

EVALUASI RESPON STRUKTUR GEDUNG TERHADAP GEMPA RENCANA DAN GEMPA AKTUAL

MOCHAMAD RIZAL FADILAH¹, NESSA VALIANTINE DIREDJA²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)

2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)

Email : mochamadrizalfadilah129@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan respon struktur gedung terhadap gempa rencana dan gempa aktual menggunakan metode time history. Pemodelan struktur dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ETABS 2021 pada objek berupa gedung 9 lantai dengan struktur beton bertulang yang berlokasi di Kota Bandung. Data gempa yang digunakan meliputi gempa rencana berdasarkan respon spektrum wilayah Kota Bandung serta tiga gempa aktual, yaitu El Centro, Iwate, dan New Zealand. Analisis dilakukan untuk mengetahui nilai simpangan antar lantai dan perilaku struktur terhadap masing-masing gempa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa simpangan maksimum terjadi akibat gempa New Zealand. Hal ini menunjukkan bahwa gempa aktual, khususnya dengan durasi dan magnitudo besar, dapat menghasilkan respons struktur yang lebih signifikan dibandingkan gempa rencana. Oleh karena itu, pertimbangan terhadap karakteristik gempa aktual menjadi penting dalam perencanaan struktur tahan gempa.

Kata kunci: Beban Gempa Rencana, Beban Gempa Aktual, Metode Time History, ETABS.

1. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk wilayah gempa karena bertemunya tiga lempeng yaitu Lempeng Indonesia-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik, di mana aktivitas tektonik sangat tinggi dan berpotensi menimbulkan gempa bumi yang merusak. Kota Bandung, sebagai salah satu kota besar di Indonesia, tidak luput dari ancaman gempa bumi mengingat lokasinya yang berdekatan dengan beberapa sesar aktif dan jalur subduksi. Oleh karena itu, perencanaan struktur bangunan di wilayah ini harus mempertimbangkan pengaruh beban gempa secara menyeluruh untuk menjamin keamanan dan kenyamanan penghuni. Dalam perancangan struktur tahan gempa, metode analisis dinamik seperti analisis time history semakin sering digunakan karena mampu memodelkan respons struktur terhadap riwayat gempa secara lebih realistis. Umumnya, analisis ini menggunakan data gempa rencana yang disintesis dari spektrum respons desain berdasarkan peraturan yang berlaku. Namun, dalam kenyataannya, gempa bumi yang terjadi di lapangan (gempa aktual) dapat memiliki karakteristik durasi, frekuensi, dan energi yang berbeda dengan gempa rencana, sehingga respons struktur terhadap gempa aktual berpotensi menunjukkan hasil yang lebih kritis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan respons dinamis struktur terhadap gempa rencana dan tiga gempa aktual, yaitu El Centro (1940), Iwate (2008), dan New Zealand (2016), menggunakan metode time history. Analisis dinamik time history menunjukkan kontribusi drift dan gaya geser jauh lebih besar dibandingkan analisis statik ekuivalen. Hal ini menegaskan pentingnya penggunaan analisis dinamik, terutama untuk struktur bertingkat yang rentan terhadap efek inelastik. Objek penelitian berupa gedung 9 lantai dengan struktur beton bertulang yang dimodelkan menggunakan perangkat lunak ETABS 2021.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman lebih dalam mengenai pentingnya mempertimbangkan karakteristik gempa aktual dalam perancangan struktur tahan gempa, khususnya di wilayah rawan gempa seperti Kota Bandung.

2. METODOLOGI

Data yang digunakan meliputi data primer dan sekunder. Data primer diperoleh langsung dilapangan untuk dijadikan data dasar, namun dapat juga dijadikan pengontrol data yang sudah tersedia pada data sekunder, yang nantinya dipergunakan sebagai sumber dalam perancangan struktur. Data-data yang berhubungan dengan data primer meliputi data hasil wawancara kepada konsultan perencana. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya yang berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya yang berhubungan dengan rencana proyek diantaranya yaitu *DED (Detail Engineering Design)*.

Pengolahan data dilakukan dari hasil seluruh data yang telah diperoleh, meliputi:

1. Data *DED (Detail Engineering Design)*, data *DED (Detail Engineering Design)* diperoleh dari hasil wawancara langsung kepada konsultan perencana.
2. Data spektrum respon desain diperoleh dari RSA2021.
3. Data akselerogram gempa El Centro, Iwate, dan New Zealand diperoleh dari Peer Ground Moton Database.

Adapun data struktur yang digunakan pada struktur gedung ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah Lantai : 9 Lantai + 1 Lantai *Basement*
2. Tinggi Gedung : 34,1 m
3. Mutu Beton Struktur : f_c 30 Mpa
4. Mutu Baja Tulangan :
 - a. BJTS 280
 - b. BJTS 420

Tabel 1 Data Struktur Bangunan

Tipe	b	h	Tipe	b	h
	mm	mm		mm	mm
B1	450	900	K0	850	1000
B2	450	850	K1	850	850
B3	450	800	K2	850	850
B5	400	700	K3	850	850
BA	450	900	K4	600	600
BA1	250	450	K5	450	450
BA2	200	350	K6	350	600
TB1	450	800	K7	350	850
TB2	300	550	K8	250	500

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perbandingan analisis respon struktur beton konvensional dan beton pracetak yang meliputi partisipasi massa, gaya geser dasar seismik, periode getar struktur, simpangan antar tingkat dan pengaruh P- Δ sebagai berikut:

1. Periode Struktur

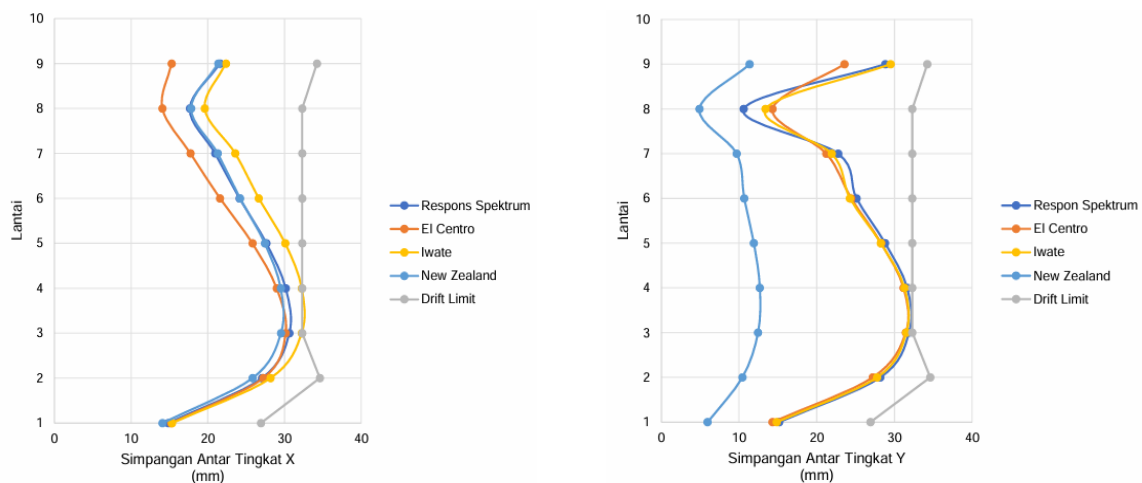
Periode struktur pada pemodelan gedung dengan 3 rekaman gempa yaitu El-Centro, Iwate dan New Zealand memiliki nilai periode yang sama. Periode yang dihasilkan yaitu sebesar 1,142 pada mode 1 untuk arah X, 1,088 pada mode 2 untuk arah Y dan 0,6411 pada mode 3 untuk arah rotasi.

2. Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar yang dihasilkan dari respon struktur antara gempa rencana dan gempa aktual adalah sama. Hal ini disebabkan akibat adanya mekanisme *factor scaling* dan pendekatan regulatif telah mengarahkan kedua jenis gempa pada level energi input yang sebanding. Pendekatan regulatif seperti kombinasi pembebanan, kategori desain seismik serta aturan SNI yang digunakan dalam desain pemodelan.

3. Simpangan Antar Tingkat

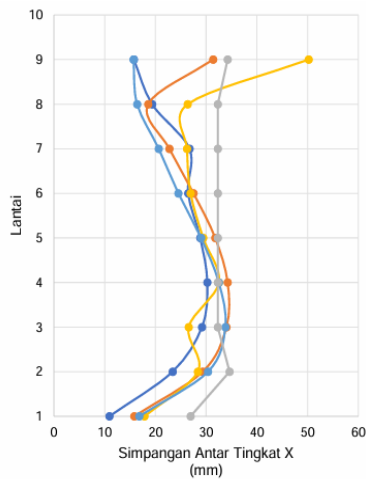
Simpangan antar tingkat yang dihasilkan oleh gempa aktual cenderung lebih besar dibandingkan gempa rencana, khususnya pada gempa dengan magnitudo tinggi dan durasi getaran yang panjang seperti gempa Iwate. Hal ini menandakan bahwa perhitungan gempa rencana berdasarkan spektrum respons desain hanya memberikan gambaran konservatif yang terstandar, namun belum sepenuhnya mampu menangkap kompleksitas respons struktur terhadap gempa aktual di lapangan. Sehingga simpangan antar tingkat akibat gempa aktual memperlihatkan potensi kerusakan struktural yang lebih serius dibandingkan hasil perhitungan gempa rencana.



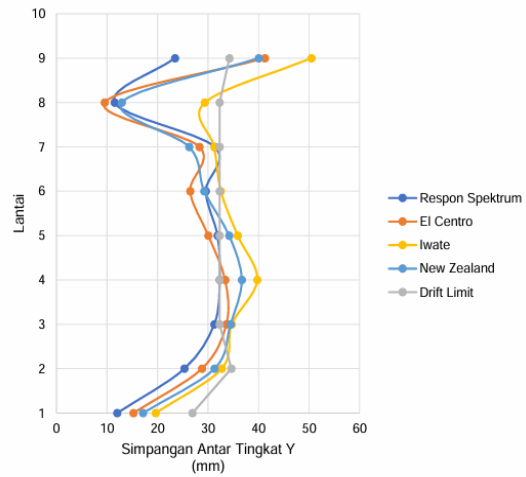
a. Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah - X

b. Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah - Y

Gambar 1 Grafik Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Gempa Rencana



a. Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah - X

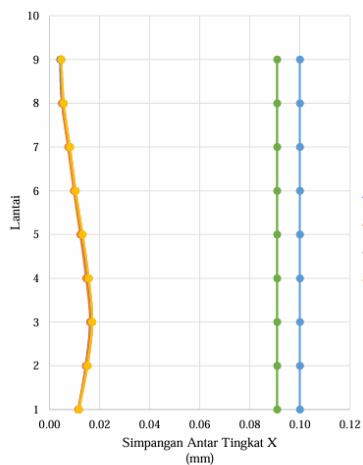


b. Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah - Y

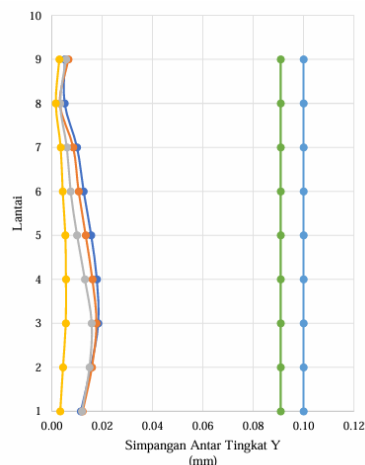
Gambar 2 Grafik Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Gempa Aktual

4. Pengaruh P- Δ

Pengaruh efek P- Δ pada gempa aktual relatif lebih besar dibandingkan dengan gempa rencana. Hal ini mengindikasikan bahwa gempa aktual berpotensi menghasilkan simpangan lateral tambahan yang signifikan akibat kombinasi gaya lateral dan beban aksial gravitasi. Perbedaan ini menegaskan bahwa asumsi dalam gempa rencana belum sepenuhnya merepresentasikan respons inelastik struktur ketika menghadapi gempa aktual di lapangan.

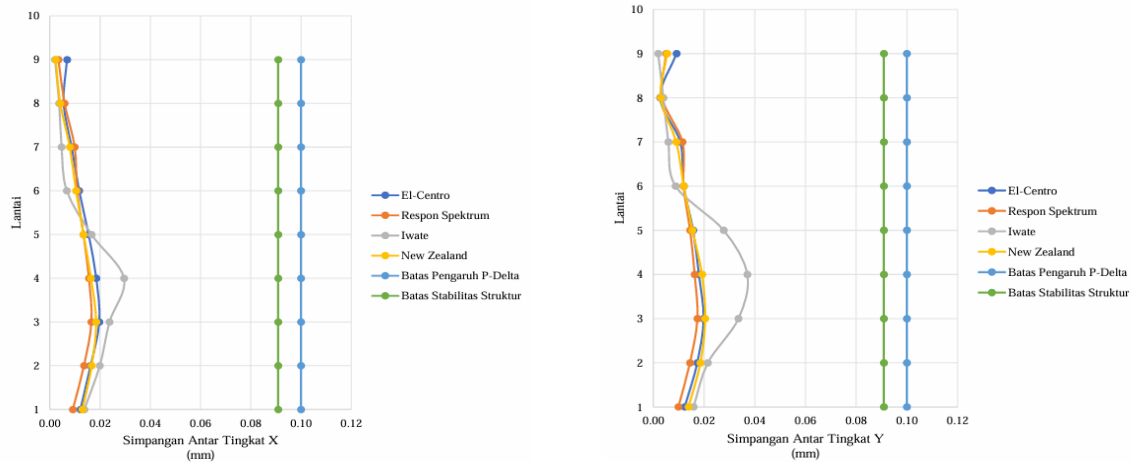


a. Grafik Pengaruh P- Δ Arah - X



b. Grafik Pengaruh P- Δ Arah - Y

Gambar 3 Grafik Perbandingan P- Δ Gempa Rencana



a. Grafik Pengaruh P- Δ Arah - X

b. Grafik Pengaruh P- Δ Arah - Y

Gambar 4 Grafik Perbandingan P- Δ Gempa Aktual

4. KESIMPULAN

Analisis perbandingan antara gempa rencana dan gempa aktual menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada respons struktur, khususnya pada simpangan antar tingkat dan efek P- Δ . Secara umum, gempa rencana menghasilkan respons yang lebih seragam, stabil, dan terkendali karena didasarkan pada spektrum desain yang telah distandardisasi dalam regulasi (SNI 1726:2019). Sebaliknya, gempa aktual memberikan respons yang lebih fluktuatif, dengan kecenderungan menghasilkan simpangan dan efek nonlinier yang lebih besar akibat pengaruh durasi panjang, konten frekuensi rendah, serta siklus pembebanan berulang. Sehingga dengan adanya dua pendekatan antara gempa rencana yang bisa memberikan pendekatan sebagai dasar perencanaan dengan didukung adanya gempa aktual yang bisa memberikan pendekatan terhadap ketahanan struktur yang lebih realistis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih khususnya kepada Ibu Nessa Valiantine Diredja, S.T., M.T. dan kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan bantuan selama proses penelitian hingga penyusunan jurnal.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 7833:2012 Tata cara perancangan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung*. Jakarta : BSN
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2019a). *SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung*. Jakarta : BSN.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (2019b). *SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Jakarta : BSN.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain*. Jakarta : BSN

- [5] Hafiz, M., & Anggraini, R. (2025). *Analisis Respon Struktur Akibat Beban Gempa Statik dan Dinamik pada Gedung Perpustakaan Berdasarkan SNI 1726-2019*. Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang, 12(1), 127–132. <https://doi.org/10.21063/jts.2025.V1201.0127-132>
- [6] Pah, J. J. S., Oematan, Y. W., Nasjono, J. K., & Sina, D. A. T. (2022). Perbandingan respon struktur bangunan beton dengan pembebanan gravitasi rencana terhadap pembebanan gravitasi dan gempa aktual. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 1–14. <https://www.sipil.ejournal.web.id/index.php/jts/article/view/418>