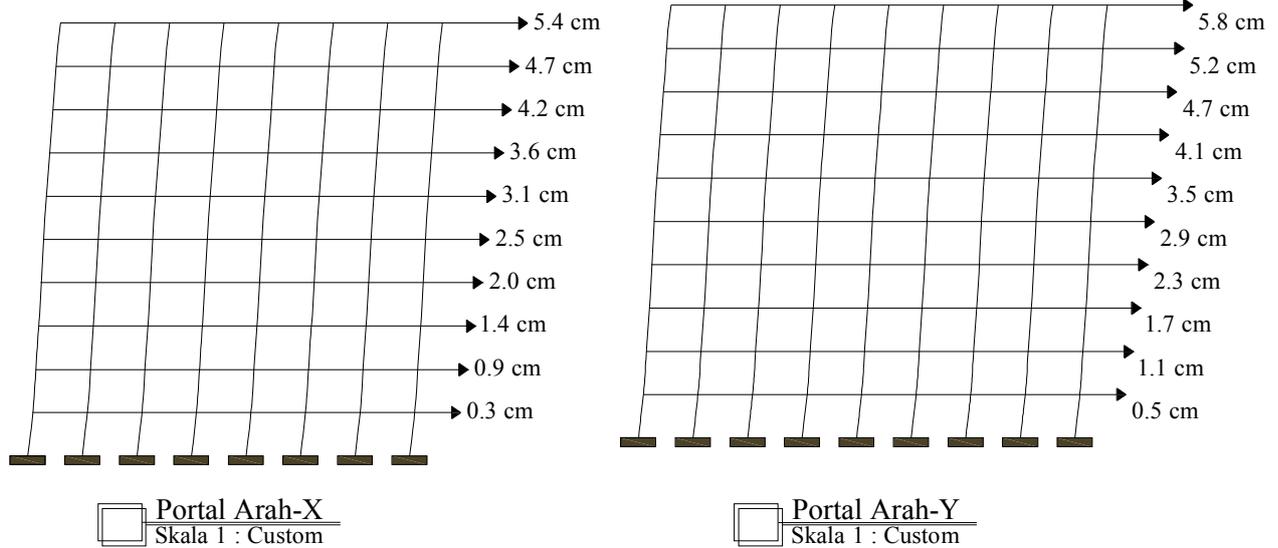
Gambar 6. Hasil Perhitungan Distribusi Gaya Gempa Menurut SNI 03-1726-2002 Pada Pusat Massa.



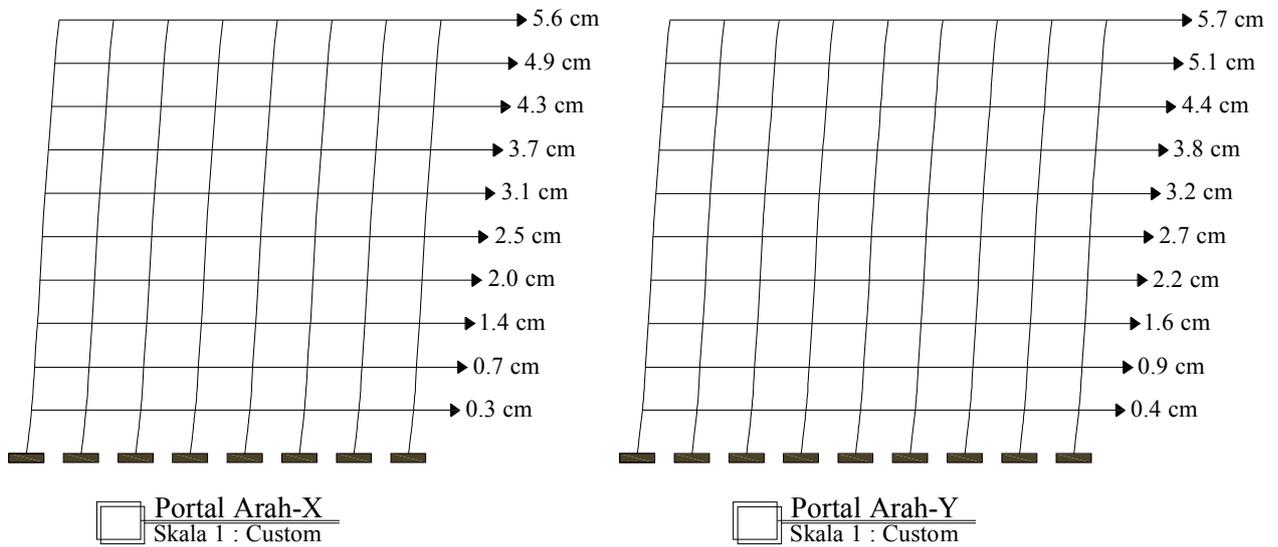
Gambar 7. Simpangan Horizontal Akibat Beban Gempa Pada Joint Struktur yang Dihitung Menggunakan RSNI 03-1726-201X.



Gambar 8. Simpangan Horizontal Akibat Beban Gempa Pada Joint Struktur yang Dihitung Menggunakan SNI 03-1726-2002.



Gambar 9. Simpangan Horizontal Akibat Beban Gempa Pada Pusat Massa yang Dihitung Menggunakan RSNI 03-1726-201X.



Gambar 10. Simpangan Horizontal Akibat Beban Gempa Pada Pusat Massa yang Dihitung Menggunakan SNI 03-1726-2002.

Kinerja batas layan struktur bangunan gedung ditentukan oleh simpangan antar-tingkat akibat pengaruh gempa, yang bertujuan untuk membatasi terjadinya pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan, di samping untuk mencegah kerusakan non-struktural dan ketidaknyamanan penghuni. Hasil analisis menyatakan bahwa analisis gempa yang bekerja untuk pengaruh pembebanan gempa arah utama adalah 100% sedangkan pengaruh pembebanan gempa dalam arah tegak lurus arah utama dianggap 30%. Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur bangunan gedung, dalam segala hal simpangan antar-tingkat yang dihitung dari simpangan struktur tidak boleh melampaui simpangan ijin.

Tabel 1. Perhitungan Simpangan Horizontal Akibat Beban Gempa Pada Joint Struktur yang Dihitung Menggunakan RSNI 03-1726-201X.

Lantai	Tinggi (cm)	Portal Arah-X			Portal Arah-Y		
		δ (cm)	δ Antar Lantai (cm)	δ ijin (cm)	δ (cm)	δ Antar Lantai (cm)	δ ijin (cm)
1	400	0.9	0.9	4	0.7	0.7	4
2	800	1.7	0.8	8	1.4	0.7	8
3	1200	2.4	0.7	12	2.2	0.8	12
4	1600	3.1	0.7	16	2.8	0.6	16
5	2000	3.8	0.7	20	3.6	0.8	20
6	2400	4.5	0.7	24	4.2	0.6	24
7	2800	5.3	0.8	28	5.1	0.9	28
8	3200	6.1	0.8	32	5.9	0.8	32
9	3600	6.7	0.6	36	6.4	0.5	36
10	4000	7.9	1.2	40	7.5	1.1	40

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 2. Perhitungan Simpangan Horizontal Akibat Beban Gempa Pada Joint Struktur yang Dihitung Menggunakan SNI 03-1726-2002.

Lantai	Tinggi (cm)	Portal Arah-X			Portal Arah-Y		
		δ (cm)	δ Antar Lantai (cm)	δ ijin (cm)	δ (cm)	δ Antar Lantai (cm)	δ ijin (cm)
1	400	0.8	0.8	1.4	0.6	0.6	1.4
2	800	1.6	0.8	1.4	1.4	0.8	1.4
3	1200	2.2	0.6	1.4	2.2	0.8	1.4
4	1600	2.9	0.7	1.4	2.8	0.6	1.4
5	2000	3.6	0.7	1.4	3.4	0.6	1.4
6	2400	4.3	0.7	1.4	4.1	0.7	1.4
7	2800	5.1	0.8	1.4	4.9	0.8	1.4
8	3200	5.8	0.7	1.4	5.7	0.8	1.4
9	3600	6.3	0.5	1.4	6.3	0.8	1.4
10	4000	7.4	1.1	1.4	7.3	0.8	1.4

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 3. Perhitungan Simpangan Horizontal Akibat Beban Gempa Pada Pusat Massa yang Dihitung Menggunakan RSNI 03-1726-201X.

Lantai	Tinggi (cm)	Portal Arah-X			Portal Arah-Y		
		δ (cm)	δ Antar Lantai (cm)	δ ijin (cm)	δ (cm)	δ Antar Lantai (cm)	δ ijin (cm)
1	400	0.3	0.3	4	0.5	0.5	4
2	800	0.9	0.6	8	1.1	0.6	8
3	1200	1.4	0.5	12	1.7	0.6	12
4	1600	2	0.6	16	2.3	0.6	16
5	2000	2.5	0.5	20	2.9	0.6	20
6	2400	3.1	0.6	24	3.5	0.6	24
7	2800	3.6	0.5	28	4.1	0.6	28
8	3200	4.2	0.6	32	4.7	0.6	32
9	3600	4.7	0.5	36	5.2	0.5	36
10	4000	5.4	0.7	40	5.8	0.6	40

Sumber: Hasil Analisis, 2013

Tabel 4. Perhitungan Simpangan Horizontal Akibat Beban Gempa Pada Pusat Massa yang Dihitung Menggunakan SNI 03-1726-2002

Lantai	Tinggi (cm)	Portal Arah-X			Portal Arah-Y		
		δ (cm)	δ Antar Lantai (cm)	δ ijin (cm)	δ (cm)	δ Antar Lantai (cm)	δ ijin (cm)
1	400	0.3	0.3	1.4	0.4	0.4	6
2	800	0.7	0.4	1.4	0.9	0.5	12
3	1200	1.4	0.7	1.4	1.6	0.7	18
4	1600	2	0.6	1.4	2.2	0.6	24
5	2000	2.5	0.5	1.4	2.7	0.5	30
6	2400	3.1	0.6	1.4	3.2	0.5	36
7	2800	3.7	0.6	1.4	3.8	0.6	42
8	3200	4.3	0.6	1.4	4.4	0.6	48
9	3600	4.9	0.6	1.4	5.1	0.7	54
10	4000	5.6	0.7	1.4	5.7	0.6	60

B. Pembahasan

Hasil perhitungan distribusi gaya gempa terlihat gaya gempa paling besar dihitung menggunakan RSNI 03-1726-201X. Hasil analisis program ETABS v9.6. menunjukkan simpangan terbesar berada pada gaya gempa

yang ditempatkan pada joint struktur. Gaya gempa yang besar menghasilkan simpangan yang besar pula. Kondisi simpangan antar lantai lebih kecil dari simpangan yang diizinkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Hasil analisis menunjukkan bahwa gempa terbesar dihitung menggunakan RSNI 03-1726-201X karena pada perencanaan ini menggunakan peraturan perhitungan gempa yang terbaru yaitu dengan umur gedung 2500 tahun dibanding dengan peraturan gempa yang lama yaitu dengan umur gedung 500 tahun.
2. Simpangan akibat gaya gempa yang ditempatkan pada joint struktur lebih besar daripada gaya gempa yang ditempatkan pada pusat massa.

B. Saran

1. Perencanaan dapat di lanjutkan dengan pemodelan gempa yang lain agar mendapatkan simpangan yang bervariasi.
2. Perencanaan dapat di lanjutkan dengan program bantuan komputer yang lain.
3. Perencanaan dapat di lanjutkan dengan peraturan gempa yang lain.

6. DAFTAR PUSTAKA

Bahtera, Esa. (2010). Analisis Perbandingan Simpangan Horisontal Gedung Bertingkat Tinggi Pada Shearwall Diagonal Dengan Shearwall Searah Sumbu X – Sumbu Y. Skripsi Sarjana Teknik Sipil. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung SKBI.1.3.53.1987*. Yayasan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum. (2002). *Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia PKKI NI-5*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Priastiw, Yulita Arni. (2005). Studi Komparasi Antara Analisis Statis dan Dinamis 3D Pada bangunan Gedung Beraturan Dan Tidak Beraturan. Tesis Magister Teknik Sipil. Universitas Diponegoro. Semarang.

- Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum. (2011). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung RSNi 03-1726-201X*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum. (2002). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI 03-1726-2002*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Teknik Sipil Undip. (2010). *Diktat Kuliah Rekayasa Gempa*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- The, Femmy. M.D.J, Sumajouw. Windah, Wallah RS. (2012). *Optimasi Jarak Antar Dua Bangunan Gedung Bertingkat Yang Bersebelahan Dengan Memperhitungkan Pengaruh Gempa*. Skripsi Sarjana Teknik Sipil. Universitas Sam Ratulangi. Manado