

Respon Struktur Gedung Rumah Sakit Di Kab. Karawang

MUHAMMAD FAUZAN MAKARIM¹, ERMA DESIMALIANA²

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

Email: muhammad.fauzanmakarim@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Kabupaten Karawang dilintasi oleh Sesar Baribis atau Patahan Baribis, yang bertanggung jawab atas gempa bumi pada tahun 1834 di Jakarta dengan kekuatan 7 Mw dan menyebabkan kehancuran massal di sekitarnya. Bangunan Gedung Rumah Sakit yang dianalisis merupakan struktur beton bertulang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respons struktur gedung Rumah Sakit di Kabupaten Karawang menggunakan metode analisis spektrum respons. Pemodelan struktur dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ETABS versi 22, serta mengacu pada SNI 1726:2019 untuk ketahanan gempa dan SNI 2847:2019 untuk perancangan beton bertulang. Parameter yang dianalisis meliputi periode struktur, modal participant mass ratio, simpangan antar lantai, gaya geser dasar, dan efek P-Delta. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh parameter memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar yang berlaku. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa struktur gedung Rumah Sakit yang dianalisis memiliki kinerja yang aman dan layak untuk menahan beban gempa.

Kata kunci: Sesar Baribis, Rumah Sakit, respon struktur, analisis spektrum respons, ETABS, gempa bumi, Kabupaten Karawang.

1. PENDAHULUAN

Sesar Baribis merupakan salah satu sesar aktif yang ada di Jawa Barat (Simandjuntak & Barber, 1996), katalog gempa yang dirilis Nguyen dkk. (2015) menyatakan bahwa gempa tahun 1780 dan 1834 di Jakarta dengan kekuatan 7.0M disebabkan oleh aktivitas sesar Baribis segmen barat. Sesar ini kembali bergeser pada tahun 1862 dan menyebabkan gempa bumi berkekuatan 6.5 Mw di Kabupaten Karawang, hal ini menjadi perhatian khusus terhadap bangunan tahan gempa di Kabupaten Karawang. Proses analisis struktur terhadap gempa dengan metode Respons Spektrum dilakukan untuk mengetahui perilaku struktur bangunan setelah mendapatkan gaya gempa berdasarkan peraturan SNI 1726:2019. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode ini memberikan gambaran yang lebih akurat tentang simpangan antar lantai, gaya geser dasar, dan level kinerja bangunan sehingga dapat menilai keamanan struktur secara lebih tepat dibanding metode statik ekuivalen." (Nugroho et al., 2024). Penelitian bertujuan untuk mengetahui perilaku struktur gedung beton bertulang dengan menggunakan metode analisis respon spektrum, sehingga kinerja struktur bangunan dapat dianalisis secara dinamis dan dievaluasi berdasarkan standar yang berlaku, khususnya SNI 1726:2019 terkait ketahanan gempa.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini dirancang secara sistematis untuk memperoleh hasil analisis yang sesuai dengan tujuan. Peraturan perencanaan yang dijadikan acuan meliputi SNI 1727:2020, SNI 1726:2019, SNI 1729:2020, serta SNI 2847:2019. Data primer yang digunakan berupa data eksisting yang diperoleh melalui pengamatan langsung, sedangkan data sekunder diperoleh dari kajian literatur yang relevan dengan topik serta peraturan-peraturan terkait, khususnya Standar Nasional Indonesia (SNI) yang digunakan dalam penelitian ini. Tahapan diawali dengan studi literatur dan pengumpulan data serta gambar kerja gedung, dilanjutkan dengan pemodelan struktur menggunakan perangkat lunak Etabs versi 22. Pemodelan bangunan gedung rumah sakit di Kabupaten Karawang hanya mencakup elemen struktur berupa kolom, balok, dan pelat. Beban yang diaplikasikan dianggap sebagai beban mati tambahan, sedangkan beban angin tidak dimasukkan dalam perhitungan. Data beban gravitasi dan gempa sesuai ketentuan SNI, untuk data gempa diperoleh dari RSA Cipta Karya 2021. Setelah itu dilakukan analisis respon struktur untuk memperoleh hasil berupa periode struktur, modal participant mass ratio, gaya geser dasar, simpangan antar lantai dan pengecekan efek p -delta. Adapun data teknis yang digunakan dalam penelitian ini adalah struktur merupakan bangunan gedung beton bertulang dengan fungsi sebagai gedung Rumah Sakit, terdiri atas 7 lantai, berlokasi di Kabupaten Karawang, serta berada pada kelas situs tanah SE (tanah lunak). Tahap akhir meliputi interpretasi hasil dan penarikan kesimpulan yang terkait dengan tujuan penelitian.

2.1 Elemen Struktur

Elemen struktural dalam sebuah bangunan adalah komponen fundamental yang membentuk kerangka atau sistem struktural yang kokoh dan stabil. Elemen-elemen ini memiliki peran penting dalam menyediakan kekuatan, stabilitas, dan dukungan yang diperlukan untuk keseluruhan struktur. Dalam penelitian ini, elemen struktural di fokuskan pada kolom, balok dan pelat. Data elemen 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	KTL	T 300×800	$f'_c = 30 \text{ MPa}$
B2A5	250×500	K3	D450	BJTS 420
B2A4	250×400	Material		
B2A3	250×300	Beton Bertulang		

2.2 Beban Hidup

Beban hidup yang digunakan dalam pemodelan struktur mengacu pada SNI 1727:2020 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung. Karena fungsi utama bangunan termasuk ke dalam kategori rumah sakit, maka beban hidup yang diterapkan menyesuaikan fungsi tiap denah ruangnya, **ruang operasi, laboratorium** sebesar **2,87 kN/m²**, **ruang pasien** sebesar **1,92 kN/m²**, dan **Koridor diatas lantai pertama** sebesar **3,83 kN/m²**.

2.3 Beban Mati

Beban mati pada struktur dihitung berdasarkan komponen non-struktural yang di letakan pada pelat lantai. Pada pelat, beban mati terdiri dari beban finishing sebesar 1,08 kN/m², plafond dan rangka 0,18 kN/m², serta instalasi mekanikal, elektrik, dan plumbing (M.E.P) sebesar

0,2 kN/m², sehingga total beban tambahan mencapai 1,46 kN/m². Selain itu, beban dinding bata ringan dengan nilai 4.96 kN/m² juga diperhitungkan sebagai bagian dari beban mati.

2.4 Beban Gempa

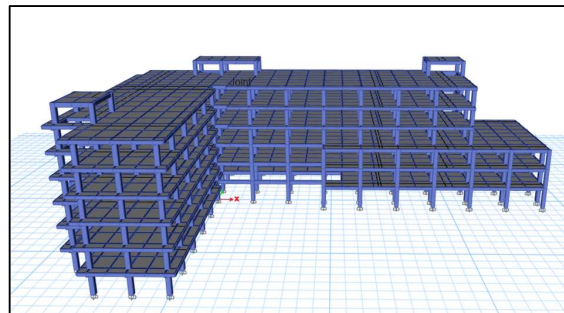
Pembebanan gempa yang diambil mengacu pada **SNI 1726:2019** dengan menggunakan parameter PGA, S_s , S_1 , dan hasil perhitungan respons spektrum desain (S_{MS} , S_{M1} , S_{DS} , dan S_{D1}) sebagai dasar analisis struktur. Data respon spektrum yang digunakan diperoleh dari aplikasi RSA Cipta Karya 2019 dengan lokasi di Karawang dan jenis tanah lunak (SE) tersaji pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Parameter Desain Respons Spektrum

PGA $MCE_G(g)$	S_s $MCE_R(g)$	S_1 $MCE_R(g)$	F_a	F_v	$S_{MS}(g)$	$S_{M1}(g)$	$S_{DS}(g)$	$S_{D1}(g)$	T_0	T_s
0.3327	0.6993	0.3414	1,381	2.634	0.966	0.899	0,65	0,6	20	0,92

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis bangunan dilakukan setelah pemodelan bangunan pada ETABS v22 selesai. Pemodelan 3D struktur bangunan tersaji pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Pemodelan Gedung Rumah Sakit di Kabupaten Karawang

3.1 Modal Participating Mass Ratio

Menurut SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.1, perhitungan 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 12. Arah ragam yaitu translasi baik arah Y (mode 1) maupun arah X (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 ($T_{a \text{ maksimum}}$) dan minimum ($T_{a \text{ minimum}}$). Nilai tersebut menjadi acuan dasar perbandingan nilai periode struktur (T), ketinggian struktur (h_m) dan koefisien (C_t dan x). Batas atas periode struktur yang dihitung (C_t), periode struktur fundamental pendekatan (T_a). Dari hasil perhitungan diperoleh nilai untuk arah-X sebesar 1,353 detik dan untuk arah-Y sebesar 1,409 detik.

3.3 Gaya Geser Dasar

Analisis gaya geser dasar gempa dilakukan berdasarkan koefisien *seismic* (C_1) dan berat struktur pada bangunan (W). Nilai koefisien *seismic* 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). Rincian nilai koefisien respon seismik yang telah dihitung (C_s) dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Penentuan koefisien seismik

Model	Arah	C_s minimum (g)	C_s maksimum (g)	C_s hitung (g)	C_s diambil (g)
Beton Bertulang	X	0,0425	0,0836	0,1207	0.0836
	Y		0,0836		

Pada **Tabel 4**, menunjukkan hasil analisis dari perbandingan gaya geser yang dimana menghasilkan nilai yang sudah memenuhi persyaratan tanpa harus menambahkan skala faktor.

Tabel 4. Penentuan koefisien seismik

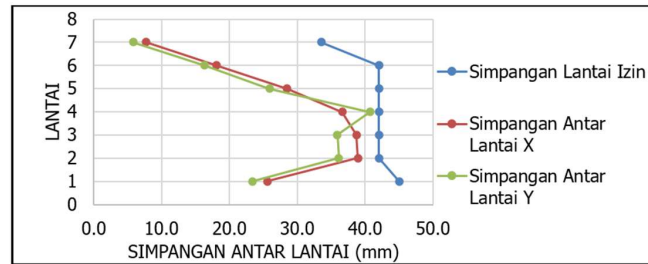
Lantai	Gaya Statik Ekuivalen		Gaya Dinamik		Penambahan Skala Faktor		Keterangan $V_{dx} > V_{sx}$	
	V_{sx} [kN]	V_{sy} [kN]	V_{dx} [kN]	V_{dy} [kN]	V_{sx}/V_{dx}	V_{sy}/V_{dy}	X	Y
Story7	232.488	232.488	305.9756	281.4713	0.760	0.826	OK	OK
Story6	1969.828	1969.828	2569.5028	2301.4571	0.767	0.856	OK	OK
Story5	3495.754	3495.754	4506.4632	4022.8454	0.776	0.869	OK	OK
Story4	4614.422	4614.422	5999.9067	5378.6322	0.769	0.858	OK	OK
Story3	5483.534	5483.534	7372.0001	6572.1837	0.744	0.834	OK	OK
Story2	6000.457	6000.457	8430.6394	7493.0217	0.712	0.801	OK	OK
Story1	6201.660	6201.660	8968.528	7973.0279	0.691	0.778	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 sebagai berikut:

1. Simpangan antar tingkat izin : $\Delta_a = 0,010h$
2. Faktor redundansi : $\rho = 1,3$
3. Story drift inelastic izin : $\Delta_{max} = \Delta / \rho$
4. Faktor pembesaran defleksi : $C_d = 5,5$
5. Faktor keutamaan gempa : $I_e = 1,25$
6. Story drift inelastic : $\Delta = \delta * C_d / I_e$

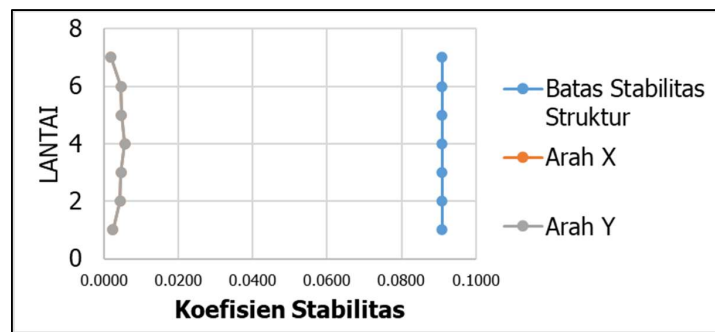
Hasil analisis tersaji pada **Gambar 2**. Yang memperlihatkan hasil grafik dari analisis simpangan antar lantai yang semuanya masih dibawah batas izin.



Gambar 2. Grafik Simpangan Antar Lantai Gedung Rumah Sakit di Kabupaten Karawang

3.5 Pengecekan Efek P- Δ

Berdasarkan SNI 1726:2019, pengaruh P-Delta 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 tetapi kurang dari atau sama dengan θ_{max} . Jika θ lebih besar dari θ_{max} , struktur berpotensi tidak stabil dan harus didesain ulang. Hasil dari analisis dapat dilihat melalui grafik pada **Gambar 3**, bahwa pengaruh P- Δ dapat diabaikan.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Efek P- Δ Gedung Rumah Sakit di Kabupaten Karawang

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa struktur gedung Rumah Sakit beton bertulang dengan 7 lantai di Kabupaten Karawang memiliki kinerja yang aman dan telah memenuhi ketentuan yang berlaku. Hasil analisis respons spektrum yang dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS versi 22 dengan acuan standar SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019 memperlihatkan bahwa semua parameter penilaian, meliputi periode struktur, modal participant mass ratio, gaya geser dasar, simpangan antar lantai, serta pengaruh efek P-Delta, memenuhi persyaratan keamanan yang ditetapkan untuk beban gempa pada wilayah tersebut. Sebagai saran, disarankan agar dilakukan analisis lanjutan menggunakan metode gempa riwayat waktu, guna memperoleh gambaran yang lebih rinci mengenai kinerja struktur gedung, khususnya untuk menilai apakah kondisi gedung berada dalam batas aman atau sudah mengalami keruntuhan.

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. (2019). SNI 2847 : 2019, *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan 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.
- Nguyen, N., J. Griffin, A. Cipta, dan P.R Cummins. 2015. Indonesia's Historical Earthquakes: Modelled Examples for Improving the National Hazard Map. Canberra: Geoscience Australia. <https://doi.org/10.11636/record.2015.023>.
- Nugroho, F. A., Nurchasanah, Y., & Fauzi, M. G. (2024). Evaluasi kinerja struktur gedung menggunakan analisis respons spektrum gempa desain SNI 1726:2019. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2024, Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, 50-54. ISSN: 2459-9727.
- Permatasari, A. (2018). Analisis Perilaku Struktur Gedung Lab Terpadu Untirta Berdasarkan Peraturan Sni 1726:2012. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Banten.
- Ramadhan, Y., & Kurniawan, D. (2021). Evaluasi struktur beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen khusus: Studi kasus Gedung KORPRI Garut.
- Siadari, F. S. (2024). Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Café Di Kabupaten Bandung Dengan Time History Berdasarkan Fema 356. RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil, 10 (3).
- SIMANDJUNTAK, T. ., & BARBER, A. . (1996). Contrasting tectonic styles in the Neogene orogenic belts of Indonesia. Geol. Soc. (Lond.) Spec. Publ. 106, 185–201, (106), 185–201.
- Zhafira, T., Taufiqy, I., Purwanto, Mustain, & Anggraini, N. K. (2023). Analisis Dinamis Respon Spektrum dan Statik Ekvivalen pada Bangunan Perguruan Tinggi Universitas Semarang.