

EVALUASI PERFORMA GEDUNG MENGHADAPI BEBAN GEMPA BERDASARKAN SNI 03-1726-2012 DAN SNI 03-1726-2002 Studi Kasus: Gedung PTIIK Universitas Brawijaya

Paulus Daniel Jokhu¹, Ari Wibowo², Ming Narto², Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya Jalan Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia Email :
djk_paulus@yahoo.com

ABSTRAK

Dalam merencanakan sebuah gedung dengan ketinggian diatas 40 m, aspek beban gempa sangat mempengaruhi perencanaan tersebut. Sedangkan yang dapat menahan beban gempa ataupun beban lateral yang terjadi adalah struktur kolom dari gedung itu sendiri, pada dasarnya kolom berfungsi sebagai sistem penopang suatu gedung sedangkan balok dan plat adalah system penghubungnya, untuk itu perencanaan interaksi kolom sangat penting jika gedung direncanakan dapat menahan beban gempa rencana. Sistem rangka yang terdiri dari balok dan kolom disebut juga Sistem Rangka Pemikul Momen berdasarkan SNI 03-1726-2012. Dimana interaksi antara balok dengan kolom yang saling berhubungan, mengakibatkan perilaku gedung yang dapat berdilatasi sampai kemampuan rencana tergantung dari kategori SRPM yang direncanakan. Selain itu dengan sistem rangka tersebut, bangunan umumnya memiliki kemampuan yang tinggi dalam berdeformasi akibat beban gempa. Hal ini disebabkan oleh sambungan antar frame sehingga titik perpindahan dari bangunan tersebut bervariasi. Sehingga, apabila terjadi beban lateral, mode shape yang terjadi pada gedung tersebut akan semakin banyak. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh kesimpulan bahwa simpangan antar lantai (*story drift*) dan defleksi pada tiap *joint* yang ditinjau menggunakan peraturan SNI 03-1726-2012, lebih konservatif dan layak digunakan untuk perencanaan bangunan tahan gempa juga lebih aman karena memberikan batasan untuk simpangan ijin yang lebih kecil yaitu $1,5\%h_n$.

Kata kunci: bangunan tahan gempa, sistem rangka pemikul momen, SNI 03-1726, simpangan, defleksi

SUMMARY

In planning a building with a height of more than 40 m, see Note earthquake loads affect this plan. Although it can withstand earthquake loads or load side that happens is the structure of the column itself is essentially the column serves as a support system of the building, while the beam and the plate is the connection system, the planning field interaction is essential if the best planned building can withstand earthquake loads. skeletal consists of beams and columns are also called Frame Timing carrier system based on SNI 03-1726-2012. When the interaction between the beams to the columns that are interconnected, the resulting behavior that can be expanded to build capacity plans Depending on the category SRPM intended. In addition to building skeletal systems generally have high formability due to earthquake load. This is due to the relationship between

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

² Dosen Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

the frame so that the point of transfer varied buildings. Whereas, in the case of lateral load, mode shapes occur inside the building will be more and more. Based on the analysis, we concluded that the gap between the floor (story drift) and deflection at each joint was checked using SNI 03-1726-2012 regulation, more conservative and can be used in designing earthquake-resistant buildings whereas it provides a limit to the allowed gap lower which is h_n 1.5%.

Keywords : earthquake resistant construction, intermediate moment resisting frame , SNI 03-1726 , story-drift , deflection

1. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia terbagi atas 6 sektor kegempaan yang tergambar pada pemetaan gempa Indonesia SNI 1726-2002, yang masing-masing sektor memiliki nilai percepatan batuan.

Besaran nilai percepatan batuan tersebut yang kemudian digunakan sebagai koefisien percepatan seismik dasar.

Apabila terjadi gempa, maka bangunan akan menerima gaya sebesar berat struktur tersebut, dikalikan dengan percepatan gempa yang dialami.

Tentunya apabila perencanaan bangunan disamakan dengan gaya yang diberikan gempa secara langsung, maka akan diperlukan perencanaan yang sangat ekstrim, atau *expensive* dari segi biaya untuk menahan gaya gempa.

Untuk itu, setiap perencanaan bangunan tahan gempa, hanya direncanakan untuk dapat menahan gempa yang diperhitungkan terjadi sesuai dengan umur bangunan. Misal umur bangunan 50 tahun, maka direncanakan gempa yang terjadi adalah gempa kala ulang 50 tahun, atau jika sesuai dengan peraturan, gempa dengan kala ulang 500 tahun, dengan presentasi terjadinya 1%.

Ini akan sangat meringankan perencanaan bangunan, dengan harapan bangunan akan rusak ketika terjadi beban yang diperhitungkan hanya 1% tadi, namun dengan syarat, bangunan tidak boleh rubuh.

Untuk mengetahui gaya yang terjadi gempa dengan simpangan yang diharapkan terjadi ketika terjadi gempa rencana, setiap

peraturan telah membuat tabel khusus untuk menentukan besaran faktor reduksi beban gempa dengan perbesaran defleksi akibat beban gempa rencana.

Masing-masing peraturan untuk tipe struktur yang sama memberikan nilai R sebesar: 5,6 untuk SRPM-M Beton SNI 03-1726-2002, dan 5,0 untuk SRPM-M Beton SNI 03-1726-2012.

Kedua peraturan tersebut, memberikan faktor yang berbeda, guna mendeskripsikan gaya yang akan terjadi pada struktur berdasarkan perencanaan tiap-tiap peraturan.

Deformasi akibat beban gempa dipengaruhi karena kekuatan dari gaya yang diberikan oleh beban dari struktur itu sendiri dan dipengaruhi oleh percepatan beban gempa digunakan . Untuk setiap aturan , percepatan , masing-masing C SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012 Nya . Jika dikaitkan dengan persamaan yang gaya $F = m \times a$, kita memahami bahwa kekuatan gempa adalah hasil dari kombinasi antara massa struktur dengan koefisien percepatan setiap aturan yang digunakan .

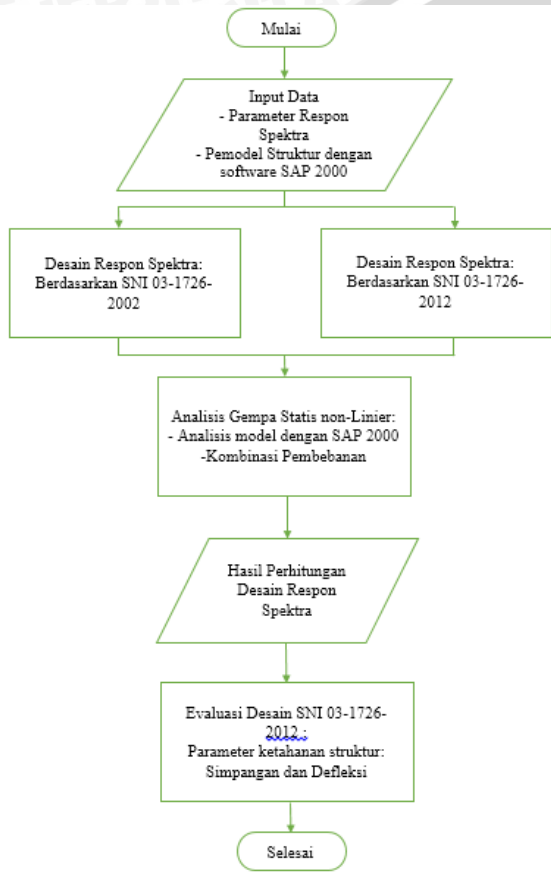
2. METODE PENELITIAN

Analisis menggunakan metode spektrum respon yang setiap peraturan memiliki koefisien yang digunakan untuk menghitung model grafik respon spektral .

Dalam pemodelan respon spektral pada SNI 03-1726-2002 , koefisien yang digunakan didasarkan pada percepatan batuan .

Sementara di SNI 03-1726-2012 , gempa bumi peta percepatan berdasarkan periode

ulang yang berlangsung di wilayah tersebut, sehingga koefisien percepatan berubah tergantung pada lokasi dalam pertimbangan. Untuk model struktur akan ditangani oleh regulasi dan kemudian dibandingkan hasil perhitungan dalam bentuk defleksi dan defleksi yang terjadi pada struktur model. Diagram alir untuk pelaksanaan analisis dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1 Bagan Alur Pelaksanaan Analisis

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Kombinasi Pembebanan

Pembebanan yang diperhitungkan berdasarkan peraturan pembebanan bangunan gedung Indonesia tahun 1968 (PPIUG 1968). Dimana didalam peraturan telah diklasifikasikan beberapa tipe pembebanan. Secara khusus dalam analisis ini beban yang digunakan hanya beban mati (DL), beban hidup (LL), dan beban gempa

(E). untuk masing-masing tipe beban, dan besarnya, diperhitungkan secara terpisah.

Kombinasi pembebanan yang digunakan sesuai dengan peraturan yang berlaku, yaitu:

$$1,2 DL + 1,0LL + 0,3Ex + 1,0Ey$$

$$1,2 DL + 1,0LL + 0,3Ey + 1,0Ex$$

Untuk beban mati (DL) dan beban hidup (LL) berasal dari beban struktur sendiri dan beban kerja yang nilainya: 13,033,968.09 kg. Sedangkan untuk beban gempa sendiri, adalah percepatan seismik akibat fungsi respon spektrum masing-masing peraturan. Digunakan 2 pembebanan karena akan dianalisis terhadap 2 arah pembebanan yaitu terhadap sumbu x dan sumbu y, yang kemudian akan dikombinasikan menjadi gaya resultan menggunakan persamaan vektor.

3.2 Gaya Geser Dasar

Jika dibandingkan antara hasil analisis dan hasil perhitungan menggunakan metode statik ekuivalen, maka gaya geser dasar untuk masing-masing peraturan adalah sebagai berikut:

SNI 03-1726-2002:

$$V_1 = \frac{0,078g \times 1}{5,2} \times 13,033,968.09 \text{ kg}$$

$$V_1 = 1,907,110.07 \text{ kgf.}$$

SNI 03-1726-2012:

$$V = 0.0251 \times 9,81 \times 13,033,968.09 \text{ kg}$$

$$V = 2,606,621.47 \text{ kgf}$$

Sedangkan hasil gaya geser dasar dengan program analisis adalah sebagai berikut:

SNI 03-1726-2002:

$$V_{tx} = 647,296.51 \text{ kgf}$$

$$V_{ty} = 586,522.32 \text{ kgf}$$

SNI 03-1726-2012:

$$V_{tx} = 618,735.29 \text{ kgf}$$

$$V_{ty} = 561,575.96 \text{ kgf}$$

3.3 Perbandingan Gaya Geser Dasar

Sehingga jika dibandingkan antara kedua peraturan, nampak peraturan SNI 03-1726-2012 memiliki nilai gaya geser dasar yang lebih besar, yaitu sebesar: **2,606,621,47 kgf** untuk gaya geser dasar menggunakan metode statik ekuivalen. Namun jika

menggunakan metode respon spektrum, SNI 03-1726-2002, memberikan nilai gaya geser dasar yang lebih besar, yaitu: $V_{tx} = 647,296,51 \text{ kgf}$ dan $V_{ty} = 586,522,32 \text{ kgf}$.

Tetapi hasil ini belum tentu membuktikan peraturan mana yang lebih konservatif. Perlu dinalisis lebih lanjut dari simpangan antar lantai dan defleksinya.

3.4 Perhitungan Simpangan dan Defleksi

Untuk masing-masing peraturan, diberikan langkah-langkah untuk menghitung besar simpangan antar lantai dan defleksi yang terjadi pada stuktur. Persamaan diantara kedua peraturan adalah, digunakan-nya perbesaran defleksi yang masing-masing digunakan apabila besarnya perbandingan gaya geser dasar menggunakan metode statik ekuivalen dengan metode respon spektrum lebih kecil dari batasan untuk masing-masing peraturan. Untuk SNI 03-1726-2002 batasannya sebesar 80%, sedangkan untuk SNI 03-1726-2012 batasannya sebesar 85%.

Hasil perbandingan antara metode statik ekuivalen dengan metode respon spektrum kedua peraturan adalah dibawah batasan, maka defleksi dan simpangan yang terjadi perlu dikalikan dengan faktor pengali termodifikasi, berdasarkan masing-masing peraturan.

3.4.1 Defleksi dan Simpangan SNI 03-1726-2002

Untuk masing-masing sumbu, dibebankan faktor skala sebagai faktor perbesar defleksi, diakibatkan perbandingan gaya geser dasar antara metode statik ekuivalen dengan metode respon spektrum yang lebih rendah dari 80%.

Untuk perhitungan faktor skala yaitu menggunakan faktor skala struktur tak-beraturan:

$$\text{Faktor Skala} = \frac{0,8V_1}{V_t} \geq 1$$

Hasil dari pertitungan menggunakan persamaan diatas, adalah:

$$\frac{0,8 \times 1,907,110.07}{647,296.51} \geq 1$$

$$2,357 \geq 1$$

$$\xi = \frac{0,7 \times 5,2}{2,357}$$

$$\xi = 1,544$$

Untuk sumbu x, dan:

$$\frac{0,8 \times 1,907,110.07}{586,522.32} \geq 1$$

$$2,601 \geq 1$$

$$\xi = \frac{0,7 \times 5,2}{2,601}$$

$$\xi = 1,399$$

Untuk sumbu y.

Hasil yang diperoleh setelah menggunakan faktor perbesaran defleksi, yaitu: $\delta_{x\max} = 0,218 \text{ m}$ atau **21,8 cm**, $\delta_{y\max} = 0,322 \text{ m}$ atau **32,2 cm**, dan $\delta_{R\max} = 0,402 \text{ m}$ atau **40,2 cm**. Sedangkan untuk simpangan antar lantai, diperoleh hasil: $\Delta_{x\max} = 0,031 \text{ m}$ atau **3,1 cm**, $\Delta_{y\max} = 0,038 \text{ m}$ atau **3,8 cm**, dan $\Delta_{R\max} = 0,051 \text{ m}$ atau **5,1 cm**. Ditunjukkan dengan gambar 2 dan gambar 3.

3.4.2 Defleksi dan Simpangan SNI 03-1726-2012

Masing-masing sumbu juga diperhitungkan faktor modifikasi defleksi akibat perbandingan gaya geser dasar metode statik ekuivalen dengan respon spektrum yang lebih rendah dari 85%.

Untuk besar perbesaran defleksi termodifikasi diperhitungkan menggunakan persamaan:

$$0,85 \frac{C_s W}{V_t}$$

Untuk masing-masing sumbu, diperoleh nilai faktor pengali defleksi termodifikasi sebagai berikut:

$$FS = 0,85 \frac{2,606,621.47 \text{ kgf}}{618,735.29 \text{ kgf}}$$

$$FS = 3,581$$

Untuk sumbu x, dan:

$$FS = 0,85 \frac{2,606,621.47 \text{ kgf}}{561,575.96 \text{ kgf}}$$

$$FS = 3,945$$

Faktor pengali ini yang kemudian diperhitungkan sebagai defleksi termodifikasi

untuk perhitungan defleksi efektif dan simpangan antar lantai pada SNI 03-1726-2012.

Hasil yang diperoleh setelah menggunakan faktor perbesaran defleksi, yaitu: $\delta_{x\max} = 0,218 \text{ m}$ atau **21,8 cm**, $\delta_{y\max} = 0,322 \text{ m}$ atau **32,2 cm**, dan $\delta_{R\max} = 0,402 \text{ m}$ atau **40,2 cm**. Sedangkan untuk simpangan antar lantai, diperoleh hasil: $\Delta_{x\max} = 0,050 \text{ m}$ atau **5,0 cm**, $\Delta_{y\max} = 0,056 \text{ m}$ atau **5,6 cm**, dan $\Delta_{R\max} = 0,083 \text{ m}$ atau **8,3 cm**. Ditunjukkan dengan gambar 4 dan gambar 5.

3.4.3 Perbandingan simpangan dan defleksi

Perbandingan antar kedua peraturan terhadap simpangan dan defleksi yang terjadi, dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7.

Dari kedua gambar tersebut, terlihat jelas nilai simpangan dan defleksi antar lantai menggunakan respon spektrum SNI 03-1726-2012 lebih besar daripada SNI 03-1726-2002. Hal ini membuktikan hipotesis awal yang menyatakan, peraturan terbaru cenderung memerlukan perencanaan bangunan tahan gempa yang lebih besar.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan program SAP 2000v17, diperoleh nilai defleksi pada puncak lantai terbesar yaitu pada arah resultan dengan Respon Spektrum menggunakan peraturan SNI 03-1726-2012 sebesar **0,648 m** atau **64,8 cm**, sedangkan untuk arah gaya yang sama dengan Respon spektrum menggunakan SNI 03-1726-2002 sebesar **0,402 m** atau **40,2 cm**. Hal ini membuktikan:

1. peraturan SNI 03-1726-2012 lebih *feasible* digunakan untuk bangunan tahan

gempa karena simpangan yang dihasilkan akibat respon spektrum lebih besar, sehingga perlu perencanaan lebih dalam mengatasi beban tersebut.

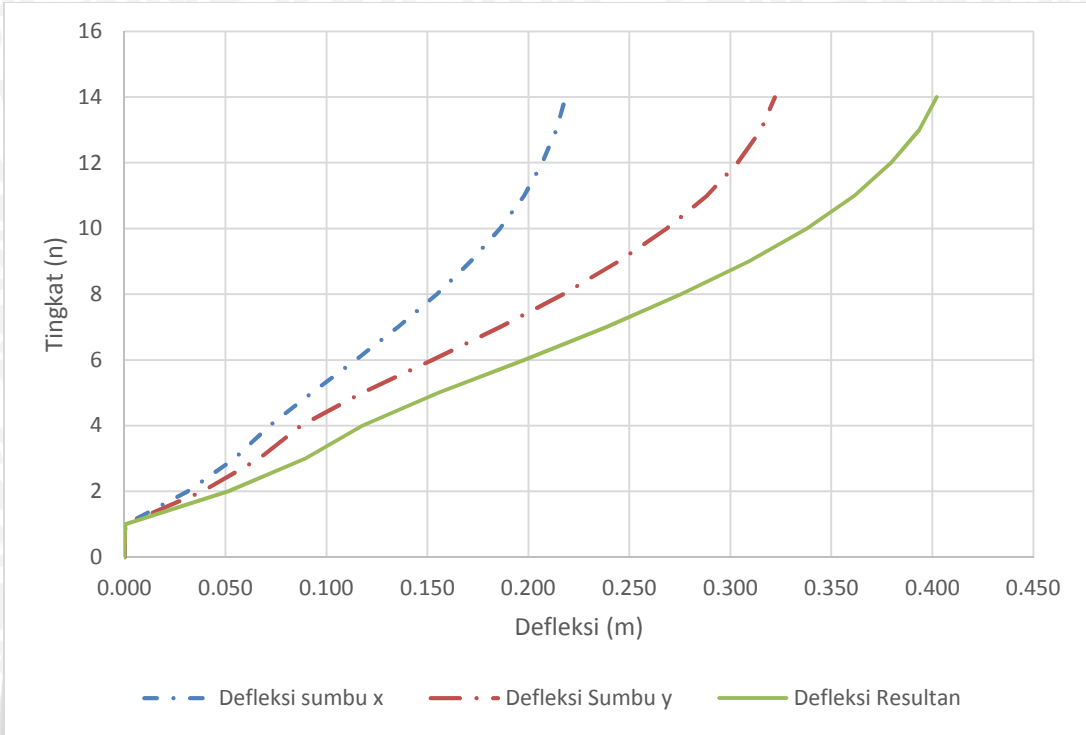
2. peraturan SNI 03-1726-2012 lebih *conservative* digunakan untuk bangunan tahan gempa karena simpangan ijin yang dibatasi dalam peraturan sebesar $1,5\%H$ dimana lebih kecil dari peraturan sebelumnya yaitu $2\%H$.

Dari segi kapasitas, gedung memenuhi kedua peraturan dalam hal simpangan ijin dengan simpangan antar lantai yang paling mendekati batas ijin berada pada lantai 6, dengan simpangan antar lantai sebesar **0,067 m** atau **6,7 cm** pada arah gaya resultan yang masih dibawah simpangan antar lantai ijin sebesar **0,068 m** atau **6,8 cm** untuk peraturan SNI 03-1726-2012. Sedangkan untuk SNI 03-1726-2002 simpangan terbesar terjadi pada lantai 2 yaitu **0,051 m** atau **5,1 cm** yang juga masih dibawah simpangan antar lantai ijin sebesar **0,140 m** atau **14,0 cm** untuk SNI 03-1726-2002.

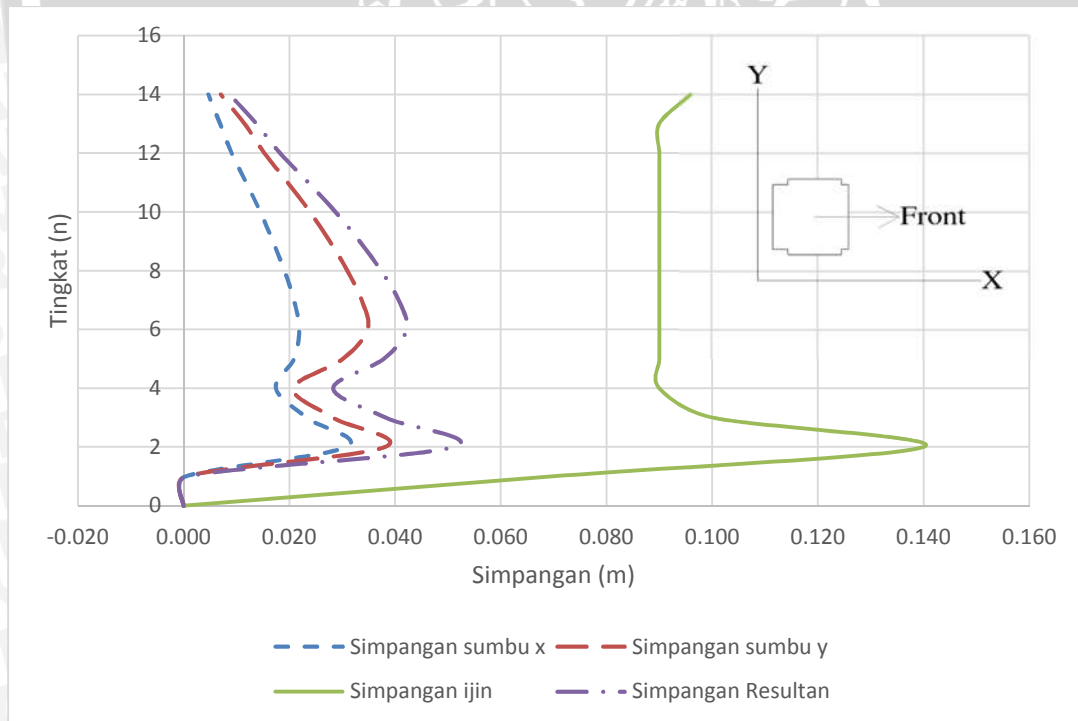
4.2 Saran

Dalam proses analisis, yang harus diperhatikan adalah asumsi-asumsi yang digunakan untuk menyesuaikan dengan model struktur dengan struktur aktual, karena pada kenyataannya ada beberapa aspek yang perlu dicermati seperti kondisi sambungan dan kekakuan struktur tersebut.

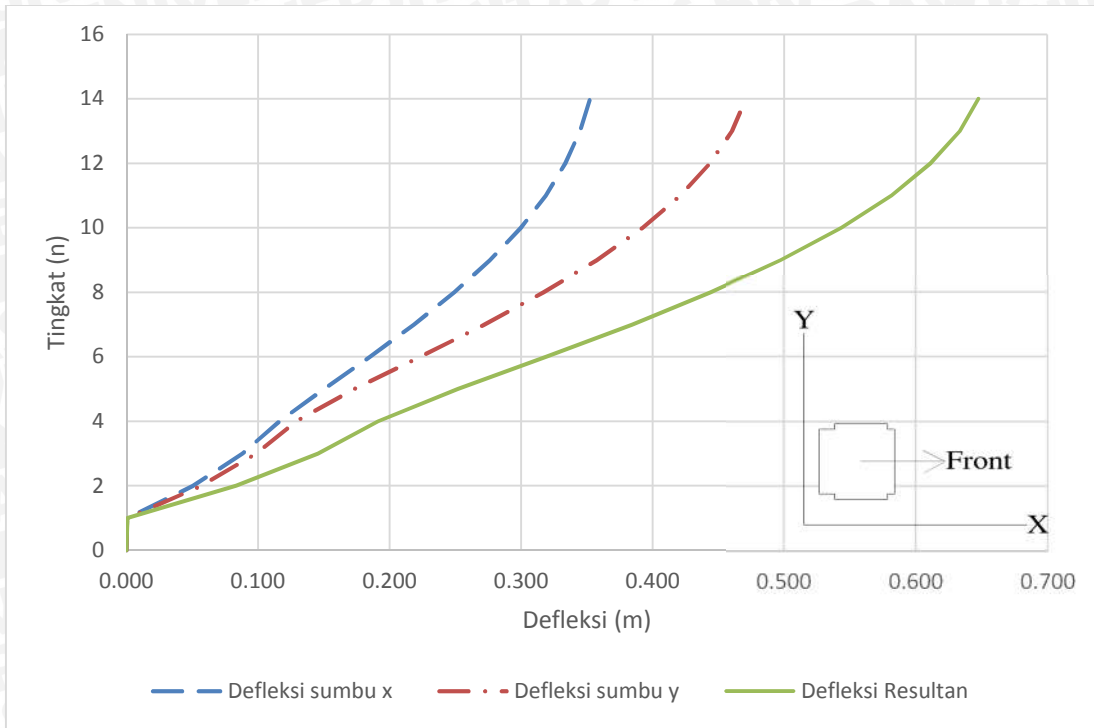
Beberapa cara yang digunakan untuk memastikan apakah pemodelan struktur dalam sesuai dengan struktur aktual adalah menggunakan gambar final dari tim pelaksanaan. Agar dapat dipastikan model yang dibuat mendekati struktur eksisting yang telah dibangun.



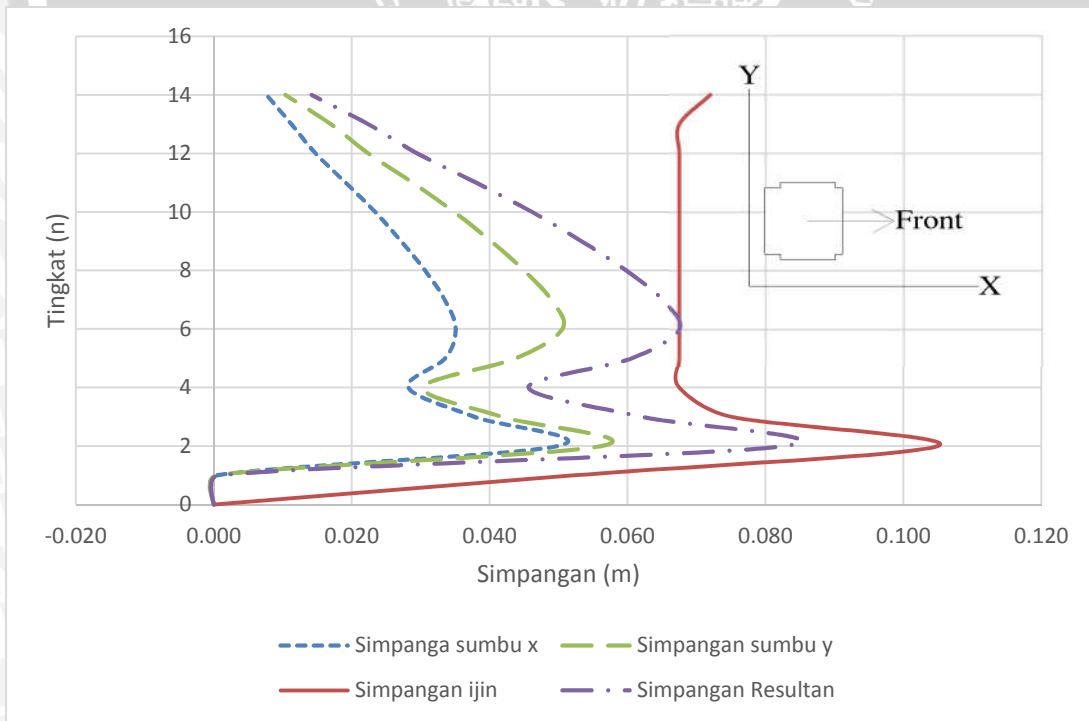
Gambar 2 Grafik Defleksi Struktur berdasarkan SNI 03-1726-2002



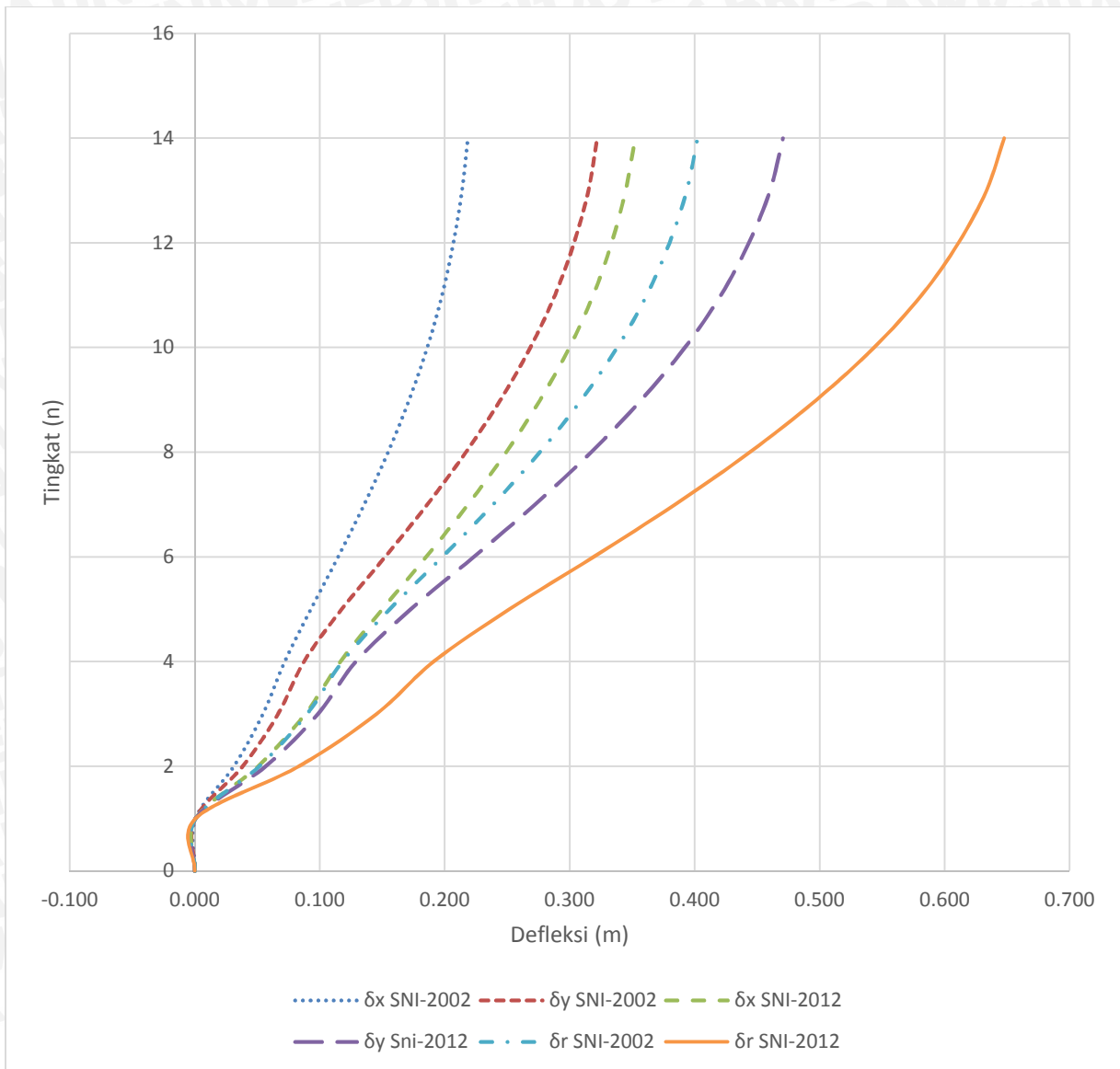
Gambar 3 Grafik Simpangan Struktur berdasarkan SNI 03-1726-2002



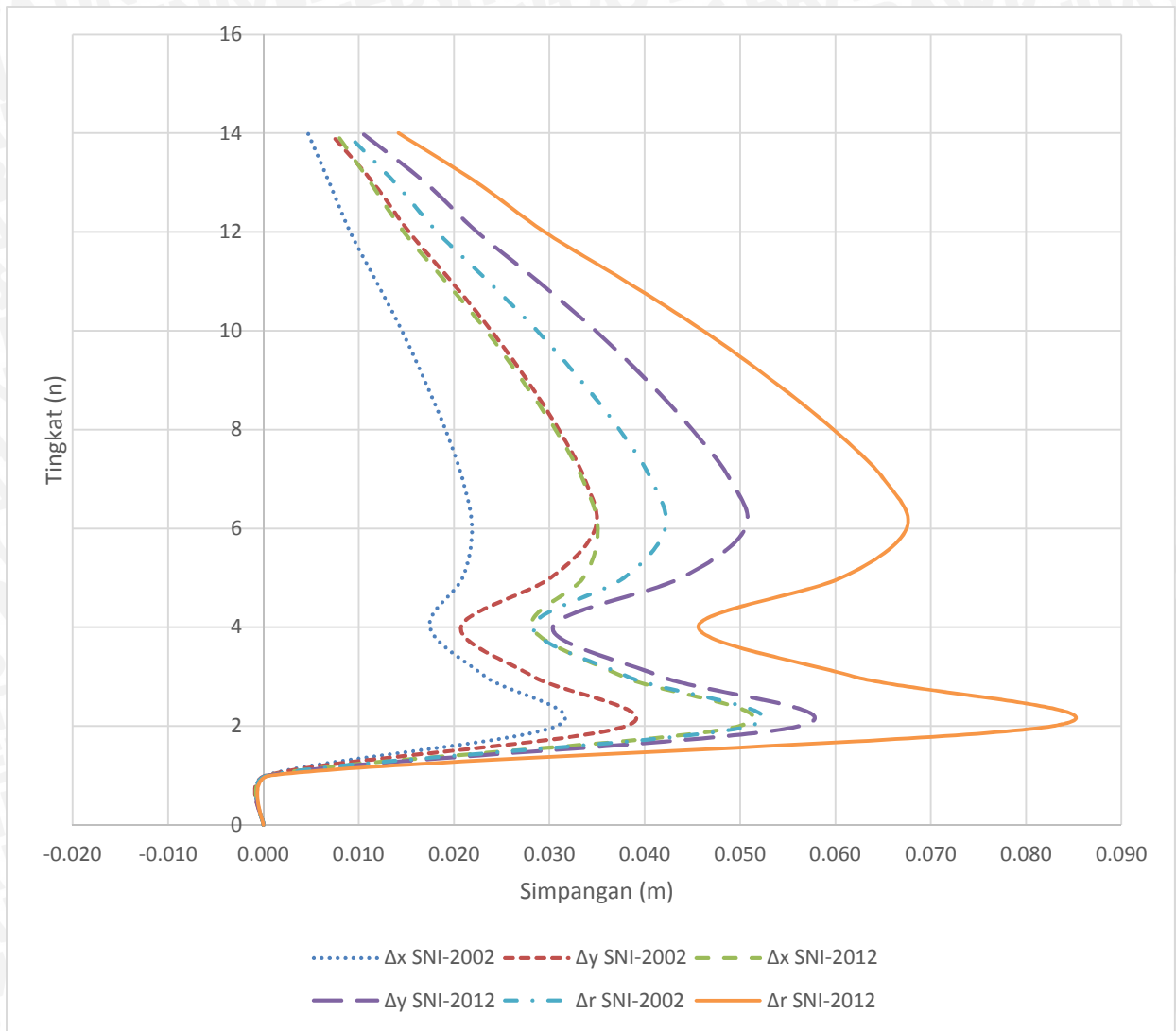
Gambar 4 Grafik Defleksi Struktur berdasarkan SNI 03-1726-2012



Gambar 5 Grafik Simpangan Struktur berdasarkan SNI 03-1726-2012



Gambar 6 Grafik Perbandingan Defleksi Antar Lantai SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012



Gambar 7 Grafik Perbandingan Simpangan Antar Lantai SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012

DAFTAR PUSTAKA

ASCE Standard ASCE/SEI. 2010. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures (ASCE 7-10). American Society of Civil Engineers. Virginia.

FEMA 450-2. 2003. NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures. Building Seismic Safety Council. Washington, D.C.

FEMA 451B. 2007. NEHRP Recommended Provisions for New Buildings & Other Structures – Training & Instructional Materials. Washington.

Garcia, L. E dan Sozen, M. A. 2004. Earthquake Engineering from Engineering Seismology to Performance-Based Engineering Edited by Yousef Bozorgnia and Vitelmo V. Bertero. CRC Press. New York.

Ghosh, S.K and Fanella, D.A. 2003. Seismic & Wind Design of Concrete Buildings.

International Code Council, Inc.
Illinois.

Imran, I dan Boediono, B. (2010). Mengapa Gedung-gedung Kita Runtuh Saat Gempa?. Shortcourse HAKI 2010. Jakarta.

Jacobs, W. P. 2008. Building Periods: Moving Forward (and Backward). Structure Magazine, June 2008.

Kementrian Pekerjaan Umum. 2010. Peta Hazard Gempa Indonesia 2010. Jakarta.

Kementrian Pekerjaan Umum. SNI 03-1726-2012. Tata Cara Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Untuk Struktur Gedung dan Non-Gedung.

Taranath, B. S. 2010. Reinforced Concrete Design of Tall Buildings. CRC Press. New York.

Uang, C-M. 1991. "Establishing R (or R_w) and C_d Factors for Building Seismic Provisions," *Journal of Structural Engineering*, vol. 117, no. 1, pp. 19-28, ASCE.

Widodo. 2001. Respon Dinamik Struktur Elastik. Jurusan Teknik Sipil FTSP, Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

