Respon Struktur Bangunan *Café* di Kabupaten Bandung

FANNY SARA SIADARI[1], ERMA DESIMALIANA[2]

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Email: fanny.sara@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Respon struktur murupakan reaksi suatu bangunan terhadap berbagai jeni beban atau gaya seperti beban gravitasi (berat bangunan dan beban hidup), beban angin, beban gempa, beban salju dan beban dinamis lainnya. Penelitian ini mengevaluasi respon struktur bangunan café di Kabupaten Bandung terhadap berbagai faktor lingkungan, khususnya beban gempa. Pemodelan struktur bangunan cafe menggunakan sofware ETABS 18, yang kemudian dikenai beban gempa daerah kabupaten Bandung. Kemudian di evaluasi berdasarkan Modal Participating Mass Ratios, periode struktur, simpangan antar lantai, dan pengaruh P-delta.

***Kata kunci**: respon struktur, bangunan cafe,*

1. PENDAHULUAN

Bandung merupakan kota yang sangat terkenal sebagai kota pariwisata dengan berbagai penawaran di berbagai bidang parawisata, seperti: wisata belanja, wisata alam, wisata sejarah, wisata budaya, serta wisata teknologi dan asitektur. Salah satu tempat wisata di kabupaten Bandung yang berlokasi di daerah Dago. Wisata ini merupakan *café* yang menawarkan pemandangan indah Kota Bandung dari ketinggian. Bangunan tahan gempa sangat diperlukan untuk bangunan-bangunan wisata di Kota Bandung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Respon Struktur

Respon struktur adalah reaksi atau perilaku suatu struktur bangunan ketika dikenai berbagai jenis beban atau gaya, seperti beban gravitasi, angin, gempa, atau beban dinamis lainnya. Respon ini mencakup perubahan fisik pada struktur, seperti deformasi (perubahan bentuk), tegangan (gaya per satuan luas), regangan (perubahan panjang relatif), dan getaran. Analisis terhadap respon struktur penting untuk memastikan bahwa bangunan tetap stabil, aman, dan mampu menahan berbagai beban yang mungkin terjadi selama masa penggunaannya.

2.2 Struktur Baja

Baja adalah salah satu dari material yang cukup penting dalam dunia konstruksi bangunan. Menurut Oentoeng (1999) baja dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis berdasarkan kekuatan dan bahan penyusunnya serta berdasarkan kadar karbon di dalam baja. Baja memiliki sifat elastis dan daktilitas yang cukup tinggi sehingga dapat menerima tegangan tarik yang cukup besar. Dalam pengerjaan di lapangan konstruksi baja tidaklah rumit pekerjaan konstruksi menggunakan alat sambung las atau baut. Proses pembuatan baja dengan gilas panas membuat baja mudah

untuk dibentuk sesuai dengan kebutuhan di lapangan, hal ini menjadi salah satu keunggulan dari material baja.

2.4 *Modal Participacing Mass Ratios*

Modal Participating Mass Ratios (MPMR) adalah parameter yang digunakan dalam analisis dinamis struktur untuk memahami bagaimana massa dari suatu struktur berpartisipasi dalam mode getaran tertentu. Pada SNI 1726:2019 mengharuskan bahwa dalam analisis dinamis struktur (baik dengan metode spektrum respons atau analisis riwayat waktu), mode-mode getaran yang dianalisis harus mencakup paling tidak 100% dari total massa partisipasi dalam arah analisis.

2.6 Periode Struktur

Periode struktur adalah waktu yang dibutuhkan suatu struktur untuk menyelesaikan satu siklus getaran penuh saat dipengaruhi oleh gaya eksternal, seperti gempa bumi. Periode alami struktur (T) arah yang ditinjau tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas periode yang dihitung (C_u) dan ($T_{a'}$).

Tabel 1. Perbandingan kuat tekan beton biasa dengan beton *sikacim concrete*

Tipe struktur	***Ct***	***x***
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 % gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Periode alami pendekatan (T_a) dalam satuan detik, dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$T_a = C_t {h_a}^x$$

2.7 Simpangan Antar Lantai

Menurut SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung, simpangan antar lantai atau *inter-story drift* memiliki batasan tertentu untuk memastikan keamanan dan kenyamanan bangunan selama terjadinya gempa. Simpangan antar lantai menjadi indikator penting dalam analisis struktur karena dapat mempengaruhi stabilitas dan kenyamanan bangunan, serta mencegah kerusakan struktural atau non-struktural. Pembesaran simpangan antar tingkat dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\delta = Drift \times \frac{C_d}{I_e}$$

2.8 Pengaruh P-delta

Bedasarkan SNI 1726 tahun 2019, tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung harus memenuhi persyaratan $\theta < \theta_{max}$ dengan nilai θ dan θ_{max} ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\theta = \frac{P_x \times \Delta \times I_e}{V_x \times h_{sx} \times C_d}$$

$$\theta_{max} = \frac{0{,}5}{\beta \times C_d} \geq 0{,}25$$

dengan :
θ = Koefisien stabilitas
θ_{max} = Koefisien stabilitas maksimum
P_x = Gempa statik ekivalen lantai arah sumbu (kN)
Δ = Simpangan antar tingkat desain (mm)
I_e = Faktor keutamaan gempa
V_x = Gaya geser seismic yang bekerja antara tingkat (kN)
h_{sx} = Tinggi lantai (mm)
C_d = Faktor pembesaran defleksi
β = Rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Berikut merupakan tahapan dari penelitian:

a. Dimulai dengan studi liberatur
b. Melakukan pengumpulan data berupa gambar kerja, denah kolom, balok, plat lantai, dan data respon spektrum daerah kabupaten Bandung.
c. Pemodelan Struktur menggunakan ETABS 18.
d. Melakukan input beban gravitasi yaitu beban mati, beban hidup.
e. Kemudian input beban gempa berupa respon spektrum.
f. Analisis Struktur berupa modal participating mass ratios, periode struktur, simpangan antar lantai, dan pengaruh P-delta.

3.2 Hasil Penelitian

Hasil dari analisis struktur bangunan cafe berupa modal participating mass ratios, periode struktur, simpangan antar lantai, dan pengaruh P-delta.

Tabel 2. *Modal Participacing Mass Ratios*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	1,759	0,539	0,005	0,118	0,539	0,005	0,118
Modal	2	1,604	0,005	0,652	0,001	0,544	0,657	0,119
Modal	3	1,227	0,173	0,000	0,392	0,716	0,657	0,511
Modal	4	0,573	0,113	0,011	0,082	0,829	0,668	0,593
Modal	5	0,529	0,047	0,004	0,152	0,876	0,672	0,744
Modal	6	0,463	0,003	0,174	0,018	0,879	0,846	0,762
Modal	7	0,368	0,024	0,001	0,042	0,902	0,847	0,804
Modal	8	0,289	0,008	0,005	0,036	0,911	0,852	0,839
Modal	9	0,261	0,009	0,032	0,004	0,919	0,884	0,844
Modal	10	0,242	0,012	0,015	0,062	0,931	0,899	0,905
Modal	11	0,198	0,009	0,002	0,020	0,940	0,902	0,925
Modal	12	0,181	0,006	0,005	0,051	0,946	0,907	0,977
Modal	13	0,17	0,010	0,019	0,001	0,956	0,926	0,977
Modal	14	0,156	0,000	0,000	0,000	0,956	0,926	0,978
Modal	15	0,156	0,000	0,000	0,000	0,956	0,926	0,978
Modal	16	0,152	0,034	0,003	0,017	0,990	0,929	0,994
Modal	17	0,131	0,007	0,004	0,006	0,997	0,932	1,000
Modal	18	0,112	0,001	0,058	0,000	0,998	0,990	1,000
Modal	19	0,109	0,000	0,000	0,000	0,998	0,990	1,000
Modal	20	0,107	0,002	0,002	0,000	1,000	0,992	1,000
Modal	21	0,082	0,000	0,008	0,000	1,000	1,000	1,000

Tabel 3. Periode Struktur

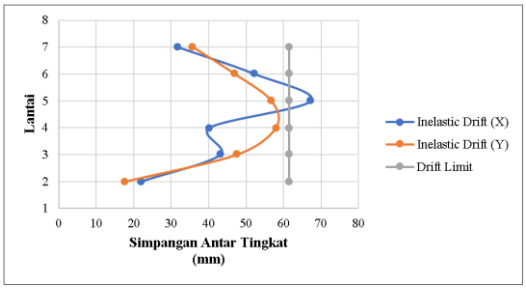
Periode	Arah	Nilai [detik]
Mode 1	X	1,759
Mode 2	Y	1,604
Mode 3	Rotasi	1,227

Tabel 4. Simpangan Antar Lantai Arah X

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift	Drift Limit	Cek
	δey	δey		Δy		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Lantai 7	59,755	8,131	3200	35,776	61,538	OK
Lantai 6	51,624	10,683	3200	47,005	61,538	OK
Lantai 5	40,941	12,913	3200	56,817	61,538	OK
Lantai 4	28,028	13,190	3200	58,036	61,538	OK
Lantai 3	14,838	10,810	3200	47,564	61,538	OK
Lantai 2	4,028	4,028	3200	17,723	61,538	OK

Tabel 5. Simpangan Antar Lantai Arah Y

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift	Drift Limit	Cek
	δey	δey		Δy		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Lantai 7	59,755	8,131	3200	35,776	61,538	OK
Lantai 6	51,624	10,683	3200	47,005	61,538	OK
Lantai 5	40,941	12,913	3200	56,817	61,538	OK
Lantai 4	28,028	13,190	3200	58,036	61,538	OK
Lantai 3	14,838	10,810	3200	47,564	61,538	OK
Lantai 2	4,028	4,028	3200	17,723	61,538	OK



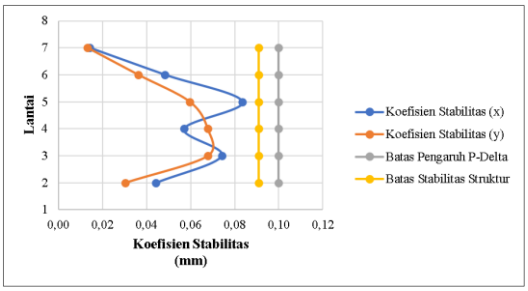
Gambar 1. Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y

Tabel 6. Pengaruh P-delta Arah X

Story	Inelastic Drift	Story Forces		h	Koefisien Stabilitas	Batas Pengaruh P-Delta	Batas Stabilitas Struktur, θ_{max}	Cek
	Δ_X	P	V_x					
	(mm)	(kN)	(kN)	(mm)	θX			
Lantai 7	31,649	905,996	143,8269	3200	0,0142	0,1	0,0909	OK
Lantai 6	52,202	6764,662	518,0418	3200	0,0484	0,1	0,0909	OK
Lantai 5	67,316	12765,116	730,6712	3200	0,0835	0,1	0,0909	OK
Lantai 4	40,278	15925,765	798,7097	3200	0,0570	0,1	0,0909	OK
Lantai 3	43,186	24996,801	1034,7827	3200	0,0741	0,1	0,0909	OK
Lantai 2	22,000	33545,408	1184,2353	3200	0,0443	0,1	0,0909	OK

Tabel 7. Pengaruh P-delta Arah Y

Story	Inelastic Drift	Story Forces		h	Koefisien Stabilitas	Batas Pengaruh P-Delta	Batas Stabilitas Struktur, θ_{max}	Cek
	Δ_y	P	V_y					
	(mm)	(kN)	(kN)	(mm)	θY			
Lantai 7	35,776	905,996	175,2118	3200	0,0131	0,1	0,0909	OK
Lantai 6	47,005	6764,662	622,9075	3200	0,0363	0,1	0,0909	OK
Lantai 5	56,817	12765,116	863,8903	3200	0,0596	0,1	0,0909	OK
Lantai 4	58,036	15925,765	969,6087	3200	0,0677	0,1	0,0909	OK
Lantai 3	47,564	24996,801	1246,3277	3200	0,0678	0,1	0,0909	OK
Lantai 2	17,723	33545,408	1396,8134	3200	0,0302	0,1	0,0909	OK



Gambar 2. Grafik Pengaruh P-delta Arah X dan Y

4. KESIMPULAN

Hasil dari partisipasi masa menghasilkan respon total sebesar 100% yaitu pada mode 21. Bahwa 100% dari massa bangunan berpartisipasi ketika struktur bangunan tersebut bergetar. Hasil periode struktur pada pemodelan bangunan *cafe* memiliki nilai periode yaitu sebesar 1,759 pada mode 1 untuk arah X, 1,604 pada mode 2 untuk arah Y dan 1,227 pada mode 3 untuk arah rotasi. Simpangan antar lantai dimana pada lantai 5 harus dilakukan peningkatan kekakuan struktur dengan cara memperbesar penampang ataupun menambah elemen pengaku (*bresing*). pengaruh P-Delta Arah X dan Y pada Respon Spektrum telah memenuhi syarat yaitu P-Delta aktual tidak melebihi P-Delta izin.

DAFTAR RUJUKAN

Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1727:*2020 tentang Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Nada, I. M., Tubuh, I. K. D. K., & Setyawan, I. K. A. (2023). Analisis Kinerja Struktur Baja dengan dan Tanpa Dinding Pengisi. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, *12*(1), 45-52.

Dewobroto, W. (2006). Evaluasi Kinerja Bangunan Baja Tahan Gempa dengan SAP2000. *Jurnal Teknik Sipil*, *3*(1), 7-24.

Zega, B. C., Prasetyono, P. N., Nadiar, F., & Triarso, A. (2022). Desain Struktur Bangunan Baja Tahan Gempa Menggunakan SNI 1729: 2020. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, *4*(2), 108-113.

Nada, I. M., Tubuh, I. K. D. K., & Setyawan, I. K. A. (2023). Analisis Kinerja Struktur Baja dengan dan Tanpa Dinding Pengisi. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, *12*(1), 45-52.

Siswanto, A. B. (2018). Kriteria dasar perencanaan struktur bangunan tahan gempa. Jurnal teknik sipil, 11, 59-72.

Khoirunnissa, U., Djakfar, R., & Setiawan, Y. (2020). Analisis Dinamik Respon Struktur Gedung Beraturan dan Ketidakberaturan Horizontal. Construction and Material Journal, 2(1), 59-68.

Fadillah, M. R. (2020). Metode analisis perhitungan struktur bangunan tahan gempa. *Jurnal student teknik sipil*, *2*(3), 176-182.

Wicaksana, A., & Rosyidah, A. (2021). Pembandingan Perancangan Bangunan Tahan Gempa Menggunakan SNI 1726: 2012 Dan SNI 1726: 2019. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, *18*(1), 88-99.