

## PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG TIDAK BERATURAN MENGUNAKAN *ETABS* STUDI KASUS GEDUNG *CAMPUS HOSPITAL* SEGMENT A

Siti Aulia<sup>1</sup>, Meilandy Purwandito<sup>2</sup>, Irwansyah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Samudra

Email: [auliabnjr08@gmail.com](mailto:auliabnjr08@gmail.com), [meilandy@unsam.ac.id](mailto:meilandy@unsam.ac.id), [irwansyah@unsam.ac.id](mailto:irwansyah@unsam.ac.id)

**Abstrak.** Gedung *Campus Hospital* merupakan bangunan yang berfungsi sebagai Rumah Sakit. Gedung ini direncanakan di Provinsi Aceh yang merupakan wilayah rawan gempa sehingga diperlukan perencanaan elemen struktur khusus yang mampu menahan beban-beban yang mungkin bekerja pada gedung, untuk mengutamakan keamanan dan kenyamanan pelayanan bagi pengguna gedung. Penelitian ini dilakukan di Kota Lhokseumawe, dengan kondisi tanah diasumsikan sebagai tanah sedang, dimana nilai  $S_{D1} = 0,69$  dan  $S_{D2} = 0,52$ . Struktur gedung terdiri dari 5 lantai yang dibagi menjadi 4 Segmen, dan tinjauan dilakukan pada struktur atas gedung Segmen A. Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung pembebanan gempa yang bekerja pada Gedung dan merencanakan dimensi struktur atas Gedung. Peraturan-peraturan yang digunakan untuk perhitungan perencanaan struktur yaitu SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung dan untuk perhitungan pembebanan Gempa menggunakan SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Analisis dan pemodelan struktur menggunakan bantuan Program *ETABS* v.18. Hasil yang diperoleh yaitu dimensi Balok *type* 1 dengan ukuran 75×95 cm, balok *type* 2 ukuran 65×85 cm, balok *type* 3 ukuran 55×75 cm, balok *type* 4 ukuran 55×55 cm, dan balok *type* 5 ukuran 25×45 cm. Untuk dimensi kolom yaitu K1 80×80 cm dan K2 45×45 cm, dan untuk perencanaan pelat diperoleh tebal pelat lantai 13 cm dan pelat atap 12 cm.

**Kata kunci:** Beton Bertulang, Gempa, Respon Spektrum, Rumah Sakit.

Diterima Redaksi: 21-01-2023 | Selesai Revisi: 26-04-2025 | Diterbitkan Online: 31-05-2023

### 1. PENDAHULUAN

Bangunan gedung merupakan suatu fasilitas yang dibuat oleh manusia untuk menunjang berbagai aktivitas kegiatan, baik sebagai tempat kerja, pendidikan maupun sarana masyarakat lainnya, sesuai dengan kebutuhan manusia itu sendiri. Seperti gedung rumah sakit, rumah sakit merupakan lembaga pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan dan gawat darurat yang pelayanannya disediakan oleh dokter dan perawatnya. Hal tersebut mengakibatkan banyaknya variasi ruangan di rumah sakit, sesuai dengan kebutuhannya. (Li, 2015).

Indonesia merupakan Negara yang berada di wilayah jalur gempa pasifik (*Circum Pasific Earthquake Belt*) dan jalur gempa asia (*Trans Asiatic Earthquake Belt*) sehingga sangat berpotensi mengalami gempa, karena itu Indonesia termasuk dalam jalur cincin api Pasifik (*Ring of fire*). Hal ini menegaskan bahwa

pentingnya membangun suatu gedung dengan struktur tahan gempa di wilayah Indonesia, demi meningkatkan aspek keamanan suatu gedung yang dibangun.

Secara keseluruhan struktur bangunan gedung terdiri dari dua bagian yaitu struktur atas dan struktur bawah. Struktur bagian atas berupa balok dan pelat. Balok dan kolom merupakan komponen struktur utama yang berperan menopang beban-beban yang ada pada suatu struktur bangunan gedung, balok berfungsi sebagai rangka penguat horizontal bangunan, sedangkan kolom berfungsi menyangga beban aksial tekan vertikal. Berdasarkan fungsinya, kolom dan balok berperan penting dari suatu struktur bangunan gedung. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk mendesain struktur balok dan kolom yang aman namun tetap efisien.

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang teknik sipil telah banyak dikembangkan program komputer untuk membantu dalam menganalisis dan mendesain suatu struktur bangunan. Salah satunya adalah program perencanaan struktur adalah *ETABS (Extended Three Dimensional Analysis of Building System)*, dengan adanya program tersebut, akan memudahkan peneliti dalam mendesain struktur bangunan gedung Campus Hospital yang direncanakan.

Sebelumnya gambar bangunan ini memang sudah ada. Gambar bangunan ini didesain oleh salah satu mahasiswa Prodi Arsitektur Universitas Malikussaleh sebagai tugas akhir. Bangunan ini merupakan gedung *Campus Hospital* yang berfungsi sebagai Rumah Sakit yang terdiri dari 5 lantai dengan tinggi bangunan adalah 21 m. Namun gedung ini belum memiliki perencanaan struktur, maka dari itu diperlukan perencanaan struktur untuk bangunan ini. Karena bangunan ini sangat luas, maka untuk perencanaan strukturnya gedung ini dibagi menjadi 4 segmen yaitu Segmen A, Segmen B, Segmen C dan Segmen D. Yang dimana pada penelitian ini akan membahas tentang Segmen A dari gedung *Campus Hospital*.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung pembebanan gempa yang bekerja pada Gedung *Campus Hospital* Segmen A.
2. Merencanakan dimensi penulangan pada struktur atas bangunan Gedung *Campus Hospital* Segmen A.

Berdasarkan SNI 1726 : 2019, struktur bangunan gedung terdiri dari struktur atas dan bawah. Struktur atas adalah seluruh komponen bangunan yang berada diatas tanah. Dan struktur bawah adalah bagian struktur bangunan gedung yang terletak di bawah muka tanah, yang dapat terdiri dari struktur besmen, dan/atau struktur fondasi.

- (a) Pelat merupakan elemen struktur lantai tempat dimana beban layan bekerja. Elemen pelat mempunyai fungsi sebagai penopang langsung beban atau tumpuan beban (Nasution, 2019). Pelat dibedakan menjadi dua yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah.
- (b) Balok dapat didefinisikan sebagai salah satu elemen struktur portal dengan bentang yang arahnya horizontal. Berdasarkan jenis tulangnya balok dibedakan lagi menjadi dua yaitu balok beton tulangan rangkap dan balok tulangan tunggal.
- (c) Kolom merupakan suatu struktur yang mendukung beban aksial dengan atau tanpa momen lentur.

Kolom berfungsi sebagai pendukung beban – beban dari balok dan pelat, untuk diteruskan ketanah dasar melalui fondasi. Beban yang diteruskan berupa beban aksial tekan serta momen lentur (akibat kontinuitas konstruksi). Kolom dapat dibedakan berdasarkan bentuk dan susunan tulangan, berdasarkan letak/posisi beban aksial dan berdasarkan Panjang kolom.

Pembebanan pada dasarnya dibedakan menjadi dua yaitu beban statis dan beban dinamis. Dalam hal ini beban statis adalah beban yang bekerja secara perlahan – lahan pada struktur yang mempunyai karakter *steady-state*. Gaya statis dibagi lagi menjadi beban mati dan beban hidup. Struktur perkerasan lentur pada permukaan tanah asli.

(a) Beban Mati (*Dead Load*)

Beban mati adalah beban-beban yang bekerja vertikal kebawah pada struktur dan memiliki karakter yang pasti. Yang termasuk beban mati adalah berat sendiri Gedung. Dibawah ini adalah berbagai berat satuan material yang akan diinput pada pembebanan *ETABS*.

Tabel 1: Beban Mati Tambahan (SNI 1727 – 2020).

No	Jenis Beban Mati Tambahan	Berat	Satuan
1	Air	10	kN/m <sup>3</sup>
2	Bata 1/2	1,87	kN/m <sup>2</sup>
3	Beton	22	kN/m <sup>3</sup>
4	Beton bertulang	24	kN/m <sup>3</sup>
5	Instalasi MEP	0,25	kN/m <sup>2</sup>
6	Keramik	0,24	kN/m <sup>3</sup>
7	Pasir	16	kN/m <sup>3</sup>
8	Spesi	22	kN/m <sup>3</sup>
9	Baja	78,5	kN/m <sup>3</sup>
10	Waterproof	14	kN/m <sup>2</sup>
11	Penutup atap	3,5	kN/m <sup>2</sup>
12	Plafond + rangka	18	kN/m <sup>2</sup>

(b) Beban Hidup (*Live Load*)

Beban hidup adalah beban – beban yang bias ada atau tidakada pada struktur untuk suatu waktu tertentu.

(c) Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Beban gempa merupakan semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian dari gedung yang menirukan pengaruh dari akibat gempa tersebut. Beban gempa direncanakan berdasarkan kriteria bangunan dan jenis tanah tempat bangunan tersebut dibangun.

**Kombinasi Pembebanan**

- 1,4 D
- 1,2 D + 1,6
- 1,338 D + 1 L + 1 Ex + 0,3 Ey
- 1,338 D + 1 L + 1 Ex - 0,3 Ey
- 1,338 D + 1 L - 1 Ex + 0,3 Ey
- 1,338 D + 1 L - 1 Ex - 0,3 Ey

7.  $1,338 D + 1 L + 0,3 Ex + 1 Ey$
8.  $1,338 D + 1 L + 0,3 Ex - 1 Ey$
9.  $1,338 D + 1 L - 0,3 Ex + 1 Ey$
10.  $1,338 D + 1 L - 0,3 Ex - 1 Ey$
11.  $0,762 D + 1 Ex + 0,3 Ey$
12.  $0,762 D + 1 Ex, 0,3 Ey$
13.  $0,762 D - 1 Ex + 0,3 Ey$
14.  $0,762 D - 1 Ex - 0,3 Ey$
15.  $0,762 D + 0,3 Ex + 1 Ey$
16.  $0,762 D + 0,3 Ex - 1 Ey$
17.  $0,762 D - 0,3 Ex + 1 Ey$
18.  $0,762 D - 0,3 Ex - 1 Ey$
19. DL + LL
20. ENVELOPE

Tabel 2: Beban Gempa Gedung *Campus Hospital* Segmen A.

Grup	Berat (WI) Kg	Tinggi (hI)	WI × hI	V <sub>x</sub> = V <sub>y</sub>	F <sub>x</sub> (kg)
L.Atap	142.400,08	22,5	7.844.440,44	501.986,58	210.296,35
L.5	2.279.803,97	18,3	2.279.803,97	501.986,58	61.117,74
L.4	2.306.958,67	14,1	2.306.958,67	501.986,58	61.845,71
L.3	2.514.689,59	9,9	2.514.689,59	501.986,58	67.414,63
L2	2.637.982,18	5,7	2.637.982,18	501.986,58	70.719,90
L.1	1.141.147,06	1,5	1.141.147,06	501.986,58	30.592,25
	<b>11.022.981,5</b>		<b>18.725.022</b>		<b>501.986.598</b>

### Respon Spektrum Desain

Parameter  $S_s$  (percepatan batuan dasar pada perioda pendek) dan  $S_1$  (percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spektral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik dengan kemungkinan 2 persen terlampaui dalam 50 tahun (MCER, 2 persen dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi. Bila  $S_1 < 0,04g$  dan  $S_s < 0,15g$ , maka struktur bangunan boleh dimasukkan ke dalam kategori desain seismik A, dan cukup memenuhi persyaratan dalam kategori desain seismik A.

Berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka situs diklasifikasikan menjadi beberapa kelas situs yaitu SA, SB, SC, SD, SE dan SF. Apabila sifat tanah yang ditinjau tidak teridentifikasi dengan jelas sehingga tidak dapat ditentukan jenis situs nya maka dapat digunakan situs SE.

Untuk menentukan KDS hal yg perlu diketahui adalah nilai kecepatan Respon Spectrum Pendek ( $S_s$ ) dan nilai kecepatan Respon Spectrum 1 detik ( $S_1$ ). Nilai  $S_s$  dan  $S_1$  dapat dilihat pada peta Respon Pektra SNI 03-1726-2019. Namun untuk mendapatkan nilai  $S_s$  dan  $S_1$  yang lebih akurat, dapat dilakukan dengan

bantuan Desain Spektra Indonesia.

Untuk lokasi perencanaan pembangunan Gedung *Campus Hospital*, Kota Lhokseumawe dengan koordinat (5° 14' 2.6" N 96° 59' 17.3" E) maka diperoleh nilai:

$$S_s = 0,9002$$

$$S_1 = 0,4155$$

Dengan:

$S_s$  = parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk perioda pendek;

$S_1$  = parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk perioda 1,0 detik.

Kategori resiko dan parameter percepatan. Berdasarkan nilai  $S_s$  dan kelas situs jenis tanah maka faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ) Gedung *Campus Hospital* adalah 1,5.

Tabel 3: Faktor Keutamaan Gempa (SNI 1726- 2019).

Kategori Resiko	Faktor Keutamaan Gempa ( $I_e$ )
I atau II	1.0
III	1.25
IV	1.5

### Periode Fundamental Struktur

Berdasarkan SNI 1726 – 2019 pasal 7.8.2.1 Periode fundamental Pendekatan ( $T_a$ ) dalam detik, harus ditentukan dari persamaan berikut

$$T_a = C_t \times h_n^x \tag{1}$$

Dengan:

$T_a$  = Periode fundamental pendekatan

$h_n$  = Tinggi Bangunan

$x$  = Nilai Periode Pendekatan  $x$

Tabel 4: Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung (SNI 1726- 2019).

Parameter Percepatan Respons Spektral Desain Pada 1 Detik, $S_{D1}$	Koefisien $n C_u$
>0,4	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
<0.1	1,7

Tabel 5: Nilai Parameter Periode Pendekatan Ct dan x (SNI 1726- 2019).

<b>Tipe Struktur</b>	<b>C</b>	<b>x</b>
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100% gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka Baja Pemikul Momen	0,072	0,8
• Rangka Beton Pemikul Momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

### **Partisipasi Massa**

Sesuai dengan SNI 1726 – 2019 Pasal 7.9.1.1 analisis harus dilakukan untuk menentukan ragam getar alami untuk struktur. Analisis yang dilakukan harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkomposisi sebesar 100% dari massa struktur.

### **Batas Simpangan Antar Lantai**

Penentuan simpangan antar tingkat desain ( $\Delta$ ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa diatas dan di bawah tingkat yang ditinjau. Simpangan pusat massa di tingkat-x ( $\delta_x$ ) (mm) harus ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\delta_x = C d . \delta_x / e I \quad (2)$$

Keterangan:

Cd = faktor pembesaran simpangan lateral

$\delta_{xe}$  = simpangan ditingkat -x

Ie = faktor keutamaan gempa

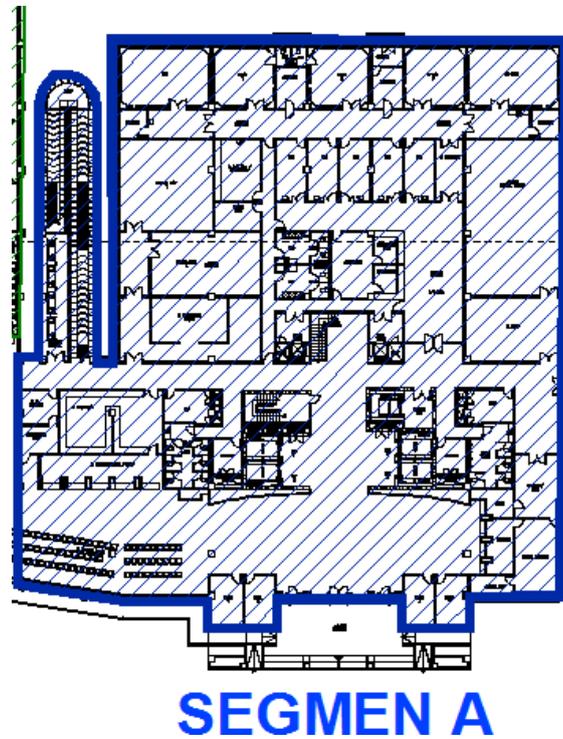
## **2. METODE PENELITIAN**

Langkah – langkah Perencanaan dalam penelitian ini sebagai berikut:

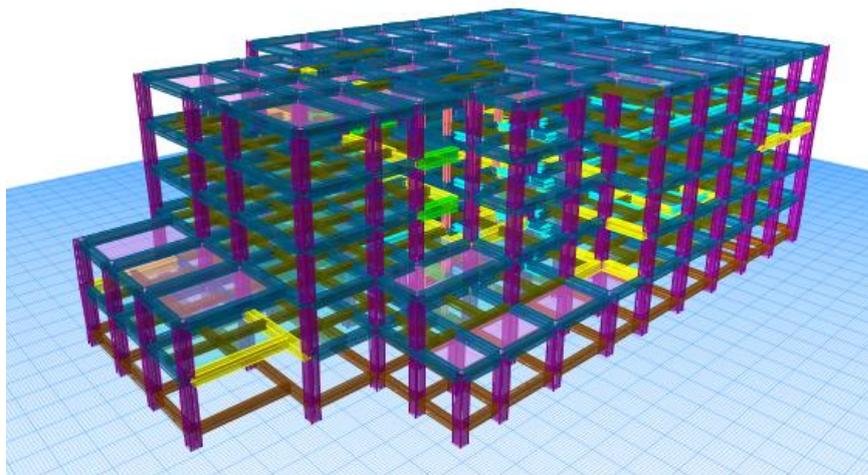
1. Merencanakan data awal struktur berupa denah struktur, fungsi Gedung, jenis tanah dan lain – lain.
2. Melakukan *preliminary* awal desain untuk mendapatkan geometri awal penampang balok, kolom dan pelat agar memudahkan pemodelan di *Software* ETABS.
3. Memodelkan struktur gedung dengan bantuan *Software* ETABS.
4. Melakukan analisis dimensi dan pembesian.
5. Melakukan analisis struktur berdasarkan SNI 1726 – 2019 tentang Tata Cara perencanaan Ketahanan Bangunan Gedung dan Non Gedung.
6. Melakukan Kontrol kemandan Gedung.
  - Partisipasi Massa

- Getar Waktu Alami
- *Base Reaction*
- Simpanan Antar Lantai

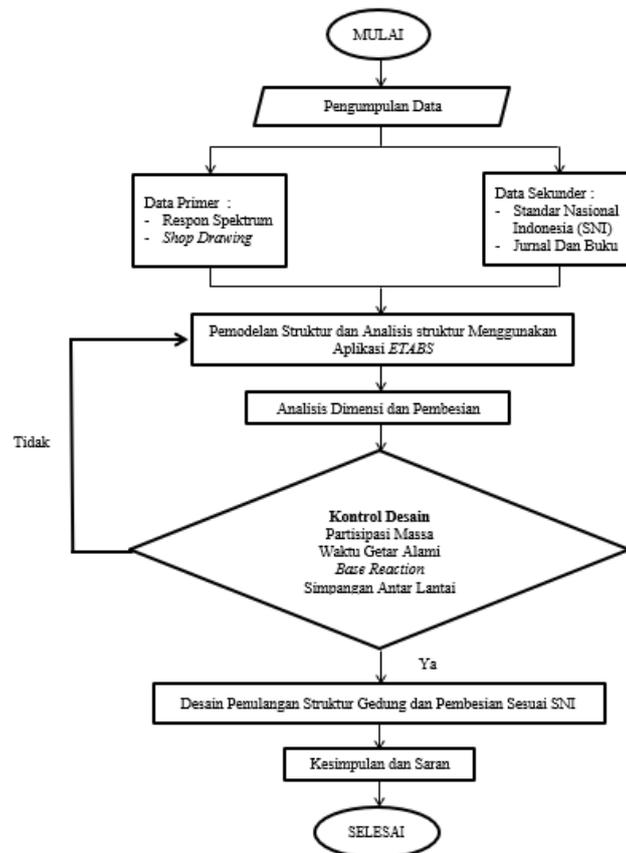
### Model Struktur



Gambar 1: Denah Gedung *Campus Hospital* Segmen A.



Gambar 2: Pemodelan Struktur Menggunakan *ETABS*.



Gambar 3: Diagram Alir Perencanaan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kontrol Desain Analisis Stuktur

Setelah dilakukan pemodelan struktur 3 dimensi ada Gedung Campus Hosital Segmen A dengan menggunakan bantuan *Software ETABS*, maka hasil analisis struktur harus dikontrol terhadap suatu batasan – batasan tertentu sesuai dengan perturan SNI 1726 – 2019 untuk menentukan kelayakan sistem struktur tersebut. Adapun hal – hal yang perlu dikontrol adalah sebagai berikut :

- Kontrol Partisipasi Massa.
- Kontrol Periode Fundamental struktur.
- Kontro *Base Reaction* .
- Kontrol Simpangan Antar Lantai.

#### Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI 1726 – 2019 Pasal 7.9.1.1 perhitungan respon dinamis struktur harus direncanakan hingga mencapai nilai partisipasi massa sebesar 100 % massa total Struktur. Dibawah inimerupakan hasil dari Partisipasi massa gedung *Campus Hospital* Segmen A menggunakan ETABS.

Tabel 6: *Output ETABS Rasio Partisipasi Massa*

Modal	Mode	Periode Sec	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.899	0.563	0.0001
Modal	2	0.771	0.5631	0.8142
Modal	3	0.729	0.8022	0.8142
Modal	4	0.283	0.8858	0.8148
Modal	5	0.258	0.9147	0.8624
Modal	6	0.252	0.9273	0.9319
Modal	7	0.151	0.9625	0.932
Modal	8	0.141	0.9644	0.9695
Modal	9	0.137	0.9727	0.9748
Modal	10	0.097	0.9906	0.975
Modal	11	0.093	0.9911	0.9946
Modal	12	0.089	0.9949	0.9952
Modal	13	0.073	0.9989	0.9958
Modal	14	0.072	0.9997	0.9996
Modal	15	0.068	0.9999	0.9999
Modal	16	0.017	0.9999	0.9999
Modal	17	0.017	0.9999	0.9999
Modal	18	0.017	0.9999	0.9999
Modal	19	0.017	0.9999	0.9999
Modal	20	0.016	0.9999	0.9999
Modal	21	0.016	0.9999	0.9999
Modal	22	0.015	0.9999	0.9999
Modal	23	0.015	0.9999	0.9999
Modal	24	0.015	0.9999	0.9999
Modal	25	0.015	0.9999	0.9999
Modal	26	0.015	0.9999	0.9999
Modal	27	0.015	1	0.9999
Modal	28	0.015	1	0.9999
Modal	29	0.014	1	0.9999
Modal	30	0.014	1	0.9999
Modal	31	0.013	1	0.9999
Modal	32	0.013	1	0.9999
Modal	33	0.013	1	0.9999
Modal	34	0.013	1	0.9999
Modal	35	0.013	1	0.9999
Modal	36	0.013	1	0.9999
Modal	37	0.012	1	0.9999
Modal	38	0.012	1	0.9999
Modal	39	0.012	1	0.9999
Modal	40	0.012	1	0.9999
Modal	41	0.012	1	0.9999
Modal	42	0.012	1	0.9999
Modal	43	0.012	1	0.9999
Modal	44	0.012	1	0.9999
Modal	45	0.012	1	0.9999
Modal	46	0.012	1	0.9999
Modal	47	0.012	1	1
Modal	48	0.012	1	1
Modal	49	0.012	1	1
Modal	50	0.011	1	1

Dari Tabel 6 di atas diperoleh partisipasi masa untuk arah X sebesar 100 % pada modal ke 27 dan partisipasi massa arah Y sebesar 100% pada modal ke 47.

### **Kontrol Waktu Getar Alami**

Perioda fundamental struktur (T) tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada perioda yang dihitung (Cu), Dan perioda fundamenta pendekatan (Ta). Sebagai alternatif pada pelaksanaan analisis untuk menentukan perioda fundamental struktur, (T) diijinkan secara langsung menggunakan perioda bangunan pendekatan (Ta). Perioda fundamental pendekatan (Ta) dalam detik.

Batas Bawah:

$$\begin{aligned} T_a (\text{min}) &= 0,0466 \times (h \text{ Gedung})^{0,9} \\ &= 0,0466 \times 22,5^{0,9} \\ &= 0,768 \text{ detik} \end{aligned}$$

Batas Bawah:

$$\begin{aligned} T_a (\text{max}) &= C_u \cdot T_a (\text{min}) \\ &= 1,4 \times 0,768 \\ &= 1,075 \text{ detik} \end{aligned}$$

T berdasarkan analisis struktur  $T_c = 0,899 \text{ dt}$

$T_c > T_a (\text{min})$  maka digunakan,  $T = 0,899 \text{ dt}$ .

### **Kontrol Base Reaction**

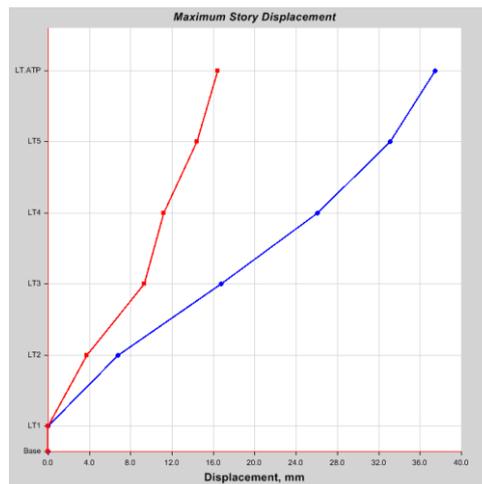
Menurut SNI 1726 – 2019 nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditentukan tidak boleh kurang dari 100% nilai respon statik. Tabel 7 di bawah ini adalah hasil analisis geser yang diperoleh.

Tabel 7: Hasil Kontrol *Base Reaction*

Arah Gaya	V Statik	V Statik 100%	V Dinamik	$V_d \geq V_s$ 100%
X	28052,9341	28052,934	28120,3011	OK
Y	16854,2189	16854,219	21414,9077	OK

### **Kontrol Simpangan Antar Lantai**

Berdasarkan SNI 1726 2012 Pasal 7.9.3 simpangan yang terjadi harus lebih kecil dari simpangan yang diijinkan. Berikut adalah hasil analisis simpangan antar lantai yang diperoleh dari program ETABS.

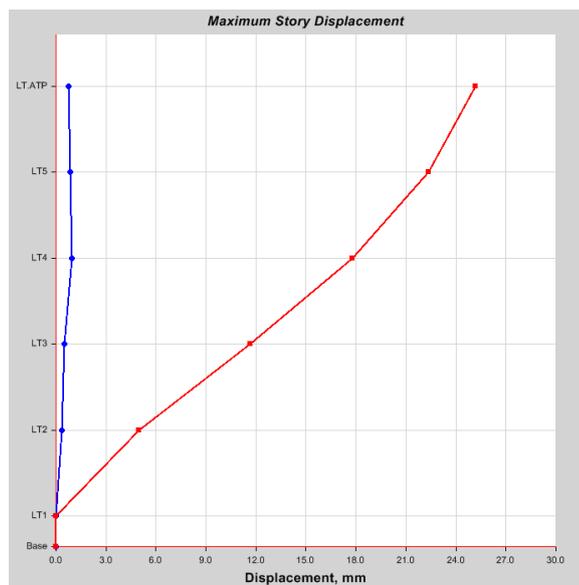


Keterangan :  
■ Sumbu X  
■ Sumbu Y

Gambar 4: Kurva *Displacement* Arah X

Tabel 8: Kontrol Simpangan Antar Lantai Arah X

Lantai	hsx (mm)	$\delta_{xe}$ (mm)	$\delta_x$ (mm)	$\Delta x$ (mm)	$\theta$ (mm)	$\theta_{max}$ (mm)
Lantai Atap	4200	37,43	137,23	15,91	4,7192	91
Lantai 5	4200	33,09	121,32	25,70	9,5736	91
Lantai 4	4200	26,08	95,62	34,14	14,9798	91
Lantai 3	4200	16,77	61,48	36,58	19,0530	91
Lantai 2	4200	6,79	24,90	24,90	9,2321	91
Lantai 1	1500	0,00	0,00	0,00	0,0000	91
Base	0	0	0	0	0	0



Keterangan :  
■ Sumbu X  
■ Sumbu Y

Gambar 5: Kurva *Displacement* Arah Y

Tabel 9: Kontrol Simpangan Antar Lantai Arah Y

Lantai	hsx (mm)	δxe (mm)	δx (mm)	Δx (mm)	θ (mm)	θmax (mm)
Lantai Atap	4200	25,18	92,33	10,27	2,9222	91
Lantai 5	4200	22,38	82,06	16,83	5,9950	91
Lantai 4	4200	17,79	65,23	22,83	9,5939	91
Lantai 3	4200	11,57	42,41	24,20	12,2461	91
Lantai 2	4200	4,97	18,21	18,21	3,0208	91
Lantai 1	1500	0,00	0,00	0,00	0,00	91
Base	0	0	0	0		0

### Perhitungan Tulangan Balok

Tabel 10 di bawah ini adalah hasil dari rekapitulasi perhitungan tulangan balok

Tabel 10: Rekapitulasi Perencanaan Penulangan Balok

Balok	Posisi	Tulangan Atas Bawah	Tulangan Geser	Tulangan Torsi
Balok 75/95	Tumpuan	6 D 22	φ12-150	4D22
	Tumpuan	6 D 22		
	Lapangan	6 D 22		
	Lapangan	6 D 22		
Balok 65/85	Tumpuan	5 D 22	φ12 -150	2D22
	Tumpuan	6 D 22		
	Lapangan	5 D 22		
	Lapangan	5 D 22		
Balok 55/75	Tumpuan	6 D 22	φ10 -150	-
	Tumpuan	4 D 22		
	Lapangan	4 D 22		
	Lapangan	4 D 22		
Balok 45/55	Lapangan	4 D 16	φ 8-150	-
	Tumpuan	4 D 16		
	Lapangan	4 D 16		
	Lapangan	4 D 16		
Balok 25/45	Tumpuan	3 D 12	φ8-150	-
	Tumpuan	3 D 12		
	Lapangan	3 D 12		
	Lapangan	3 D 12		

Rekapitulasi perhitungan penulangan kolom dan rekapitulasi perhitungan tulangan pelat kantai dan pelat atap masing – masing dapat dilihat pada Tabel 11 dan 12 di bawah ini.

Tabel 11: Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Kolom.

Kolom	Dimensi Kolom	Tulangan Pokok	Tulangan Geser
<b>K1</b>	80 x 80	16 D 25	Ø12 - 300
<b>K2</b>	45 x 45	10 D 22	Ø10 - 150

Tabel 12: Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Pelat Lantai dan Pelat Atap.

Type Pelat	Mu (kN/m)	Tulangan Pokok	Tulangan Geser
<b>Pelat Lantai 13 cm</b>	Mlx 3,5096	Ø 10 – 200	Ø 10 – 200
	Mtx 7,4091	Ø 10 – 200	Ø 10 – 200
	Mly 1,6573	Ø 10 – 200	Ø 10 – 200
	Mty 5,5568	Ø 10 – 200	Ø 10 – 200
<b>Pelat Atap 12 cm</b>	Mlx 3,2413	Ø 10 – 200	Ø 10 – 200
	Mtx 6,5616	Ø 10 – 200	Ø 10 – 200
	Mly 0,8696	Ø 10 – 200	Ø 10 – 200
	Mty 4,5062	Ø 10 – 200	Ø 10 – 200

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan perencanaan pada sktuktur pada gedung *Campus Hospital* Segmen A yang sesuai dengan kaidah – kaidah yang berlaku pada SNI 2847 – 2019 tentang persyaratan Beton Struktural Untuk bangunan gedung dan penjelasan, dan SNI 1726 -2019 untuk perencanaan gempa Tentang Tata Cara Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Struktur lain maka dapat diambil kesimpulan mengenai hasil perencanaan struktur tersebut, yaitu:

a. Hasil perencanaan Beban Gempa yang diperoleh adalah:

- Lantai 1 sebesar = 1.141.147,8 kg
- Lantai 2 sebesar = 2.637.982,18 kg
- Lantai 3 sebesar = 251.469,59 kg
- Lantai 4 sebesar = 2.306.958,67 kg
- Lantai 5 sebesar = 2.279.803,97 kg
- Lantai Atap sebesar = 142.400,08 kg

b. Hasil yang diperoleh dari perhitungan perencanaan balok pada Gedung *Campus Hospital* Segmen A adalah sebagai berikut:

- a. Balok Type 1 memiliki ukuran 75/95 dengan tulangan tumpuan 6D22, tulangan lapangan 6D22 dan dengan jarak tulangan geser Ø12 – 150, dipakai juga tulangan torsi 4D22.
- b. Balok Type 2 memiliki ukuran 65/85 dengan tulangan tumpuan 6D22, tulangan lapangan 5D22 dan dengan jarak tulangan geser Ø12 – 150, dipakai juga tulangan torsi 2D22.
- c. Balok Type 3 memiliki ukuran 55/75 dengan tulangan tumpuan 6D22, tulangan lapangan 4D22 dan dengan jarak tulangan geser Ø10 – 150.
- d. Balok Type 4 memiliki ukuran 45/55 dengan tulangan tumpuan 4D16, tulangan lapangan 4D16 dan dengan jarak tulangan geser Ø8 – 150.
- e. Balok Type 5 memiliki ukuran 25/45 dengan tulangan tumpuan 3D12, tulangan lapangan 3D12 dan dengan jarak tulangan geser Ø8 – 150.

c. Hasil yang diperoleh dari perhitungan perencanaan kolom pada Gedung *Campus Hospital* Segmen A adalah sebagai berikut:

- a. Kolom K1 dengan ukuran 80 x 80 menggunakan tulangan pokok 16 D 25 dengan jarak tulangan

- geser Ø12 – 300.
- b. Kolom K2 dengan ukuran 45 x 45 menggunakan tulangan pokok 10 D 22 dengan jarak tulangan geser Ø12 – 150.
  - c. Hasil yang diperoleh dari perhitungan perencanaan pelat lantai dan pelat atap pada Gedung *Campus Hospital* Segmen A adalah sebagai berikut:
    - a. Pelat Lantai dengan tebal 13 cm, menggunakan tulangan pokok Ø10 – 200 dengan jarak tulangan geser Ø10 – 200.
    - b. Pelat Lantai dengan tebal 13 cm, menggunakan tulangan pokok Ø10 – 200 dengan jarak tulangan geser Ø10 – 200.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Asroni Ali (2010). *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Asroni Ali (2010). *Kolom Fondasi dan Balok T Beton Bertulang*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Badan, K., & Nasional, S. (2019). *Penetapan Standar Nasional Indonesia 2847 : 2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia 2847 : 2013*. 8.
- Badan Standarisasi Nasional (2019). *Penetapan Standar Nasional Indonesia 1726 : 2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung sebagai Revisidari Standar Nasional Indonesia 1726 :2012 Tata Cara Perencanaan ketahanan gempa untuk Struktur gedng dan non gedung*. 8.
- B. A. B. (2015). *Perancangan Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) kelas C Non-pendidikan Berbasis Low Cost di Kota Tanjungbalai Tema : Low Energy*. 10–129.
- Damanik, A. O., Wibowo, A. S. A., & ... (2018). *Perencanaan Struktur Gedung Rumah Sakit Siloam, Semarang*. Jurnal Karya Teknik, 7.  
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/19334>.
- Gedung, K., Inap, R., & Mitra, R. (n.d.). *Perencanaan Struktur Atas ( Pelat , Balok , Kota Tasikmalaya*. 1(1), 53–63.
- Geraldi, R., Christianto, D., & Pranata, H. (2019). *Evaluasi Struktur Gedung Dengan Sistem Rangka Beton Pemikul Momen Khusus Berbasis Kinerja*. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(2), 115.  
<https://doi.org/10.24912/jmts.v2i2.4300>
- Itteridi, V., Shaleh, I., Struktur, P., Lantai, G., Tinggi, S., Pagar, T., & Sttp, A. (n.d.). *Perencanaan struktur gedung 5 lantai dengan analisis program etabs kampus sekolah tinggi teknologi pagar alam (sttp)*. 01, 16–25.
- Perhitungan, A., & Dengan, B. (2018). (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation). 2(1), 28–33.