

Respon Struktur Gedung Rumah Sakit di Kabupaten Bandung

DESANTIO AMAR DHIYA ULHAQ¹, ERMA DESIMALIANA²

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

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

Email: desantio.amar@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Perancangan gedung berfokus pada kualitas yang baik, akan mengurangi resiko kerusakan besar pada gedung ketika mengalami gempa dengan intensitas tertentu. Sehingga gedung seperti rumah sakit harus dirancang agar tahan terhadap guncangan gempa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon struktur pada gedung rumah sakit di Kabupaten Bandung terhadap beban gempa dan menilai kesesuaiannya dengan batas yang diizinkan menggunakan software ETABS v22. Parameter analisis struktur yang diteliti berupa modal participating mass ratio, periode struktur, gaya geser dasar, simpangan antar lantai, dan pengaruh $P-\Delta$. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh parameter berada dalam batas yang disyaratkan peraturan, di mana simpangan antar lantai berada di bawah batas izin, gaya geser dasar memenuhi ketentuan minimum, dan nilai koefisien stabilitas (θ) akibat pengaruh $P-\Delta$ di bawah batas 0,1. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa gedung rumah sakit yang dianalisis memiliki respon struktur yang aman dan layak terhadap beban gempa rencana.

Kata kunci: gedung rumah sakit, beban gempa, respon struktur

1. PENDAHULUAN

Gedung rumah sakit di kabupaten Bandung yang menjadi objek penelitian, memiliki luas bangunan 20.697 m², memiliki empat dan delapan lantai dengan struktur beton bertulang. Mengingat luas rumah sakit yang sangat besar maka strukturnya perlu dibuat kokoh, untuk menjaga keselamatan dan kenyamanan pengguna rumah sakit. Rumah sakit harus dirancang untuk mampu menahan berbagai jenis beban, termasuk beban hidup, beban mati, dan beban dinamis yang muncul dari aktivitas sehari-hari, serta resiko gempa bumi. Rumah sakit memiliki persyaratan struktural yang tinggi, sehingga perlu diketahui respon struktur gedungnya.

Peraturan dan standar yang ketat, seperti yang tertuang dalam SNI yang menjadi panduan utama dalam merancang bangunan tahan gempa. Selain itu, diperlukan analisis mendalam untuk memahami perilaku struktur terhadap beban gempa, terutama pada gedung bertingkat tinggi guna memastikan keamanan strukturalnya. Berbagai penelitian, seperti yang dilakukan oleh Candra dkk. (2021) dan Prakoso dkk. (2022), telah membuktikan pentingnya penerapan analisis berbasis respon struktur untuk menilai kelayakan dan ketahanan bangunan, baik pada tahap desain maupun pasca-gempa.

Penelitian ini menganalisis respon struktur dengan material beton bertulang menggunakan metode analisis respon spektrum yang mengacu pada ketentuan SNI. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui respon struktur pada gedung rumah sakit di Kabupaten Bandung terhadap beban gempa dan menilai kesesuaiannya dengan batas yang diizinkan menggunakan *software* ETABS v22.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode pengolahan data yang digunakan berupa analisis kualitatif. Penelitian ini menggunakan data primer yang digunakan yaitu data eksisting yang dikumpulkan dan didapat dari pengamatan. Sementara itu, data sekunder yang digunakan yaitu studi literatur yang berhubungan dengan topik penelitian dan peraturan SNI (Standar Nasional Indonesia) yang digunakan antara lain SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 2847:2019.

Gedung rumah sakit dimodelkan pada elemen struktur kolom, balok, dan pelat. Sementara itu, beban yang melekat diasumsikan sebagai beban mati tambahan. Beban angin tidak diperhitungkan. Struktur gedung dimodelkan dengan menggunakan sistem struktur beton bertulang SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus). Data struktur untuk pemodelan tersaji pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Tipe dan Dimensi Elemen Struktur

Balok		Kolom		Pelat
B48	400×800	K1	800×800	$tp_1 = 120 \text{ mm}$
B47	400×700	K2	700×700	$tp_2 = 150 \text{ mm}$
B3A7	350×700	KL1	300×700	Mutu
B36	300×600	CTL	T 300×800	$f'_c = 30 \text{ MPa}$
B2A5	250×500	K3	D450	BJTS 420
B2A4	250×400	Material		
B2A3	250×300	Beton Bertulang		

Pembebanan struktur mengikuti SNI 1727:2020, antara lain: a) Beban mati adalah berat sendiri struktur yang dimodelkan dan dihitung secara otomatis oleh *software* ETABS. Beban mati tambahan adalah semua beban yang melekat pada struktur utama, **Tabel 2** menyajikan jenis beban mati tambahan yang diaplikasikan; b) Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh penghuni atau penggunaan suatu bangunan. Beban hidup yang biasanya diperhitungkan adalah beban hidup selama masa layan, maka beban hidup yang diterapkan menyesuaikan fungsi tiap lantai, ruang operasi, laboratorium = $2,87 \text{ kN/m}^2$, ruang pasien = $1,92 \text{ kN/m}^2$, koridor diatas lantai pertama = $3,83 \text{ kN/m}^2$, dan atap datar = $0,96 \text{ kN/m}^2$; dan c) Beban gempa berdasarkan SNI 1726:2019 dengan parameter desain respon spektrum pada **Tabel 3**.

Tabel 2. Beban Mati Tambahan

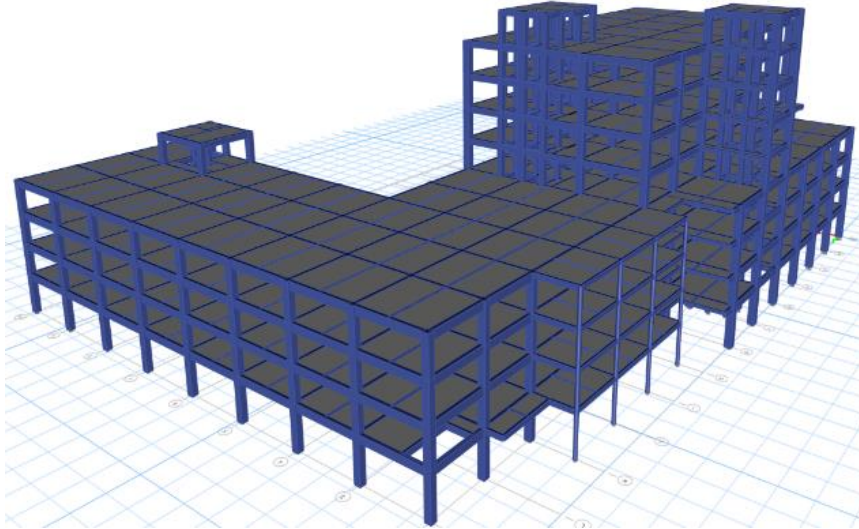
Elemen	Kasus Beban	Jenis Beban	Berat [kN/m^2]
Pelat lt.1 - lt.8	SDL	Spesi dibawah lantai	0,21
		Keramik	0,24
		Plafond dan Rangka	0,18
		Berat M.E.P	0,2
		Total	0,83
Pelat lt.5 dan lt. atap	SDL	Plafond dan Rangka	0,18
		Berat M.E.P	0,2
		Total	0,38
Beban Dinding	SDL	Dinding bata merah	2,5

Tabel 3. Beban Gempa

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
0,433g	0,96 g	0,435 g	1,116	1,865	1,071 g	0,811 g	0,714 g	0,541 g	0,152 s	0,758 s

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan analisis struktur dilakukan setelah pemodelan struktur selesai pada *software* ETABS v22. Hasil pemodelan 3D struktur gedung tersaji pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Pemodelan 3D Gedung Rumah Sakit di Kabupaten Bandung

3.1 Modal Participating Mass Ratio

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.1, analisis harus dilakukan untuk menentukan jumlah dan arah ragam getar alami struktur. Analisis ini menyertakan jumlah ragam yaitu 100% dari massa aktual masing-masing arah horizontal orthogonal agar mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi. Hasil analisis dari partisipasi massa menghasilkan jumlah ragam sebesar 100% yaitu pada mode 24. Arah ragam yaitu translasi arah X (mode 1) maupun arah Y (mode 2), serta rotasi arah Z (mode 3).

3.2 Periode Struktur

Periode struktur adalah lamanya waktu struktur dalam menahan getaran akibat beban gempa. Nilai periode yang dihasilkan dari *output* ETABS v22 akan dibandingkan dengan perhitungan periode maksimum (T_{max}) dan minimum (T_{min}). Nilai tersebut menjadi acuan dasar dalam perbandingan nilai periode struktur (T), ketinggian struktur (h_n) dan koefisien (C_t dan α). Batas atas periode struktur yang dihitung (C_t), periode struktur fundamental pendekatan (T_{pakai}). Dari hasil perhitungan pada **Tabel 4** maka diperoleh nilai untuk arah-X sebesar 1,491 detik dan untuk arah-Y sebesar 1,316 detik.

Tabel 4. Penentuan Periode Struktur

Arah	T_{min} [detik]	T_{max} [detik]	T_{ETABS} [detik]	T_{pakai} [detik]
X	1,2045	1,6864	1,491	1,491
Y	1,2045	1,6864	1,316	1,316

3.3 Gaya Geser Dasar

Analisis gaya geser dasar gempa dilakukan berdasarkan koefisien seismik (C_s) dan berat struktur pada bangunan (W). Nilai koefisien seismik (C_s) didapat dari data respon spektrum

seperti percepatan respon spektral desain periode (S_{DS}), percepatan respon spektral desain periode sebesar 1 detik (S_{D1}), percepatan respon spektral maksimum (S_1), koefisien modifikasi respon (R), periode fundamental struktur (T) dan faktor keutamaan gempa (I_e). **Tabel 5** menyajikan nilai koefisien respon seismik yang telah dihitung (C_s).

Tabel 5. Penentuan Koefisien Seismik

Arah	$C_{s\ min}$ [g]	$C_{s\ max}$ [g]	$C_{s\ hitung}$ [g]	$C_{s\ pakai}$ [g]
X	0,0471	0,0680	0,1339	0,0680
Y	0,0471	0,0771	0,1339	0,0771

Tabel 6 menyajikan analisis pengecekan gaya geser dasar pada arah X dan Y perlu dilakukan pengalihan skala faktor, karena nilai perbandingan gaya geser statik (V_s) terhadap gaya geser (V) yang dianalisis lebih dari 100% maka faktor skala perlu dikalikan $\frac{V}{V_t}$. **Tabel 7** menyajikan pengecekan ulang gaya geser dasar pada arah X dan Y setelah dilakukan pengalihan skala faktor.

Tabel 6. Gaya Geser Dasar terhadap Beban Gempa

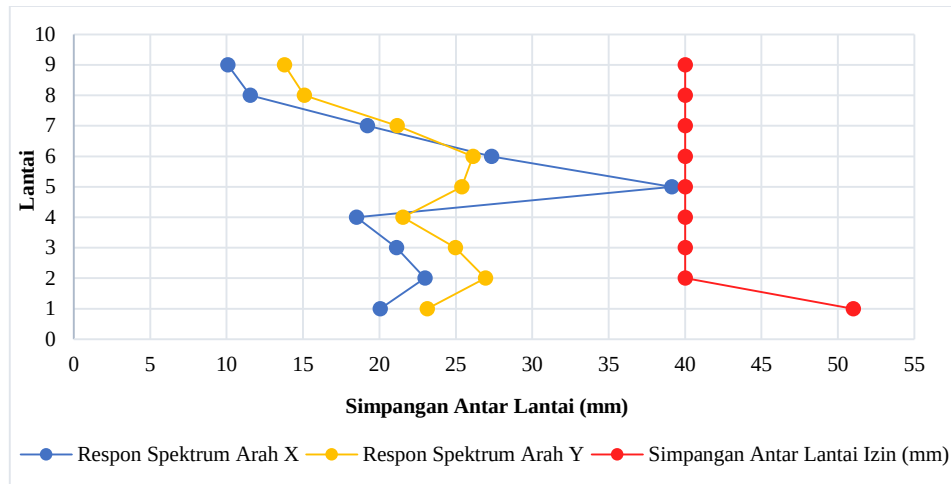
Story	Gaya Statik		Gaya Dinamik		Penambahan Skala Faktor		Syarat $V_d > V_s$	
	V_{sx} [kN]	V_{sy} [kN]	V_{dx} [kN]	V_{dy} [kN]	V_{sx}/V_{dx} [kN]	V_{sy}/V_{dy} [kN]	Ket	Ket
Story9	231,686	245,436	254,044	283,569	0,912	0,866	OK	OK
Story8	1208,288	1293,859	1352,638	1613,193	0,893	0,802	OK	OK
Story7	2182,207	2355,229	2268,069	2759,210	0,962	0,854	OK	OK
Story6	2944,132	3200,019	2938,543	3616,085	1,002	0,885	TIDAK OK	OK
Story5	3566,378	3904,055	3463,149	4299,783	1,030	0,908	TIDAK OK	OK
Story4	4470,995	4952,986	4533,795	5671,662	0,986	0,873	OK	OK
Story3	5135,629	5747,984	5665,678	7033,369	0,906	0,817	OK	OK
Story2	5498,069	6200,339	6644,182	8156,452	0,828	0,760	OK	OK
Story1	5640,685	6390,776	7278,044	8815,700	0,775	0,725	OK	OK

Tabel 7. Gaya Geser Dasar terhadap Beban Gempa

Story	Gaya Statik		Gaya Dinamik		Syarat $V_d > V_s$	
	V_{sx} [kN]	V_{sy} [kN]	V_{dx} [kN]	V_{dy} [kN]	Ket	Ket
Story9	231,686	245,436	261,665	283,569	OK	OK
Story8	1208,288	1293,859	1393,217	1613,193	OK	OK
Story7	2182,207	2355,229	2336,109	2759,210	OK	OK
Story6	2944,132	3200,019	3026,697	3616,085	OK	OK
Story5	3566,378	3904,055	3567,040	4299,783	OK	OK
Story4	4470,995	4952,986	4669,805	5671,662	OK	OK
Story3	5135,629	5747,984	5835,644	7033,369	OK	OK
Story2	5498,069	6200,339	6843,502	8156,452	OK	OK
Story1	5640,685	6390,776	7496,379	8815,700	OK	OK

3.4 Simpangan Antar Lantai

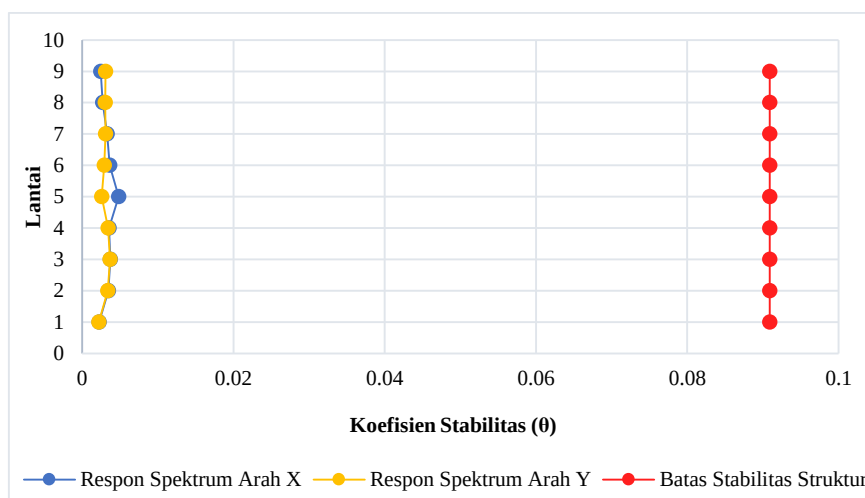
Simpangan antar tingkat mengacu pada SNI 1726:2019 pasal 7.12.1 dengan simpangan antar tingkat desain (Δ), seperti ditentukan dalam pasal 7.8.6 tidak boleh lebih dari simpangan antar tingkat izin (Δ_a). Dengan parameter antara lain: a) Faktor redundansi, $\rho = 1,3$; b) Faktor pembesaran defleksi, $C_d = 5,5$; c) Faktor keutamaan gempa, $I_e = 1,5$; d) Pembesaran simpangan (Δ) = $\frac{\delta \times C_d}{I_e}$; dan e) Simpangan antar lantai izin, $\Delta_a = 0,01h$.



Gambar 2. Simpangan Antar Lantai

3.5 Pengaruh P-Δ

Berdasarkan SNI 1726:2019, pengaruh P-Δ pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan dan simpangan antar lantai yang diakibatkannya tidak perlu diperhitungkan apabila koefisien stabilitas (θ) lebih besar dari 0,1 atau kurang dari sama dengan θ_{max} . Jika θ lebih besar dari θ_{max} , struktur berpotensi tidak stabil dan harus didesain ulang.



Gambar 3. Pengaruh P-Δ

4. KESIMPULAN

Berdasarkan parameter *modal participating mass ratio*, periode struktur, gaya geser dasar, simpangan antar lantai, dan pengaruh P-Δ, hasil analisis berada dalam batas yang disyaratkan oleh SNI 1726:2019 dan SNI 1727:2020. Secara spesifik, simpangan antar lantai tidak melebihi batas izin maksimum, gaya geser dasar memenuhi ketentuan minimum, dan koefisien stabilitas (θ) akibat pengaruh P-Δ berada di bawah 0,1. Sehingga hasil analisis menunjukkan bahwa gedung rumah sakit di Kabupaten Bandung memiliki respon struktur yang aman dan layak terhadap beban gempa rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 tentang Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Candra, I. M. A., Wibawa, I. M. S., Wiryadi, I. G. G., & Letra, I. M. (2021). *Analisis Perilaku Struktur Gedung Fakultas Pariwisata Universitas Udayana Akibat Beban Gempa dengan Metode Respon Spektrum*. Jurnal Ilmiah Teknik Unmas, 1(2), 24-29.
- Gunawan, I. P. A. S., Giatmajaya, I. W., & Wiryadi, I. G. G. (2021). *Analisis dan Pemodelan Struktur Gedung Rumah Sakit pada Wilayah Gempa Tinggi*. Jurnal Ilmiah Teknik Unmas, 1(1), 7-12.
- Halimatusadiyah. (2021). *Analisis Respon Struktur Bangunan Beton Bertulang Diatas Tanah Yang Berpotensi Likuifaksi*. Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan, 2(2), 1-10.
- Pradana, M. C., & Rabbani, N. (2024). *Respon Struktur Bangunan Rumah Sakit terhadap Gempa dengan Struktur Beton Bertulang dan Baja*. Jurnal Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil (MoDulus), 6(2), 59-64.
- Prakoso, S. B., Naibaho, P. R. T., & Sembiring, K. (2022). *Analisis Kinerja Struktur Gedung Rumah Sakit Berdasarkan SNI Gempa 1726-2019 (Studi Kasus: RSIA Bunda Aliyah Depok-Jawa Barat)*. Jurnal Kajian Teknik Sipil, 7(1), 42-55.
- Prasetyo, A. (2018). *Analisis Perencanaan Gedung Tahan Gempa Dengan Menggunakan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan Peraturan SNI 2847:2013, SNI 1727:2013 dan SNI 1726:2012*. LOGIKA Jurnal Ilmiah Lemlit Unswagati Cirebon, 22(3), 34-50.
- Prismastanto, N. (2019). *Metode Analisis Ragam Spektrum Respons Pada Struktur Gedung Bertingkat (Studi Kasus Hotel Tosan, Solo Baru)*. Jurnal Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil (MoDulus), 1(1), 25-34.
- Siadari, F. S. (2024). *Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Café di Kabupaten Bandung dengan Time History Berdasarkan FEMA 356*. RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil, 10(3), 211-221.
- Tuwanakota, E., & Banten, C. P. (2021). *Analisis Kekuatan Struktur Berdasarkan Respon Spektrum Terhadap Gaya Gempa Yang Akan Datang di Kota Sorong*. Jurnal Karkasa, 7(2), 62-68.
- Victor, Rahman, T., & Jamal, M. (2019). *Analisis Respon Struktur pada Gedung Beton Bertulang 9 Lantai Dengan Tanah Lunak*. Jurnal Administrasi Pendidikan dan Konsultasi, 5(1), 1-10.