

# ANALISIS STRUKTUR TAHAN GEMPA HOTEL SANTIKA TASIKMALAYA DENGAN METODE ANALISIS STATIK DAN DINAMIK *TIME HISTORY*

\*Rani Anggraeni<sup>1</sup>, M.Syarif Alhuseiny<sup>1</sup>, Novi Asniar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Universitas Perjuangan Tasikmalaya, Indonesia

\*)Rani Anggraeni (anggraeniranihmm@gmail.com)

---

**Abstract** - Indonesia is a country that prone occur an earthquake. Recent earthquakes have proven that there are still many buildings that suffer minor to severe damage even to the point of collapse. The application of SNI 1726-2012 as a new standard has added and changed the scope of earthquake calculation procedures to be more widely used in the development of the existing era. This study aims to determine the safety of the building seen from the basic displacement, shifting and sliding. Used is equivalent static analysis and dynamic time history with the Etabs v.2013 program earthquake recordsings used were earthquake records of elcentro tabas and loma. The results showed that the value of displacement, drift and base shear equivalent static analysis produced a smaller value and the power in the structural elements corresponds safely and meets the requirements. Ethics seen and analyzed by historical dynamic methods with earthquake loads Elcentro, Tabas and Loma show that, when viewed from deviations between the flooring requirements meet, but with force in unsafe conditions. And in general the review of the moment of the column and the beam between static and dynamic earthquake loads can be concluded that the moment of dynamic analysis is in an unsafe condition.

**Keywords** – Static Analysis Method and Dynamic Time History, ETABS 2013

**Abstrak** - Indonesia merupakan negara rawan terjadi gempa. Terjadinya gempa selama ini telah membuktikan masih banyak bangunan khususnya struktur gedung yang mengalami kerusakan ringan hingga berat bahkan sampai runtuh. Adanya SNI 1726-2012 sebagai standar acuan yang baru telah mengubah dan menambah ruang lingkup tata cara perhitungan pembebanan gempa menjadi sangat luas sehingga dapat mengikuti perkembangan zaman yang ada. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui keamanan suatu struktur gedung tahan gempa dilihat dari *displacement*, *drift* dan *base shear*. Analisis yang digunakan adalah analisis statik ekuivalen dan dinamik *time history* dengan program ETABS V.13. Rekaman gempa yang digunakan antara lain gempa Elcentro, gempa Tabas dan gempa Loma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *displacement*, *drift* dan *base shear* analisis statik ekuivalen mengeluarkan nilai yang lebih kecil dangaya dalam elemen struktur berada pada kondisi aman serta memenuhi syarat. Jika dilihat dan dianalisis dengan metode dinamik *time history* dengan beban gempa Elcentro, Tabas dan Loma menunjukkan bahwa, jika dilihat dari simpangan antar lantai memenuhi syarat, namun dengan gaya dalam berada pada kondisi tidak aman. Serta secara umum peninjauan pada momen kolom dan balok antara beban gempa statik dan dinamik dapat disimpulkan bahwa momen analisis dinamik berada pada kondisi tidak aman. Sehingga Jika terjadi gempa setara dengan gempa Elcentro, Tabas dan Loma ada kemungkinan struktur akan mengalami kerusakan.

**Kata kunci** - Analisis statik, analisis dinamik time history, ETABS 2013

---

## 1. PENDAHULUAN

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan gedung, jembatan, dermaga, dan bangunan lainnya, beban gempa merupakan salah satu parameter beban yang paling menentukan. Secara nyata hal ini dapat dilihat dari banyaknya kerusakan dan kegagalan bangunan yang disebabkan bencana gempa bumi. Untuk merencanakan bangunan tahan gempa yang baik beberapa institusi telah membuat pedoman dalam merencanakan beban gempa. Di Indonesia, pedoman yang wajib digunakan saat ini untuk perencanaan beban gempa adalah SNI-03-1726-2012.

Untuk mengetahui respons struktur akibat gempa, maka perlu dilakukan analisis beban gempa yang sesuai dengan peraturan yang berlaku. Analisis beban gempa dapat dilakukan dengan analisis statik ekuivalen, dinamik *time history*, dan spektrum respon.

Perbedaan utama antara konsep statik dan dinamik adalah pada karakteristik bangunan yang diperhitungkan dalam analisis. Konsep dinamik memperhitungkan massa, kekuatan dan redaman, sedangkan konsep statik hanya memperhitungkan massa saja. Selain itu, prinsip statik ekuivalen hanya memperhitungkan *mode* ke 1 saja, sehingga hanya cocok untuk bangunan yang cenderung kaku atau bangunan rendah (Widodo, 2011).

Analisis *time history* merupakan metode yang paling mendekati untuk meramalkan respons struktur akibat gempa. Tetapi untuk melakukan analisis *time history* diperlukan banyak perhitungan dan waktu yang cukup lama. Untuk penyederhanaan dari hal tersebut, para ahli menjadikan efek beban dinamik oleh gempa menjadi gaya horizontal yang bekerja pada pusat massa, yang sifatnya hanya ekuivalen sebagai pengganti dari efek beban dinamik yang sesungguhnya terjadi pada saat terjadi gempa bumi, yang dikenal dengan sebutan analisis statik ekuivalen, Menurut Widodo (2001).

### 1.1. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui,

1. Untuk mengetahui respon struktur akibat beban gempa pada bangunan tahan gempa Hotel Santika terhadap gempa rencana dengan metode statik dan dinamik riwayat waktu (*time history*) yang ditinjau berdasarkan *displacement*, *drift* dan *base sheare*?
2. Untuk mengetahui kekuatan dan keamanan struktur dengan cara menganalisis Kontrol kinerja struktur berdasarkan SNI 03-1726-2012.

### 1.2. Batasan Masalah

Adapun penelitian ini dibatasi dengan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Data pemodelan elemen struktur yang digunakan adalah data denah yang disesuaikan dari data perencanaan gedung Hotel Santika.
2. Struktur gedung merupakan gedung beton bertulang tidak beraturan (*irregular*) dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
3. Peraturan yang digunakan adalah:
  - a. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012)
  - b. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung dan Bangunan Lain (SNI 1727 - 2013)
4. Analisis terhadap struktur dilakukan atas dasar beban-beban yang bekerja pada struktur yang terdiri dari beban mati, beban hidup dan beban gempa statik dan dinamik beserta kombinasi pembebanannya.
5. Rekaman gempa yang digunakan adalah gempa El-centro 18 Mei 1940, Tabas dan gempa Loma 18 Oktober 1898 .
6. Struktur dimodelkan sebagai portal 3 dimensi, Dan proses analisis struktur dilakukan dengan bantuan program ETABS V.2013

### 1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. cara teoritis, evaluasi struktur tahan gempa pada Hotel Santika ini diharapkan dapat menjadi tambahan dan pengetahuan tentang analisis struktur tahan gempa dengan menggunakan metode statik dan dinamik.
2. Secara praktis, sebagai bahan referensi terhadap hal yang sejenis, dan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan atau dikembangkan lebih lanjut dalam hal keamanan gedung tahan beban gempa.

### 1.4. Metode Analisis Statik Ekuivalen

Menurut tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, SNI 1726:2012, beban geser dasar nominal statik ekuivalen  $V$  yang terjadi di tingkat dasar dapat dihitung dengan persamaan 1 sampai persamaan 4.

$$V = C_s . W \quad (1)$$

$$C_s = \frac{SD_s}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (2)$$

$$C_s = \frac{SD_1}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (3)$$

$$C_s = 0.044 . SD_s . I_e \geq 0,01 \quad (4)$$

Dimana :

$C_s$  = Koefisien respon seismik, yang dihitung dengan persamaan 1, besarnya tidak perlu melebihi  $C_s$  persamaan 2 dan harus tidak kurang dari  $C_d$  persamaan 3.

$W$  = Berat seismik efektif, dijelaskan dalam SNI 1726:2012.

$SD_s$  = Parameter percepatan spektrum respons disain dalam rentang periode pendek.

$SD_1$  = Parameter percepatan spectrumspektra respons disain dalam rentang periode 1 detik

$R$  = Faktor modifikasi respons, sesuai dengan ketentuan dalam SNI 1726:2012.

$I_e$  = Faktor keutamaan gempa, yang besarnya ditentukan berdasarkan kategori risiko dalam SNI 1726:2012.

Beban geser dasar nominal statik ekuivalen  $V$  (*base shear*) yang terjadi tingkatan dasar dapat dihitung dengan persamaan :

$$V = \frac{c_1 X I}{R} . W_t \quad (5)$$

Dimana :

$C_1$  = Didapat dari Spektrum Respons Gempa Rencana yang harus diketahui terlebih dahulu waktu getar alami fundamental  $T_1$

$I$  = Faktor keutamaan (lihat tabel peraturan) semakin penting nilai bangunan semakin tinggi nilai  $I$ -nya

$R$  = Faktor reduksi gempa (lihat tabel peraturan)

$W_t$  = Berat total gedung (dilihat dengan SAP2000/ETABS)

Selanjutnya gaya lateral ( $F_x$ ) (kN) yang timbul disemua tingkat harus ditentukan dari persamaan .:

$$F_1 = \frac{W_1 \times Z_1}{\sum_{i=1}^n W_i \times Z_i} \times V \quad (6)$$

Dimana :

$V$  = Gaya lateral disain total atau geser disasar struktur (kN).

$W_1$  = Berat lantai tingkat ke- $i$  termasuk beban hidup yang sesuai atau tingkat  $x$

$Z_1$  = Ketinggian tingkat ke- $i$

$N$  = Nomor lantai tingkat paling atas

### 1.5. Metode Analisis Dinamik Time History

Metode ini dapat digunakan sebagai analisis pada perancangan bangunan yang tidak beraturan, denah tidak simetri dan bangunan tinggi (Chopa,Ak.2007). Dalam RSNi Gempa 1726; 2012 disyaratkan paling sedikit tiga gerakan tanah yang sesuai harus digunakan dalam analisis. Kondisi lokasi, geologi, topografi dan seismoteknoniknya dipilih yang sesuai dengan lokasi tempat struktur gedung yang ditinjau berada. Gaya gempa yang menjadi acuan dalam analisis ini diambil dari percepatan maksimum permukaan tanah (PGA) yang berasal dari gempa yang sudah pernah terjaji minimal tiga gerak tanah yang sesuai harus digunakan dalam analisis. Jika rekaman yang didapatkan tidak cukup diperbolehkan menggunakan rekaman gempa buatan yang disesuaikan dengan respon spectrum dilokasi struktur berada., percepatan muka tanah asli dari

gempa masukan harus diskalakan ke tafar pembebanan gempa nominal tersebut, sehingga nilai percepatan puncaknya  $A$  menjadi :

$$A = \frac{A_0 \cdot I}{R} \quad (7)$$

$A_0$  adalah percepatan puncak muka tanah, yang besarnya sudah ditentukan dalam tabel, berdasarkan percepatan puncak batuan dasar lokasi.  $R$  adalah faktor reduksi gempa representatif dari struktur gedung yang bersangkutan, sedangkan  $I$  adalah faktor keutamaan menurut tabel.

Prosedur dalam analisis respons riwayat waktu telah diatur dalam SNI 1726-2012 pasal 11 dengan dibagi menjadi dua yaitu prosedur riwayat waktu linier dan prosedur riwayat waktu non linier. Analisis riwayat waktu linier lebih jauh dijelaskan dalam SNI 1726-2012 pasal 11.1 dengan beberapa persyaratan yang harus.

## 1.6. Pembebanan Struktur

### 1. Beban Hidup

Semua beban yang terjadi akibat penghunian termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari batang-batang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan-peralatan yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari bangunan itu.

### 2. Beban Mati

Beban mati (DL) adalah berat dari semua bagian gedung yang bersifat tetap, beban mati terdiri dari suatu jenis yaitu berat struktur itu sendiri dan *superimposed dead load* (SIDL). Beban *superimposed* merupakan beban mati tambahan yang diletakan pada struktur, didapat berupa lantai (ubin/kramik), peralatan elektrikal mekanikal, langit-langit dan sebagainya.

### 3. Beban Gempa

Gempa adalah fenomena getaran yang diakibatkan oleh benturan atau pergeseran lempeng tektonik bumi yang terjadi didaerah patahan ataupun semua beban ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh pada gerakan tanah akibat gempa itu. Beban gempa yang terjadi pada struktur bangunan merupakan gaya inersia. Besarnya beban gempa yang terjadi tergantung dari faktor: Massa dan kekakuan struktu, Waktu getar alami, pengaruh redaman struktur, Kondisi tanah serta wilayah gempa.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilakukan di kota, objek yang dijadikan penelitian adalah gedung Hotel Santika. Struktur berada di kota Tasikmalaya dengan jenis tanah adalah tanah sedang. Dengan  $f'c=27,5$  Mpa,  $f'y=400$  Mpa, dan  $f'ys=350$  Mpa. Spektrum respons kota Tasikmalaya untuk tanah sedang.

### 2.2. Metode Analisis

Metode pada penelitian ini adalah metode analisis statik ekuivalen dan dinamik *time history*, dimana pemodelan struktur yang dijadikan studi kasus dibantu dengan program ETABS V.2013. Langkah analisis adalah dengan membuat model struktur yang terdiri dari elemen kolom, *coer wall*, dinding *basement*, balok dan plat lantai. Beban: beban gravitasi (beban mati, beban mati tambahan, beban hidup) ditambah beban perencanaan gempa (gempa rencana dan gempa aktual) pada level gempa rencana digunakan analisis dinamik *time history* dan analisis statik ekuivalen sebagai pembanding, pada level gempa aktual hanya digunakan analisis dinamik *time history* dengan rekaman gempa yang digunakan adalah rekaman gempa El-Centro, gempa Loma, dan gempa Tabas yang disesuaikan dengan respons spektra kota Tasikmalaya.. hasil analisis akibat gempa rencana dan gempa aktual kemudian dievaluasi untuk mengetahui kinerja dan tingkat kinerja struktur.

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pemodelan struktur 3 dimensi dengan program ETABS, hasil analisis struktur harus dikontrol terhadap suatu batasan-batasan tertentu sesuai dengan peraturan SNI 1726:2012 untuk menentukan kelayakan sistem struktur tersebut. Hasil *output* yang ditampilkan adalah respon parameter dari struktur dalam *base shear* dan *displacement* disajikan dan dirangkum dalam bentuk tabel dan grafik berikut.

#### 3.1. Parameter Respons Spektrum

Nilai desain percepatan respons spektra diperoleh dari hasil analisis *website* Aplikasi Desain Spektra Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman (PUSKIM). Hasil dari Parameter respons spektral untuk wilayah Tasimalaya (kelas situs D, tanah sedang) didapat dengan nilai ( $S_s$ )= 0,994 g; dan ( $S_1$ )=0,39 g ;( $SD_s$ )= 0,664 periode pendek, ( $SD_1$ )=0,367 periode 1 detik, ( $SM_s$ )=0,997 g; ( $SM_1$ )=0,550 g; ( $T_o$ )=0,110 g; ( $T_s$ )=0,552 g

#### 3.2. Gaya Gempa Untuk Metode Analisis Statik Ekuivalen

Gaya geser dasar nominal struktur akibat gempa menurut SNI-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Gedung dan Non Gedung.

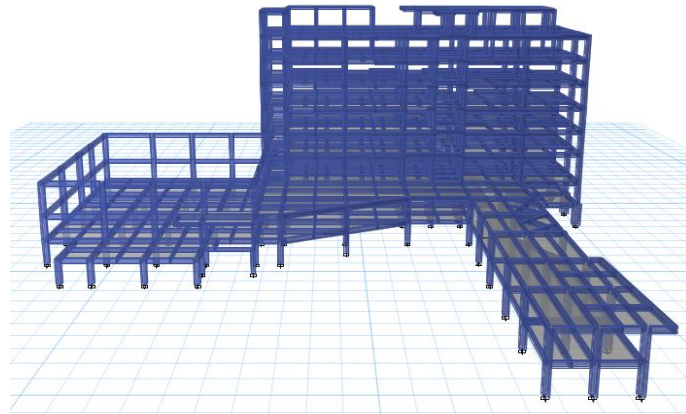
Tabel 1 Perhitungan Gaya Gempa Struktur

Nama Grup	Massa	BeratSendiri	Total Massa X	TotalMassaY	TotalMassa Z
	Kg	Kg.m/s <sup>2</sup>	Kg	Kg	Kg
ALL	7195,735	7056605,65	15427,583	15427,583	-
LANTAI 1	2129,9125	2088730,71	4583,1324	4583,1324	-
LANTAI 2	1174,8224	1152107,26	2520,6624	2520,6624	-
LANTAI 3	706,0411	692389,8	1492,0662	1492,0662	-
LANTAI 4	608,8422	597070,2	1295,3739	1295,3739	-
LANTAI 5	558,3478	547552,2	1199,4839	1199,4839	-
LANTAI 6	559,0086	548200,2	1200,8054	1200,8054	-
LANTAI 7	575,5861	564457,2	1237,0197	1237,0197	-
LANTAI 8	648,8999	636353,4	1386,77	1386,77	-
LANTAI 9	186,313	182710,68	400,031	400,031	-
			<b>15.315,34</b>		

Tabel 2 Distribusi Horizontal Statik Ekuivalen

Tingkat	Tinggi h (m)	BeratLantai W (Kg.m/s <sup>2</sup> )	W.h (Kg.m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	F Lateral Fx (Kg)	V Story Vx (Kg)
9 Atap	33,1	3.924,30	129.894,33	625,48	625,48
8	29,5	13.604,21	401.324,20	1.932,48	2.557,96
7	25,9	12.135,16	314.300,64	1.513,44	4.071,40
6	22,3	11.779,90	262.691,77	1.264,93	5.336,33
5	18,7	11.766,94	220.041,78	1.059,56	1.059,56
4	15,1	12.707,62	191.885,06	923,98	1.983,54
3	11,5	14.637,13	168.326,96	810,54	2.794,08
2	7	24.727,70	173.093,90	833,49	3.627,57
1	3,5	44.960,53	157.361,86	757,74	4.385,31
0	0	0	0,00	0	4.385,31
Σ		<b>150.243,49</b>	<b>2.018.920,49</b>		

### 3.3. Model Struktur



Gambar 1. Pemodelan 3D Struktur

### 3.4. Kontrol Hasil Analisis Struktur

#### 1. KontrolPartisipasi Massa

Tabel 3 Modal Participating Mass Rations statik dan dinamik

Mode	El Centro 1940			Tabas			Loma		
	Priode	SumUX	SumUY	Priode	SumUX	SumUY	Priode	SumUX	SumUY
1	0,363	0,021	0,506	0,505	0,0206	0,5069	0,363	0,021	0,506
2	0,34	0,4936	0,5374	0,473	0,4935	0,5378	0,34	0,4936	0,5374
3	0,271	0,5506	0,5437	0,377	0,5509	0,5441	0,271	0,5506	0,5437
4	0,132	0,5507	0,559	0,186	0,5509	0,5578	0,132	0,5507	0,559
5	0,12	0,5511	0,6461	0,167	0,5513	0,6465	0,12	0,5511	0,6461
6	0,113	0,5754	0,6467	0,159	0,5721	0,6473	0,113	0,5754	0,6467
7	0,106	0,6861	0,6501	0,147	0,6867	0,6505	0,106	0,6861	0,6501
8	0,095	0,6926	0,6524	0,135	0,6918	0,6525	0,095	0,6926	0,6524
9	0,088	0,7049	0,6589	0,122	0,7052	0,6589	0,088	0,7049	0,6589
10	0,083	0,705	0,66	0,118	0,7052	0,6604	0,083	0,705	0,66
11	0,07	0,7059	0,7704	0,097	0,7073	0,7522	0,07	0,7059	0,7704
12	0,067	0,7126	0,7869	0,094	0,7134	0,7871	0,067	0,7126	0,7869
13	0,063	0,7176	0,7879	0,088	0,7137	0,7872	0,063	0,7176	0,7879
14	0,061	0,7926	0,7896	0,085	0,7822	0,79	0,061	0,7926	0,7896
15	0,057	0,8372	0,8018	0,08	0,8351	0,7995	0,057	0,8372	0,8018
16	0,054	0,8373	0,8115	0,076	0,8359	0,8055	0,054	0,8373	0,8115
17	0,052	0,8373	0,8156	0,074	0,8359	0,8079	0,052	0,8373	0,8156
18	0,051	0,8381	0,86	0,072	0,8359	0,8516	0,051	0,8381	0,86
19	0,05	0,8462	0,8642	0,07	0,8463	0,8638	0,05	0,8462	0,8642
20	0,043	0,8751	0,8642	0,06	0,8736	0,8638	0,043	0,8751	0,8642
21	0,042	0,8848	0,8765	0,058	0,8853	0,8742	0,042	0,8848	0,8765
22	0,041	0,9101	0,8847	0,057	0,8935	0,8784	0,041	0,9101	0,8847
23	0,04	0,9174	0,8871	0,056	0,9174	0,8862	0,04	0,9174	0,8871
24	0,038	0,9187	0,8957	0,054	0,9188	0,8959	0,038	0,9187	0,8957
25	0,037	0,9188	0,896	0,052	0,9189	0,8961	0,037	0,9188	0,896
26	0,036	0,9189	0,8965	0,051	0,9191	0,8975	0,036	0,9189	0,8965
<b>27</b>	<b>0,035</b>	<b>0,9223</b>	<b>0,9105</b>	<b>0,049</b>	<b>0,9222</b>	<b>0,9106</b>	<b>0,035</b>	<b>0,9223</b>	<b>0,9105</b>

Dari tabel 3 dapat dilihat jumlah partisipasi massa pada mode ke27 untuk arah X adalah 0,9223 dan untuk arah Y adalah 0,9105, berarti telah memenuhi syarat minimal 90%.

## 2. Kontrol Gaya Geser Dasar (*Base shear*)

Berdasarkan SNI 1726-2012 Pasal 7.94 kombinasi respons untuk geser dasar ragam (Vt) harus lebih besar dari 85% dari geser dasar (V) yang dihitung. Apabila nilai tersebut belum memenuhi, maka diberikan faktor pengali yaitu  $85\% V \text{ statik} / V \text{ dinamik}$ . Tabel berikut merupakan hasil analisis geser dasar.

Tabel 4 *Base shear Pada Struktur Arah Gempa X*

<b>Beban Gempa</b>	<i>Base Shear</i>	<i>Base Shear</i>
	<b>Arah - X</b>	<b>Arah - Y</b>
SE - X	4.385,31	0,00073
TH Tabas - X	3.555,48	61,9945,7
TH Elcentro - X	-1.934,94	10.996,71
TH Loma prieta - X	4.462,94	24.917.73

Tabel 5 *Base shear Setelah diberikan Faktor Skala Arah Gempa X*

<b>Beban Gempa</b>	<i>Base Shear</i>	<i>Base Shear</i>
	<b>Arah - X</b>	<b>Arah - Y</b>
SE - X	4.385,31	0,00073
TH Tabas - X	5.516,07	61,9945,7
TH Elcentro - X	5.420,97	10.996,71
TH Loma prieta - X	6.923,74	24.917.73

Tabel 6 *Base shear Pada Struktur Arah Gempa Y*

<b>Beban Gempa</b>	<i>Base Shear</i>	<i>Base Shear</i>
	<b>Arah - X</b>	<b>Arah - Y</b>
SE - Y	0,00073	4.385,31
TH Tabas - Y	61,9945,7	3.555,48
TH Elcentro - Y	10.996,71	-1.934,94
TH Loma prieta - Y	24.917.73	4.462,94

Tabel 7 *Base shear Setelah diberikan Faktor Skala Arah Gempa Y*

<b>Beban Gempa</b>	<i>Base Shear</i>	<i>Base Shear</i>
	<b>Arah - X</b>	<b>Arah - Y</b>
SE - X	0,00073	4.385,31
TH Tabas - X	61,9945,7	5.516,07
TH Elcentro - X	10.996,71	5.420,97
TH Loma prieta - X	24.917.73	6.923,74



**3. Perbandingan Respon Struktur Hasil Analisis**

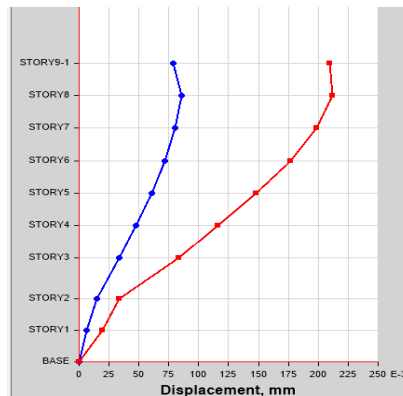
Dengan hasil control yang telah memenuhi syarat, kemudian dapat dilihat perbandingan respons struktur hasil analisis statik ekuivalen dan analisis *time history* yang telah dilakukan pada struktur, antara lain :

**a. Perpindahan (*Displacement*)**

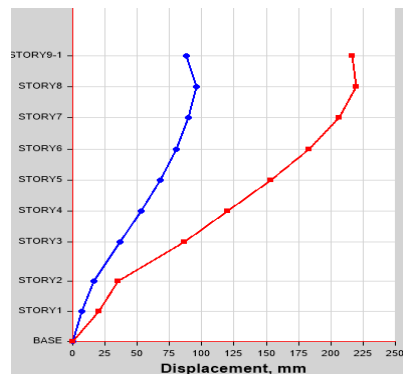
*Tabel 8 Perbandingan Displacement Analisis Statik dengan Analisis Time History*

Lantai	Perpindahan ( <i>Displacement</i> )			
	Statik Ekuivalen (mm)	Loma Prieta (mm)	El Centro (mm)	Tabas (mm)
9	0,008	36,7	31,4	69,4
8	0,008	35,9	30,6	67,9
7	0,007	33,9	28,2	62,6
6	0,006	30,9	24,9	55,6
5	0,005	26,5	20,9	46,3
4	0,004	20,9	16,2	35,5
3	0,003	14,1	10,8	23
2	0,001	5,6	4,4	8,7
1	0,0002502	1,3	1,1	2

Apabila nilai-nilai dari tabel 8 tersebut di plot kegrafik, dapat dilihat lebih jelas perbandingan displacement dari struktur tersebut.

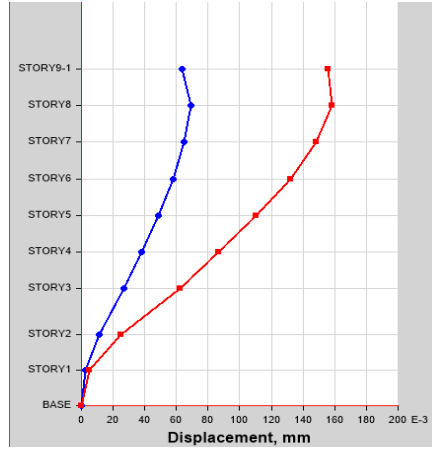


*Gambar 2 Displacement Ekuivalen*

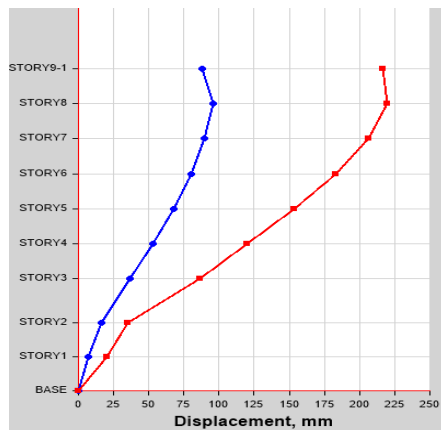


*Gambar 3 Displacement Elcentro*





Gambar 4 Displacement Tabas



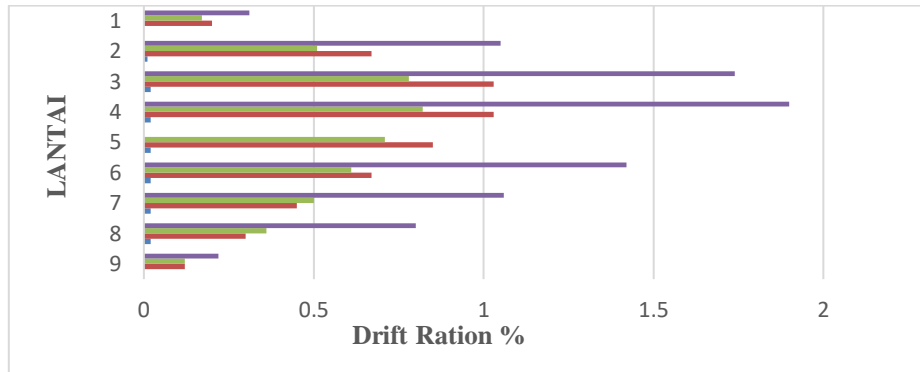
Gambar 5 Displacement Loma

**b. Rasio Simpangan Antar Lantai (*Drift Ratio*)**

Tabel 9 Perbandingan *Drift Ratio* Analisis Statik Ekuivalen dengan Analisis Time History

Lantai	Rasio Simpangan Antar Lantai ( <i>Drift Ratio</i> )			
	Statik Ekuivalen (%)	Loma Prieta (%)	El-centro (%)	Tabas (%)
9	0,00	0,12	0,12	0,22
8	0,02	0,30	0,36	0,80
7	0,02	0,45	0,50	1,06
6	0,02	0,67	0,61	1,42
5	0,02	0,85	0,71	1,65
4	0,02	1,03	0,82	1,90
3	0,02	1,03	0,78	1,74
2	0,01	0,67	0,51	1,05
1	0,00	0,20	0,17	0,31

Apabila nilai-nilai dari tabel di plot kegrafik dapat dilihat lebih jelas perbandingan *drift ration* dari struktur tersebut.



Gambar 6. Perbandingan Drift Ratio Simpangan Antar Lantai

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Setelah melakukan analisis menggunakan metode analisis statik ekuivalen dan dinamik riwayat waktu (*time history*), penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Ditinjau dari Partisipasi massa dalam menghasilkan respons total telah melebihi 90% sesuai SNI 03-1972-2012 pada mode 27.
2. Hasil dari control *Base shear* didapat :
  - a. Bila bangunan dianalisis dengan rekaman gempa Elcentro, tidak memenuhi syarat. Agar memenuhi syarat, nilai *base shear* yang sudah di faktorkan harus dikalikan dengan factor skala awal  $I_e/R \times 9,81 \text{ m/s}^2$ , maka aman terhadap gaya geser nominal ( $V \geq 0,8V_1$ ).
  - b. Bila bangunan dianalisis menggunakan rekaman gempa tabas maka aman terhadap gaya geser nominal ( $V \geq 0,8V_1$ ) jika nilainya difaktorkan skala awal.
  - c. Bila bangunan dianalisis dengan rekaman gempa loma maka aman terhadap gaya geser nominal ( $V \geq 0,8V_1$ ), jika nilainya difaktorkan skala awal.
3. Hasil dari kontrol *displacement* didapat :
  - a. Dari hasil analisis simpangan lantai dengan menggunakan analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik bangunan dinyatakan berada pada batasan. Serta hasil dari analisis gaya dalam dengan menggunakan statik ekuivalen, semua elemen struktur berada pada kondisi aman.
  - b. Bangunan bila dianalisis dengan rekaman gempa Elcentro, Tabas dan Loma seluruh elemen struktur berada pada kondisi tidak aman, maka apabila terjadi gempa dengan kekuatan setara Elcentro, Tabas dan Loma terdapat kemungkinan akan terjadi kerusakan pada struktur.
4. Secara umum momen kolom dan balok akibat beban gempa statik nilainya cenderung lebih kecil dibandingkan dengan momen kolom dan balok akibat beban gempa Elcentro, Tabas dan Loma. Dari peninjauan nilai momen kolom dan balok tersebut dapat disimpulkan bahwa momen analisis dinamik *time history* berada di kondisi tidak aman. Dan semua element akibat beban gempa statik ekuivalen berada pada kondisi aman.

### 2. Saran

Berdasarkan pertimbangan beberapa hal tersebut maka dapat diberikan beberapa saran antara lain :

1. Menggunakan peta level gempa yang lain.
2. Rekaman gempa yang digunakan lebih dari 3 buah.
3. Rekaman gempa menggunakan rekaman gempa yang ada di Indonesia.
4. Mencoba analisis dengan bangunan yang lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

SNI (1726-2012. 2012) *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta:Badan Standarisasi Nasional.



- SNI (1726-2002. 2002). *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI (1727-2013. 2013). *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung dan Bangunan Lain* . Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- [Puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain\\_spektra\\_indonesia\\_2011](http://Puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011).
- Widodo Prawirodikromo. (2012). *Desain Filosofi Struktur Tahan Gempa (Earthquake Design Philosophy)*
- Widodo. (2001). *Respons Dinamik Struktur Elastik*. UII. Press. Yogyakarta
- Chopa, A.K. (2007), *Dynamics of Structures, Theory and Applications to Earthquake Engineering, Third Edition*. Pearson Education, Inc
- Zulkifli, Ediansjah. 2012. *Perencanaan Bangunan Tahan Gempa*. Bandung: FTSL ITB.
- Faizah Restu. (2015) *.Studi Perbandingan Gempa Statik Ekuivalen dan Dinamik Time History pada Gedung Bertingkat di Yogyakarta*. Jurnal Ilmiah Semester Teknika. (18) 2. 193 – 194
- Fayzan Ahmad Sayed. Erizal. Asep Sapei .(2016). *Evaluasi Ketahan Gempa pada Struktur Gedung X di Jakarta Berdasarkan SNI 03-0726-2012*. Jurnal Teknik Sipil (1)1.