

## ANALISIS PERILAKU STRUKTUR GEDUNG LAB TERPADU UNTIRTA BERDASARKAN PERATURAN SNI 1726:2012

**Baehaki<sup>1</sup>, Soelarso<sup>2</sup>, Atika Permatasari<sup>3</sup>**

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Jendral Sudirman km. 03 Cilegon, Banten  
[atikapermatasari999@gmail.com](mailto:atikapermatasari999@gmail.com)

### INTISARI

Gempa bumi merupakan salah satu faktor yang menyebabkan banyaknya keruntuhan pada bangunan gedung. Keruntuhan bangunan biasanya dikarenakan simpangan yang terjadi pada gedung itu melebihi dari simpangan yang diijinkan dan terjadinya benturan antar gedung yang dapat membahayakan korban jiwa. Untuk mencegah hal itu maka struktur harus didesain dengan ketahanan gempa yang diatur dalam peraturan terbaru yaitu SNI 1726:2012.

Dalam penelitian ini dilakukan analisis dengan program ETABS v.9.7 untuk mengetahui simpangan, gaya geser dasar dan jarak dilatasi yang diijinkan sesuai SNI 1726:2012. Gedung yang ditinjau adalah Gedung Lab Terpadu Untirta dengan 4 lantai. Analisis gedung ini mengacu pada SNI 1726 2012. Metode pembebanan gempa yang digunakan adalah respons spectrum yang diikuti dengan pengecekan persyaratan terhadap nilai gaya gempa dari hasil metode statik ekuivalen.

Hasil penelitian ini menunjukkan struktur gedung memiliki jenis SRPMK dengan periode alami sebesar 0,507 detik. Analisis simpangan pada Gedung Lab Terpadu arah x dan y yang telah mengalami faktor pembesaran melampaui batas ijin yang ditentukan dalam SNI 1726:2012. Gaya geser dasar desain yang didapatkan adalah 648,7135 KN. Jarak dilatasi yang diperlukan adalah 52,49 mm dan melebihi dilatasi pada kondisi eksisting.

**Kata kunci : Simpangan, gaya geser, dilatasi.**

### ABSTRACT

*Earthquake is one of factor that causes many collapse buildings. These collapse buildings are caused by the displacement which is occurred on these buildings is more than allowed displacement and also clash inter building may lead victims. To prevent it, the structure must resist of earthquake designed with new regulation by latest SNI 1726:2012.*

*This research does analysis with ETABS v.9.7 program to determine displacement, base shear force, and dilatation interval. The building which is observed is the buliding Lab Terpadu Untirta whose 4 floors. Analysis of this building is based on SNI 1726 2012. Earthquake loading method which is used is spectrum respon followed by checking requirement to the value of seismic forces from the result of equivalent static method.*

*The result of this reseach is the structure building has the SRPMK with a period of 0,507 second. Displacement of Lab Terpadu building intemperate permission set in SNI 1726:2012 at the x and y not intemperate permission by SNI 1726:2012. Base shear force reaction in this building is 648,7135 Kg. Dilatation interval which is needed is 52,49 mm and Exceeding dilatation on condition existing.*

**Keywords : Displacement, base shear, dilatation.**

## 1. Pendahuluan

### A. Latar Belakang

Gempa bumi merupakan salah satu faktor yang menyebabkan banyaknya keruntuhan pada bangunan gedung. Keruntuhan bangunan biasanya dikarenakan simpangan yang terjadi pada gedung itu melebihi dari simpangan yang diijinkan dan terjadinya benturan antar gedung yang dapat membahayakan korban jiwa. Untuk mengatasi hal tersebut, maka struktur harus didesain dengan ketahanan gempa yang diatur dalam peraturan terbaru yaitu Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726:2012.

Gedung Laboratorium Terpadu UNTIRTA terletak berhimpitan atau menempel dengan gedung perkuliahan. Menurut SNI 1726:2012 Tata Cara Untuk Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung, dalam kinerja struktur bangunan gedung disebutkan bahwa kinerja batas ultimit struktur bangunan gedung ditentukan oleh simpangan antar tingkat maksimum. Untuk mencegah benturan berbahaya antar gedung atau antar bagian struktur bangunan harus dipisah dengan sela pemisah (celah dilatasi). Dengan adanya dilatasi, kemungkinan jatuhnya korban akibat keruntuhan bangunan dapat dikurangi.

### B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada analisis struktur gedung Lab Terpadu UNTIRTA berdasarkan peraturan SNI 1726 2012 sebagai berikut :

1. Berapa besar nilai simpangan pada struktur gedung Lab Terpadu UNTIRTA?
2. Berapa besar nilai gaya geser pada struktur gedung Lab Terpadu UNTIRTA?
3. Berapa jarak dilatasi yang dibutuhkan untuk mencegah terjadinya tumbukkan antar gedung pada gedung Lab Terpadu UNTIRTA ?

### C. Tujuan Penelitian

Analisis struktur gedung Lab Terpadu UNTIRTA berdasarkan peraturan SNI 1726 2012 bertujuan untuk :

1. Mengetahui nilai simpangan pada struktur gedung Lab Terpadu UNTIRTA.
2. Mengetahui nilai gaya geser dasar pada struktur gedung Lab Terpadu UNTIRTA.

3. Mengetahui jarak dilatasi yang dibutuhkan untuk mencegah terjadinya tumbukkan antar gedung pada gedung Lab Terpadu UNTIRTA.

### D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari analisis struktur gedung Lab Terpadu UNTIRTA berdasarkan peraturan SNI 1726 2012 sebagai berikut :

1. Untuk memberikan informasi dan gambaran mengenai simpangan pada struktur gedung Lab Terpadu UNTIRTA.
2. Untuk memberikan informasi dan gambaran mengenai simpangan, dan gaya geser struktur gedung Lab Terpadu UNTIRTA.
3. Untuk memberikan gambaran jarak dilatasi yang dibutuhkan untuk mencegah terjadinya tumbukkan antar gedung pada gedung Lab Terpadu UNTIRTA.
4. Untuk memberikan informasi gedung Lab Terpadu dibutuhkan atau tidaknya dilakukan perencanaan ulang atau perkuatan kepada pihak UNTIRTA.
5. Untuk memberikan sumbangsih terhadap ilmu pengetahuan yang dapat diperoleh dari penelitian ini.

### E. Ruang Lingkup Penelitian

Penyusunan penelitian ini tidak boleh menyimpang dari tujuan awal penulis, oleh karena itu penulis membuat ruang lingkup untuk penelitian ini yaitu :

1. Analisis hanya dilakukan terhadap kapasitas struktur dan gaya dalam yang bekerja dengan perhitungan struktur yang meliputi simpangan, gaya geser dan dilatasi.
2. Analisis struktur menggunakan program bantuan Etabs v.9.7 dalam permodelan dan analisa gaya dalam yang bekerja terhadap struktur.
3. Pembebanan berdasarkan PPPURG 1987.
4. Model struktur dianalisis dinamik dengan pengambilan data parameter gempa diambil dari aplikasi desainspektra puskim. pu.go.id dengan asumsi tanah lunak.

### F. Lokasi Penelitian

Lokasi proyek pembangunan Gedung Lab Terpadu UNTIRTA ini terletak di Jl.

Raya Jakarta KM. 41 Pakupatan, Serang, Banten.



Gambar 1. Peta lokasi Gedung Laboratorium Terpadu UNTIRTA  
Sumber : Google.com

2. Tinjauan Pustaka

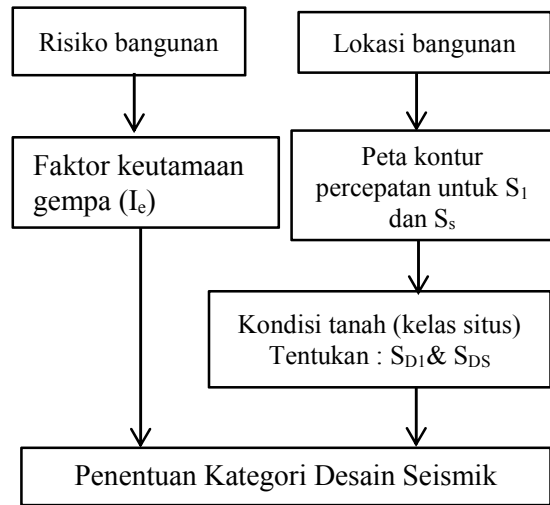
Deddy Bin Stefanus (2015) dengan judul “Perancangan Struktur Gedung Awana Condotel Yogyakarta Berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 2847-2013” merupakan gedung yang didesain dengan 10 lantai dan 1 basement dengan konstruksi beton bertulang, yang memiliki kategori resiko II dan berada pada kategori seismik D. Sistem struktur yang diterapkan pada gedung Awana Condotel Yogyakarta berupa Sistem Ganda Dinding Geser Beton Bertulang Khusus dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Mia Karlina Mierza dan Besman Subakti dalam penelitiannya yaitu “Analisa sistem dilatasi dengan balok kantilever disertai perhitungan struktur atas dan struktur bawah”. Bangunan yang ditinjau adalah bangunan yang mempunyai 3 lantai dengan gedung yang beraturan. Peraturan yang digunakan adalah SNI 1726 2002. Panjang balok kantilever dalam system dilatasi ini dipengaruhi oleh jarak antar pondasi, peralatan pekerjaan pondasi, dimensi pondasi, dan jenis pondasi. Pondasi Tiang pancang memiliki kekurangan dalam hal besar luasan pengoperasian alat dan pondasi sumuran memiliki jarak minimum antar pondasi yang mana keduanya tidak dapat diterapkan dalam sistem seperti ini dengan jarak antar pondasi hanya 1,5 meter. Pondasi yang paling memenuhi adalah pondasi *bored pile*. Setelah dianalisa berdasarkan simpangan bangunan ini harus di desain dengan jarak dilatasi sebesar 75 mm. Pembatasan simpangan ini dilakukan untuk

membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa dan untuk mencegah benturan berbahaya antar gedung atau antar bagian struktur gedung yang dipisah dengan sela pemisah (sela dilatasi).

3. Landasan Teori

1. Pendahuluan Beban Gempa berdasarkan SNI 1726 2012  
Berikut dibawah ini merupakan *flow chart* tahapan penentuan KDS.



Gambar 2. Bagan alir penentuan kategori desain seismic (KDS)

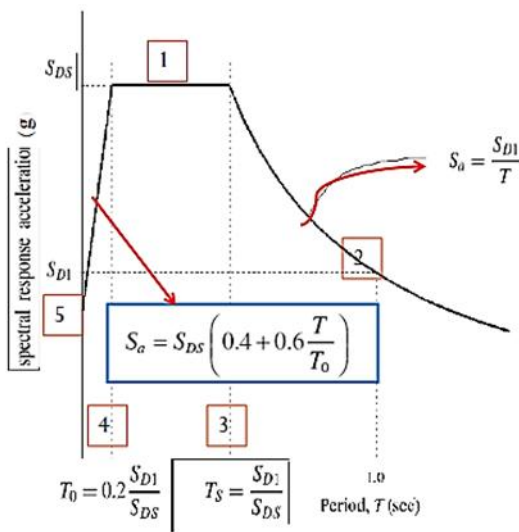
2. Desain kategori seismic

Kategori seismic desain dibagi menjadi 3 kategori, yaitu SPRMB, SPMRM, SPRMK seperti yang dijelaskan pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Tingkat resiko kegempaan

Kode	Tingkat risiko kegempaan		
	Rendah	Menengah	Tinggi
SNI 1726 2012	KDS A,B	KDS C	KDS D,E,F
Sistem Rangka	SRPMB/M/K SDSB/K	SRPMM/K SDSB/K	SRPMK SDSK

3. Membuat respon spectrum



Sumber: ASCE 7-10

Gambar 3. Respon spectrum desain menurut SNI 1726 2012

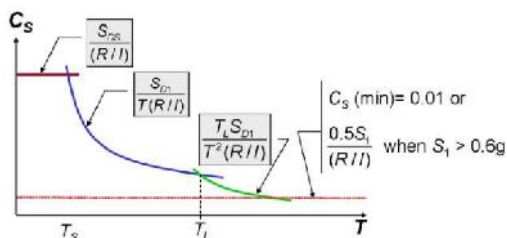
4. Geser Dasar Seismik

Geser dasar seismic V, dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut :

$$V = C_s W \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- C<sub>s</sub> = koefisien respo seismic
- W = berat sismik efektif



Gambar 4. Grafik hubungan C<sub>s</sub>, dengan T  
Sumber : Fema 451 B, 2007

5. Menentukan perkiraan periode fundamental alami

Periode fundamental struktur T, tidak boleh melebihi hasil keefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung (C<sub>t</sub>)

$$T_a = C t h_n^x \dots \dots \dots (2)$$

Kereterangan :

h<sub>n</sub> adalah ketinggian struktur, dalam (m), diatas dasar sampai tingkat tertinggi struktur dan koefisien C<sub>t</sub> dan x ditentukan dari tabel 3. Periode yang digunakan :

- Jika T<sub>c</sub> > C<sub>u</sub>.T<sub>a</sub> digunakan perioda T = C<sub>u</sub>.T<sub>a</sub>
- Jika T<sub>a</sub> < T<sub>c</sub> < C<sub>u</sub>.T<sub>a</sub> digunakan perioda T = T<sub>c</sub>

- Jika T<sub>c</sub> < T<sub>a</sub> digunakan perioda T = T<sub>a</sub>

Tabel 2. Nilai parameter periode pendekatan

Tipe Struktur	C <sub>i</sub>	x
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka pemikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan menvegah rangka dari defleksi jika dikenai beban gempa :		
Rangka baja pemikul momen	0,0724	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

Sumber : SNI 1726 2012

Tabel 3. Koefisien untuk Batas Atas Periode

Parameter Percepatan Respons Spektral Desain Pada 1 Detik, S <sub>D1</sub>	Koefisien C <sub>u</sub>
0,4	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
0,1	1,7

Sumber : SNI 1726 2012

6. Pembesaran momen torsi tak terduga

$$A_x = \left( \frac{\delta_{max}}{1,2\delta_{avg}} \right)^2 \dots \dots \dots (3)$$

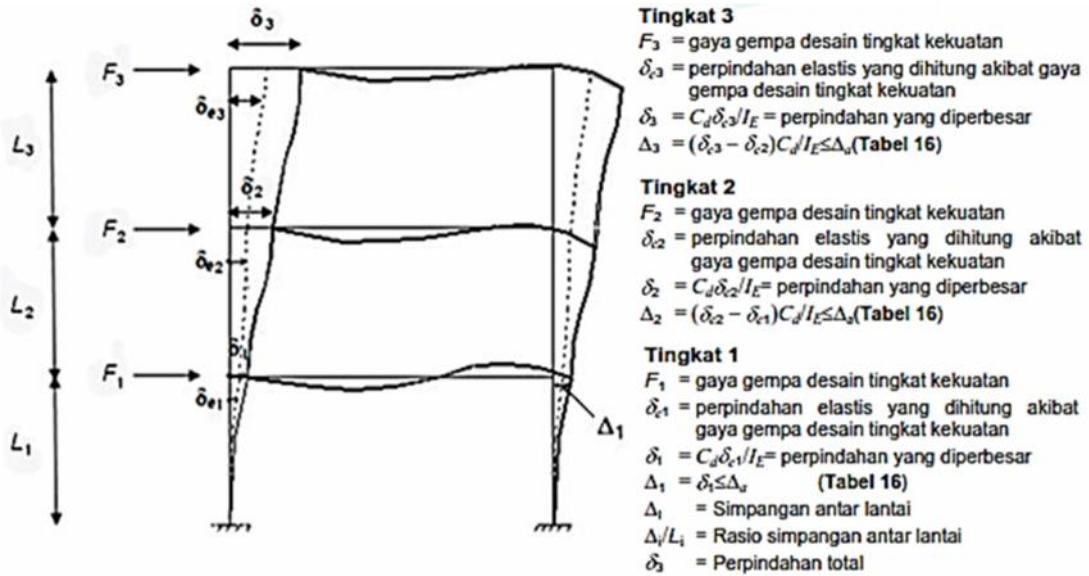
Keterangan :

Δ<sub>max</sub> = perpindahan maksimum di tingkat x (mm) yang dihitung dengan menansumsikan A<sub>x</sub> = 1 (mm)

Δ<sub>avg</sub> = rata-rata perpindahan di titik-titik terjauh struktur di tingkat x yang dihitung dengan mengasumsikan A<sub>x</sub> = 1 (mm)

7. Simpangan antar lantai

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur bangunan gedung, dalam segala hal simpangan antar-tingkat (gambar 5) yang dihitung dari simpangan struktur tidak boleh melampaui Δ = 0,015h/ρ kali tinggi tingkat yang bersangkutan.



Sumber : SNI 1726 2012, 2012

8. Pengaruh P-delta

$$\theta = \frac{P_x \Delta_{le}}{\Delta_x h_{sx} C_d} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

$P_x$  = beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat (kN)

$\Delta$  = simpangan antar lantai tingkat desain (mm)

$I_e$  = faktor keutamaan gempa

$V_x$  = gaya geser seismik yang bekerja antara tingkat x dan x-1 (kN)

$h_{sx}$  = tinggi tingkat di bawah tingkat x (mm)

$C_d$  = faktor pembesaran defleksi

$\beta$  = rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser untuk tingkat antara tingkat x dan x-1

9. Pemisahan struktur

Dilatasi adalah sebuah sambungan/garis pada sebuah bangunan yang karena memiliki struktur yang berbeda. Dilatasi pada bangunan gedung juga dapat diartikan sebagai pembagian denah bangunan gedung yang tidak simetris menjadi beberapa blok/bagian denah bangunan yang simetris. Dilatasi pada bangunan gedung biasanya diterapkan pada pertemuan yang rendah dengan yang tinggi, antara bangunan induk dengan bangunan sayap dan bangunan dengan denah yang tidak simetris.

Dilatasi pada umumnya dibutuhkan untuk melindungi atau mereduksi kemungkinan terjadinya benturan pada struktur-struktur yang berdampingan. Persyaratan dilatasi antar

struktur tersebut dapat dilihat pada pada SNI 1726 2012 pasal 7.12.3.

KURANG BAIK	SEBAIKNYA

Gambar 6. Denah bangunan gedung yang baik dan kurang baik

Sumber : Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung, 2006

Pemisahan harus dapat mengakomodasi terjadinya perpindahan respons inelastik maksimum ( $\delta_M$ ).  $\delta_M$  harus dihitung pada lokasi kritis dengan mempertimbangkan perpindahan translasi maupun rotasi pada struktur, termasuk pembesaran torsi (bila ada), dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

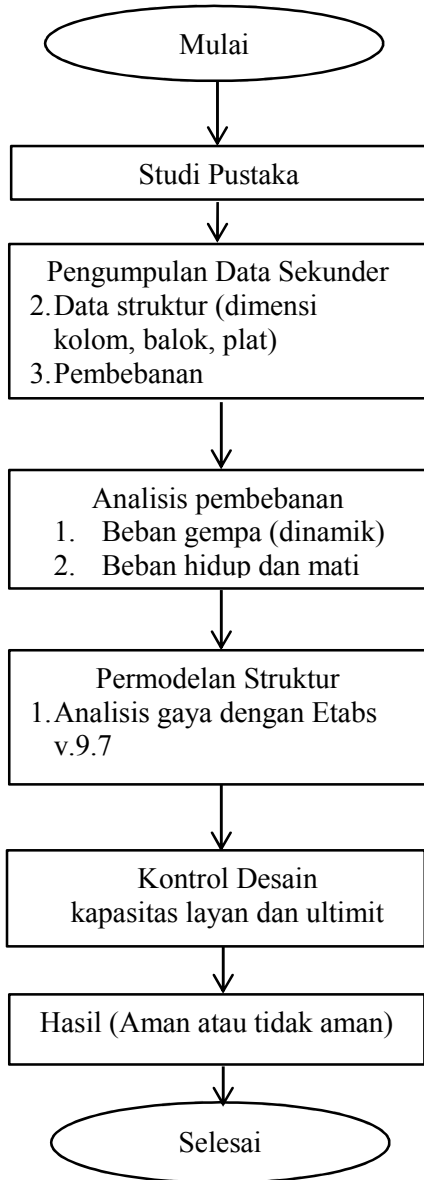
$$M = \frac{C_d \delta_{max}}{I_e} \dots \dots \dots (5)$$

$max$  = perpindahan elastic maksimum pada lokasi kritis

**4. Metode Penelitian**

Penelitian yang dilakukan menggunakan peraturan yang terbaru, yaitu SNI 1726:2012.

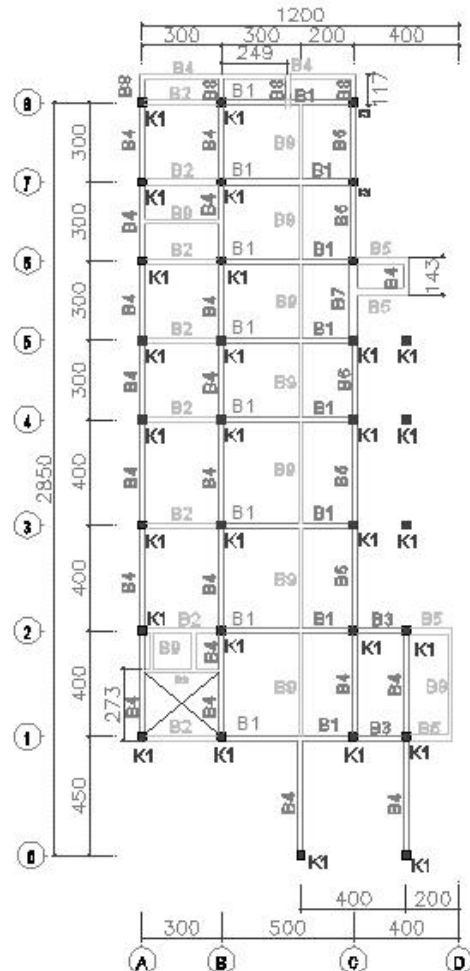
Bagan Alir



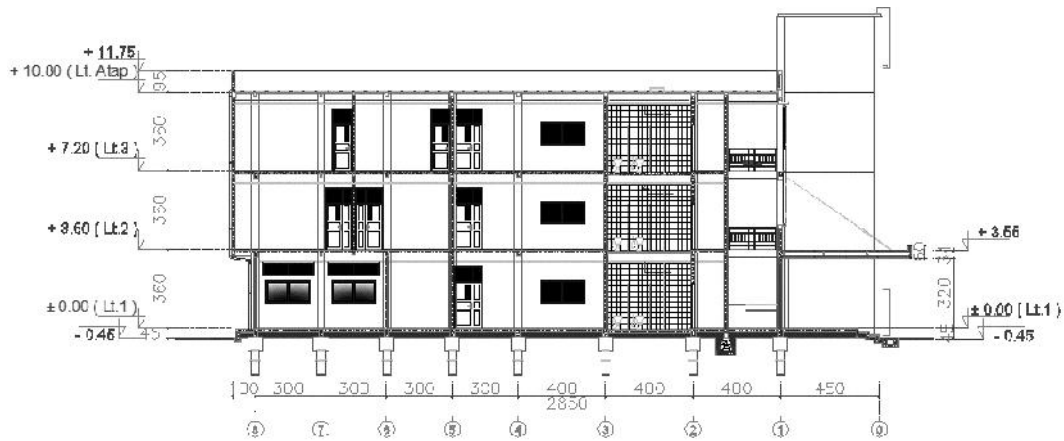
Gambar 7. Skema Alur Penelitian  
Sumber: Hasil Analisis, 2016

- Fungsi Bangunan : Laboratorium
- Luas bangunan : 265,40 m<sup>2</sup>
- Tinggi bangunan : 14,2 m
- Tinggi antar lantai : 3,6 m dan 3,2 m

- Jumlah lantai : 4 lantai
- Struktur pelat lantai  
Tebal pelat : 120 mm  
Mutu beton : K-250
- Struktur Balok  
Mutu beton : K-250  
Mutu Baja : D < 12 =  $f_y$  240 MPa  
D > 12 =  $f_y$  400 MPa
- Balok :  
B1, B2, B3, RB1 : 200 x 350 mm  
B4, B6, B8, RB2 : 200 x 300 mm  
B5 : 250 x 400 mm  
B7 : 300 x 500 mm  
B9 : 150 x 200 mm  
RB3 : 150 x 250 mm
- Kolom  
K1 : 300 x 300 mm  
K2 : 200 x 200 mm



Gambar 8 Denah kolom balok bangunan  
Sumber : CV. SAEBA Engineering, 2014



Gambar 9 Potongan bangunan  
 Sumber : CV. SAEBA Engineering, 2014

5. Hasil dan Pembahasan

- Parameter Desain Gempa dari bangunan sesuai SNI 1726:2012, diperoleh:  
 Kategori Bangunan = IV  
 Faktor Keutamaan ( $I_e$ ) = 1,5  
 $S_s$  = 0,774  
 $S_1$  = 0,332  
 $F_a$  = 1,171  
 $F_v$  = 2,673  
 $S_{MS}$  = 0,906  
 $S_{M1}$  = 0,887  
 $S_{DS}$  = 0,604  
 $S_{D1}$  = 0,591  
 KDS = D(SRPMK)

2. Kombinasi pembebanan

- 1,4 D + 1,4 SDL
- 1,2 D + 1,2 SDL + 1,6 L
- 1,36 D + 1,36 SDL + 1 L + 0,39 Qex + 1,3 Qey
- 1,12 D + 1,12 SDL + 1 L + 0,39 Qex - 1,3 Qey
- 1,28 D + 1,28 SDL + 1 L - 0,39 Qex + 1,3 Qey
- 1,05 D + 1,05 SDL + 1 L - 0,39 Qex - 1,3 Qey
- 1,36 D + 1,36 SDL + 1 L + 1,3 Qex + 0,39 Qey
- 1,28 D + 1,28 SDL + 1 L + 1,3 Qex - 0,39 Qey
- 1,12 D + 1,12 SDL + 1 L - 1,3 Qex + 0,39 Qey
- 1,05 D + 1,05SDL + 1 L - 1,3 Qex - 0,39 Qey
- 0,74 D + 0,74 SDL + 0,39 Qex + 1,3 Qey

- 0,98 D + 0,98 SDL + 0,39 Qex - 1,3 Qey
- 0,82 D + 0,82 SDL - 0,39 Qex + 1,3 Qey
- 1,06 D + 1,06 SDL - 0,39 Qex - 1,3 Qey
- 0,74 D + 0,74 SDL + 1,3 Qex + 0,39 Qey
- 0,82 D + 0,82 SDL + 1,3 Qex - 0,39 Qey
- 0,98 D + 0,98 SDL - 1,3 Qex + 0,39 Qey
- 1,05 D + 1,05 SDL - 1,3 Qex - 0,39 Qey
- Envelope dari kombinasi 1-18
- 1 D + 1 SDL + 1L

3. Periode Fundamental Alami

$$T_a = C_t \cdot h_n^x$$

$$= 0,0466 \times 14,2^{0,9} = 0,507 \text{ sec}$$

$$C_u \cdot T_a = 1,4 \times 0,507 = 0,7098 \text{ sec}$$

$$I_{\text{gross}} = 0,764 \text{ detik}$$

$$I_{\text{crack}} = 1,006 \text{ detik}$$

$$T_{\text{pakai}} = 0,764 \text{ detik}$$

$$T_x = 0,764 \text{ sec dan } T_y = 0,505 \text{ sec}$$

4. Koefisien Respon Seismik ( $C_s$ ) = 0,1132

5. Gaya Geser Dasar

$$V = C_s \times W_i$$

$$= 0,1132 \times 674198,17 \text{ kg}$$

$$= 76319,23 \text{ kg}$$

$$k = 1,004$$

$$0,85 V = 0,85 \times 76319,23 = 64871,35 \text{ kg}$$

Beban statik ekuivalen dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Beban Statik Ekuivalen Tiap Lantai

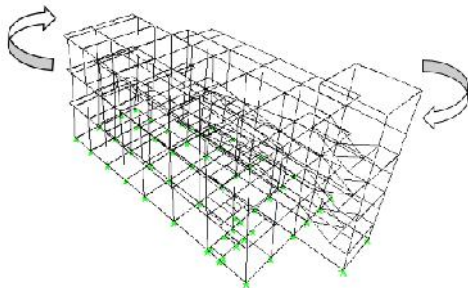
Lantai	h	h <sub>i</sub> (m)	W <sub>i</sub> (kg)	K	W <sub>i</sub> x h <sub>i</sub> <sup>k</sup> (kg)	C <sub>v<sub>x</sub></sub>	F <sub>ix</sub> (kg)	F <sub>iy</sub> (kg)
ATAP	3,4	14,2	9507,476	1,004	136446,609	0,030	2323,753	2323,753
LANTAI 3	3,6	10,8	138749,769	1,004	1512828,571	0,338	25764,211	25764,211
LANTAI 2	3,6	7,2	255302,705	1,004	1852751,797	0,413	31553,270	31553,270
LANTAI 1	3,6	3,6	270638,222	1,004	979302,454	0,219	16678,000	16678,000
Σ	14,2		674198,172		4481329,432		76319,233	

6. Menggunakan SRSS karena melebihi 15%

Tabel 5. perbandingan nilai waktu getar

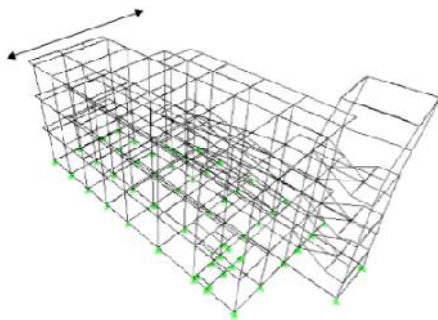
Moda	Periode	Perbandingan (%)
1	1,006101	0
2	0,589656	41,39
3	0,525790	10,83
<b>Rata-rata</b>		<b>17,41</b>

7. Perilaku Struktur  
Mode 1 = Rotasi



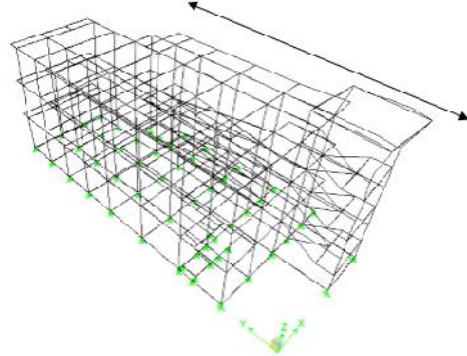
Gambar 11. Mode 1 Rotasi

Mode 2 = Translasi arah x



Gambar 12. Mode 2 Translasi arah x

Mode 3 = Translasi arah y



Gambar 13. Mode 3 Translasi arah y

8. Eksentrisitas pusat masa terhadap pusat rotasi lantai.

SNI 1726 2002 pasal 5.4.3 Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan struktur tahan gempa adalah timbulnya momen torsi pada elemen bangunan. Rumus yang digunakan adalah :

Untuk  $0 < e < 0,3 b$  : dipilih diantara kedua yang pengaruhnya paling menentukan.

$$ed = 1,5 e + 0,005 b \text{ atau}$$

$$ed = e - 0,005b$$

untuk  $e > 0,3 b$ : dipilih diantara kedua yang pengaruhnya paling menentukan.

$$ed = 1,33 e + 0,1 b \text{ atau}$$

$$ed = 1,17e - 0,1 b$$

Besarnya eksentrisitas rencana (ed) tiap lantai dihitung pada tabel 10 berikut :

$$b = 28,5 \text{ m}$$

$$0,3 b = 0,3 \times 28,5 = 8,55 \text{ m}$$

Tabel 6. Koordinat pusat massa pada tiap lantai

Lantai	Pusat massa		pusat rotasi		Ed yang digunakan		Koordinat pusat masa	
	x	y	x	y	x	y	x	Y
ATAP	8,000	2,251	8,004	2,815	0,594	0,577	8,598	2,2375
LANTAI 3	5,734	15,091	8,177	7,011	-1,843	8,080	6,334	15,091
LANTAI 2	4,718	15,919	8,909	6,627	-3,591	8,021	5,318	14,648
LANTAI 1	4,878	16,06	8,877	6,604	-3,399	8,213	5,478	14,817

9. Perhitungan Simpangan

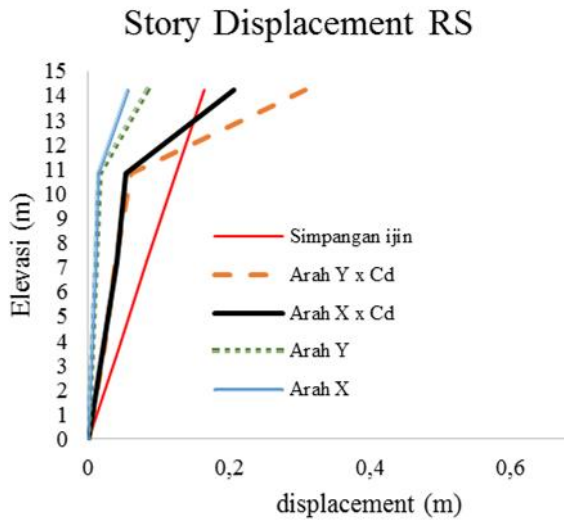
Tabel 7. Simpangan arah X

Lantai	h (m)	$\delta_x$ (m)	$\delta_y$ (m)	$\Delta x = (\frac{\delta}{\delta_1}) \frac{Cd}{Ie}$	$\Delta y = (\frac{\delta}{\delta_1}) \frac{Cd}{Ie}$	$\Delta = 0,015 \frac{h}{\rho}$	Ket
Atap	14,2	0,05607	0,05279	0,206	0,193	0,1638	Tidak ok
3	10,8	0,01465	0,01567	0,054	0,057	0,1638	Ok
2	7,2	0,01080	0,01144	0,040	0,042	0,1638	Ok
1	3,6	0,00541	0,00652	0,020	0,024	0,1638	Ok



Tabel 8. Simpangan arah Y

Lantai	h (m)	$\delta_x$ (m)	$\delta_y$ (m)	$\Delta x = (\delta_x - \delta_1) \frac{C_d}{I_e}$	$\Delta y = (\delta_y - \delta_1) \frac{C_d}{I_e}$	$\Delta = 0,015 \frac{h}{\rho}$	Ket
Atap	14,2	0,09096	0,08432	0,334	0,319	0,1638	Tidak ok
3	10,8	0,02447	0,01637	0,090	0,070	0,1638	Ok
2	7,2	0,01122	0,01047	0,041	0,038	0,1638	Ok
1	3,6	0,00547	0,00602	0,020	0,022	0,1638	Ok



Gambar 14. Grafik defleksi akibat RS arah x dan y  
 Sumber : Analisa penulis, 2016

Dilihat dari grafik, didapatkan bahwa simpangan arah x dan y yang sudah dikalikan faktor pembesaran ( $C_d$ ) untuk lantai atap melebihi dari simpangan ijin, yaitu nilai untuk simpangan ijin adalah 0,1638, sedangkan nilai simpangan arah x yang sudah dikalikan  $C_d$  adalah 0,206, dan nilai simpangan arah y yang dikalikan  $C_d$  adalah 0,319. Hal ini terjadi dikarenakan pada atap mengalami simpangan dengan interval yang sangat tinggi disebabkan luasan atap memiliki nilai  $< 50\%$  luasan tingkat bawahnya. Pada lantai 3 memiliki luas sebesar 264,22 m<sup>2</sup> dan atap memiliki luasan 18 m<sup>2</sup>. Menurut tabel 10 Ketidakberaturan horizontal pada struktur pada SNI 1726 2012 dikatakan luasan tingkat atas minimum adalah 50% dari tingkat bawahnya.

10. P-deltagempa desain

Tabel 9. Nilai P dan V pada story shear

Lantai	Load	Loc	P (KN)	Vx (KN)	Vy (KN)
Atap	COMB 7	Bottom	145,43	32,99	25,84
3	COMB 7	Bottom	2639,26	148,8	102,12
2	COMB 7	Bottom	7186,61	353,73	212,82
1	COMB 7	Bottom	11852,44	492,15	291,68

Tabel 10. P delta arah x dan y

hx (m)	$\Delta x$ (m)	$\Delta y$ (m)	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_{max}$	$\theta < \theta_{max}$
14,2	0,041415	0,067948	0,0035	0,0073	0,091	OK
10,8	0,003853	0,005902	0,0017	0,0039	0,091	OK
7,2	0,005392	0,004451	0,0041	0,0057	0,091	OK
3,6	0,005414	0,006025	0,0099	0,0185	0,091	OK

Dari Tabel 9 dan 10 didapat  $\theta < \theta_{max}$  untuk lantai 1-atap maka pengaruh P delta dapat diabaikan.

11. Torsigempa desain

Dari tabel 11 dan 12, nilai torsi tidak lebih dari 3, maka gedung Lab Terpadu Aman terhadap torsi.

Tabel 11. Torsi pada arah x

Lantai	$\delta_{max}$ (m)	$\delta_{min}$ (m)	$\delta_{avg}$ (m)	$(Ax = \delta_{max}/1,2x^{(2)})^2$	Keterangan $A < 3$
Atap	0,00946	0,00937	0,009415	0,701098652	OK
3	0,00771	0,00770	0,007706	0,695165571	OK
2	0,00598	0,00546	0,00572	0,75901056	OK
1	0,00345	0,00318	0,003315	0,752157227	OK

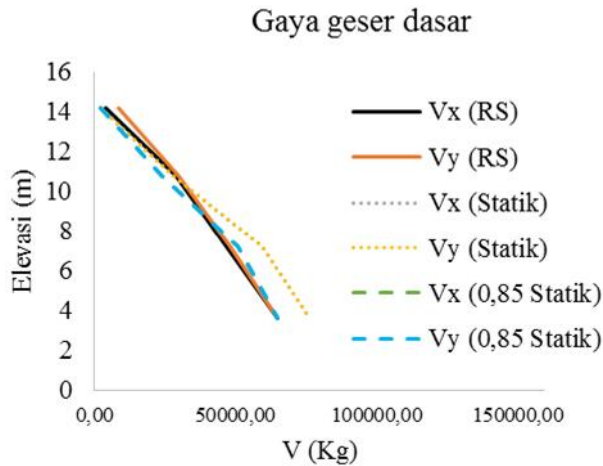
Tabel 12. Torsi pada arah y

Lantai	$\delta_{max}$ (m)	$\delta_{min}$ (m)	$\delta_{avg}$ (m)	$(Ax = \delta_{max}/1,2x^{(2)})^2$	Keterangan $A < 3$
Atap	0,01544	0,0013	0,00837	2,363095014	OK
3	0,01155	0,00121	0,00638	2,275936385	OK
2	0,00936	0,0007	0,00503	2,404657542	OK
1	0,00513	0,00030	0,002715	2,479319923	OK

12. Gaya geser gempa desain

Tabel 13. Gaya geser gempa desain

Lantai	RS		statik		0,85 Statik	
	Vx (Kg)	Vy (Kg)	Vx (Kg)	Vy (Kg)	Vx (Kg)	Vy (Kg)
Atap	3798,88	8504,59	2323,75	2323,75	1975,19	1975,19
3	28815,18	29891,90	28087,96	28087,96	23874,77	23874,77
2	46614,43	48236,75	59641,23	59641,23	50695,05	50695,05
1	64863,73	64868,39	76319,23	76319,23	64871,35	64871,35



**Gambar 15** Grafik gaya geser akibat RS dan beban statik arah x dan y  
**Sumber :** Analisa penulis, 2016

Dari grafik didapatkan persamaan antara gaya geser akibat respon spectrum dan 0,85 beban statik ekuivalen sebesar 64871,35 Kg.

13. Dilatasi

**Tabel 14.** Simpangan Struktur

Lantai	h (m)	δ x (m)
3	10,8	0,014359
2	7,2	0,010406
1	3,6	0,005414

$$M = \frac{C_d \delta_{max}}{l_e} = \frac{5,5 (0,014359)}{1,5} = 52,64 \text{ mm}$$

$M < \Delta$  tersedia pada gedung  
 52,64 < 0 Tidak Ok

**6. Kesimpulan dan Saran**

**A. Kesimpulan**

- Hasil penelitian ini menunjukkan struktur gedung memiliki jenis SRPMK (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus) dengan periode alami sebesar 0,507 detik. Analisis simpangan pada Gedung Lab Terpadu arah x dan y yang telah mengalami faktor pembesaran melampaui batas ijin yang ditentukan dalam SNI 1726:2012. Pengaruh P delta dan torsi pada gedung ini tidak melewati batas ijin.
- Gaya geser dasaryang didapatkan adalah 64871,35 Kg.
- Jarak yang dibutuhkan untuk dilatasi pada gedung ini sebesar 52,64 mm.

**B. Saran**

- Berdasarkan hasil simpangan yang diperoleh, maka perlu adanya perkuatan agar struktur pada lantai atap memiliki kekakuan yang cukup dalam menerima beban gempa.
- Berdasarkan hasil analisa, dibutuhkan dilatasi sebesar 52,64 mm terhadap gedung eksisiting, sehingga perencanaan Bangunan Lab Terpadu UNTIRTA perlu ditinjau kembali dengan memperhatikan aspek dari benturan akibat beban horizontal.
- Dikarenakan rancangan bangunan oleh perencana dari pihak konsultan masih menggunakan peraturan SNI yang lama yaitu SNI 1726-2002, penulis menyarankan kepada pihak konsultan untuk meninjau kembali hasil rancangan terhadap SNI yang terbaru yaitu SNI 1726 2012.

**6. Daftar Pustaka**

Boen T, 2009, Cara Memperbaiki Bangunan Sederhana yang Rusak Akibat Gempa Bumi, Jakarta.

Buku Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987

Departemen Pekerjaan Umum, 2012 SNI 1726 2012 Tata cara perencanaan struktur ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, Jakarta.

Diantos Subhan Fajar, 2015, Perencanaan Struktur Beton Bertulang SRPMK Dengan Kategori Desain Seismik D Sesuai Dengan Peraturan SNI 1726 2012 dan SNI 2847 2013.

Ilham Maulana Taufiq, 2014, Perancangan Ulang Struktur Gedung Dengan SNI 03-1726-2012 Dan SNI 03-2847-2013: Study Kasus Gedung 5 Lantai dan 6 Lantai Palagan Gallery Hotel Yogyakarta.

Sanyoto Anjas Priyo dan Tandayu Febrian, 2013, Redesain Struktur 6 (Enam) Lantai Gedung A Universitas Islam Syekh Yusuf Tangerang Menurut SNI 03-2847-2002, SNI 03-1726-2002, dan SNI 03-1729-2002

Satyarno Iman, 2002, Analisi Dinamik Struktur dan Teknik Gempa, Yogyakarta

- Sianipar Marolop Tua, 2009, Analisa Kolom Beton Bertulang yang Diperkuat dengan Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP).
- Stefanus, Bin Deddymus, 2013, Perancangan Struktur Gedung Awana Condotel Yogyakarta Berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 2847-2013.
- Sugara Rian, 2013, Perencanaan Ulang Struktur Gedung PGRI Provinsi Banten Menurut RSNI 03-1726-2012 SNI 03-2847-2002 dan SNI 03-1729-2002.