

# **ANALISIS STRUKTUR BAJA BERDASARKAN SNI 1726-2002 DAN SNI 1726-2012 PADA PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR PENELITIAN PERIKANAN TUNA DENPASAR – BALI**

Made Satria Nurjaya<sup>1</sup>, Ir. I Gusti Made Sudika, MT.<sup>2</sup>, Ni Kadek Astariani, ST, MT.<sup>2</sup>  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Ngurah Rai  
Jalan Padma Penatih Denpasar Timur, Indonesia  
Email : satriasmk@gmail.com

## **ABSTRAK**

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki intensitas tinggi terhadap kejadian gempa bumi. Indonesia memiliki peraturan yang mengatur tentang tata cara perencanaan ketahanan terhadap gempa, yaitu SNI 1726-2002. Namun setelah 10 tahun, tata cara ini dirubah dengan peraturan baru yang termuat dalam SNI 1726-2012. Gedung Kantor Penelitian Perikanan Tuna yang terletak di kota Denpasar merupakan struktur gedung yang direncanakan sebagai struktur baja pada kondisi tanah lunak. Tugas Akhir ini bertujuan untuk melakukan perbandingan antara kedua tata cara tersebut ditinjau dari perubahan gaya geser dasar seismik serta perubahan besarnya gaya dalam pada elemen struktur. Pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan program ETABS 2013 versi 13.1.1 dalam melakukan analisis. Hasil analisis dinamik, gaya geser dasar arah-X SNI 1726-2002 lebih besar 40,23% daripada gaya geser dasar arah-X SNI 1726-2012. Gaya geser dasar arah-Y SNI 1726-2002 lebih besar 37,99% daripada SNI 1726-2012. Hasil komparasi nilai simpangan antar lantai arah-X dan arah-Y SNI 1726-2002 lebih besar rata-rata 51,71% daripada SNI 1726-2012. Analisis momen dan gaya geser maksimum SNI 1726-2002 lebih besar dibandingkan SNI 1726-2012. Sebanyak 69,17% memiliki nilai momen maksimum lebih besar dan sebanyak 75,19% memiliki nilai gaya geser maksimum lebih besar. Sedangkan sebanyak 30,83% memiliki nilai momen maksimum yang sama dan sebanyak 24,81% memiliki nilai gaya geser maksimum yang sama. Pada penelitian ini struktur baja dibangun dengan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) pada kondisi tanah lunak dan wilayah gempa 5 berdasarkan SNI 1726-2002, masih aman dan memenuhi syarat jika di analisis ulang berdasarkan SNI 1726-2012.

**Kata Kunci** : ETABS, analisis dinamik, gaya geser dasar, simpangan antar lantai, SRPMK

## **1. PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki intensitas tinggi terhadap kejadian gempa bumi. Hal ini dapat terjadi karena letak Indonesia yang berada dalam pengaruh tiga lempeng besar dunia (lempeng samudera Indo-Australia, lempeng Eurasia dan lempeng samudera Pasifik) dan sembilan lempeng kecil lainnya saling bertemu di wilayah Indonesia dan membentuk jalur-jalur pertemuan lempeng yang kompleks (Bird, 2003).

Di Indonesia sendiri terdapat peraturan yang mengatur tentang tata cara perencanaan ketahanan terhadap gempa, yaitu yang termuat dalam SNI 1726-2002 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung. Namun setelah 10 tahun berjalan, tata cara ini dirubah seiring dengan keluarnya peraturan baru yang termuat dalam SNI 1726-2012 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Peraturan gempa tahun 2002 didasarkan pada gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun (probabilitas kejadian 10% dalam kurun waktu 50 tahun), sedangkan peraturan gempa 2012 dibuat berdasarkan gempa rencana dengan periode ulang 2500 tahun (probabilitas kejadian 2% dalam kurun waktu 50 tahun), sehingga nampak terjadi perubahan yang cukup signifikan ditinjau dari beban gempa rencana yang harus diberikan pada struktur. Meskipun demikian tidak selalu lokasi dengan tingkat resiko gempa tinggi menurut SNI 2002, mengalami kenaikan respon spektranya pula pada SNI 2012 (Yoyong & Iman, 2013).

Struktur gedung Kantor Penelitian Perikanan Tuna yang terletak di kota Denpasar merupakan struktur gedung yang direncanakan sebagai struktur baja. Pada tahap awal desain, struktur ini direncanakan terhadap beban gempa yang ditentukan dalam SNI 1726-2002. Namun seiring dengan perjalanan proses desain, terbitlah peraturan gempa baru SNI 1726-2012. Untuk mengakomodasi perubahan-perubahan terhadap beban gempa rencana, maka struktur tersebut harus didesain ulang guna mengetahui apakah bangunan tersebut masih layak layan sesuai aturan yang berlaku serta sesuai etika keprofesionalan.

Tugas Akhir ini bertujuan untuk melakukan perbandingan antara kedua tata cara tersebut ditinjau dari perubahan gaya geser dasar seismik serta perubahan besarnya gaya dalam pada beberapa elemen struktur gedung. Untuk lebih mempermudah dan mempercepat perhitungan penulis menggunakan metode respon spektrum dengan bantuan program ETABS 2013 versi 13.1.1 dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

## **2. KAJIAN PUSTAKA**

### **2.1 Pembebanan Gempa Berdasarkan SNI 1726-2002**

Berikut ringkasan ketentuan pembebanan gempa berdasarkan SNI 1726-2002.

### **A. Percepatan Respons Maksimum ( $A_m$ )**

Sesuai dengan Pasal 4.7.6 SNI 1726-2002, Faktor Respons Gempa C ditentukan oleh persamaan-persamaan sebagai berikut :

$$\text{Untuk } T < T_c : \quad C = A_m$$

$$\text{Untuk } T > T_c : \quad C = \frac{A_r}{T}$$

dengan

$$A_r = A_m T_c$$

### **B. Wilayah Gempa dan Respon Spektrum**

Indonesia ditetapkan terbagi dalam 6 Wilayah Gempa, di mana Wilayah Gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan Wilayah Gempa 6 dengan kegempaan paling tinggi. Pembagian Wilayah Gempa ini berdasarkan atas percepatan puncak batuan dasar akibat pengaruh Gempa Rencana dengan perioda ulang 500 tahun.

### **C. Jenis-Jenis Tanah**

Jenis tanah dikelompokkan menjadi 4 bagian, dengan pembagiannya berdasarkan besaran kecepatan rambat gelombang geser rata-rata ( $v_s$ ), nilai hasil test penetrasi standar rata-rata ( $N$ ), dan kuat geser niralir rata-rata.

### **D. Kategori Gedung**

Kategori Gedung ditentukan berdasarkan tingkat kepentingan gedung pasca terjadinya gempa. Pengaruh Gempa Rencana harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan,  $I$ .

### **E. Gaya Geser Dasar Gempa dan Beban Lateral Gempa**

Berdasarkan SNI 1726-2002, pasal 6.1, beban geser dasar nominal statik yang terjadi di tingkat dasar dapat dihitung menurut persamaan:

$$V = \frac{C_1 \cdot I}{R} \cdot W_t \quad (2.9)$$

Keterangan:

$C_1$  : Nilai faktor respons gempa dari spektrum respons Gempa Rencana

$R$  : Faktor reduksi gempa terhadap elastisitas, beban nominal dan faktor daktilitas struktur

$I$  : Faktor keutamaan gedung

$W_t$  : Berat total struktur, dimana meliputi balok, kolom, plat lantai, atap.

### **F. Waktu Getar Alami Fundamental**

Sesuai pasal 6.2, waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan dalam arah masing-masing sumbu utama dapat ditentukan dengan rumus Rayleigh sebagai berikut:

$$T_R = 6,3 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i d_i}} \quad (2.11)$$

Dimana,

$g$  = 9,81 m/det<sup>2</sup>

$W_i$  = Berat beban lantai

$F_i$  = Gaya gempa pada lantai-i

$d_i$  = Simpangan pada lantai-i

## 2.2 Pembebanan Gempa Berdasarkan SNI 1726-2012

Berikut ringkasan ketentuan pembebanan gempa berdasarkan SNI 1726-2012.

### A. Wilayah Gempa Dan Respons Spektrum

Terdapat 2 buah peta Wilayah Gempa, yaitu untuk gempa dengan periode sangat singkat ( $T=0,2$  detik), dan gempa dengan periode 1 detik ( $T=1$  detik). Grafik respons spektrum tidak disediakan, melainkan harus dirancang sendiri menggunakan parameter-parameter percepatan yang dapat dihitung berdasarkan wilayah gempa dan struktur gedung yang akan di bangun.

### B. Jenis-Jenis Tanah

Sesuai pasal 5.3, jenis tanah dikelompokkan menjadi 6 bagian, dengan pembagiannya berdasarkan besaran kecepatan rambat gelombang geser rata-rata ( $v_s$ ), nilai hasil test penetrasi standar rata-rata ( $N$ ), dan kuat geser niralir rata-rata.

### C. Kategori Gedung

Sesuai pasal 4.1.2 yang menentukan kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung. Pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan.

### D. Kategori Desain Gempa

Sesuai pasal 6.5, struktur harus memiliki suatu kategori desain seismik yang mengikuti pasal ini. Ketentuan mengenai syarat kekuatan dan pendetailan tulangan serta fleksibilitas ketidak beraturan bentuk hubungan dan limitasi tinggi pada SNI 1726-2012 diatur dalam kriteria perancangan baru yang disebut Kategori Desain Gempa (*Seismic Design Category*) dan dikaitkan dengan Kategori Hunian.

### **E. Gaya Geser Dasar Gempa dan Beban Lateral Gempa**

Sesuai pasal 7.8, gaya dasar seismik,  $V$ , dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$V = C_s \cdot W \quad (2.20)$$

Keterangan :

$C_s$  : koefisien respons seismik

$W$  : berat seismik efektif

### **F. Waktu Getar Alami Fundamental**

Sesuai pasal 7.8.2, perioda struktur fundamental,  $T$ , yang ditinjau harus diperoleh dengan menggunakan properti struktur dan karakteristik deformasi elemen penahan dalam analisis yang teruji. Perioda fundamental,  $T$ , tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada perioda yang dihitung ( $C_u$ ) dan perioda fundamental pendekatan ( $T_a$ ).

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

Keterangan :

$h_n$  : ketinggian struktur di atas dasar sampai tingkat

## **3. METODE PENELITIAN**

Struktur gedung Kantor Penelitian Perikanan Tuna yang terdiri dari 4 lantai, berlokasi di kota Denpasar dan berdiri pada lapisan tanah lunak, akan dianalisis secara dinamik (menggunakan metode respon spektrum) dan secara statik ekuivalen menggunakan dua macam beban gempa yang merujuk pada SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012. Tipe struktur yang dipilih adalah Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Denah lantai struktur beton dimulai dari lantai 2 hingga lantai 4 dan struktur balok & kolom menggunakan baja tipe WF.

Tinggi setiap lantai sama, yaitu 3,45 m. Tinggi total struktur adalah 13,80 m dihitung dari taraf penjepitan lateral. Faktor modifikasi respon diambil sebesar 8,50 untuk model SNI 2002, dan sebesar 8,00 untuk model SNI 2012. Faktor keutamaan untuk kedua model diambil sama yaitu sebesar 1,00.

Pemodelan struktur dan analisis ketahanan terhadap gempa dilakukan dengan menggunakan program ETABS versi 13.1.1. Model struktur akan dibagi menjadi 2 bagian yaitu pemodelan untuk perhitungan atap dan pemodelan untuk perhitungan pelat-balok-kolom.

## **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Hasil Perancangan Gording :**

Menurut SNI 1729-2002 pada 6.4.3, batas lendutan maksimum untuk beban tetap adalah :

$$L = 2,5 \text{ m} = 2500 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{max}} &= \frac{L}{240} = \frac{2500}{240} \\ &= 10,4167 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{ux} &= 73,36 \text{ kg/m} \\ &= 0,7194 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{uy} &= 104,77 \text{ kg/m} \\ &= 1,0274 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

$$P_{ux} = 57,36 \text{ kg} = 562,49 \text{ N}$$

$$P_{uy} = 81,92 \text{ kg} = 803,31 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \Delta_x &= \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{ux} \cdot L^4}{E \cdot I_x} + \frac{1}{48} \cdot \frac{P_{ux} \cdot L^3}{E \cdot I_x} \\ &= \frac{5}{384} \cdot \frac{0,7194 \cdot 2500^4}{(2 \cdot 10^5) \cdot (364 \cdot 10^4)} + \\ &\quad \frac{1}{48} \cdot \frac{562,49 \cdot 2500^3}{(2 \cdot 10^5) \cdot (364 \cdot 10^4)} \\ &= 0,7541 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_y &= \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{uy} \cdot L^4}{E \cdot I_y} + \frac{1}{48} \cdot \frac{P_{uy} \cdot L^3}{E \cdot I_y} \\ &= \frac{5}{384} \cdot \frac{1,0274 \cdot 2500^4}{(2 \cdot 10^5) \cdot (364 \cdot 10^4)} + \\ &\quad \frac{1}{48} \cdot \frac{803,31 \cdot 2500^3}{(2 \cdot 10^5) \cdot (364 \cdot 10^4)} \\ &= 9,0750 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta &= \sqrt{\Delta_x^2 + \Delta_y^2} \\ &= \sqrt{0,7541^2 + 9,0750^2} \\ &= 9,1063 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\Delta < \Delta_{\text{max}}$$

9,1063 mm < 10,4167 mm ~ OK

Dari analisis perancangan gording di atas, maka gording dengan profil **C 120.55.7.9** memenuhi syarat dan dapat digunakan.

#### **4.2 Hasil Perancangan Kuda-kuda :**

Analisis perancangan kuda-kuda akan dibantu dengan program ETABS dengan metode 2 dimensi (2D). Dengan kombinasi pembebanan berikut :

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6 L + 0,5 H
3. 1,2D + 1,6 H + 0,8 W
4. 1,2D + 1,3 W + 0,5 L + 0,5 H
5. 1,2D ± 0,5 L
6. 0,9D ± 1,3W

Hasil perancangan dimensi struktur kuda-kuda yang diperoleh melalui proses coba-coba atau *trial and error* pada ETABS, menunjukkan bahwa struktur dengan penampang **WF 200.100.5,5.8** telah memenuhi syarat *Stress Ratio* yaitu kurang dari atau sama dengan 1 (SNI 1729-2002 pasal 8.1.1).

#### **4.3 Perancangan Berdasarkan SNI 1726-2002**

Pada tahap perancangan berdasarkan SNI 1726-2002 ini, terdiri dari tahapan menghitung pembebanan gempa, merancang struktur portal, hingga tahap analisis hasil.

##### **A. Perhitungan Beban Gempa (SNI 2002)**

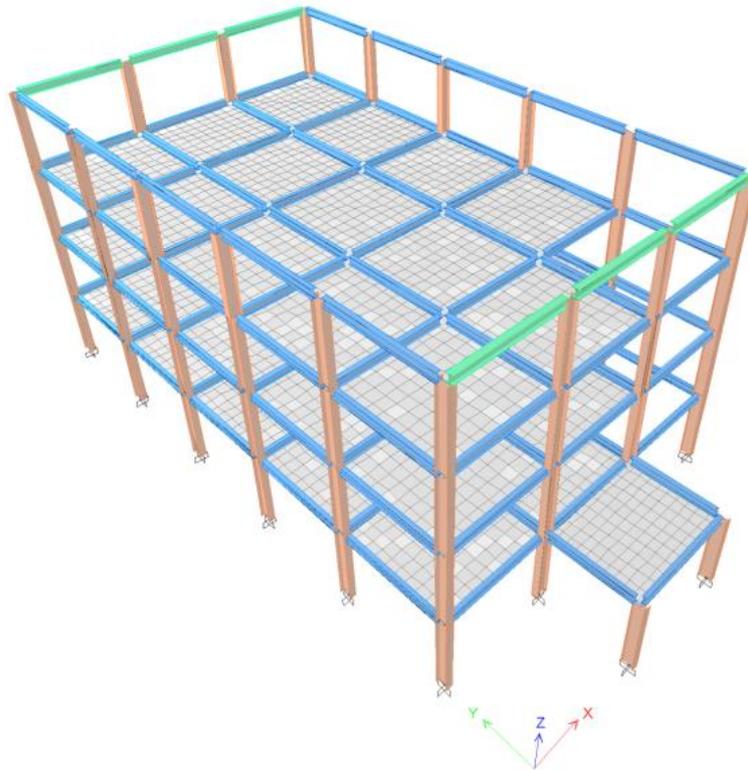
Kota Denpasar berdasarkan peta zonasi gempa pada SNI 1726-2002 digolongkan ke dalam Wilayah Gempa 5, dengan percepatan puncak batuan dasar sebesar 0,25g, dan bangunan berada pada lapisan tanah lunak. Kurva respon spektrum dapat dilihat pada SNI 1726-2002.

##### **B. Perancangan Portal (SNI 2002)**

Struktur portal dianalisis dengan model 3 dimensi pada program ETABS dengan kombinasi pembebanan yang sesuai dengan SNI 1729-2002 pasal 6.2.2 serta arah pembebanan gempa sesuai dengan SNI 1726-2002 pasal 5.8.2 adalah sebagai berikut :

1. 1,4D

2.  $1,2D + 1,6L + 0,5H$
3.  $1,2D + 1,6H + 0,5L$
4.  $1,2D + 1,3W + 0,5L + 0,5H$
5.  $1,2D \pm 1,0E + 0,5L$
6.  $0,9D \pm 1,0E$

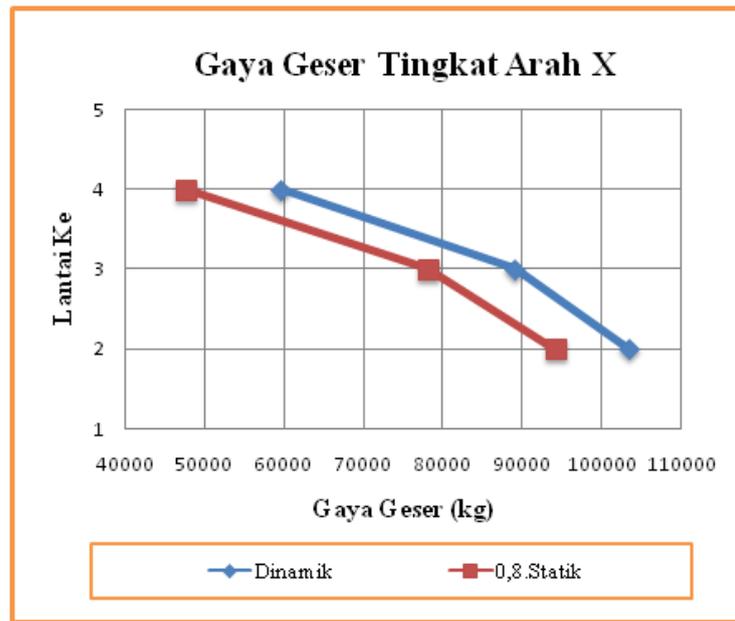


**Gambar 1** 3D Modeling Hasil Analisis ETABS

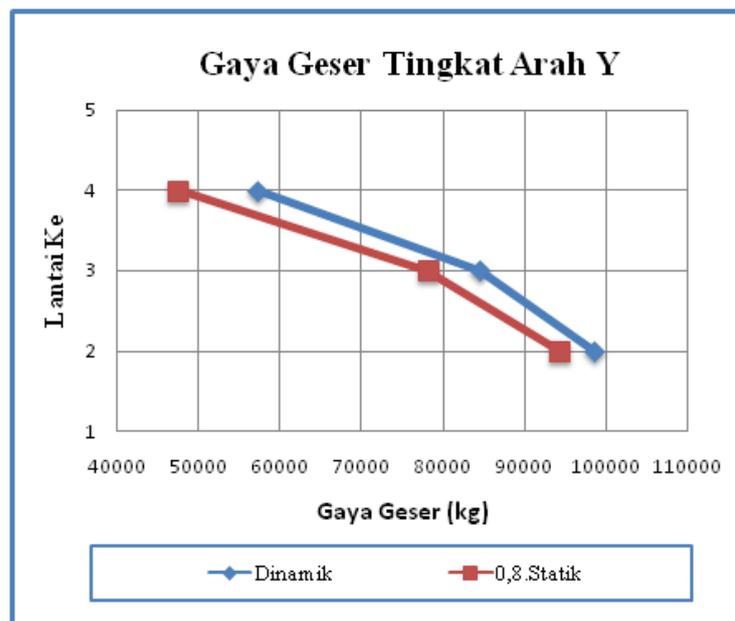
Dari hasil analisis bahwa semua elemen struktur (balok dan kolom) yang telah didesain oleh program ETABS pada model struktur baja telah memenuhi kriteria kekuatan elemen struktur dengan *Stress Ratio* kurang dari atau sama dengan 1 (SNI 1729-2002 pasal 8.1.1).

### **C. Analisis Ketahanan Gempa (SNI 2002)**

Dari hasil analisis untuk kesemua arah gaya geser tiap lantai yang dihasilkan dari analisis dinamis sudah memenuhi syarat  $V$  (Dinamik)  $\geq 0,8 \cdot V_i$  (Statik) (untuk SNI 1726-2002 pasal 7.1.3).



**Gambar 2** Gaya Geser Tingkat Arah X



**Gambar 3** Gaya Geser Tingkat Arah Y

Waktu Getar Alami (T-Rayleigh) :

Sesuai SNI 1726-2002 Pasal 6.2.1 dan Pasal 6.2.2. Untuk struktur beraturan dalam arah utama ditentukan dengan rumusan Rayleigh.

$$1,2 \cdot T_{RX} \geq T_2 \geq 0,8 \cdot T_{RX}$$

$$1,072 \text{ dtk} \geq 0,904 \text{ dtk} \geq 0,715 \text{ dtk}$$

~ maka memenuhi syarat

$$1,2 \cdot T_{RY} \geq T1 \geq 0,8 \cdot T_{RY}$$

$$1,049 \text{ dtk} \geq 0,910 \text{ dtk} \geq 0,699 \text{ dtk}$$

~ maka memenuhi syarat

Simpangan Antar Lantai :

Simpangan antarlantai berdasarkan kinerja batas layan ( $\Delta_s$ ) SNI 1726-2002 pasal 8.1, simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui  $0,03/R$  kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm (pakai nilai lebih kecil). Sedangkan simpangan antarlantai berdasarkan kinerja batas ultimit ( $\Delta_m$ ) SNI 1726-2002 pasal 8.2, dikalikan dengan faktor pengali untuk struktur gedung beraturan  $\xi = 0,7 R$ . Simpangan antarlantai tidak boleh melampaui 0,02 kali tinggi tingkat.

#### **D. Analisis Momen dan Gaya Geser Elemen Struktur (SNI 2002)**

Analisis dilakukan dengan mengambil elemen struktur (kolom & balok) yang memiliki nilai momen dan gaya geser yang paling besar berdasarkan pembebanan/kombinasi pembebanan (*Load Case/Combo*).

Dari hasil analisis diketahui bahwa momen maksimum dan gaya geser maksimum pada setiap batang balok ataupun kolom tidak dihasilkan dari pembebanan/kombinasi pembebanan yang selalu sama.

### **4.4 Perancangan Berdasarkan SNI 1726-2012**

Pada tahap perancangan berdasarkan SNI 1726-2012 ini sama seperti SNI 1726-2002, terdiri dari tahapan menghitung pembebanan gempa, merancang struktur portal, hingga tahap analisis hasil.

#### **A. Perhitungan Beban Gempa Dari Hitung Manual (SNI 2012)**

Berdasarkan SNI 1726-2012, respon spektrum rencana desain harus dibuat terlebih dahulu. Data percepatan batuan dasar yang berada di kota Denpasar adalah  $S_s = 0,977$  dan  $S_1 = 0,362$ . Dengan melakukan tahapan dalam membuat spektrum respons desain berdasarkan SNI 1726-2012 pasal 6.4.

#### **B. Perhitungan Beban Gempa Dari Data Puskim (SNI 2012)**

Perhitungan beban gempa ini diambil dari halaman web Pusat Perancangan dan Pengembangan Permukiman - Kementerian Pekerjaan Umum.

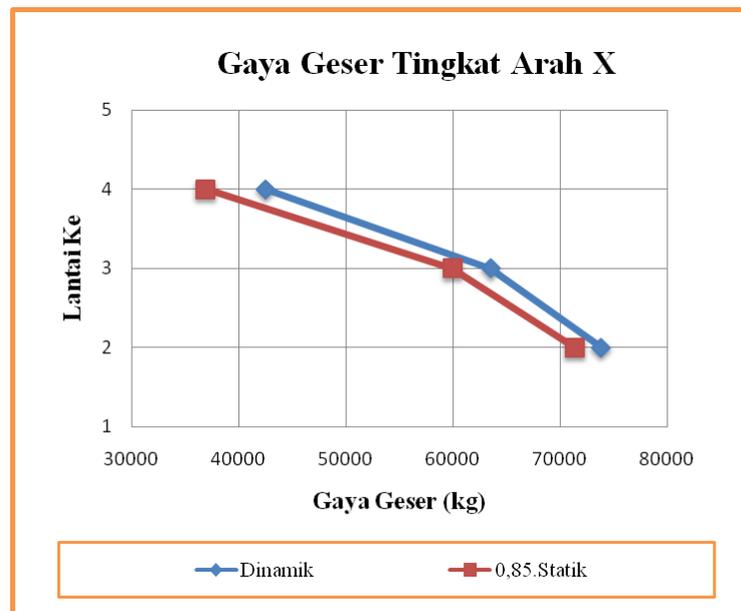
([http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain\\_spektra\\_indonesia\\_2011/](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/)). Lokasi yang diambil adalah lokasi yang sesuai dengan lokasi gedung pada perhitungan beban gempa (manual) yaitu (Lat: -8,7043847 ; Long: 115,2328649).

### C. Perancangan Portal (SNI 2012)

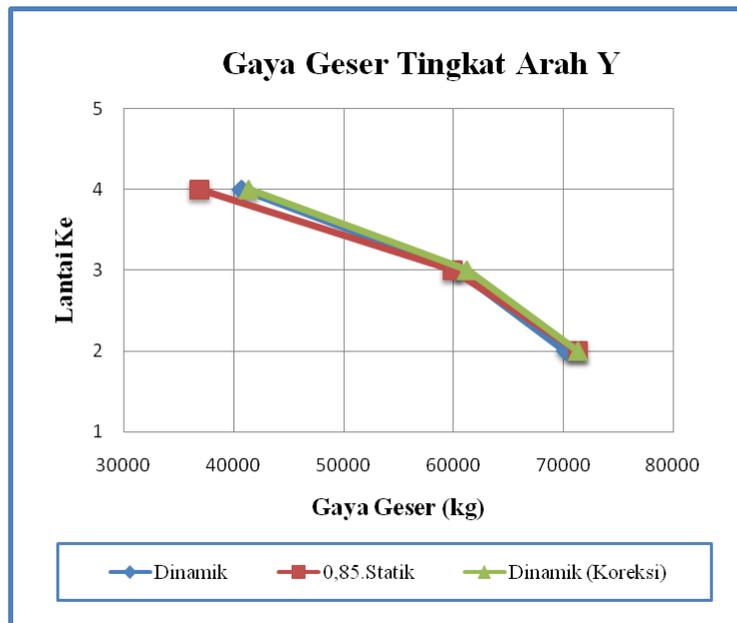
Setelah mendapatkan desain struktur yang sudah memenuhi syarat berdasarkan SNI 1729-2002 dan SNI 1726-2002, maka profil penampang struktur dari desain tersebut akan dianalisis kembali dengan beban gempa yang baru berdasarkan SNI 1726-2012.

### D. Analisis Ketahanan Gempa (SNI 2012)

Dari hasil analisis bahwa untuk gaya geser dasar arah-X yang dihasilkan dari analisis dinamik memiliki nilai lebih besar dari  $0,85 \cdot V_i$  (untuk SNI 1726-2012) sehingga memenuhi syarat dan tidak diperlukan faktor skala. Sedangkan untuk gaya geser dasar arah-Y nilai gaya geser analisis dinamik masih lebih kecil dari  $0,85 \cdot V_i$  (untuk SNI 1726-2012), sehingga tidak memenuhi syarat dan diperlukan faktor skala.



**Gambar 4** Gaya Geser Tingkat Arah X



**Gambar 5** Gaya Geser Tingkat Arah Y

Simpangan Antar Lantai :

Kontrol simpangan antar lantai berdasarkan SNI 1726-2012 pasal 7.8.6 ditentukan berdasarkan simpangan antar lantai tingkat desain ( $\Delta$ ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau.

Nilai  $C_d$  diambil sebesar 5,5, dan faktor keutamaan,  $I_e$  diambil sama dengan 1,0. Simpangan antar lantai yang diijinkan berdasarkan kategori resiko II adalah  $\Delta_a = 0,025 \cdot h_{sx}$ . Untuk Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), Kategori Desain Seismik = D, maka nilai  $\Delta_a$  harus dibagi dengan  $\rho = 1,3$ .

#### **E. Analisis Momen dan Gaya Geser Elemen Struktur (SNI 2012)**

Analisis dilakukan dengan mengambil elemen struktur (kolom & balok) yang memiliki nilai momen dan gaya geser yang paling besar berdasarkan pembebanan/kombinasi pembebanan (*Load Case/Combo*).

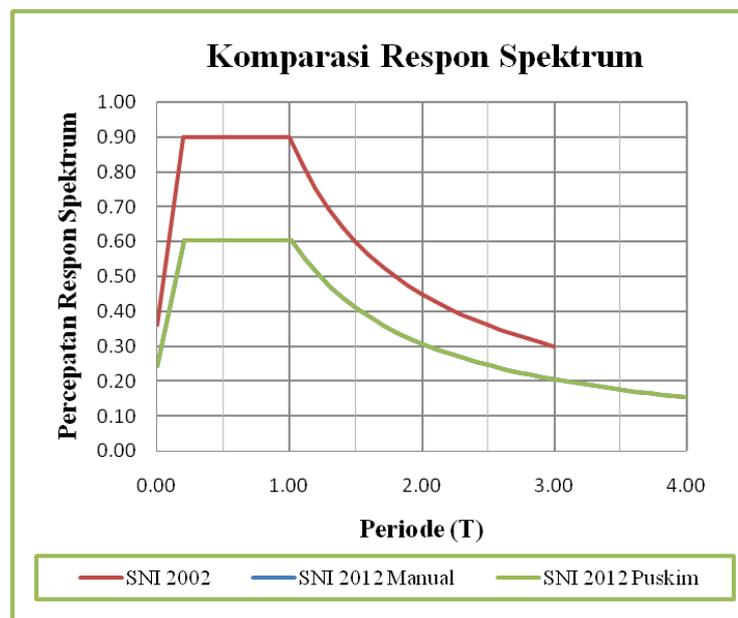
Dari hasil analisis diketahui bahwa momen maksimum dan gaya geser maksimum pada setiap batang balok ataupun kolom tidak dihasilkan dari pembebanan/kombinasi pembebanan yang selalu sama.

### **4.5 Komparasi Hasil dan Pembahasan**

Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisa beban gempa rencana dari SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012 maka hasil yang akan ditampilkan adalah komparasi gaya akibat beban gempa rencana (beban gempa arah X dan beban gempa arah Y) dari kedua peraturan tersebut. Komparasi dilakukan terhadap Perhitungan Beban Gempa, Perancangan Struktur Portal, Analisis Ketahanan Gempa, dan Analisis Momen dan Gaya Geser Elemen Struktur.

#### A. Komparasi Hasil dan Pembahasan Perhitungan Beban Gempa

Komparasi dilakukan guna mengetahui bentuk dan nilai pada beban gempa rencana yang akan digunakan untuk perancangan struktur portal. Pada Gambar 6 berikut akan ditampilkan komparasi dari respon spektrum rencana tersebut.



**Gambar 5** Komparasi Respon Spektrum Gempa (SNI 2002) dan (SNI 2012)

Pada Gambar 4.39 dapat dilihat bahwa nilai dari respon spektrum berdasarkan SNI 2002 lebih besar daripada SNI 2012. Dapat dilihat pula bahwa grafik SNI 2012 berdasarkan hitungan manual dan puskim memiliki nilai hampir sama sehingga kurva terlihat berhimpitan.

#### B. Komparasi Hasil dan Pembahasan Perancangan Struktur Portal

Perbandingan dilihat pada hasil *Stress Ratio* elemen struktur dari kedua desain tersebut, apakah nilai *Stress Ratio* dari kedua SNI tersebut berbeda atau sama dan jika berbeda seberapa besar perbedaannya.

Dari hasil analisis didapat bahwa sebagian besar *Stress Ratio* elemen struktur desain awal berdasarkan SNI 1726-2002 memiliki nilai lebih besar daripada desain berdasarkan SNI 1726-2012. Dari total jumlah elemen struktur yang ada, persentase *Stress Ratio* yang memiliki nilai lebih besar adalah sebesar 93,72%. Sedangkan persentase *Stress Ratio* yang memiliki nilai sama besar sebanyak 6,28%.

### C. Komparasi Hasil dan Pembahasan Analisis Ketahanan Gempa

Perbandingan dilihat pada hasil dari gaya geser dasar dan simpangan antar lantai dari kedua desain tersebut.

**Tabel 1** Komparasi Gaya Geser Statik Arah X

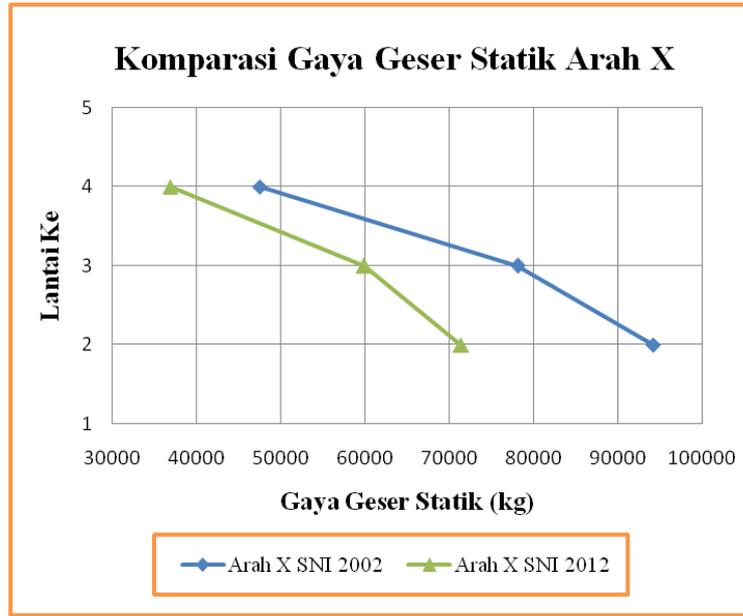
Lantai	Gaya Geser Statik (kg) Arah X SNI 1726		Ket. SNI 2002 Terhadap SNI 2012	
	2002	2012		
LANTAI4	47507.65	36890.37	Lebih Besar	28.78%
LANTAI3	78110.44	59907.63	Lebih Besar	30.38%
LANTAI2	94171.78	71346.56	Lebih Besar	31.99%

(Sumber : Hasil Analisis)

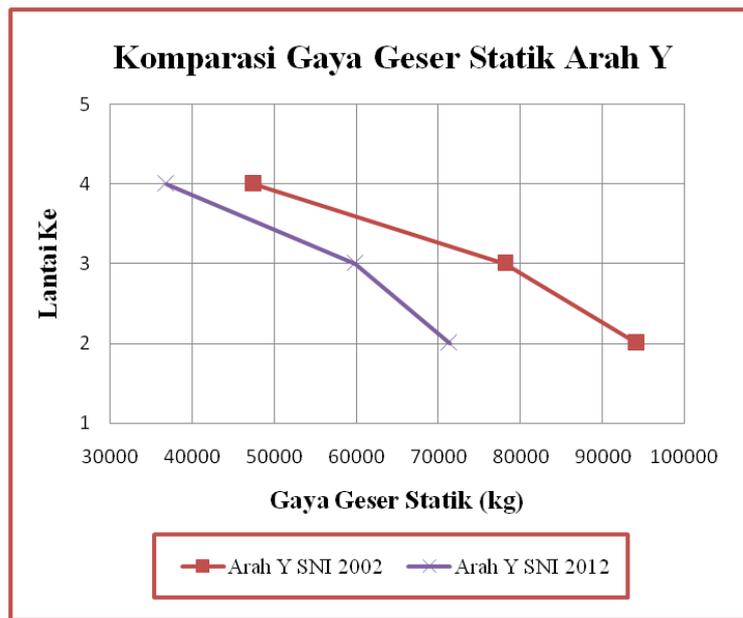
**Tabel 2** Komparasi Gaya Geser Statik Arah Y

Lantai	Gaya Geser Statik (kg) Arah Y SNI 1726		Ket. SNI 2002 Terhadap SNI 2012	
	2002	2012		
LANTAI4	47507.65	36890.37	Lebih Besar	28.78%
LANTAI3	78110.44	59907.63	Lebih Besar	30.38%
LANTAI2	94171.78	71346.56	Lebih Besar	31.99%

(Sumber : Hasil Analisis)



**Gambar 6** Grafik Perbandingan Gaya Geser Statik SNI 2002 dengan SNI 2012 Arah X



**Gambar 7** Grafik Perbandingan Gaya Geser Statik SNI 2002 dengan SNI 2012 Arah Y

Dari hasil komparasi pada Tabel 1, Tabel 2, Gambar 6, dan Gambar 7 dapat dilihat bahwa gaya geser tiap lantai berdasarkan SNI 1726-2002 memiliki nilai lebih besar daripada SNI 1726-2012. Gaya geser tiap lantai SNI 1726-2002 arah-X dan arah-Y memiliki nilai persentase rata-rata lebih besar 30,29%. Hal ini dikarenakan pada respon spektrum SNI 1726-2002 memiliki nilai lebih besar daripada SNI 1726-2012.

**Tabel 3** Komparasi Gaya Geser Dinamik Arah X

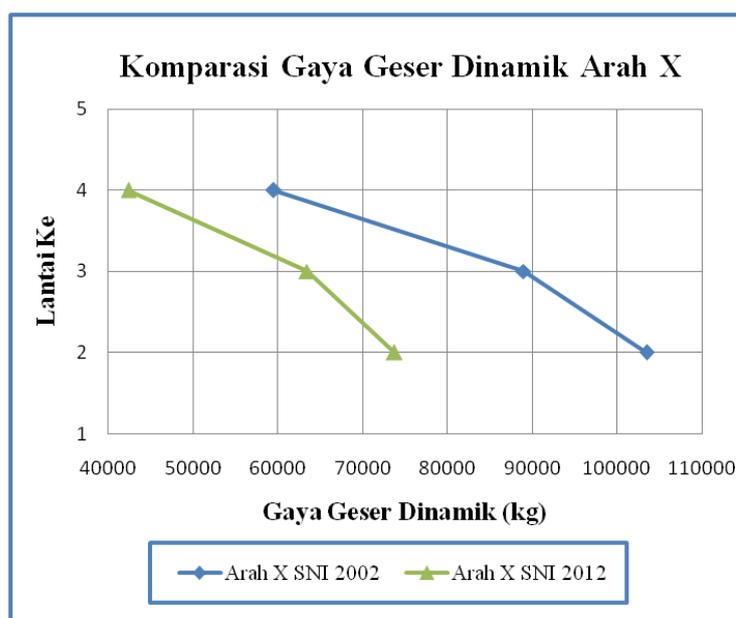
Lantai	Gaya Geser Dinamik (kg) Arah X SNI 1726		Ket. SNI 2002 Terhadap SNI 2012	
	2002	2012		
LANTAI4	59519.53	42443.11	Lebih Besar	40.23%
LANTAI3	88995.83	63462.53	Lebih Besar	40.23%
LANTAI2	103489.52	73797.91	Lebih Besar	40.23%

(Sumber : Hasil Analisis)

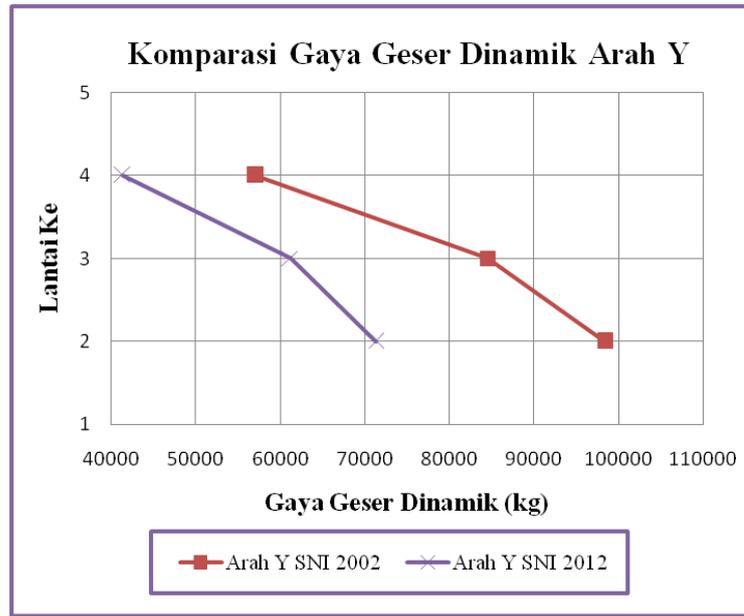
**Tabel 4** Komparasi Gaya Geser Dinamik Arah Y

Lantai	Gaya Geser Dinamik (kg) Arah Y SNI 1726		Ket. SNI 2002 Terhadap SNI 2012	
	2002	2012		
LANTAI4	57110.05	41387.59	Lebih Besar	37.99%
LANTAI3	84499.87	61236.96	Lebih Besar	37.99%
LANTAI2	98449.95	71346.56	Lebih Besar	37.99%

(Sumber : Hasil Analisis)



**Gambar 6** Grafik Perbandingan Gaya Geser Dinamik SNI 2002 dengan SNI 2012 Arah



**Gambar 7** Grafik Perbandingan Gaya Geser Dinamik SNI 2002 dengan SNI 2012  
Arah Y

Dari hasil komparasi pada Tabel 4.38, Tabel 4.39, Gambar 4.42, dan Gambar 4.43 dapat dilihat bahwa gaya geser tiap lantai berdasarkan SNI 1726-2002 memiliki nilai lebih besar daripada SNI 1726-2012. Gaya geser tiap lantai SNI 1726-2002 arah-X memiliki nilai persentase rata-rata lebih besar 40,23%, sedangkan untuk arah-Y 37,99%.

Simpangan Antar Lantai :

Perbandingan simpangan antar lantai terhadap ketinggian gedung berdasarkan SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012 diperlihatkan pada Tabel 5 untuk arah X dan Tabel 6 untuk arah Y, serta dapat dilihat pada Gambar 8. Perbandingan berdasarkan SNI 1726-2002 dilakukan pada kinerja batas ultimit, sedangkan berdasarkan SNI 1726-2012 dilakukan pada tingkat ijin.

**Tabel 5** Komparasi Simpangan Antar Lantai Arah X

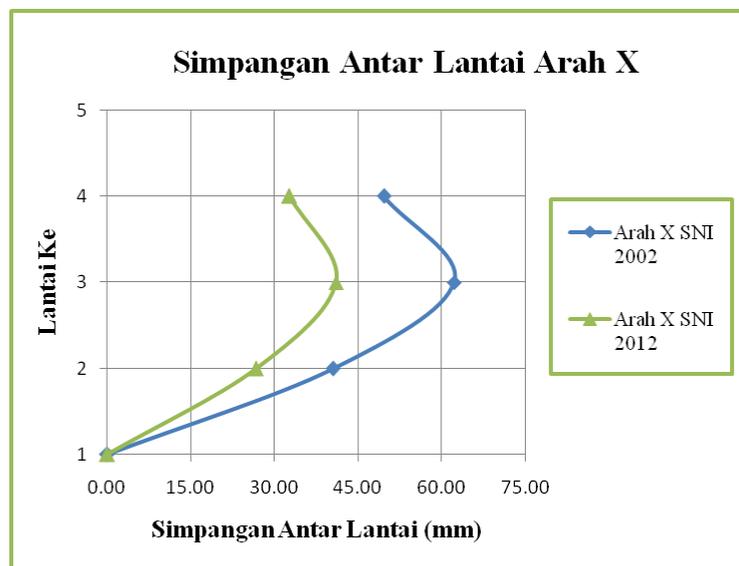
Lantai	Simpangan (mm) Arah X SNI 1726		Ket. SNI 2002 Terhadap SNI 2012	
	2002	2012		
LANTAI4	49.60	32.69	Lebih Besar	51.72%
LANTAI3	62.17	40.98	Lebih Besar	51.71%
LANTAI2	40.50	26.70	Lebih Besar	51.71%

(Sumber : Hasil Analisis)

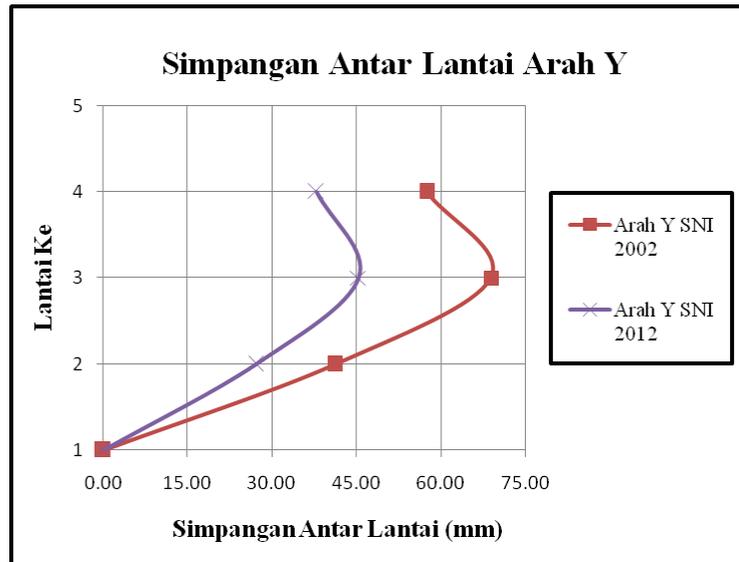
**Tabel 6** Komparasi Simpangan Antar Lantai Arah Y

Lantai	Simpangan (mm) Arah Y SNI 1726		Ket. SNI 2002 Terhadap SNI 2012	
	2002	2012		
LANTAI4	57.49	37.90	Lebih Besar	51.71%
LANTAI3	68.82	45.36	Lebih Besar	51.71%
LANTAI2	41.11	27.10	Lebih Besar	51.70%

(Sumber : Hasil Analisis)



**Gambar 8** Grafik Perbandingan Simpangan Antar Lantai SNI 2002 dengan SNI 2012  
Arah X



**Gambar 9** Grafik Perbandingan Simpangan Antar Lantai SNI 2002 dengan SNI 2012 Arah Y

Dari hasil komparasi pada Tabel 5, Tabel 6, Gambar 8, dan Gambar 9 dapat dilihat bahwa pada simpangan antar lantai berdasarkan SNI 1726-2002 memiliki nilai lebih besar daripada simpangan antar lantai berdasarkan SNI 1726-2012. Simpangan antar lantai SNI 1726-2002 arah-X dan arah-Y memiliki nilai persentase rata-rata lebih besar 51,71%.

Nilai simpangan antar lantai arah-Y selalu memiliki nilai lebih besar daripada simpangan antar lantai arah-X pada peraturan yang sama. Nilai simpangan antar lantai pada lantai ketiga selalu memiliki nilai lebih besar pada seluruh arah dan peraturan.

#### **D. Komparasi Hasil dan Pembahasan Analisis Momen & Gaya Geser Elemen Struktur**

Komparasi hasil dilakukan dengan membandingkan hasil momen dan gaya geser paling besar pada setiap elemen struktur dari kedua peraturan tersebut.

Dari hasil komparasi didapat rata-rata nilai momen maksimum dan gaya geser maksimum berdasarkan SNI 1726-2002 lebih besar daripada momen maksimum dan gaya geser maksimum berdasarkan SNI 1726-2012. Sebanyak 69,17% nilai momen maksimum yang lebih besar dan sebanyak 75,19% gaya geser maksimum lebih besar.

Sebagian kecil nilai momen maksimum dan gaya geser maksimum berdasarkan SNI 1726-2002 sama dengan nilai momen maksimum dan gaya geser maksimum berdasarkan SNI 1726-2012. Sebanyak 30,83% momen maksimum yang sama dan sebanyak 24,81% gaya geser maksimum yang sama.

Tidak terdapat nilai momen maksimum dan gaya geser maksimum berdasarkan SNI 1726-2002 lebih kecil daripada SNI 1726-2012.

## **5. PENUTUP**

### **5.1 Simpulan**

Dari hasil analisis terhadap struktur bangunan Gedung Kantor Penelitian Perikanan Tuna, maka dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut :

1. Persentase *Stress Ratio* berdasarkan SNI 1726-2002 dominan lebih besar daripada berdasarkan SNI 1726-2012. Persentase *Stress Ratio* yang lebih besar sebanyak 93,72% dari jumlah total elemen struktur, sedangkan persentase *Stress Ratio* yang sama besar sebanyak 6,28% dari jumlah total elemen struktur.
2. Secara statik ekuivalen, gaya geser dasar arah-X dan arah-Y berdasarkan SNI 1726-2002 lebih besar 31,99% dari pada gaya geser dasar arah-X dan arah-Y berdasarkan SNI 1726-2012.
3. Dari hasil analisis dinamik dengan metode analisis ragam spektrum respon, gaya geser dasar arah-X berdasarkan SNI 1726-2002 lebih besar 40,23% daripada gaya geser dasar arah-X berdasarkan SNI 1726-2012. Sedangkan pada gaya geser dasar arah-Y berdasarkan SNI 1726-2002 lebih besar 37,99% daripada gaya geser dasar arah-Y berdasarkan SNI 1726-2012.
4. Dari hasil pemeriksaan komparasi terhadap simpangan antar lantai, nilai simpangan antar lantai arah-X dan arah-Y berdasarkan SNI 1726-2002 lebih besar rata-rata 51,71% daripada nilai simpangan antar lantai arah-X dan arah-Y berdasarkan SNI 1726-2012.
5. Hasil analisis momen dan gaya geser maksimum berdasarkan SNI 1726-2002 lebih besar dibandingkan dengan SNI 1726-2012. Sebanyak 69,17% momen maksimum yang lebih besar dan sebanyak 75,19% gaya geser maksimum lebih besar. Sedangkan sebanyak 30,83% momen maksimum yang sama dan sebanyak 24,81% gaya geser maksimum yang sama. Tidak terdapat nilai momen ataupun gaya geser maksimum yang lebih kecil berdasarkan SNI 1726-2002.
6. Pada penelitian ini struktur baja dibangun dengan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) pada kondisi tanah lunak dan wilayah gempa 5 berdasarkan SNI 1726-2002, masih aman dan memenuhi syarat jika di analisis ulang berdasarkan SNI 1726-2012.

## 5.2 Saran

Dari hasil analisis terhadap struktur bangunan Gedung Kantor Penelitian Perikanan Tuna, maka penulis dapat memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih umum sebaiknya penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan meninjau semua kondisi tanah, wilayah gempa, dan objek penelitian (bangunan) yang berbeda.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat ditinjau nilai respon spektrum berdasarkan SNI 1726-2012 yang lebih besar, sehingga diketahui gedung tinjauan masih aman atau tidak. Jika tidak aman maka dapat dicari solusinya.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada struktur yang memiliki konfigurasi yang tidak simetris (gedung tidak beraturan).
4. Penelitian selanjutnya dapat diterapkan pada bangunan pencakar langit. Juga dapat dilakukan penelitian pada jenis struktur beton.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1984. *Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI)*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan : Bandung.
- Anugrah Pamungkas, Erny Harianti. 2009. *Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa*. ITS Press. Surabaya.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI – 1726 – 2002)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI 03 - 1729 - 2002)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03 – 2847 - 2002)*. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 03- 1726 - 2012)*. Jakarta.
- Cornelis Remigildus. 2014. *Analisis Perbandingan Gaya Geser Tingkat, Gaya Geser Dasar, Perpindahan Tingkat Dan Simpangan Antar Tingkat Akibat Beban Gempa Berdasarkan Peraturan Gempa SNI 1726-2002 Dan SNI 1726-2012*. Nusa Tenggara Timur
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*. Bandung.

- Indarto H, Tri Cahyo H., Putra Adi. 2013. *Aplikasi SNI Gempa 1726:2012 for Dummies*. Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Setiawan Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*. Erlangga. Semarang.
- Setiawan Agustinus A. 2014. *Studi Perbandingan Gaya Geser Dasar Seismik Berdasarkan SNI 1726-2002 Dan SNI 1726-2012 Studi Kasus Struktur Gedung Grand Edge Semarang*. Semarang
- Wijaya Geraldie L. 2011. *Studi Perbandingan Gaya Gempa Pada Bangunan Tingkat Rendah Di Jakarta Berdasarkan SNI 1726-1989, SNI 1726-2002, Dan SNI 1726-2011*. Jakarta