

# TINJAUAN STRUKTUR ATAS GEDUNG VIP RUMAH SAKIT DI MAGELANG BERDASARKAN SNI 2847:2019 DAN SNI 1726:2019 DENGAN SOFTWARE ETABS

Ana Christyawati<sup>1\*</sup>, Dr. Ir. H. Eri Setia Romadhon, M.T<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Jayabaya, Jakarta Timur, DKI Jakarta, Indonesia

\*Email: [anachristyawati8487@gmail.com](mailto:anachristyawati8487@gmail.com)

## Abstrak

Rumah sakit menjadi sangat penting di lingkungan masyarakat, sehingga kualitas pelayanan terus ditingkatkan agar mempermudah akses, perlindungan, dan keselamatan pasien. Oleh karena itu, rumah sakit harus dirancang dan dibangun dengan mempertimbangkan keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi serta mampu menahan bahaya gempa yang terjadi. Salah satu aspek yang sangat penting adalah struktur atas, seperti balok, kolom, dan pelat lantai. Dengan terus disempurnakannya peraturan perencanaan struktur bangunan, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh beban struktur, gaya gempa lateral, momen lentur, dan kapasitas tulangan apakah sesuai dengan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Penelitian ini dilakukan pada gedung VIP rumah sakit di Magelang, Jawa Tengah dengan tinggi bangunan 17,6 meter, panjang 58 meter, dan lebar 17,5 meter dengan beton bertulang sebagai struktur utama. Perencanaan gedung rumah sakit mengacu pada SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dan kualitatif. Hasil analisis diperoleh berat struktur sebesar 53984,74 kN, beban mati tambahan dan beban hidup. Gaya gempa lateral dinamik ( $V_{dinamik}$ ) sebesar 5062,873 kN dan 5291,104 kN memenuhi syarat SNI 1726:2019, yaitu lebih besar 100% dari gaya gempa lateral statik ( $V_{statik}$ ). Sedangkan momen lentur maksimal sebesar 772,903 kNm pada balok  $350 \times 700$  mm lantai tiga. Serta diperoleh kapasitas tulangan pada balok, kolom, dan pelat lantai.

**Keywords:** Analisa Struktur, Dimensi, Kapasitas Elemen.

## Pendahuluan

Menurut WHO (*World Health Organization*), rumah sakit adalah bagian integral dari suatu organisasi social dan kesehatan dengan fungsi menyediakan pelayanan yang komprehensif, kuratif, dan preventif di masyarakat. Rumah sakit menjadi bagian penting di masyarakat, sehingga kualitas pelayanan harus terus ditingkatkan agar mempermudah akses dan perlindungan terhadap keselamatan pasien. Undang-Undang No. 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit, rumah sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyediakan pelayanan kesehatan bagi setiap individu secara lengkap yang menyediakan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat (Ifta Mu'arif Daud, dkk., 2023).

Dalam memberikan layanan

kehatan yang lengkap, rumah sakit berfungsi menyelenggarakan pelayanan pengobatan dan pemulihan kesehatan memelihara dan meningkatkan pelayanan kesehatan, menyelenggarakan Pendidikan dan pelatihan sumber daya manusia guna meningkatkan kemampuan dalam memberikan pelayanan kesehatan, menyelenggarakan penelitian dan pengembangan serta penapisan teknologi bidang kesehatan.meningkatnya kebutuhan masyarakat akan pelayanan kesehatan menyebabkan terjadinya peningkatan terhadap fasilitas pelayanan kesehatan, salah satunya pengembangan pembangunan rumah sakit.

Pembangunan rumah sakit harus dirancang dan dibangun dengan mempertimbangkan berbagai aspek, termasuk fungsi, keselamatan,

kenyamanan, dan efisiensi. Salah satu aspek penting dalam perencanaan bangunan rumah sakit adalah struktur atas (super struktur). Struktur atas rumah sakit berperan kompleks dibandingkan dengan bangunan umum lainnya. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan khusus bangunan rumah sakit harus mampu mengakomodasi berbagai peralatan medis yang berat dan sensitive, memastikan keberlanjutan operasional selama situasi darurat serta memberikan lingkungan yang aman dan nyaman (Ching, 2024.)

Selain itu, hasil dari perencanaan struktur gedung adalah bangunan yang aman, nyaman, kuat, efisien, serta mampu menahan bahaya gempa, sehingga keamanan dan ketahanan bangunan terhadap beban-beban yang bekerja, termasuk beban gempa merupakan prioritas utama dalam perencanaan suatu bangunan (SNI 1726:2019, SNI 2847:2019). Menurut Dayono (2019), “Indonesia merupakan salah satu negara yang paling rawan terhadap gempa karena berada di *ring of fire* Pasifik yang merupakan jalur gempa teraktif” (Alvino Wafi, dkk, 2021).

Struktur gedung VIP rumah sakit di Magelang dirancang menggunakan SNI 03-2847:2019 dan SNI 03-1726:2012. Dalam beberapa tahun terakhir, terjadi pembaharuan standar di Indonesia terkait perencanaan struktur bangunan, yaitu terbitnya SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan SNI 1726:2019 tentang Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung. Implementasi peraturannya baru ini penting untuk dikaji, khususnya pada bangunan rumah sakit yang memerlukan perencanaan struktur

yang lebih ketat.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendesain dan menganalisa suatu bangunan dengan menggunakan *software* ETABS (*Extended Three Dimensional Analysis Building Systems*). ETABS merupakan perangkat lunak hasil karya *CSI Berkeley*, program ini sangat membantu dalam permodelan struktur analisis dan desain (Masherni dan April Setiawan, 2017).

Penelitian ini meninjau struktur atas gedung VIP rumah sakit di Magelang sesuai SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019 menggunakan ETABS. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh besar beban yang dipikul, memperoleh gaya gempa lateral dan momen lentur yang terjadi pada struktur atas gedung, serta memperoleh dimensi dan kapasitas tulangan struktur atas gedung VIP rumah sakit di Magelang berdasarkan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perencanaan bangunan rumah sakit yang aman dan tahan gempa, sekaligus referensi bagi 16able16c16 konstruksi dan konsultan perencana tentang pentingnya memahami peraturan-peraturan baru guna meningkatkan kualitas desain struktur.

### **Metodologi Penelitian**

Penelitian ini meninjau struktur atas bangunan dengan *software* ETABS. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk memperoleh data yang diperlukan dan kualitatif untuk mendapatkan informasi yang lebih luas tentang penelitian ini. Penelitian dilakukan pada gedung VIP rumah sakit di Magelang, Jawa Tengah.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Tinggi bangunan adalah 17,6 meter, panjang bangunan 58 meter, lebar bangunan 17,5 meter, dan struktur utama berupa beton bertulang. Data-data untuk penelitian ini berupa :

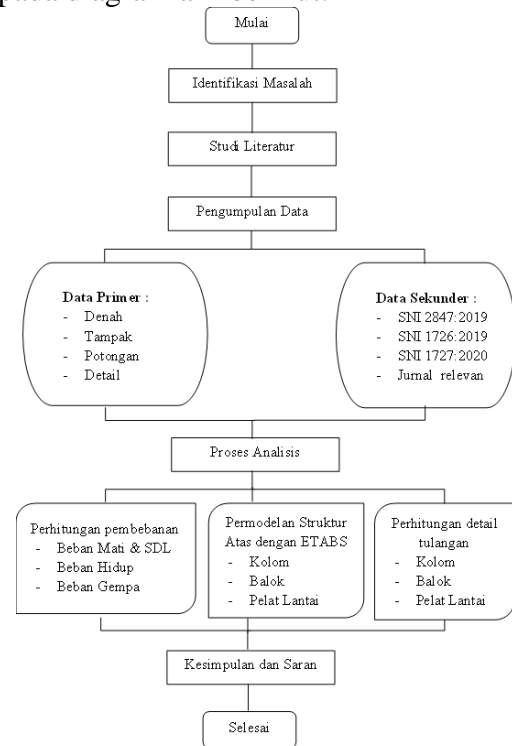
- a. Data primer : fungsi bangunan, zona gempa, koordinat, lokasi bangunan, mutu beton, gambar denah, gambar tampak, gambar potongan, dan gambar detail dimensi dan tulangan struktur.
- b. Data Sekunder : data teknis dan non teknis, seperti peraturan SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan jurnal yang mendukung penelitian.

Penelitian ini menggunakan analisis respons spektrum dengan *software* ETABS untuk memperoleh gaya-gaya dalam seperti momen, gaya geser, dan gaya aksial. Langkah-langkah umum dalam analisis struktur dengan *software* ETABS adalah :

1. Mengumpulkan data-data yang digunakan untuk penelitian, seperti standar yang digunakan, data umum, data gempa sesuai lokasi bangunan, hingga gambar bangunan yang memuat denah, tampak, potongan, detail struktur.
2. Membuat permodelan 3D struktur bangunan dengan memasukkan data yang digunakan seperti material, *section frame*, beban-beban yang bekerja, kombinasi pembebanan, dan beban gempa pada model struktur bangunan.
3. Analisa gaya dengan *software* menghasilkan reaksi gaya-gaya dalam, seperti gaya aksial, gaya geser, dan momen.

4. Melakukan perhitungan jumlah tulangan yang dibutuhkan setiap komponen struktur.

Alur penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir berikut:



Gambar 2 Diagram Alir

### Hasil dan Pembahasan Perhitungan Beban

Perhitungan beban dilakukan sebelum permodelan struktur dengan *software* ETABS. Beban yang diinput berupa beban mati, beban hidup, beban gempa, dan kombinasinya. Beban mati akan otomatis dihitung oleh *software* dengan berat jenis beton  $24 \text{ kN/m}^3$  dan berat jenis tulangan  $7,5 \text{ kN/m}^3$ .

Beban mati tambahan pada bangunan mengacu pada table C3.1-1 SNI 1727:2020 meliputi plafon dan pengantung, instalasi MEP, *finishing* lantai, dinding, *waterproofing*, serta ACP, diperoleh :

1. Beban lantai dua sampai lantai empat sebesar  $3,5 \text{ kN/m}^2$
2. Beban lantai dak atap dan atap  $0,55 \text{ kN/m}^2$ .

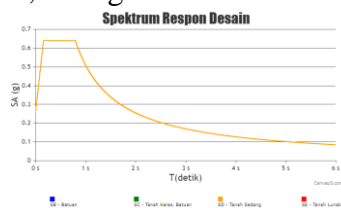
Beban hidup pada bangunan mengacu pada SNI 1727:2020 tabel 4.3-1 dipilih beban merata, diperoleh :

1. Beban untuk lantai dua sampai lantai empat sebesar  $8,62 \text{ kN/m}^2$  yang meliputi beban ruang operasi/laboratorium, ruang pasien, dan koridor
2. Beban lantai dak atap dan atap sebesar  $5,75 \text{ kN/m}^2$  berupa beban atap datar dan atap untuk penggunaan lainnya.

### Beban Gempa

Analisis beban gempa menggunakan beban dinamis (analisis respons spektra) dengan tahapan mengacu pada SNI 1726:2019 sebagai berikut:

1. Kategori bangunan gedung berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 4.1.2, bangunan termasuk kategori resiko IV dengan 18able18 keutamaan gempa pada struktur ( $I_e$ ) sebesar 1,5
2. Klasifikasi situs tanah pada rumah sakit di Magelang adalah tanah sedang (SD)
3. Parameter percepatan gempa diperoleh dengan memasukkan koordinat lokasi lokasi bangunan gedung (lintang:-7.53518831654545 dan bujur : 110.23427100369378) dan klasifikasi situs tanah pada website RSA Cipta Karya 2021 hingga diperoleh :
  - a. Parameter percepatan gempa periode pendek ( $S_s$ ) =  $0,8139 \text{ g}$
  - b. Parameter percepatan gempa periode satu detik ( $S_1$ ) =  $0,4009 \text{ g}$



Gambar 3 Respons spektrum

dari

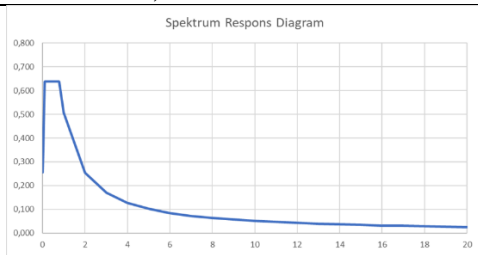
<https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>

4. Koefisien situs, 18able18 amplifikasi periode pendek ( $F_a$ ) diambil dari interpolasi nilai mengacu pada SNI 1726:2019 pasal 6.2 tabel 6 diperoleh sebesar 1,174 dan 18able18 amplifikasi periode 1 detik ( $F_v$ ) sebesar 1,899
5. Berdasarkan SNI 1726:2019 tabel 8 dan 9, kategori desain seismic berdasarkan parameter percepatan pendek ( $S_{DS}$ ) pada peta gempa tahun 2021 sebesar  $0,637$  ( $0,50 \leq S_{DS}$ ), parameter percepatan periode satu detik ( $SD1$ ) sebesar  $0,508$  ( $0,20 \leq SD1$ ), dan kategori resiko IV, termasuk dalam kategori desain 18able18c D
6. Berdasarkan 18able 12 SNI 1726:2019, system pemikul gya seismic pada bangunan dengan fungsi struktur rumah sakit kategori D adalah rangka beton bertulang pemikul momen khusus dengan nilai  $R = 8$ ,  $\Omega_0 = 3$ , dan  $C_d = 5,5$
7. Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 6.4 kurva respons desain diperoleh sebagai berikut :

Tabel 1 Nilai Periode Fundamental (T) dan Percepatan Respons Spektra ( $S_a$ )

T (detik)	S (g)	T (detik)	S (g)
0	0,255	6	0,0846
0,1	0,637	7	0,0725
0,2	0,637	8	0,0634
0,3	0,637	9	0,0564
0,4	0,637	10	0,0508
0,5	0,637	11	0,0461
0,6	0,637	12	0,0423
0,7	0,637	13	0,0390
0,796	0,637	14	0,0363
0,8	0,6345	15	0,0338
0,9	0,5640	16	0,0317
1	0,5076	17	0,0299
2	0,2538	18	0,0282
3	0,1692	19	0,0267

4	0,1269	20	0,0254
5	0,1015		



Gambar 4 Respons Spektrum Desain

Nilai respons spektrum harus dikali dengan faktor skala yang dapat dihitung sesuai rumus SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.2, faktor skala gempa  $SPEC_{XY}$  untuk struktur rangka portal :

$$Faktor\ Skala = \frac{g \times I_e}{R} = \frac{9,81 \times 1,5}{8} =$$

1,839

### Kombinasi Pembebanan

Penelitian ini menggunakan desain *ultimate* dengan kombinasi pembebanan mengacu pada SNI 1726:2019 yang terdiri dari beban mati, beban hidup, dan beban gempa dengan kombinasi sebagai berikut:

1. 1,4 DL
2. 1,2 DL + 1,6 LL
3. (1,2 + 0,2 SDS) D + 1,0 L + 0,3  $\rho QEx$  + 1,0  $\rho QEy$
4. (1,2 + 0,2 SDS) D + 1,0 L + 0,3  $\rho QEx$  - 1,0  $\rho QEy$
5. (1,2 + 0,2 SDS) D + 1,0 L - 0,3  $\rho QEx$  + 1,0  $\rho QEy$
6. (1,2 + 0,2 SDS) D + 1,0 L - 0,3  $\rho QEx$  - 1,0  $\rho QEy$
7. (1,2 + 0,2 SDS) D + 1,0 L + 1,0  $\rho QEx$  + 0,3  $\rho QEy$
8. (1,2 + 0,2 SDS) D + 1,0 L + 1,0  $\rho QEx$  - 0,3  $\rho QEy$
9. (1,2 + 0,2 SDS) D + 1,0 L - 1,0  $\rho QEx$  + 0,3  $\rho QEy$
10. (1,2 + 0,2 SDS) D + 1,0 L - 1,0  $\rho QEx$  - 0,3  $\rho QEy$
11. (0,9 - 0,2 SDS) D + 0,3  $\rho QEx$  + 1,0  $\rho QEy$
12. (0,9 - 0,2 SDS) D + 0,3  $\rho QEx$  - 1,0  $\rho QEy$
13. (0,9 - 0,2 SDS) D - 0,3  $\rho QEx$  +

- 1,0  $\rho QEy$
14. (0,9 - 0,2 SDS) D - 0,3  $\rho QEx$  - 1,0  $\rho QEy$
15. (0,9 - 0,2 SDS) D + 1,0  $\rho QEx$  + 0,3  $\rho QEy$
16. (0,9 - 0,2 SDS) D + 1,0  $\rho QEx$  - 0,3  $\rho QEy$
17. (0,9 - 0,2 SDS) D - 1,0  $\rho QEx$  + 0,3  $\rho QEy$
18. (0,9 - 0,2 SDS) D - 1,0  $\rho QEx$  - 0,3  $\rho QEy$

Kombinasi pembebanan yang diinput kedalam permodelan *software* ETABS dengan nilai  $S_{DS} = 0,637$  dan nilai  $\rho$  sesuai SNI 1726:2019 pasal 7.3.4.2 untuk kategori desain seismik D adalah 1,3.

### Kontrol Dimensi

Kontrol dimensi struktur atas rangka portal dengan struktur eksisting yang digunakan mengacu pada SNI 2847:2019.

Kontrol dimensi balok sesuai pasal 9.3.1 dan pasal 18.6.2, diperoleh:

Tabel 2 Kontrol Dimensi Balok Induk Eksisting

Bentang mm	H <sub>min</sub> mm	H <sub>pakai</sub> mm	H <sub>pakai</sub> > H <sub>min</sub>	B <sub>min</sub> (mm) 0,3H 250 mm	B <sub>pakai</sub> mm	B <sub>pakai</sub> > B <sub>min</sub>	Dimensi mm	
7000	378,4	700	Ok	210	250	500	Ok	500 x 700
7000	378,4	600	Ok	180	250	500	Ok	500 x 600
8000	432,4	700	Ok	210	250	350	Ok	350 x 700
7000	378,4	700	Ok	210	250	350	Ok	350 x 700
3500	189,2	700	Ok	210	250	350	Ok	350 x 700
5000	270,3	600	Ok	180	250	300	Ok	300 x 600
7000	378,4	500	Ok	150	250	350	Ok	350 x 500
7000	378,4	400	Ok	120	250	350	Ok	350 x 400

Kontrol dimensi kolom harus memenuhi syarat pada pasal 18.7 diperoleh:

Tabel 3 Kontrol Dimensi Kolom Eksisting

Panjang mm	Lebar mm	Kontrol B/H > 0,4	Kontrol sisi pendek > 300 mm	Dimensi mm
600	700	Ok	Ok	600 x 700
600	700	Ok	Ok	600 x 700
400	600	Ok	Ok	400 x 600
300	400	Ok	Ok	300 x 400
250	250	Ok	Not Ok	250 x 250
550	800	Ok	Ok	300 x 800
550	550	Ok	Ok	550 x 550

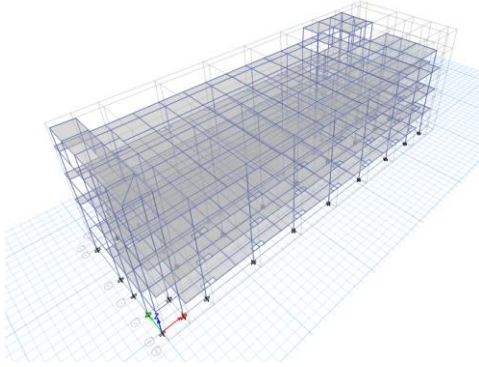
Menurut SNI 2847:2019 pasal 8.3.1.2 tebal minimum pelat lantai yaitu 125 mm, sehingga:

Tabel 4 Kontrol Tebal Pelat Lantai Eksisting

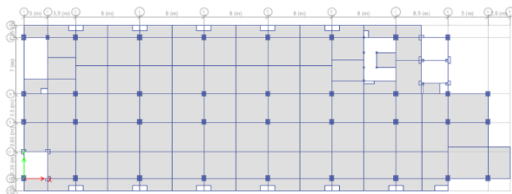
H <sub>pakai</sub> (mm)	H <sub>min</sub> (mm)	H <sub>pakai</sub> > H <sub>min</sub>
130	125	Ok
120	125	Not Ok
150	125	Ok

## Permodelan Struktur

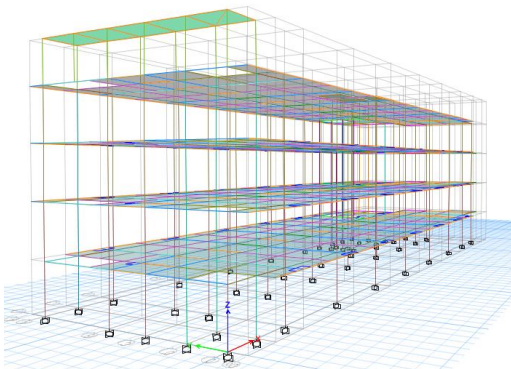
Hasil perhitungan pembebanan di *input* ke dalam permodelan struktur 3D. Permodelan menggunakan perletakan jepit pada pondasi (*fixed based*) yang dapat menahan momen dan gaya dalam arah vertikal maupun horizontal.



Gambar 5 Permodelan 3D



Gambar 6 Denah Lantai 4



Gambar 7 Perletakan Jepit Struktur Rangka Portal

## Analisis Struktur

Setelah permodelan 3D dengan *software* ETABS selesai, dilanjutkan dengan *run analysis* untuk mengetahui deformasi struktur gedung VIP rumah sakit di Magelang menggunakan struktur rangka portal akibat beban dinamik yaitu gempa arah x dan arah y. Kemudian dilakukan analisis periode

getar pada rangka, perhitungan periode fundamental struktur, pengecekan struktur akibat beban respons spektra, dan perhitungan gaya gempa geser dasar.

## Analisis Periode Getar dan Periode Fundamental

Analisis periode getar tersaji pada tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5 Periode Getar Struktur

Ragam	Periode det	Frekuensi cyc/det	Frekuensi Lingkaran rad/sec	Eigenvalue rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
1	1,133	0,883	5,5452	30,7495
2	0,971	1,03	6,4691	41,849
3	0,89	1,123	7,0585	49,823
4	0,353	2,834	17,8051	317,0205
5	0,305	3,283	20,6297	425,583
6	0,297	3,368	21,1622	447,8396
7	0,295	3,395	21,3317	455,0403
8	0,281	3,554	22,3303	498,6433
9	0,24	4,163	26,1577	684,2231
10	0,232	4,315	27,1123	735,0792
11	0,204	4,896	30,7605	946,2055
12	0,197	5,085	31,9501	1020,8085

Perhitungan periode struktur menurut SNI 1726:2019 diperoleh:

$$T_{a_{min}} = C_t \times h^x = 0,0466$$

$$\times 21,1^{0,9} = 0,725 \text{ detik}$$

$$T_{a_{max}} = C_u \times T_{a_{min}} = 1,4 \times 0,725$$

$$= 1,015 \text{ detik}$$

Menurut SNI 1726:2019 pasal 7.8.2 penentuan periode fundamental struktur ( $T$ ) yang digunakan:

1. Jika  $T_x/T_y > T_{a_{max}}$ , maka nilai  $T = T_{a_{max}}$
2. Jika  $T_{a_{min}} < T_x/T_y < T_{a_{max}}$ , maka nilai  $T = T_x/T_y$
3. Jika  $T_x/T_y < T_{a_{min}}$ , maka nilai  $T = T_{a_{min}}$

Sehingga periode desain yang digunakan pada struktur rangka portal adalah  $T_x = 1,015$  detik dan  $T_y = 0,971$ .

## Nilai Lenturan dan Gaya-Gaya Dalam

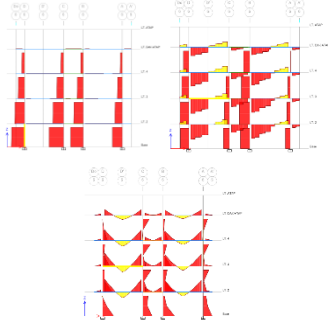
Nilai lenturan yang diperoleh sebesar 26,872 mm terletak pada balok 250 × 500 mm panjang 8 m di lantai empat grid D' 2 – 3 kurang dari lenturan izin pada balok yaitu sebesar:

$$\delta = \frac{L}{240} = 33,333 \text{ mm.}$$

Gaya-gaya dalam seperti gaya normal, gaya geser, dan momen lentur tersaji pada tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6 Gaya-Gaya Dalam

Gaya-Gaya Dalam	Nilai	Sat	Dimensi (mm)	Letak
Gaya Normal	-3829,575	kN	600 x 700	Lt. 1 grid D6
Gaya Geser	-435,765	kN	350 x 700	
Momen	-772,903	kN.m	350 x 700	Lt. 3 grid 6C-D



Gambar 8 Gaya-Gaya Dalam (Kiri:Gaya Normal, Gaya Geser, dan Momen)

### Perhitungan Gaya Geser Dasar

Koefisien respons seismik digunakan untuk menghitung gaya geser dasar gempa pada struktur rangka portal dengan nilai:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,637}{\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,1195$$

Nilai  $C_s$  tidak boleh lebih dari :

$$C_{sx} = \frac{S_{D1}}{T_X \times \left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,508}{1,015 \times \left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,0938$$

$$C_{sy} = \frac{S_{D1}}{T_Y \times \left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,508}{0,971 \times \left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,0980$$

$$C_s = 0,0444 \times S_{DS} \times I_e \geq 0,01$$

$$C_s = 0,0444 \times 0,637 \times 1,5 \geq 0,01$$

$$C_s = 0,0421 \geq 0,01$$

Sehingga nilai  $C_{sx}$  yang digunakan adalah 0,0938 dan  $C_{sy}$  yang digunakan adalah 0,0985.

Berat struktur pada struktur rangka portal dari hasil analisis struktur dengan ETABS sebagai berikut:

Tabel 7 Berat Struktru Rangka Portal

Story	UX kg	UY kg
Lt Atap	93683	93683
Lt. Dak Atap	1029637,91	1029637,91
Lt 4	1464924,58	1464924,58
Lt 3	1467013,19	1467013,19
Lt 2	1449625,09	1449625,09
Total	5504883,77	5504883,77

Konversi berat total struktur sebesar 53984,744 kN, sehingga gaya geser dasar gempa ( $V$ ) sebesar:

$$V_x = C_{sx} \times W = 0,0938 \times 53984,744$$

$$= 5062,870 \text{ kN}$$

$$V_y = C_{sy} \times W = 0,0981 \times 53984,744$$

$$= 5291,097 \text{ kN}$$

Tabel 8 Gaya Geser Dasar Gempa Awal

	$V_{dinamik}$ (kN)	$V_{statik}$ (kN)	Kontrol
$V_x$	3975,3179	5062,8701	Not Ok
$V_y$	4366,5297	5291,0969	Not Ok

Menurut SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4 nilai gaya geser dinamik harus 100% dari gaya geser statik. Bila lebih kecil perlu faktor skala karena gaya gempa awal hanya prediksi. Faktor skala arah x dan arah y sebagai berikut:

$$100\% \times \frac{5062,8701}{3975,3179} = 1,274$$

$$100\% \times \frac{5291,0969}{4366,5297} = 1,212$$

Faktor skala gempa  $SPEC_{XY}$  struktur rangka portal adalah 1,839

Faktor skala gempa  $SPEC_X$  akhir, yaitu:

$$\text{Faktor skala gempa } SPEC_{X/y} \text{ akhir: } SPEC_X \text{ akhir} = 1,839 \times 1,274 = 2,342$$

$$SPEC_Y \text{ akhir} = 1,839 \times 1,212 = 2,228$$

Setelah diperoleh faktor skala akhir, selanjutnya faktor di *input* ke dalam *software* ETABS untuk dianalisis ulang, sehingga diperoleh gaya gempa akhir sebagai berikut:

Tabel 9 Gaya Geser Dasar Gempa Akhir

	$V_{dinamik}$ (kN)	$V_{statik}$ (kN)	Kontrol
$V_x$	5062,872	5062,870	Ok
$V_y$	5291,104	5291,097	Ok

### Perhitungan Kapasitas Tulangan

Perhitungan tulangan struktur atas yaitu balok, kolom, dan pelat lantai diuraikan sebagai berikut:

#### 1. Tulangan Balok

Perhitungan tulangan balok terdiri dari tulangan utama, tulangan geser, dan tulangan torsi. Rekapitulasi hasil perhitungan disajikan pada tabel berikut sebagai berikut:

Tabel 10 Rekapitulasi Tulangan Tumpuan Balok

Dimensi mm	Tulangan Tumpuan			
	Atas	Tengah	Bawah	Senggang
500 × 700	7 D22	2 D13	4 D22	2D13-100
500 × 600	6 D22	2 D13	3 D22	2D13-100
350 × 700	7 D22	2 D10	4 D22	2D10-100
400 × 700	10 D22	2 D10	6 D22	2D10-130
350 × 700	8 D22	2 D10	4 D22	3D10-100
350 × 600	7 D22	2 D10	4 D22	3D10-100
350 × 500	7 D22	2 D10	4 D22	2D10-100
350 × 400	4 D22	2 D10	2 D22	2D10-80

Tabel 11 Rekapitulasi Tulangan Lapangan Balok

Dimensi mm	Tulangan Lapangan			
	Atas	Tengah	Bawah	Senggang
500 × 700	4 D22	2 D13	7 D22	2D13-200
500 × 600	3 D22	2 D13	6 D22	2D13-200
350 × 700	4 D22	2 D10	7 D22	2D10-200
400 × 700	6 D22	2 D10	10 D22	2D10-100
350 × 700	4 D22	2 D10	8 D22	3D10-200
350 × 600	2 D22	2 D10	4 D22	3D10-200
350 × 500	2 D22	2 D10	4 D22	2D10-100
350 × 400	2 D22	2 D10	4 D22	2D10-120

Tabel 12 Tulangan Tumpuan Eksisting Balok

Dimensi mm	Tulangan Tumpuan			
	Atas	Tengah	Bawah	Senggang
500 × 700	11D22	4D13	7D22	1.5D13-100
500 × 600	9D22	2D13	8D22	2D13-100
350 × 700	9D22	4D10	5D22	2D10-100
350 × 700	9D22	4D10	7D22	2D10-100
350 × 700	8D22	4D10	6D22	2D10-75
350 × 600	8D22	2D10	7D22	2D10-100
350 × 500	7D22	-	6D22	2D10-100
350 × 400	9D22	-	6D22	2D10-75

Tabel 13 Tulangan Lapangan Eksisting

Dimensi mm	Tulangan Lapangan			
	Atas	Tengah	Bawah	Senggang
500 × 700	5D22	4D13	5D22	1.5D13-150
500 × 600	4D22	2D13	4D22	2D13-100
350 × 700	4D22	4D10	4D22	2D10-150
350 × 700	4D22	4D10	4D22	2D10-125
350 × 700	4D22	4D10	4D22	2D10-100
300 × 600	4D22	2D10	4D22	2D10-150
350 × 500	4D22	-	4D22	2D10-150
350 × 400	4D22	-	4D22	2D10-150

#### 2. Tulangan Kolom

Dengan cara yang sama, perhitungan tulangan kolom disajikan pada tabel berikut:

Tabel 14 Rekapitulasi Tulangan Kolom

Ukuran mm	Tulangan Longitudinal	Tulangan Transversal			
		Tumpuan		Lapangan	
		Sumbu Lemah	Sumbu Kuat	Sumbu Lemah	Sumbu Kuat
600 × 700	20 D22	D10-100	D10-100	D10-130	D10-130
600 × 700	16 D22	D10-90	D10-90	D10-130	D10-130
400 × 600	12 D22	D10-90	D10-90	D10-130	D10-130
300 × 400	8 D19	D10-75	D10-75	D10-100	D10-100
250 × 250	8 D16	D10-75	D10-75	D10-100	D10-100
300 × 800	10 D19	D10-75	D10-75	D10-100	D10-100
300 × 550	8 D19	D10-75	D10-75	D10-100	D10-100

Tabel 15 Tulangan Eksisting Kolom

Ukuran mm	Tulangan Longitudinal	Tulangan Transversal			
		Tumpuan		Lapangan	
		Sumbu Lemah	Sumbu Kuat	Sumbu Lemah	Sumbu Kuat
600 × 700	22 D22	D10-100	D10-100	D10-125	D10-125
600 × 700	18 D22	D10-100	D10-100	D10-125	D10-125
400 × 600	12 D22	D10-100	D10-100	D10-125	D10-125
300 × 400	10 D19	D10-100	D10-100	D10-125	D10-125
250 × 250	8 D16	D10-100	D10-100	D10-150	D10-150
300 × 800	10 D19	D10-100	D10-100	D10-150	D10-150
300 × 550	8 D19	D10-100	D10-100	D10-150	D10-150

#### 3. Tulangan Lantai

Hasil perhitungan kebutuhan tulangan pelat lantai bentang  $L_x$  dan  $L_y$  disajikan pada tabel berikut:

Tabel 16 Perbandingan Tulangan Pelat Lantai Eksisting dengan Hasil Perhitungan

$h$ (mm)	Tulangan Eksisting	Tulangan Hitung
130	D10-150	D10-75
120	D10-200	D10-145
150	D13-150	D13-220

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis struktur atas rumah sakit di Magelang, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Beban pada struktur atas, berupa beban mati, beban mati tambahan,

dan beban hidup. Beban mati (DL) berupa berat sendiri struktur yang diperoleh dari permodela dengan *software* ETABS sebesar 53984,744 kN. Sedangkan beban mati tambahan (SDL) dan beban hidup (LL) mengacu pada SNI 1727:2020. Beban mati tambahan yang diperoleh, yaitu sebesar 3,5 kN/m<sup>2</sup> untuk lantai dua sampai lantai empat dan 0,55 kN/m<sup>2</sup> untuk lantai dak atap dan atap. Sedangkan beban hidup yang diperoleh untuk perencanaan adalah sebesar 8,62 kN/m<sup>2</sup> untuk lantai dua sampai empat dan 5,75 kN/m<sup>2</sup> untuk lantai dak atap dan atap.

2. Nilai gaya geser dinamik ( $V_{dinamik}$ ) untuk arah x dan arah y masing-masing sebesar 5062,872 kN dan 5291,104 kN berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4 harus lebih besar 100% dari gaya geser statik ( $V_{statik}$ ) arah x dan arah y yang masing-masing sebesar 5062,870 kN dan 5291,097 kN. Sedangkan momen lentur akibat beban statik dan dinamik sebesar 452,512 kNm dan 772,903 kNm,
3. Terdapat perbedaan dimensi yang digunakan pada balok G1B dari ukuran 350 × 700 mm menjadi 400 × 700 mm. Serta kapasitas tulangan yang diperoleh dengan SNI 2847:2019 lebih sedikit dibandingkan eksisting, seperti balok 500 × 700 mm dengan tulangan eksisting tumpuan atas 11D22, tulangan tumpuan tengah 4D13, tulangan tumpuan bawah 7D22, tulangan lapangan atas 5D22, lapangan tengah 4D13, lapangan bawah 5D22, dan sengkang tumpuan 1,5D13-100 serta sengkang lapangan 1,5D13-150 menjadi tulangan tumpuan atas 7D22, tumpuan tengah 2D13, tumpuan bawah 4D22, lapangan

atas 4D22, lapangan tengah 2D13, lapangan bawah 7D22, dan sengkang tumpuan. D13-100 serta sengkang lapangan D13-200, kolom 600 × 700 mm dengan tulangan eksisting longitudinal menggunakan 22D22 dengan sengkang tumpuan dan lapangan berturut-turut D10-100 dan D10-125 menjadi 20D22, 6D10-100, dan D10-130, dan pelat lantai eksisting menggunakan tulangan D10-150, D10-200, dan D13-150 menjadi D10-75, D10-145, dan D13-220.

### Saran

Setelah dilakukan penelitian dan perhitungan, didapatkan saran sebagai berikut:

1. Dalam melakukan perencanaan atau permodelan sebuah bangunan struktur sebaiknya dilakukan dengan teliti, agar meminimalisir pengulangan atau kesalahan dalam perhitungan
2. Selain dengan analisis respons spektrum, analisis gempa dapat dilakukan dengan analisis *time history* atau analisis *pushover*
3. Menggunakan peraturan-peraturan yang terbaru serta mencari referensi lebih banyak mengenai perencanaan suatu bangunan.

### Daftar Pustaka

- Babul Uyun, M., Yulianto, T., & Wiyono, A. (2022). *Analisis Struktur Gedung Rumah Sakit Toeloengredjo Berdasarkan SNI 2847:2019*. Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik (Vol. 1 No.2), 13-24.
- Bagas Prakoso, S., Ranap, P., Naibaho, 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 (Vol. 07, Nomor 01), 42-55.
- Budiono, B., & Wicaksono, E. B. (2016). *Perilaku Struktur Bangunan dengan Ketidakberaturan Vertikal Tingkat Lunak Berlebihan dan Massa Terhadap Beban Gempa*. Agustus, 23(2).
- Fadhila, R., Bastian, E., & Putra, Y. (2024). *Tinjauan Struktur Atas Gedung Instalasi Bedah Sentral RSUD Kota Padang Panjang*. *Ensiklopedia Research and Community Service Review* (Vol 3 No. 2), Februari 2024.
- G. Nawy, Edaward. (1998). *Beton Bertulang: Suatu Pendekatan Dasar*. (Ir. Bambang Suryoatmono, Terjemahan). Bandung: PT. Refika Aditama.
- Hirel, P., Servie, K., Dapas, O., & Pandaleke, R. (2018). *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus*. Jurnal Sipil Statik, 6(Juni), 361–372.
- Masherni., & Setiawan, A. (2016). *Tinjauan Perencanaan Struktur Beton Gedung Rawat Inap VIP RSUD Jend. A. Yani Kota Metro Menggunakan Program ETABS (Extended Three Dimensional Analysis Building Systems)*. TAPAK (Vol.6 No.1), November 2016.
- Mulyono, Tri. (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Najma, N., & Rahayu, T. (2021). *Tinjauan Struktur Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ulin Di Jalan Jenderal Ahmad Yani No. 43 Banjarmasin*. Jurnal Momen (Volumen 04 No. 01), 01-09.
- Nur Rochman, Suhadi., & Sugiarto, A. (2024). *Perencanaan Struktur Bangunan Gedung Rumah Sakit Ampeldento Kabupaten Malang*. Jurnal Online Skripsi: Manajemen Rekayasa Konstruksi Polinema (Vol 5 No. 1), 313-320.
- Sijabat, R., Ginting, R., & Yohanes Marbun, R. (2021). *Evaluasi Struktur Atas Pada Gedung Rumah Sakit Grand Mitra Medika Medan – Sumatera Utara*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil (Vol 10 No. 1), 19-20.
- Standar Nasional Indonesia. (2019). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Jakarta:Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasannya*. Jakarta:Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2020). *SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta:Badan Standarisasi Nasional.
- Tuwanakota, E., & P Banten, C. (2021). *Analisis Kekuatan Struktur Berdasarkan Respon Spektrum Terhadap Gaya Gempa Yang Akan Datang Di Kota Sorong*. Jurnal Karkasa (Vol 7 No. 2).