

Uji Analisis Struktur Terhadap Ketahanan Gempa Studi Kasus Rumah Sakit Nasional Diponegoro (RSND) Semarang

by Ferry Hermawan

Submission date: 08-May-2023 02:56PM (UTC+0700)

Submission ID: 2087348312

File name: pa_Studi_Kasus_Rumah_Sakit_Nasional_Diponegoro_RSND_Semarang.pdf (573.4K)

Word count: 3216

Character count: 18868

Uji Analisis Struktur Terhadap Ketahanan Gempa Studi Kasus Rumah Sakit Nasional Diponegoro (RSND) Semarang

H. Indarto, F. Hermawan*

¹Departemen Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang, INDONESIA

*Corresponding author: ferry.hermawan@live.undip.ac.id

INTISARI

Pemutakhiran peta gempa telah dilakukan oleh Pusat Studi Gempa Nasional dengan diterbitkannya Peta Gempa Nasional 2018 sebagai pengganti dari Peta Gempa Indonesia 2010. Sebagai tindak lanjut dari diterbitkannya Peta Gempa Nasional 2018, maka pada tanggal 17 Desember 2019, Badan Standarisasi Nasional (BSN) secara resmi telah mengeluarkan dua standar konstruksi yang baru yaitu: SNI 1726-2019 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung), dan SNI 2847-2019 (Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung), yang wajib digunakan di seluruh wilayah Indonesia. Bangunan penting yang sudah berdiri seperti; rumah sakit dan fasilitas kesehatan, fasilitas pembangkit energi, gedung sekolah dan fasilitas pendidikan, serta fasilitas publik lainnya, perlu dilakukan *building assessment* untuk mengetahui tingkat keandalan struktur bangunannya. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat keamanan struktur yang memadai pada saat terjadi gempa. Rumah Sakit Nasional Diponegoro (RSND) Universitas Diponegoro Semarang termasuk dalam kategori bangunan publik yang penting. Gedung RSND selesai pembangunannya pada 2014, dan perencanaan strukturnya masih menggunakan standar gempa dan standar beton yang lama. Gedung RSND dirancang untuk umur rencana bangunan 30 tahun, dimana bangunan ini tetap harus dapat berfungsi sebagai pusat pelayanan kesehatan sampai dengan tahun 2045. Untuk mengetahui keandalan struktur dari gedung RSND, perlu dilakukan uji analisis dari struktur dengan menggunakan standar gempa yang baru (SNI 1726-2019). Hasil analisis struktur diperoleh bahwa struktur gedung RSND cukup kuat untuk mendukung beban-beban rencana termasuk beban gempa yang diperkirakan dapat terjadi pada bangunan. Jumlah tulangan yang terpasang pada kolom dan balok struktur eksisting, lebih banyak dari pada jumlah tulangan yang didapat dari analisis struktur. Berdasarkan hasil perhitungan periode getar struktur dan simpangan antar lantai tingkat, menunjukkan bahwa sistem struktur bangunan kurang kaku. Meskipun tidak akan menyebabkan kegagalan struktur, sistem struktur yang tidak kaku dapat menyebabkan kerusakan dari elemen-elemen non struktural pada saat terjadi gempa. Kerusakan non struktural yang terjadi dapat berupa kerusakan-kerusakan pada pintu, jendela, dinding/partisi, dan peralatan/instalasi medik. Peningkatan kekakuan dari struktur gedung RSND, dapat dilakukan dengan cara memasang dinding geser (*shear wall*) dari beton dibeberapa tempat pada bangunan.

Kata kunci: Uji Analisis, Gedung, Rumah Sakit, Gempa.

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemutakhiran peta gempa yang telah dilakukan oleh Pusat Studi Gempa Nasional dengan diterbitkannya Peta Gempa Nasional 2018 sebagai pengganti dari Peta Gempa Indonesia 2010, membawa konsekuensi diberlakukannya standar gempa yang baru untuk wilayah Indonesia. Sebagai tindak lanjut dari diterbitkannya Peta Gempa Nasional 2018 (Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017), pada 17 Desember 2019, Badan Standarisasi Nasional (BSN) secara resmi mengeluarkan dua standar konstruksi yang baru yaitu : SNI 1726-2019 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung), dan SNI 2847-2019 (Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung), yang wajib digunakan di seluruh wilayah Indonesia. Mulai tahun 2020, semua bangunan gedung yang direncanakan dan dibangun harus mengikuti SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019.

Perlu dilakukan *building assessment* pada bangunan penting yang sudah berdiri seperti; rumah sakit dan fasilitas kesehatan, fasilitas pembangkit energi, gedung sekolah dan fasilitas pendidikan, serta fasilitas publik lainnya, untuk mengetahui tingkat keandalan struktur bangunannya. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan tingkat keamanan struktur yang memadai pada saat terjadi gempa. Rumah sakit mempunyai peran strategis dalam kondisi darurat gempa. Idealnya, bangunan rumah sakit pasca gempa diharapkan mampu untuk tetap berdiri (tidak rusak) dan secara fungsional masih dapat memberikan pelayanan kesehatan.

Di Indonesia, bangunan rumah sakit pada umumnya dirancang untuk umur rencana 30 tahun. Ini berarti bahwa selama 30 tahun sejak bangunan berdiri, bangunan harus dapat memenuhi fungsinya untuk pelayanan kesehatan. Pada saat terjadi gempa, bangunan tidak boleh mengalami kerusakan yang mengakibatkan terhentinya pelayanan. Rumah Sakit

Nasional Diponegoro (RSND) Universitas Diponegoro Semarang direncanakan berdasarkan standar gempa yang lama (SNI 1726-2012 : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung dan Non Gedung), dan selesai pembangunannya pada tahun 2014. Struktur bangunan rumah sakit harus dirancang lebih kuat dibandingkan struktur bangunan lainnya, sehingga jika terjadi bencana gempa, bangunan rumah sakit tetap dapat digunakan sebagai pusat pelayanan kesehatan. Untuk mengetahui keandalan struktur dari bangunan gedung RSND (Gambar 1), perlu dilakukan Uji Analisis dengan menggunakan standar gempa yang baru (SNI 1726-2019) dan mengacu pada Peta Gempa Nasional 2018.

Maksud dari penelitian ini adalah, mengaplikasikan standar konstruksi dan peta gempa Indonesia yang baru pada Uji Analisis Struktur bangunan RSND. Sedangkan tujuan dari penelitian adalah (1) Melakukan evaluasi keandalan struktur bangunan RSND terhadap ketahanan gempa berdasarkan standar gempa yang baru (SNI 1726-2019), dan peta gempa yang baru (Peta Gempa Nasional 2018) dan (2) Melakukan evaluasi persyaratan detail struktur dari bangunan RSND berdasarkan standar struktur beton baru (SNI 2847-2019).

2. UJI ANALISIS STRUKTUR

Mengacu pada SNI 2847-2019 (Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung), pada Pasal 27 disebutkan tentang evaluasi kekuatan struktur eksisting, yang menyebutkan bahwa, jika terdapat keraguan persyaratan keamanan dari bagian struktur yang masih atau akan digunakan, maka perlu dilakukan evaluasi kekuatan struktur. Pada Pasal 27.2.2 dari SNI 2847-2019 menyebutkan bahwa; bila pengaruh penurunan kekuatan dipahami dengan baik dan bila memungkinkan untuk mengukur dimensi serta properti material yang diperlukan untuk analisis struktur, maka dapat dilakukan evaluasi kekuatan struktur dengan cara uji analisis struktur. Uji analisis struktur dari bangunan RSND dilakukan dengan menggunakan *software* SAP2000 (Computer and Structures, 2020) . *Software* SAP2000 dipilih karena merupakan *software* analisis dan desain struktur yang paling banyak digunakan di Indonesia.

Pasal 27.2.3 dari SNI 2847-2019 menyebutkan, bila pengaruh penurunan kekuatan tidak diketahui dengan baik, atau tidak memungkinkan untuk mengukur dimensi dan menentukan properti material untuk analisis, dapat dilakukan evaluasi kekuatan struktur dengan cara uji beban. Karena pada gedung RSND dapat dilakukan pengukuran pada konfigurasi struktur dan properti materialnya, maka evaluasi kekuatan struktur dilakukan dengan cara uji analisis.

Uji analisis dilakukan dengan cara melakukan perhitungan ulang dari model struktur gedung dengan menggunakan data-data dari bangunan eksisting. Beberapa data yang diperlukan adalah: data konfigurasi struktur, data material beton dan data tanah. Data konfigurasi struktur didapatkan dari dokumen *as built drawing* (2014), data material beton didapatkan dari gambar desain dan dari hasil pengujian beton selama pelaksanaan, serta data tanah didapat dari dokumen laporan penyelidikan tanah (*soil test*).



Gambar 1. Rumah Sakit Nasional Diponegoro

3 HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN

3.1 Beban Gempa dan Kategori Desain Seismik

Gedung RSND termasuk dalam kategori bangunan penting yang perlu diuji keandalan strukturnya sesuai dengan standar gempa (SNI 1726-2019) dan standar beton (SNI 2847-2019) yang baru. Untuk evaluasi keandalan struktur dari gedung RSND, digunakan peta gempa yang terbaru yaitu Peta Gempa Nasional 2018, dimana Gempa Rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlampaui besarnya selama umur rencana bangunan 50 tahun adalah sebesar 2%.

Kurva respon spektrum desain dibuat berdasarkan kelas situs dan kondisi tanah dibawah bangunan. Kondisi tanah dibawah bangunan ditentukan berdasarkan nilai N-SPT yang didapat dari hasil penyelidikan tanah. Berdasarkan hasil penyelidikan tanah dan mengacu pada Tabel 5 SNI 1726-2019 tentang Klasifikasi Situs, disimpulkan bahwa tanah dibawah gedung RSND termasuk pada klasifikasi tanah sedang. Kurva respon spektrum desain dibuat dengan menggunakan *software* dari Puslitbang Kementerian PUPR, melalui situs *online* rsapuskim2019.litbang.pu.go.id. Kurva respon spektrum desain Kota Semarang untuk kondisi tanah sedang, diperlihatkan pada Gambar 2.

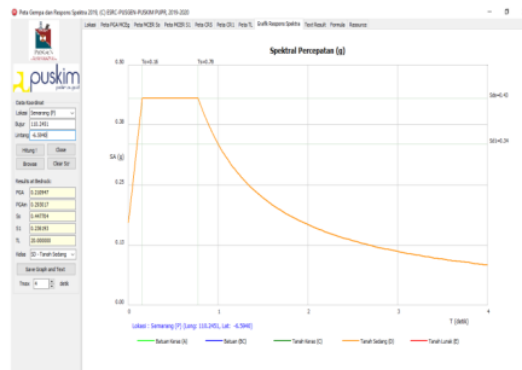
Perhitungan pengaruh beban gempa, Kategori Desain Seismik (KDS) dari gedung harus ditentukan berdasarkan parameter respons spektra percepatan desainnya, yaitu nilai S_{DS} (Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan gempa pada perioda pendek 0,2 detik) dan nilai S_{D1} (Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan gempa pada perioda 1 detik). Mengacu Tabel 3 dan Tabel 4 pada SNI 1726-2019, gedung RSND termasuk bangunan dengan Kategori Risiko IV dan mempunyai faktor keutamaan gempa (I_e) = 1,5.

Perhitungan beban gempa pada bangunan digunakan kurva respon spektrum desain untuk kondisi tanah sedang dengan nilai : $S_{DS} = 0,43g$ dan $S_{D1} = 0,34g$, dimana g adalah percepatan gravitasi yang besarnya $9,80 \text{ m/detik}^2$. Berdasarkan Tabel 8 dan Tabel 9 pada SNI 1726-2019, untuk nilai $S_{DS} = 0,43g$ dan $S_{D1} = 0,34g$, gedung RSND termasuk pada Kategori Desain Seismik D. Mengacu pada Tabel 12 pada SNI 1726-2019, maka untuk Kategori Desain Seismik D, struktur gedung RSND harus didesain sebagai Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Dari Tabel 12, untuk SRPMK dari beton bertulang, didapatkan koefisien modifikasi respon, $R = 8$, faktor kuat lebih sistem, $\Omega_o = 3$, dan faktor pembesaran defleksi, $C_d = 5,5$.

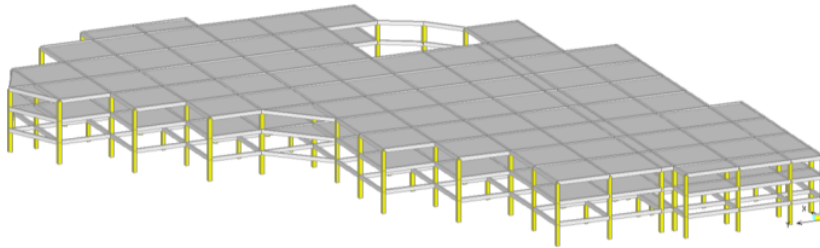
3.2 Pemodelan Struktur dan Pola Pembebanan

Balok-balok dan kolom-kolom struktur dimodelkan dengan menggunakan elemen *frame* 3D, sedangkan pelat lantai dimodelkan dengan menggunakan elemen *shell*. Untuk penentuan beban gempa dan periode getar struktur, diperhitungkan berat efektif seismik struktur sebesar 100% beban mati ditambah 25% beban hidup. Analisis struktur dilakukan dengan metode analisis spektrum respon ragam.

Struktur gedung diperhitungkan memikul beban gempa dengan kombinasi pembebanan 100% gempa arah $x + 30\%$ gempa arah y , dan 30% gempa arah $x + 100\%$ gempa arah y , dimana arah x dan arah y adalah sumbu-sumbu ortogonal utama dari bangunan. Konfigurasi dan model struktur dari gedung RSND, ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Kurva respon spektrum desain Kota Semarang untuk kondisi tanah sedang.



Gambar 3. Model struktur 3 dimensi Gedung RSND

Pembebanan yang bekerja pada struktur gedung terdiri dari beban mati (D), beban hidup (L), dan beban gempa (E). Beban mati pada struktur terdiri dari beban akibat berat sendiri pelat, balok dan kolom. Beban penutup lantai, plafond, dan penggantung, diperhitungkan sebesar 50 kg/m^2 . Beban hidup diperhitungkan sebesar 250 kg/m^2 . Kombinasi pembebanan yang ditinjau pada Uji Analisis Struktur gedung RSND adalah:

a. Kombinasi Pembebanan Tetap :

$$U = 1,4.D \text{ dan } U = 1,2.D + 1,6.L \quad (1)$$

b. Kombinasi Pembebanan Sementara

$$U = 1,2.D + 1,0.L + (100\%.E_x + 30\%.E_y) \cdot I_e / (R) \quad (2)$$

$$U = 1,2.D + 1,0.L + (30\%.E_x + 100\%.E_y) \cdot I_e / (R) \quad (3)$$

dimana D adalah beban mati, L adalah beban hidup, E_x dan E_y adalah beban gempa arah x dan gempa arah y , R adalah koefisien modifikasi respon yang diambil sebesar 8, serta I_e adalah Faktor keutamaan gempa yang diambil sebesar 1,5.

Dari hasil perhitungan, didapatkan besarnya gaya geser dasar seismik hasil analisis respon spektrum : $E_x = 4271 \text{ Ton}$ dan $E_y = 4291 \text{ Ton}$, dan hasil analisis statik ekuivalen : $E_x = 4247 \text{ ton}$ dan $E_y = 4266 \text{ Ton}$. Dengan membandingkan hasil perhitungan ini didapatkan perbandingan gaya geser dasar seismik dinamik/statik $> 0,85$.

3.3 Periode Getar Struktur

Pemeriksa konfigurasi dan kekakuan gedung, perlu dihitung periode getar struktur (T) dari gedung. Dari hasil analisis dinamik didapatkan periode getar pada arah translasi sumbu x (T_x) = 0,75 detik, arah translasi sumbu y (T_y) = 0,74 detik, dan arah rotasi (T_r) = 0,56 detik. Dari hasil perhitungan periode getar struktur, didapatkan hasil deformasi dari gedung RSND akibat gempa adalah dominan translasi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa konfigurasi dari gedung RSND cukup baik menahan pengaruh torsi.

Mengacu pada SNI 1726–2019, periode getar pendekatan (T_a) dari struktur dapat dihitung dengan Persamaan (4).

$$T_a = C_t \cdot h_n^x \quad (4)$$

dimana h_n adalah ketinggian struktur (dalam meter), dan koefisien C_t serta x ditentukan dari Tabel 18 SNI 03-1726–2019. Gedung RSND memiliki tinggi struktur, h_n , sebesar 13,2 m. Selain itu, sistem struktur Gedung RSN menggunakan sistem rangka beton pemikul momen, yang mana jika dilihat pada Tabel 18 didapatkan nilai C_t sebesar 0,0466; dan nilai x sebesar 0,90. Besarnya periode getar dari gedung adalah sebagai berikut.

$$T_a = C_t \cdot h_n^x = 0,0466 \cdot (13,2)^{0,9} = 0,48 \text{ detik.}$$

Periode getar dari struktur, tidak boleh melebihi nilai yang dirumuskan dengan Persamaan (5).

$$T_{max} = T_a \cdot C_u \quad (5)$$

dimana C_u adalah koefisien batas atas, yang nilainya ditentukan dari Tabel 17. Untuk nilai S_{D1} sebesar $0,34g$, dari Tabel 17 didapatkan nilai C_u sebesar 1,4. Nilai periode getar yang maksimum dari struktur adalah sebagai berikut.

$$T_{max} = (0,48 \times 1,4) = 0,67 \text{ detik}$$

Karena nilai periode getar $T_x = 0,75$ detik dan $T_y = 0,74$ detik $> T_{max} = 0,67$ detik, maka struktur gedung RSND tidak memenuhi persyaratan kekakuan struktur.

3.4 Simpangan Antar Lantai Tingkat.

Penentuan simpangan antar lantai tingkat, dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan tingkat terbawah. Defleksi pusat massa di tingkat i , (δ_i) ditentukan dengan menggunakan Persamaan (6).

$$\delta_i = (C_d \cdot \delta_e) / I_e, \quad (6)$$

Pada persamaan diatas, C_d merupakan faktor pembesaran defleksi yang diambil sebesar 5,5, I_e merupakan faktor ketumpanan gempa sebesar 1,5, dan δ_e merupakan defleksi pada pusat massa yang dihitung dengan analisis elastis. Simpangan antar lantai tingkat (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat yang diijinkan (Δ_a). Besarnya Δ_a dicantumkan pada Tabel 20 SNI 03-1726-2019. Karena struktur gedung RSND termasuk dalam kategori risiko IV, maka besarnya simpangan antar lantai tingkat yang diijinkan adalah sebagai berikut

$$\Delta_a = 0,015 \cdot (h_s) \quad (7)$$

dimana h_s adalah tinggi tingkat. Perhitungan simpangan antar lantai tingkat arah-x dan arah-y dari struktur gedung di tampilkan pada Tabel 1 dan 2. Dari hasil perhitungan pada Tabel 1 dan 2, didapatkan bahwa simpangan antar lantai tingkat (Δ) yang terjadi pada Lantai 1 dan Lantai 2 lebih besar dari simpangan antar lantai yang diijinkan (Δ_a). Dengan demikian kekakuan dari gedung RSND ini tidak memenuhi persyaratan.

3.5 Evaluasi Kekuatan Balok dan Kolom Struktur

Pemeriksaan kekuatan dari kolom dan balok struktur gedung RSND, dilakukan dengan cara menghitung ulang jumlah tulangan dari kolom dan balok, kemudian membandingkannya dengan jumlah tulangan yang terpasang. Kolom dan balok eksisting mempunyai mutu beton f'_c . 22,5 Mpa. Dari hasil perhitungan ulang struktur gedung RSND didapatkan jumlah tulangan pada balok dan kolom seperti dicantumkan Tabel 3 dan Tabel 4.

Dari hasil perhitungan ulang tulangan kolom dan balok struktur, didapatkan jumlah tulangan longitudinal dan tulangan geser yang terpasang (tulangan eksisting) pada kolom dan balok, lebih banyak dari pada tulangan yang diperlukan (hasil perhitungan ulang). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kolom dan balok dari struktur gedung RSND, cukup kuat menahan beban-beban yang diperhitungkan akan membebani struktur, termasuk beban gempa. Kolom dan balok dari struktur harus memenuhi persyaratan dimensi dan detail penulangan seperti yang dipersyaratkan pada Pasal 18 SNI 2847-2019. Hasil evaluasi detail penulangan kolom dan balok gedung RSND, dicantumkan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 1. Perhitungan simpangan antar lantai tingkat arah-x

Lantai	δ_e (cm)	Simpangan antar lantai Δ (cm)	h_s (cm)	Δ_a (cm)	Keterangan
Lantai 3	$\delta_3 = 8,15$	$\Delta_3 = (\delta_3 - \delta_2) \cdot C_d / I_e = 6,12$	420	$\Delta_{a3} = 6,30$	$\Delta_3 < \Delta_{a3}$
Lantai 2	$\delta_2 = 6,48$	$\Delta_2 = (\delta_2 - \delta_1) \cdot C_d / I_e = 12,47$	450	$\Delta_{a2} = 6,75$	$\Delta_2 > \Delta_{a2}$
Lantai 1	$\delta_1 = 3,08$	$\Delta_1 = (\delta_1 - 0,0) \cdot C_d / I_e = 11,29$	450	$\Delta_{a1} = 6,75$	$\Delta_1 > \Delta_{a1}$
Pondasi	0,0	-	-	-	

Tabel 2. Perhitungan simpangan antar lantai tingkat arah-y

Lantai	δ_e (cm)	Simpangan antar lantai Δ (cm)	h_s (cm)	Δ (cm)	Keterangan
Lantai 3	$\delta_3 = 8,16$	$\Delta_3 = (\delta_3 - \delta_2) \cdot C_d / I_e = 6,19$	420	$\Delta_{a3} = 6,30$	$\Delta_3 \approx \Delta_{a3}$
Lantai 2	$\delta_2 = 6,47$	$\Delta_2 = (\delta_2 - \delta_1) \cdot C_d / I_e = 12,43$	450	$\Delta_{a2} = 6,75$	$\Delta_2 > \Delta_{a2}$
Lantai 1	$\delta_1 = 3,08$	$\Delta_1 = (\delta_1 - 0,0) \cdot C_d / I_e = 11,29$	450	$\Delta_{a1} = 6,75$	$\Delta_1 > \Delta_{a1}$
Pondasi	0,0	-	-	-	

Tabel 3. Perhitungan tulangan balok struktur Gedung RSND

Tulangan Balok	Posisi Tulangan	Tulangan Diperlukan (Hasil Perhitungan)	Tulangan Terpasang (Tulangan Eksisting)
Tulangan longitudinal	Tumpuan (Atas)	16,57 cm ² (5D22)	8D22
	Tumpuan (Bawah)	7,94 cm ² (2D22)	3D22
	Lapangan (Atas)	5,19 cm ² (2D22)	3D22
	Lapangan (Bawah)	9,84 cm ² (3D22)	6D22
Tulangan geser	Tumpuan	0,075 cm ² /cm (Ø10-200)	Ø10-100
	Lapangan	0,044 cm ² /cm (Ø10-300)	Ø10-150

Tabel 4. Perhitungan tulangan kolom struktur Gedung RSND

Tulangan Kolom	Tulangan Diperlukan (Hasil Perhitungan)	Tulangan Terpasang (Tulangan Eksisting)
Tulangan longitudinal	45,4 cm ² (12D22)	20D22
Tulangan geser	0,073 cm ² /cm (Ø10-200)	Ø10-100/Ø10-200

Tabel 5. Evaluasi dimensi dan detail penulangan kolom eksisting

Kolom Eksisting	Persyaratan	Keterangan
1. Dimensi Kolom $b_c = 500$ mm, $h_c = 500$ mm	$b_c = h_c > 300$ mm $b_c/h_c = 1,0 > 0,4$	Memenuhi syarat
2. Tulangan Longitudinal 20D22 (prosentase : $\rho = 3,0$ %)	$\rho > \rho_{\min} = 1$ % $\rho < \rho_{\max} = 6$ %	Memenuhi syarat
3, Tulangan Transversal (Sengkang)		
a. Bagian Tumpuan :		
Jarak sengkang : $s = 100$ mm	$s < 125$ mm	Memenuhi syarat
Jumlah sengkang : $A_{sv} = 3\text{Ø}10-100$	$A_{sv} < 5\text{Ø}10-100$	Tidak memenuhi syarat
b. Bagian Lapangan :		
Jarak sengkang : $s = 200$ mm	$s > 125$ mm	Tidak memenuhi syarat
Jumlah sengkang : $A_{sv} = 3\text{Ø}10-100$	$A_{sv} < 5\text{Ø}10-100$	Tidak memenuhi syarat

Tabel 6. Evaluasi dimensi dan detail penulangan balok eksisting

Balok Eksisting	Persyaratan	Keterangan
1. Dimensi Balok $b_b = 300$ mm, $h_b = 800$ mm $L = 8000$ mm	$L/h_b = 10 > 4$ $b_b > 0,3.L = 240$ mm $b_b > 250$ mm	Memenuhi syarat
2. Lebar Balok & Kolom $b_b = 300$ mm, $h_b = 800$ mm $b_c = 500$ mm, $h_c = 500$ mm	$b_b < b_c$	Memenuhi syarat
3. Rasio Tulangan Longitudinal		
Tumpuan atas (8D22)	$\rho = 0,014 < 0,025$	Memenuhi syarat
Tumpuan bawah (3D22)	$\rho = 0,005 < 0,025$	
Lapangan atas (3D22)	$\rho = 0,005 < 0,025$	Memenuhi syarat
Lapangan bawah (6D22)	$\rho = 0,010 < 0,025$	
4. Tulangan Transversal		
Bagian Tumpuan : Ø10-100		
Jarak sengkang : $s = 100$ mm	$s < 130$ mm	Memenuhi syarat
Bagian Lapangan : Ø10-150		
Jarak sengkang : $s = 150$ mm	$s > 130$ mm	Tidak memenuhi syarat

4 KESIMPULAN

Dari hasil uji analisis struktur gedung RSND dengan menggunakan standar gempa (SNI 1726-2019) dan standar beton (SNI 2847-2019), dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

- 1) Balok-balok dan kolom-kolom dari struktur gedung RSND mempunyai kekuatan yang cukup untuk memikul beban gempa yang mungkin terjadi. Tulangan longitudinal dan tulangan transversal (sengkan) yang terpasang pada kolom dan balok eksisting, cukup kuat memikul momen lentur dan gaya lintang yang terjadi akibat gempa.
- 2) Nilai periode getar struktur dan nilai simpangan antar lantai tingkat dari gedung RSND lebih besar dari nilai maksimum yang diijinkan. Hal ini mengindikasikan bahwa konfigurasi struktur dari gedung RSND tidak cukup kaku. Karena struktur gedung tidak kaku, maka hal ini dapat mengakibatkan terjadinya deformasi horisontal yang besar pada saat terjadi gempa. Deformasi horisontal yang besar dapat menyebabkan kerusakan pada elemen non-struktural bangunan (pintu, dinding/partisi, dan peralatan/instalasi medik).
- 3) Dimensi kolom-kolom struktur (50x50) cm dengan tinggi lantai tingkat lebih dari 4,2 meter, serta balok-balok dengan panjang bentang 8,0 meter, menyebabkan konfigurasi struktur dari gedung RSND kurang kaku, dan
- 4) Jarak tulangan transversal yang terpasang pada balok dan kolom dari struktur gedung RSND, tidak memenuhi persyaratan struktural untuk bangunan tahan gempa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktur Rumah Sakit Nasional Diponegoro (RSND) atas akses dokumen Gambar Konstruksinya. Segenap tim asisten Laboratorium Manajemen Konstruksi Departemen Teknik Sipil UNDIP.

REFERENSI

- BSN. (2019). *SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasannya*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta, Indonesia.
- BSN. (2019). *SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, Badan Standardisasi Nasional. Jakarta, Indonesia.
- BSN. (2020) *SNI 1727-2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain* *Peta Kegempaan Indonesia Tahun 2018 (Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017)*, Badan Standardisasi Nasional. Jakarta, Indonesia.
- Computer and Structures Inc. (2020). *SAP2000, Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures Basic Analysis Reference Manual*, Computer and Structures, Berkeley, United States.
- Pusat Studi Gempa Nasional (2017). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. Pusat Litbang Perumahan dan Pemukiman, Bandung, Indonesia.

Uji Analisis Struktur Terhadap Ketahanan Gempa Studi Kasus Rumah Sakit Nasional Diponegoro (RSND) Semarang

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	1%
2	repository.its.ac.id Internet Source	1%
3	digilib.polban.ac.id Internet Source	1%
4	adoc.pub Internet Source	1%
5	Submitted to Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Gadjah Mada Student Paper	1%
6	eprints.undip.ac.id Internet Source	1%
7	journal.itny.ac.id Internet Source	1%
8	pt.scribd.com Internet Source	1%

id.scribd.com

9

Internet Source

<1 %

10

Aulia Annisa. "PERBANDINGAN BEBAN GEMPA RENCANA HASIL ANALISIS MENGGUNAKAN METODE STATIK EKIVALEN DAN RESPON SPEKTRUM BERDASARKAN SNI 1726-2012", Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako, 2020

Publication

<1 %

11

Submitted to School of Business and Management ITB

Student Paper

<1 %

12

jge.eng.unila.ac.id

Internet Source

<1 %

13

etd.repository.ugm.ac.id

Internet Source

<1 %

14

123dok.com

Internet Source

<1 %

15

es.scribd.com

Internet Source

<1 %

16

Chatryne Pricillya Ris Mentari, Fikri Alami, Surya Sebayang. "Studi ketebalan minimum pelat beton bertulang menurut SNI 2847:2019 terhadap kenyamanan manusia", REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung, 2022

Publication

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

Uji Analisis Struktur Terhadap Ketahanan Gempa Studi Kasus Rumah Sakit Nasional Diponegoro (RSND) Semarang

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7
