

RESPON STRUKTUR GEDUNG BAJA (STUDI KASUS: HOTEL DI KOTA JAKARTA)

SURYA KAMALDUIN¹, ERMA DESIMALIANA², ALTIE SANTIKA ARIFIN²

1. Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
 2. Dosen Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
- Email: suryakamaludin27@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik utama sehingga memiliki tingkat kegempaan tinggi, termasuk wilayah DKI Jakarta yang dipengaruhi sesar aktif dan zona subduksi. Kondisi ini menuntut perencanaan struktur bangunan yang andal terhadap beban gempa. Penelitian ini menganalisis respon seismik gedung hotel empat lantai berstruktur baja di Jakarta menggunakan perangkat lunak ETABS v22 dengan metode analisis respon spektrum. Pemodelan struktur mengacu pada SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 1729:2020, dengan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Analisis meliputi gaya geser dasar, simpangan antar lantai, serta pengaruh P-Delta. Hasil menunjukkan gaya geser dasar sesuai ketentuan minimum, simpangan antar lantai berada di bawah nilai izin, dan koefisien stabilitas (θ) < 0,1. Dengan demikian, struktur baja hotel yang ditinjau dinyatakan aman dan layak terhadap beban gempa rencana sesuai standar perencanaan yang berlaku.

Kata kunci: struktur baja, respon spektrum, gaya geser dasar, simpangan antar lantai

1. PENDAHULUAN

Secara geologis Indonesia berada diantara pertemuan 4 lempeng litosferik besar seperti Eurasia, Pasifik, Indo-Australia dan lempeng laut Filipina sehingga menjadikan Indonesia menjadi salah satu negara yang rentan terhadap bencana gempa bumi yang tinggi [1]. Menurut BMKG, gempa bumi di Indonesia tercatat sebanyak 71.628 kejadian dari periode tahun 2009-2019 dari berbagai wilayah yang beragam salah satunya DKI Jakarta [2]. Provinsi DKI Jakarta memiliki tingkat kegempaan yang semakin hari semakin tinggi karena wilayah ini berdekatan dengan sesar Baribis, Lembang, dan Cimandiri. Selain itu, wilayah DKI Jakarta juga dekat dengan zona subduksi M7 dan M8 yang menyebabkan tingkat kegempaan serta akselerasi gempa akan terus bertambah nilainya di kemudian hari [3].

Gempa bumi memiliki beban lateral yang disebabkan oleh getaran secara horizontal, vertikal atau kombinasi keduanya pada arah X, Y dan Z [4]. Beban lateral kemudian didistribusikan ke semua struktur gedung yang mengakibatkan bangunan bergeser. Beban geser pada struktur jika melebihi dari nilai beban geser maksimum akan membuat struktur mengalami keruntuhan [5]. Oleh karenanya diperlukan struktur konstruksi yang mampu menahan beban gempa. Salah satu struktur yang biasanya digunakan dalam desain bangunan tahan gempa yaitu struktur baja. Baja merupakan material yang memiliki kuat tarik, tekan, serta daktilitas yang tinggi dibandingkan dengan material beton kayu [6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon struktur Gedung hotel dari berbagai aspek meliputi simpangan antar lantai, gaya geser dasar, dan pengaruh *P-Delta* dengan menggunakan data gempa Respon Spektrum Kota Jakarta yang diambil dari RSA Cipta Karya 2021.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode analisis kualitatif dengan mengacu pada standar perencanaan SNI 1727:2020, SNI 1726:2019, SNI 1729:2020 [7-9]. Data dalam penelitian ini berasal dari data sekunder, yang meliputi kajian literatur serta regulasi yang berkaitan dengan topik berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Data teknis bangunan yang ditinjau berikut ini:

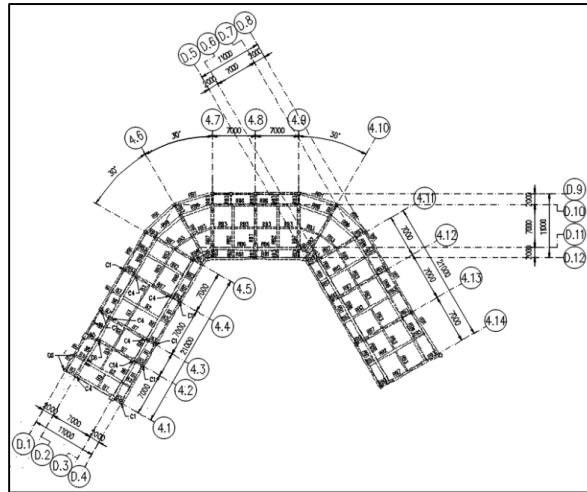
- a. Lokasi bangunan : Kota Jakarta
- b. Fungsi bangunan : Hotel
- c. Jumlah lantai : 4 lantai
- d. Tinggi bangunan : 16 meter
- e. Jenis tanah : Tanah Sedang
- f. Struktur bangunan : Struktur Baja

Pemodelan bangunan hotel dalam penelitian ini hanya mencakup elemen struktur utama berupa kolom, balok, dan pelat *steel deck*. Beban tambahan dipertimbangkan sebagai beban mati, sedangkan pengaruh beban angin tidak dimasukkan dalam analisis. Sambungan antar elemen struktur diasumsikan bersifat kaku (rigid). Mengingat bangunan merupakan gedung komersial yang berlokasi di Kota Jakarta, maka sesuai dengan ketentuan SNI 1726:2019, pemodelan dilakukan dengan sistem struktur baja SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) [10]. Data struktur yang digunakan dalam pemodelan ditampilkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Tipe dan Dimensi Elemen Struktur

Balok		Kolom		Pelat
BA1	IWF 300x150x6x12	K1	H 400x400x16x25	t = 120 mm
BA2	IWF 300x250x9x16	K2	H 500x500x19x32	Mutu
BA3	IWF 350x300x12x19	KH1	Tube 400x400x22	BJ 50
BI1	IWF 300x150x6x12	KH2	Tube 350x350x22	f'_c 28 MPa
BI2	IWF 350x300x12x19	KH3	Tube 300x300x13	
BI3	IWF 400x250x12x25			
BI4	IWF 400x350x12x25			
BI5	IWF 400x375x12x25			
				Material
				Struktur Baja

Penelitian ini menggunakan tiga jenis data, yaitu data teknis, data struktur bangunan, dan gambar kerja. Data teknis diperoleh dari dokumen perencanaan, SNI 1726:2019, serta spesifikasi baja menurut SNI 1729:2020. Data struktur berasal dari model hotel di Kota Jakarta yang dianalisis menggunakan ETABS 22, sementara gambar kerja dijadikan acuan pemodelan dan pengecekan detail elemen **Gambar 1**.



Gambar 1. Denah Bangunan Hotel (Sumber: Data Proyek)

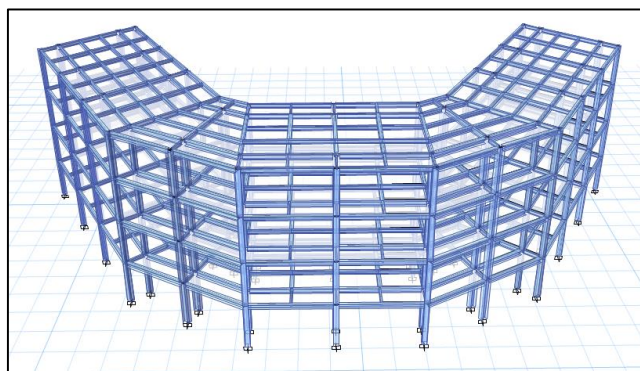
Pembebanan struktur mengacu pada SNI 1727:2020, yang meliputi: (a) beban mati berupa berat sendiri bangunan yang dihitung otomatis oleh ETABS v22, sementara beban mati tambahan yaitu berupa beban permanen lain dengan total beban $1,41 \text{ kN/m}^2$ pada lantai 1–3, $0,33 \text{ kN/m}^2$ pada lantai 4, serta beban dinding bata ringan $4,245 \text{ kN/m}^2$ [10]; (b) beban hidup sesuai kondisi masa layan berdasarkan SNI 1727:2020 untuk bangunan hotel yaitu $4,79 \text{ kN/m}^2$ untuk koridor, $1,92 \text{ kN/m}^2$ untuk ruang, dan $0,96 \text{ kN/m}^2$ untuk lantai 4/atap; serta (c) beban gempa berdasarkan SNI 1726:2019 dengan parameter desain respon spektrum sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Respon Spektrum Kota Jakarta (Sumber: RSA RSA Cipta Karya 2021)

Kelas Situs (Tanah Sedang (SD))										
$PGA \text{ MCE}_G$	$S_S \text{ MCE}_R$	$S_1 \text{ MCE}_R$	F_a	F_v	S_{MS}	S_{M1}	S_{DS}	S_{D1}	T_0	T_s
0,373 g	0,781 g	0,382 g	1,188	1,918	0,927 g	0,733 g	0,618 g	0,489 g	0,158 s	0,790 s

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan analisis dilakukan setelah proses pemodelan bangunan pada perangkat lunak ETABS v22 selesai. Hasil pemodelan 3D struktur ditujukan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Pemodelan Struktur Tampak 3D (Sumber: ETABS 22)

3.1 Modal Participating Mass Ratio

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.1, analisis struktur dilakukan untuk memperoleh jumlah dan arah ragam getar alami hingga partisipasi massa tercapai 100% pada masing-masing arah horizontal ortogonal. Hasil perhitungan menunjukkan total partisipasi massa tercapai pada mode ke-12, dengan arah getar berupa translasi X (mode 1) , translasi Y (mode 2), dan rotasi Z (mode 3).

3.2 Periode Struktur

Periode struktur merupakan lamanya waktu getaran bangunan akibat beban gempa. Nilai periode hasil analisis ETABS v22 dibandingkan dengan perhitungan T_a maksimum dan T_a minimum, yang ditentukan dari parameter tinggi bangunan (h_n), koefisien C_t , dan eksponen x . Berdasarkan hasil pada **Tabel 3**, periode fundamental yang diperoleh adalah 0,819 detik untuk arah-X dan 0,741 detik untuk arah-Y.

Tabel 3. Penentuan Periode Struktur

Arah	T_a minimum	T_a maksimum	T_a ETABS	T_a yang dipakai
X	0,585	0,819	0,841	0,819
Y	0,585	0,819	0,741	0,741

3.3 Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar gempa dianalisis berdasarkan berat struktur (W) dan koefisien seismik (CS). Nilai CS ditentukan dari parameter respons spektrum Kota Jakarta, seperti SDS , $SD1$, $S1$, R , T , dan I_e . Pada analisis respons spektrum Kota Jakarta, perlu diperlukan faktor skala gempa akibat perbedaan gaya geser. Karena rasio antara gaya geser dinamik (V_t) terhadap statik (V) < 100%, maka hasil analisis harus disesuaikan dengan faktor V/V_t . **Tabel 4** menyajikan gaya geser dasar setelah dilakukan pengalihan skala faktor gempa.

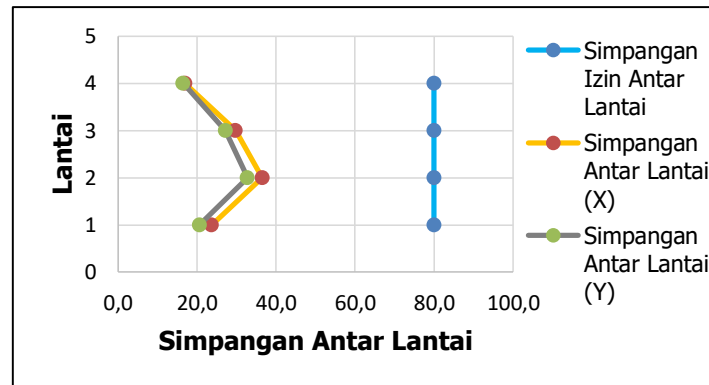
Tabel 4. Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa

Srory	Gaya Statik Ekuivalen		Gaya Dinamik Respon Spektrum		Keterangan $V_d \geq V_s$	
	V_{sx} [kN]	V_{sy} [kN]	V_{dx} [kN]	V_{dy} [kN]	X	Y
Lantai 4	487,612	480,030	487,794	480,956	OK	OK
Lantai 3	1049,961	1039,858	1058,581	1040,561	OK	OK
Lantai 2	1401,159	1395,034	1445,989	1417,072	OK	OK
Lantai 1	1558,455	1558,455	1627,796	1587,545	OK	OK

3.4 Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.12.1, simpangan antar tingkat desain (Δ) yang dihitung sesuai pasal 7.8.6 harus lebih kecil dari simpangan antar tingkat izin (Δ_a). Adapun parameter perhitungan ditunjukkan sebagai berikut:

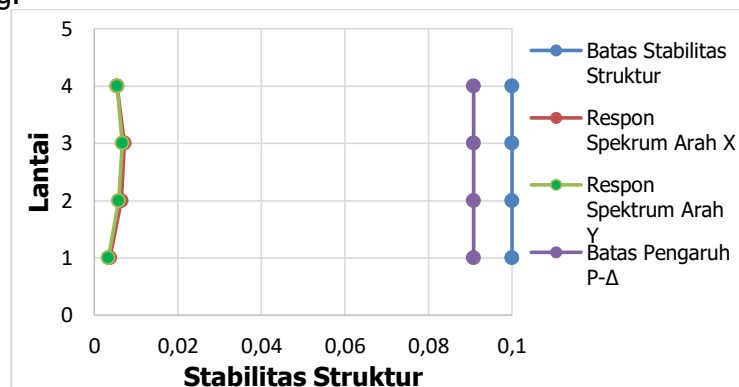
1. Simpangan antar tingkat izin (Δ_a) = 0,02h
2. Faktor redundansi (ρ) = 1,3
3. Faktor pembesaran defleksi (C_d) = 5,5
4. Faktor keutamaan gempa (I_e) = 1



Gambar 3. Grafik Simpangan Antar Lantai

3.5 Pengaruh P- Δ

Mengacu pada SNI 1726:2019 pasal 7.8.7, pengaruh P-Delta terhadap geser tingkat, gaya, momen elemen struktur, maupun simpangan antar lantai dapat diabaikan apabila nilai koefisien stabilitas (θ) sama dengan atau kurang dari 0,1 dan tidak boleh melebihi θ_{max} . Apabila nilai θ melampaui θ_{max} , struktur dianggap berpotensi tidak stabil sehingga perlu dilakukan perancangan ulang.



Gambar 4. Grafik Pengaruh P- Δ

4. KESIMPULAN

Hasil analisis respon spektrum pada bangunan hotel dengan struktur baja menunjukkan bahwa simpangan antar lantai berada di bawah batas maksimum yang ditentukan dalam SNI 1726:2019, sehingga kinerja struktur terhadap beban gempa dinyatakan terpenuhi. Nilai gaya geser dasar yang diperoleh juga sesuai dengan ketentuan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4.1, yang mengindikasikan kapasitas lateral struktur memadai. Selain itu, koefisien stabilitas (θ) akibat efek P-Delta tercatat lebih kecil dari 0,1. Berdasarkan hasil tersebut, struktur yang dianalisis dapat dinyatakan aman dan layak terhadap beban gempa rencana sesuai standar perencanaan yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hadi H, A. S. (2019). Penguatan Kesiapsiagaan Stakeholder Dalam Pengurangan Risiko Bencana Alam Gempa Bumi. *Jurnal Geodika* Vol. 3, No. 1, Juni 2019, 3, 30-40.
- [2] Sabtaji, A. (2020). Statistik Kejadian Gempa Bumi Tektonik Tiap Provinsi Di Wilayah Indonesia Selama 11 Tahun Pengamatan (2009-2019). *Buletin Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika*. Vol.1 NO.7 Juni 2020, 1, 31-46.
- [3] Nurusyifa A, V. M. (2023). Pemetaan Indeks Bahaya Gempa Bumi Dan Pembuatan Shakemap Gempa Bumi Dki Jakarta. *Buletin Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika*. 2023;3(6), 8-19.
- [4] Faizah, R. (2015). Studi Perbandingan Pembebanan Gempa Statik Ekuivalen dan Dinamik *Time History* pada Gedung Bertingkat di Yogyakarta. *Semesta Teknika*. 2015;18(2):190–9.
- [5] Imani R, N. R. (2021). Analisa Beban Lateral Akibat Gempa Dengan Metode Statik Ekuivalen. *Rang Teknik Journal*. 2021;4(1):11–6.
- [6] Pribadi, A. (2019). Kajian Analisis Respon Struktur Bangunan Baja di Bawah Pengaruh Kombinasi Beban Termal (Kebakaran) dan Beban Angin. *Jurusan Teknik Sipil Itenas*, Vol. 5 No. 2 Juni 2019, 13-25.
- [7] Badan Standardisasi Nasional, (2019). SNI 1726:2019 Tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [8] Badan Standardisasi Nasional, (2020). SNI 1727:2020 Tentang Beban Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [9] Badan Standardisasi Nasional, (2020). SNI 1729:2020 Tentang Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [10] Siadari F. S., D. E. (2024). Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Kafe Di Kabupaten Bandung Dengan *Time History* Berdasarkan FEMA 356. *RekaRacana* , 10(3), 211-221.