



EVALUASI KINERJA STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG TAHAN GEMPA DENGAN METODE ANALISIS RESPONS SPEKTRUM DAN TIME HISTORY

(Studi Kasus: Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar Kota Bandung)

Muhammad Irsan Arrasyid*, Istiqomah*, Ben Novarro Batubara*, Budi Kudwadi*

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

*Corresponding author, email: m.irsan889@gmail.com, bensnovr@upi.edu, istiqomah@upi.edu, bkudwadi@upi.edu

ABSTRACTS

The city of Bandung is one of the cities that is prone to earthquakes because it is passed by the Lembang fault. Therefore, buildings in the city of Bandung should have implemented the concept of earthquake-resistant buildings in their construction. To avoid the occurrence of damage or collapse of the structure of the building against an earthquake, it is necessary to analyze the building against the earthquake. This study aims to determine how many deviations occur in the building due to the earthquake and the performance of the building structure. The method used is the response spectrum and time history analysis method and then evaluates the performance of the structure against earthquakes using the ATC-40 standard. The building that is the case study is the Directorate of Drugs and the Directorate of Intelligence and Security for the West Java Police, which consists of 5 floors. Structural modeling and analysis were performed using ETABS v20. Earthquake records used are Imperial Valley, Kobe and Trinidad earthquakes. Based on the results of the analysis of the maximum deviation with the response spectrum method 26.74 mm in the X direction and 26.46 mm in the Y direction. Meanwhile, for the time history analysis, it was obtained 33.05 mm in the X direction and 28.96 mm in the Y direction. The maximum value of the total deviation obtained 0.0016 m and the maximum value of inelastic deviation obtained 0.0014 m so that it shows the level of performance of this building structure based on ATC-40 is Immediate Occupancy (IO), which means the structure is in a safe condition.

© 2023 Kantor Jurnal kokoh

ARTICLE INFO

Article history:

Submitted/Received: 15 Mei 2023

First Revised: 31 Mei 2023

Accepted: 11 Juni 2023

First Available online: 26 Juni 2023

Publication Date: 01 Juli 2023

Keywords:

ATC-40, Earthquake Resistant Building, Spectrum Response, Time History

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang rawan terhadap bencana gempa bumi. Hal ini disebabkan karena lokasi Indonesia yang terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik utama yaitu Lempeng Euresia, Indo-Australia, Pasifik, dan Filipina. Gempa tersebut menyebabkan kerusakan infrastruktur yang cukup parah dan menelan korban jiwa dan harta benda dalam jumlah yang sangat besar. Hal ini disebabkan karena saat gempa terjadi gedung mengalami kegagalan struktur karena terjadinya simpangan horizontal terhadap gedung dan telah melampaui syarat aman yang telah ditetapkan oleh peraturan SNI 03-1726-2002. Oleh sebab itu, pemerintah serta ilmuwan terkait pada bidang kegempaan merevisi standar perencanaan SNI 03-1726-2002 menjadi SNI 1726:2012. (Faisal, A., et. al. 2018).

Kota Bandung merupakan salah satu daerah yang rawan dan sering terjadi gempa bumi. Hal ini dikarenakan kota Bandung di lewati patahan sesar yang masih aktif bergerak yaitu sesar lembang. Dan apabila sesar tersebut bergerak akan terjadi getaran yang besar di sepanjang jalur sesarnya dan daerah - daerah di sekitarnya. (Muljo & Helmi, 2007) Dikarenakan rawan akan terjadinya gempa bumi, bangunan - bangunan di Kota Bandung seharusnya sudah menerapkan konsep bangunan tahan gempa dalam pembangunannya sehingga apabila terjadi gempa bumi dampak dari kerusakan yang terjadi tidak terlalu besar. (Ricky, N. K. 2021).

Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar di Kota Bandung merupakan gedung pemerintahan yang baru dibangun di Kota Bandung. Bangunan ini berada di kota Bandung dengan wilayahnya yang rawan akan gempa, oleh karena itu bangunan ini perlu dibangun sesuai standar yang sudah di tentukan dan juga menggunakan konsep bangunan tahan gempa. Untuk menghindari terjadinya kerusakan atau keruntuhan pada struktur bangunan terhadap gempa bumi, perlu dilakukan antisipasi yaitu analisis bangunan terhadap gempa. Ada 2 metode yang digunakan dalam memperhitungkan beban gempa bumi (beban lateral) pada struktur bangunan, yaitu secara analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik (respons spektrum dan time history) yang di tinjau dari perpindahan, simpangan, dan gaya geser dasarnya (Purnomo et al., 2014). Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil simpangan yang terjadi pada struktur bangunan gedung ini akibat beban gempa dengan analisis respons spektrum dan *time history*. Dan juga untuk mengetahui hasil evaluasi kinerja pada struktur bangunan gedung berdasarkan ATC-40.

2. METODE

2.1 Metode penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu metode analisis dinamik respons spektrum dan analisis dinamik time history. *Respons spektrum* yang digunakan yaitu respons spektrum kota Bandung dan data rekaman gempa yang digunakan untuk analisis *time history* adalah gempa *Imperial Valley*, *Kobe*, dan *Trinidad*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembebanan

Tujuan utama dari rancang bangun struktur adalah untuk menyediakan ruang agar dapat digunakan untuk berbagai macam fungsi, aktifitas atau keperluan SNI 1727-2013. Struktur terbuat dari bahan yang bermassa, maka struktur akan dipengaruhi oleh beratnya sendiri. Berat sendiri dari struktur dan elemen-elemen struktur disebut sebagai beban mati. Selain beban mati, struktur dipengaruhi juga oleh beban-beban yang terjadi akibat penggunaan ruangan. Beban ini disebut sebagai beban hidup (live load). Selain itu struktur dipengaruhi juga oleh pengaruh-pengaruh dari luar akibat kondisi-kondisi alam seperti pengaruh angin, salju, gempa, atau dipengaruhi oleh perbedaan temperatur, serta kondisi lingkungan yang merusak (misalnya pengaruh bahan kimia, kelembaban, atau pengkaratan). Dalam meninjau suatu beban, kita tidak boleh hanya menentukan besaran atau intensitas saja, tetapi juga harus meninjau dalam kondisi bagaimana beban tersebut diterapkan pada struktur. (Saputra, A., & Firmanto, A. 2020).

Pembebanan dan kombinasi beban yang dipakai untuk perhitungan adalah SNI 1726-2019 dan SNI 1728-2020. Beban – beban yang akan bekerja pada struktur Gedung Direktorat Narkoba dan Intelkam antara lain beban mati yaitu , beban hidup dan beban gempa.

3.2. Berat Seismik Efektif

Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.7.2, dimana berat seismik efektif struktur harus menyertakan seluruh beban mati dan beban lainnya. Hasil output berat seismik Gedung dari ETABS 20 sebesar : 3.983 ton dan apabila dalam satuan newton didapat = 39062 Kn.

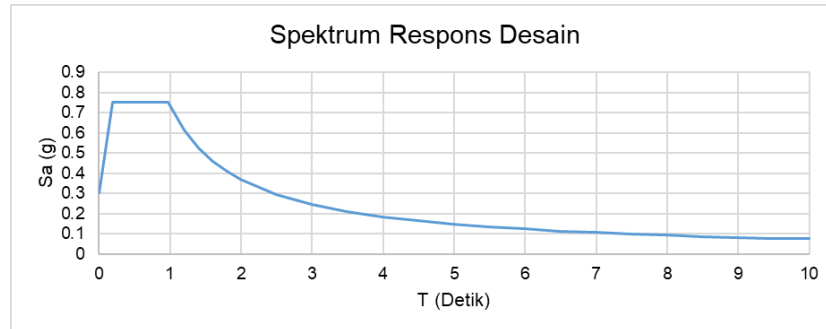
3.3. Analisis Ragam Respons Spektrum

Analisis dinamik untuk perancangan struktur tahan gempa dilakukan jika diperlukan evaluasi yang lebih akurat dari gaya-gaya gempa yang bekerja pada struktur, serta untuk mengetahui perilaku dari struktur akibat pengaruh gempa. Pada struktur bangunan tingkat tinggi atau struktur dengan bentuk atau konfigurasi yang tidak teratur. Analisis dinamik dapat dilakukan dengan cara elastis maupun inelastic. Salah satu cara elastis yakni Analisis Ragam Respons Spektrum dimana pada cara ini diperlukan rekaman percepatan gempa dan Analisis Ragam Spektrum Respon (*Respons Spectrum Modal Analysis*), dimana pada cara ini respons

DOI:

maksimum dari tiap ragam getar yang terjadi didapat dari Respons spektrum Rencana (Design Spectra). (Suntoko, H. 2019).

Untuk memperhitungkan beban lateral (gempa bumi) yang bekerja pada suatu struktur dapat dianalisis dengan menggunakan analisis secara statik ekuivalen dan analisis dinamik (respons spektrum dan riwayat waktu). (Priyono, A., et.al. 2014). Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam terletak pada wilayah dengan klasifikasi situs tanah lunak. Berdasarkan SNI 1726-2019. Didapat parameter yang digunakan pada analisis respons spektrum yang didapat dari perhitungan sehingga dapat dibuat grafik *spektrum respons* desain.



Gambar 1. Grafik *Spektrum Respons* Desain

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Berdasarkan grafik *spektrum respons* desain tersebut, untuk $T = 0$ detik sistem derajat kebebasan gedung tersebut sangat kaku. Oleh karena itu, sepenuhnya mengikuti pergerakan muka tanah. Sementara untuk T antara 0,195 detik sampai dengan 0,97 detik sistem derajat kebebasan gedung mengalami pergerakan pada percepatan tanah maksimum 0,7517 g.

3.4. Kontrol Gaya Geser Dasar

Perilaku dinamis yang ditinjau meliputi gaya geser dasar dan gaya-gaya dalam pada kolom menggunakan metode *analisis respon spektrum*. (Saputro, Y. A. 2020). Parameter yang digunakan dalam lontrol gaya geser dasar adalah :

Diketahui :

$$C_s \text{ pakai} = 0,0940$$

$$W = 39,062 \text{ kn}$$

$$F_s \text{ awal} = 1,226 \text{ m/s}^2$$

Sehingga V_{statik} dapat dihitung dengan mengalikan parameter C_s pakai dan parameter W .

$$V_{\text{statik}} = C_s \times W \tag{1}$$

$$V_{\text{statik}} = 0,0940 \times 39,062$$

$$V_{\text{statik}} = 3714,54 \text{ kn}$$

Nilai Gaya geser dinamik ($V_{dinamik}$) pada output ETABS v20 adalah :

Diketahui :

$$V_x = 3015,05 \text{ kn}$$

$$V_y = 3024,40 \text{ kn}$$

Untuk mengecek Kontrol gaya geser dasar menggunakan rumus :

$$V_{dinamik} \geq V_{statik} \quad (2)$$

Sehingga kontrol gaya geser dasar dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$V_x = 3015,05 \text{ kn} < V_{statik} = 3713,54 \text{ kn} \text{ dinyatakan tidak OK}$$

$$V_y = 3024,40 \text{ kn} < V_{statik} = 3713,54 \text{ kn} \text{ dinyatakan tidak OK}$$

Sesuai dengan dengan ketentuan SNI 1726-2019, Apabila kombinasi respons untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam ($V_{dinamik}$) kurang dari 100% dari gaya geser (V_{statik}) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan $V_{statik}/V_{dinamik}$. Penskalaan $V_{dinamik}$:

$$f_x = \left(\frac{3713,54}{3015,05} \right) \times 1,226 = 1,509$$

$$f_y = \left(\frac{3713,54}{3024,40} \right) \times 1,226 = 1,505$$

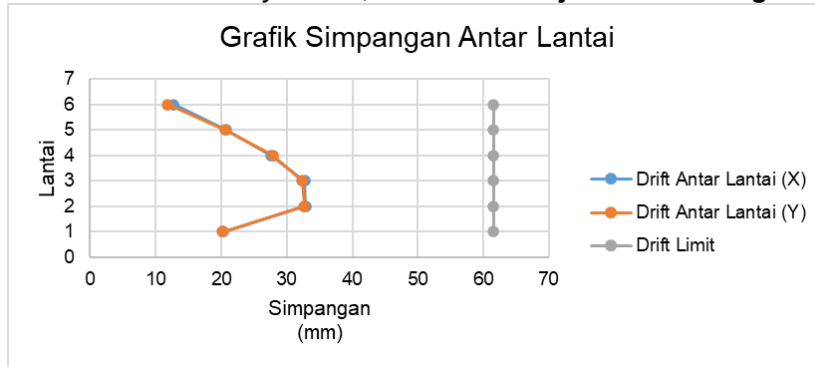
3.5. Kontrol Simpangan

Kontrol Analisis Struktur Setelah dilakukan pemodelan struktur 3 dimensi dengan program bantuan ETABS, hasil analisis struktur harus dikontrol terhadap suatu batasan-batasan tertentu sesuai dengan peraturan SNI 1726:2012 untuk menentukan kelayakan sistem struktur tersebut. Adapun hal-hal yang harus dikontrol salah satunya yakni kontrol Simpangan. (Kariso, P. H., et. al. 2018). Menurut SNI 1726-2019 Pasal 7.8.6, simpangan antar lantai (δ_x) yang terjadi tidak boleh melebihi simpangan antar lantai izin (δ_i). Parameter penentuan simpangan antar lantai adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Kontrol Simpangan Antar Lantai arah x dan y

Lantai	Simpangan		Drift Elastik		H	Drift Antar Lantai		Drift Izin	Cek
	δ_X	δ_Y	δ_eX	δ_eY		ΔX	ΔY		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)		
6	26.747	26.467	2.320	2.154	4000	12.760	11.847	61.538	OK
5	24.427	24.313	3.777	3.754	4000	20.774	20.647	61.538	OK
4	20.65	20.559	5.017	5.065	4000	27.594	27.858	61.538	OK
3	15.633	15.494	5.946	5.885	4000	32.703	32.368	61.538	OK
2	9.687	9.609	5.983	5.939	4000	32.907	32.665	61.538	OK
1	3.704	3.67	3.704	3.670	4000	20.372	20.185	61.538	OK

DOI:



Gambar 2. Grafik Simpangan Antar Lantai Akibat Beban Gempa Respons Spektrum
Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 3. diatas, simpangan antar lantai maksimum akibat beban gempa respons spektrum terdapat pada lantai 2 dengan nilai simpangan antar lantai akibat beban arah X sebesar 32,90 mm dan pada lantai 2 dengan nilai simpangan antar lantai akibat beban arah Y sebesar 32,66 mm. Dengan demikian simpangan antar lantai X dan arah Y masih memenuhi syarat simpangan antar lantai izinnnya.

3.6. Analisis Time History

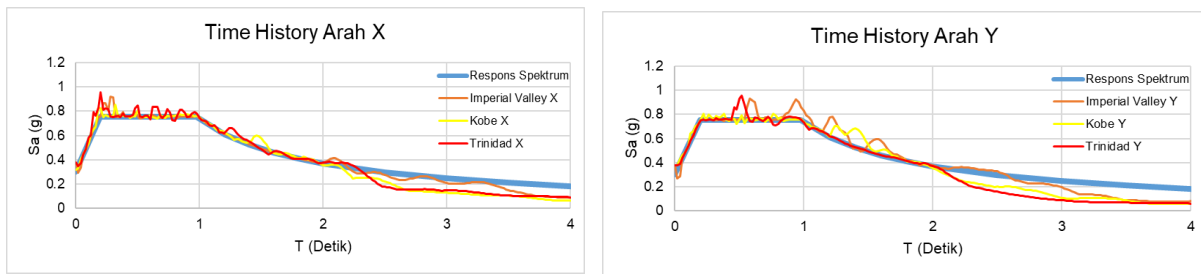
Untuk analisis dinamik Time History dipilih 3 data rekaman gempa yang diambil dari web PEER *Ground Motion Database* yaitu gempa Kobe, Japan (1995) di Stasiun Takarazuka dengan kekuatan gempa 6,90 Mag, gempa Trinidad (1980) di Stasiun Rio Dell Overpass dengan kekuatan gempa 7,20 Mag, dan gempa Imperial Valley (1979) di Stasiun Delta dengan kekuatan gempa 6,53 Mag.

3.7. Penskalaan Ground Motion

Percepatan gempa yang dipilih harus memiliki respons spektrum yang berdekatan dengan respons spektrum elastik desain, kemudian percepatan gempa yang dipilih dimodifikasi dengan program bantu *Seismo Match* agar respons spektrumnya kovergen dengan respons spektrum elastik desain. SNI 1726-2019 mensyaratkan respons spektrum dari rekaman gempa yang dipilih sebagai gempa masukan harus memiliki nilai percepatan yang berdekatan dengan respons spektrum desain pada periode 0,2T sampai dengan 1,5T. Nilai S_a rata-rata respons spektrum pada periode 0,2T – 1,5 T = 0,638 g

Nilai S_a rata-rata *time history* pada periode 0,2T – 1,5 T = 0,642 g

Jadi S_a rata-rata respons spektrum \approx rata-rata *time history*, sehingga 3 akselerogram yang dipilih dapat dipakai untuk analisis time history.



Gambar 3. Penskalaan gempa time history arah x dan y
Sumber: Hasil Olah Data (2023)

3.8 Kontrol Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar merupakan pengganti atau penyederhanaan dari getaran gempa bumi yang bekerja pada dasar bangunan dan selanjutnya digunakan sebagai gaya gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung. Menurut SNI 1726-2002, gaya geser dasar pada struktur gedung beraturan dapat ditentukan dengan metode statik ekuivalen, sedangkan untuk struktur gedung tidak beraturan ditinjau dengan metode dinamik. Gaya geser dasar akan didistribusikan secara vertikal sepanjang tinggi struktur sebagai gaya horizontal tingkat yang bekerja pada masing-masing tingkat bangunan. Dengan menjumlahkan gaya horizontal pada tingkat-tingkat yang ditinjau dapat diketahui gaya geser tingkat yaitu gaya geser yang terjadi pada dasar tingkat yang ditinjau. Akibat dari gaya yang terjadi pada tingkattingkat tersebut maka akan mengakibatkan terjadinya perpindahan dan simpangan pada tingkattingkat tersebut. (Cornelis, R., et.al. 2014).

Nilai akhir respons dinamik struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam suatu arah tertentu, tidak boleh diambil kurang dari nilai respons ragam pertama ($V_{dinamik} \geq V_{statik}$) Berdasarkan tabel 2 ditunjukkan hasil $V_{dinamik}$ sudah memenuhi syarat ($V_{dinamik} \geq V_{statik}$).

Tabel 2. Kontrol gaya geser dasar gempa time history

Data Gempa	Arah	$V_{dinamik}$ (kn)	V_{statik} (kn)	Keterangan
Kobe, Japan – Takarazuka (1995)	X	3767.721	3717,55	OK
	Y	3875.731		OK
Trinidad – Rio Dell Overpass (1980)	X	3765.259	3717,55	OK
	Y	3752.306		OK
Imperial Valley – Delta (1979)	X	3717.447	3717,55	OK
	Y	3735.797		OK

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

DOI:

3.9. Kontrol Simpangan

Tabel 3. Kontrol Simpangan gempa *time history* Kobe

Lantai	Simpangan		Drift Elastik Antar		H	Drift Antar		Drift Izin	Cek
	δX	δY	Lantai			Lantai			
			δeX	δeY		ΔX	ΔY		
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
6	27.815	28.962	2.456	2.260	4000	13.508	12.430	61.538	OK
5	25.359	26.702	4.039	3.983	4000	22.215	21.907	61.538	OK
4	21.32	22.719	5.314	5.467	4000	29.227	30.069	61.538	OK
3	16.006	17.252	6.176	6.474	4000	33.968	35.607	61.538	OK
2	9.83	10.778	6.117	6.643	4000	33.644	36.537	61.538	OK
1	3.713	4.135	3.713	4.135	4000	20.422	22.743	61.538	OK

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Tabel 4. Kontrol simpangan gempa *time history* Trinidad

Lantai	Simpangan		Drift Elastik Antar		H	Drift Antar		Drift Izin	Cek
	δX	δY	Lantai			Lantai			
			δeX	δeY		ΔX	ΔY		
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
6	33.055	28.178	2.893	2.261	4000	15.912	12.436	61.538	OK
5	30.162	25.917	4.885	3.978	4000	26.868	21.879	61.538	OK
4	25.277	21.939	6.243	5.399	4000	34.337	29.695	61.538	OK
3	19.034	16.54	7.254	6.281	4000	39.897	34.546	61.538	OK
2	11.78	10.259	7.304	6.342	4000	40.172	34.881	61.538	OK
1	4.476	3.917	4.476	3.917	4000	24.618	21.544	61.538	OK

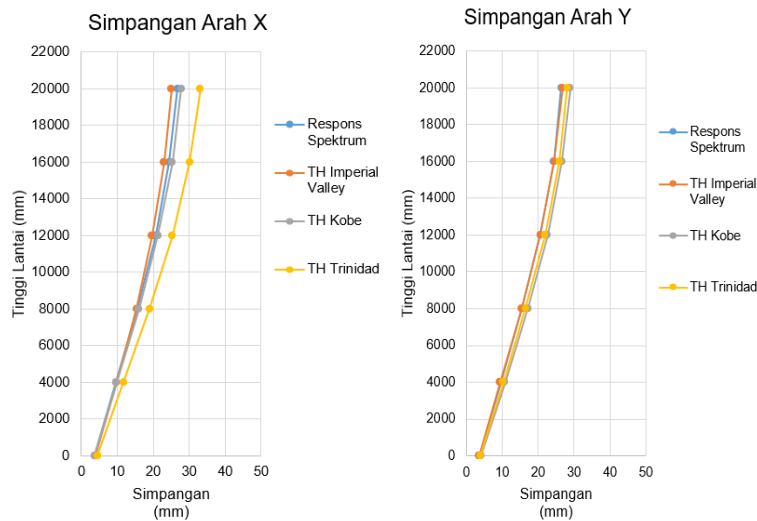
Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Tabel 5. Kontrol Simpangan gempa

Lantai	Simpangan		Drift Elastik Antar		H	Drift Antar Lantai		Drift Izin	Cek
	δX	δY	Lantai			Lantai			
			δeX	δeY		ΔX	ΔY		
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
6	25.123	26.748	2.082	2.226	4000	11.451	12.243	61.538	OK
5	23.041	24.522	3.399	3.908	4000	18.695	21.494	61.538	OK
4	19.642	20.614	4.301	5.251	4000	23.656	28.881	61.538	OK
3	15.341	15.363	5.522	5.973	4000	30.371	32.852	61.538	OK
2	9.819	9.39	5.984	5.851	4000	32.912	32.181	61.538	OK
1	3.835	3.539	3.835	3.539	4000	21.093	19.465	61.538	OK

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Berdasarkan tabel dan gambar diatas diperoleh bahwa hasil semua nilai simpangan lateral antar tingkat tidak melewati simpangan lateral antar tingkat izin baik arah X maupun arah Y.



Gambar 4. Simpangan respons spektrum dan *time history* arah x dan y

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Simpangan (*drift*) yang terjadi dari hasil analisis dengan respons spektrum dan *time history* terdapat perbedaan namun tidak cukup jauh. Perbedaan ini terjadi karena pada masukan gempa dengan parameter gempa yang dimiliki oleh masing – masing gempa masukan, meskipun diasumsikan mendekati tetap saja terdapat perbedaan.

3.10. Kinerja Struktur

a) Kinerja Batas Layan

Kinerja batas layan membatasi simpangan lateral (*drift*) antar tingkat pada arah X atau arah Y : $\Delta_i \leq \Delta_i$ izin.

Tabel 6. Batas layan simpangan arah x

Lantai	H (mm)	Simpangan Antar Lantai					Maks (mm)	Δ_i izin (mm)	Ket
		Respons Spektrum (mm)	Kobe (mm)	Trinidad (mm)	Imperial Valley (mm)				
6	4000	2.320	2.456	2.893	2.082	2.893	15.0	OK	
5	4000	3.777	4.039	4.885	3.399	4.885	15.0	OK	
4	4000	5.017	5.314	6.243	4.301	6.243	15.0	OK	
3	4000	5.946	6.176	7.254	5.522	7.254	15.0	OK	
2	4000	5.983	6.117	7.304	5.984	7.304	15.0	OK	
1	4000	3.704	3.713	4.476	3.835	4.476	15.0	OK	

DOI:

Tabel 7. Batas layan simpangan arah y

Lantai	H (mm)	Respons Spektrum (mm)	Simpangan Antar Lantai				Maks (mm)	Δi izin (mm)	Ket
			Kobe (mm)	Trinidad (mm)	Imperial Valley (mm)				
6	4000	2.154	2.260	2.261	2.226	2.261	15.0	OK	
5	4000	3.754	3.983	3.978	3.908	3.983	15.0	OK	
4	4000	5.065	5.467	5.399	5.251	5.467	15.0	OK	
3	4000	5.885	6.474	6.281	5.973	6.474	15.0	OK	
2	4000	5.939	6.643	6.342	5.851	6.643	15.0	OK	
1	4000	3.670	4.135	3.917	3.539	4.135	15.0	OK	

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Berdasarkan Tabel 6 dan 7 didapat hasil analisis respons spektrum dan time history semua memenuhi kinerja batas layan dengan nilai simpangan lateral antar tingkat tidak melewati simpangan lateral antar tingkat izin arah X dan arah Y.

b) Kinerja Batas Ultimit

Simpangan antar tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat pembebanan gempa, dikalikan dengan suatu faktor pengali.

Tabel 8. Batas ultimit simpangan arah x

Lantai	H (mm)	Respons Spektrum (mm)	Simpangan Antar Lantai				Δi (mm)	$\xi \times \Delta i$ (mm)	Δi izin (mm)	Ket
			Kobe (mm)	Trinidad (mm)	Imperial Valley (mm)	Maks (mm)				
6	4000	26.747	27.815	33.055	25.123	33.055	2.9	15.96785	80	OK
5	4000	24.427	25.359	30.162	23.041	30.162	4.9	26.96266	80	OK
4	4000	20.650	21.320	25.277	19.642	25.277	6.2	34.45811	80	OK
3	4000	15.633	16.006	19.034	15.341	19.034	7.3	40.0383	80	OK
2	4000	9.687	9.830	11.780	9.819	11.780	7.3	40.31428	80	OK
1	4000	3.704	3.713	4.476	3.835	4.476	4.5	24.70519	80	OK

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Tabel 9. Batas ultimit simpangan arah y

Lantai	H (mm)	Respons Spektrum (mm)	Simpangan Antar Lantai				Δi (mm)	$\xi \times \Delta i$ (mm)	Δi izin (mm)	Ket
			Kobe (mm)	Trinidad (mm)	Imperial Valley (mm)	Maks (mm)				
6	4000	26.467	28.962	28.178	26.748	28.962	2.3	12.47402	80	OK
5	4000	24.313	26.702	25.917	24.522	26.702	4.0	21.98409	80	OK
4	4000	20.559	22.719	21.939	20.614	22.719	5.5	30.17499	80	OK
3	4000	15.494	17.252	16.540	15.363	17.252	6.5	35.73311	80	OK
2	4000	9.609	10.778	10.259	9.390	10.778	6.6	36.6659	80	OK
1	4000	3.670	4.135	3.917	3.539	4.135	4.1	22.82305	80	OK

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Berdasarkan Tabel diatas didapat hasil analisis respons spektrum dan *time history* dengan hasil semua memenuhi kinerja batas layan dengan nilai simpangan lateral antar tingkat tidak melewati simpangan antar tingkat izin arah X dan arah Y.

c) Tingkat Kinerja Struktur Menurut ATC – 40

Menurut (ATC 40, 1997) analisis statik nonlinier pushover merupakan salah satu komponen performance based design yang menjadi sarana dalam mencari kapasitas dari suatu struktur. Dalam perencanaan ini beban statik dalam arah lateral yang nilainya ditingkatkan secara bertahap sampai suatu struktur mencapai yang namanya target displacement atau mencapai mekanisme diambang keruntuhan. (Waworuntu, G. F., et. al. 2014).

ATC-40 mengelompokan level kinerja struktur (*performance level*) berdasarkan nilai maksimum total simpangan (*drift*) yang merupakan perbandingan nilai simpangan pada lantai atap terhadap tinggi total struktur, Berikut hasil perhitungan level kinerja struktur berdasarkan ATC-40.

Tabel 10. Level Kinerja Arah X

Data Gempa	Drift Lantai Atap (m)	D1 (m)	Maksimum Total Drift	Maksimum Inelastic Drift	Level Kinerja
Respons Spektrum Kobe, Japan – Takarazuka (1990)	0.026747	0.003704	0.001337	0.001152	IO
Trinidad – Rio Dell Overpass (1985)	0.027815	0.003713	0.001391	0.001205	IO
	0.033055	0.004476	0.001653	0.001429	IO

DOI:

Imperial Valley – Delta (1979)	0.025123	0.003835	0.001256	0.001064	IO
-----------------------------------	----------	----------	----------	----------	----

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Tabel 11. Level Kinerja Arah Y

Data Gempa	Drift Lantai Atap (m)	D1 (m)	Maksimum Total Drift	Maksimum Inelastic Drift	Level Kinerja
Respons Spektrum Kobe, Japan – Takarazuka (1990)	0.026467	0.00367	0.001323	0.00114	IO
Trinidad – Rio Dell Overpass (1985)	0.028962	0.004135	0.001448	0.001241	IO
Imperial Valley – Delta (1979)	0.028178	0.003917	0.001409	0.001213	IO
	0.026748	0.003539	0.001337	0.00116	IO

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Berdasarkan tabel 10 dan 11, nilai maksimum simpangan (*drift*) untuk semua model struktur dengan beban respons spektrum dan Riwayat waktu (*time history*) kurang dari 0,01 dan nilai maksimum *inelastic drift* untuk semua model struktur kurang dari 0,005. Maka tingkat kinerja struktur pada gedung ini yaitu *Immediate Occupancy* (IO), dimana elemen utama struktur tidak mengalami kerusakan, tidak ada simpangan (*drift*) permanen, kekuatan dan kekakuan struktur tidak mengalami perubahan berarti, resiko korban jiwa dari kegagalan struktur rendah, dan secara keseluruhan gedung tidak mengalami kerusakan dan dapat segera difungsikan.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan evaluasi menggunakan metode analisis respons spektrum dan *time history* pada struktur Gedung Direktorat Narkoba Dan Direktorat Intelkam Polda Jabar, penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Simpangan (*drift*) Gedung Direktorat Narkoba Dan Direktorat Intelkam Polda Jabar akibat gempa berdasarkan metode respons spektrum pada arah X simpangan maksimum sebesar 26,747 mm. Sedangkan pada arah Y, simpangan maksimum sebesar 26,467 mm.
2. Simpangan (*drift*) Gedung Direktorat Narkoba Dan Direktorat Intelkam Polda Jabar akibat gempa berdasarkan metode *Time History* pada arah X simpangan maksimum sebesar 33,055 mm. Sedangkan pada arah Y, simpangan maksimum sebesar 28,96 mm.
3. Tingkat kinerja struktur Gedung Direktorat Narkoba Dan Direktorat Intelkam Polda Jabar akibat beban gempa respons spektrum dan *time history* berdasarkan ATC-40

DOI:

menunjukkan tingkat kinerja struktur termasuk dalam tingkat *Immediate Occupancy* (IO).

REFERENSI

- Bayyinah, D. A. L. N., & Faimun, F. (2017). Studi Perbandingan Analisis Respon Spektra dan Time History untuk Desain Gedung. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), C33-C38.
- Cornelis, R., Bunganaen, W., & Tay, B. H. U. (2014). Analisis Perbandingan Gaya Geser Tingkat, Gaya Geser Dasar, Perpindahan Tingkat Dan Simpangan Antar Tingkat Akibat Beban Gempa Berdasarkan. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 205-216.
- Faisal, A., Putera, T. A., Purba. M. (2018). Evaluasi Jarak Aman Antara Struktur Srpm Tinggi Dengan Struktur Srpm Dibelahny Terhadap Gempa. *EDUCATIONAL BUILDING Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 4(1), 56-61
- Kariso, P. H., Dapas, S. O., & Pandaleke, R. E. (2018). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. *Jurnal Sipil Statik*, 6(6).
- Latuheru, R. R., & Prasojo, R. (2017). Analisa Statik Dan Dinamik Gedung 8 Lantai. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 2(2), 130-141.
- Muljo, A., & Helmi, F. (2007). Sesar Lembang dan Resiko Kegempaan. *Bulletin of Scientific Contribution*, 5(2), 94-98.
- Ricky, N. K. (2021). Pemetaan Potensi Kerawanan Bencana Gempa Bumi Akibat Sesar Lembang di Kawasan Kabupaten Bandung Barat. *FTSP*, 563-576.
- Saputro, Y. A. (2020). Analisa Gaya Geser Dasar dan Gaya Dalam Pada Kolom terhadap Penambahan Dinding Geser. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 90-99.
- Saputra, A., & Firmanto, A. (2020). Analisis Struktur Rumah Sakit Permata Cirebon. *Jurnal Konstruksi dan Infrastruktur*, 6(6).
- Suntoko, H. (2019). Analisis Spektrum Respon Desain Gedung Reaktor RDE Menggunakan SAP2000. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 21(1), 1-7.
- Priyono, A., Budi, A. S., & Supardi, S. (2014). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung 10 Lantai Dengan Analisis Respons Spektrumditinjau Padadrift Dan Displacementmenggunakan Software Etabs. *Matriks Teknik Sipil*, 2(3).
- Purnomo, E., Purwanto, E., & Supriyadi, A. (2014). Analisis dinamik respon spektrum menggunakan software Etabs (studi kasus: bangunan hotel di Semarang). *Matriks Tek. Sipil*, 2(4), 569-576.

DOI:

Wantalantie, R. O., Pangouw, J. D., & Windah, R. S. (2016). Analisa Statik dan Dinamik Gedung Bertingkat Banyak Akibat Gempa berdasarkan SNI 1726-2012 dengan Variasi Jumlah Tingkat. *Jurnal Sipil Statik*, 4(8).

Waworuntu, G. F., Sumajouw, M. D., & Windah, R. S. (2014). Evaluasi Kemampuan Struktur Rumah Tinggal Sederhana Akibat Gempa. *Jurnal Sipil Statik*, 2(4).