

## PERBANDINGAN TULANGAN LENTUR PADA GEDUNG FAKULTAS PSIKOLOGI UNIVERSITAS SEMARANG DENGAN MEMBANDINGKAN PERATURAN SNI GEMPA 2012 DENGAN SNI GEMPA 2019

<sup>1</sup> Ngudi Hari Crista, <sup>2</sup> Trias Widorini, <sup>3</sup> Lila Anggraini

Teknik Sipil, Teknik, Universitas Semarang  
[ngudihari\\_crista@usm.ac.id](mailto:ngudihari_crista@usm.ac.id)

### RINGKASAN

Mengingat beberapa tahun terakhir telah banyak gempa besar yang terjadi di Indonesia. Sebagai contoh, gempa Aceh pada tahun 2004, gempa Jogja pada tahun 2006, gempa Padang dan Bengkulu pada tahun 2007. Dari gempa tersebut menyebabkan banyak terjadi kerusakan pada struktur bangunan. Setelah dilakukan kajian yang mendalam tentang hal ini, bahwa gempa besar yang terjadi ternyata terjadi karena percepatan batuan dasar lebih besar daripada percepatan batuan dasar yang telah ditetapkan dalam peta gempa SNI 03-1726-2012. Berdasarkan penemuan tersebut menyebabkan peta gempa SNI 03-1726-2012 dinilai sudah tidak sesuai lagi di-aplikasikan sebagai pedoman perencanaan struktur tahan gempa. Karena suatu peraturan gempa terbaru muncul dan diberlakukan, maka hal tersebut mengakibatkan perlunya revisi atau peninjauan ulang bangunan-bangunan yang sudah berdiri untuk dikaji ulang menggunakan peraturan terbaru.

Dengan adanya peraturan terbaru (RSNI 03-1726-2019) maka semua bangunan yang direncanakan dengan peraturan lama (SNI 03-1726-2012) perlu adanya evaluasi perhitungan pengaruh gempa bangunan lama terhadap peraturan terbaru. Oleh karena itu, setelah dilakukan penelitian dengan membandingkan Prilaku struktur antara kedua peraturan tersebut pada bangunan gedung perkuliahan fakultas psikologi USM pada gedung T dengan membandingkan antara SNI 03- 1726-2012 dengan SNI 03-1726-2019 didapat hasil perbandingan pada kolom kebutuhan tulangan longitudinal mengalami kenaikan sebesar 50 % dan kebutuhan tulangan geser mengalami kenaikan 12,04 % , Sedangkan untuk perbandingan balok kebutuhan tulangan longitudinal mengalami kenaikan pada tulangan lapangan sebesar 25 % , serta tulangan geser mengalami kenaikan 25 %

**Kata kunci :** Perbandingan gempa Psikologi,, Lentur, Geser SNI 2012 dengan SNI 2019

*Given the last few years there have been many large earthquakes that have occurred in Indonesia. For example, the Aceh earthquake in 2004, the Yogyakarta earthquake in 2006, the Padang and Bengkulu earthquake in 2007. The earthquake caused a lot of damage to building structures. After conducting an in-depth study on this matter, that the large earthquake that occurred turned out to be due to the acceleration of the bedrock which was greater than the acceleration of the bedrock that had been determined in the SNI 03-1726-2012 earthquake map. Based on these findings, the earthquake map SNI 03-1726-2012 was deemed no longer suitable to be applied as a guideline for earthquake resistant structure planning. Because a new earthquake regulation appeared and was enforced, this resulted in the need for revision or review of existing buildings to be reviewed using the latest regulations. With the existence of the*

*latest regulations (RSNI 03-1726-2019), all buildings planned with the old regulations (SNI 03-1726-2012) need an evaluation of the calculation of the earthquake effect of the old buildings against the latest regulations. Therefore, after conducting research by comparing the structural behavior between the two regulations in the USM psychology faculty lecture building in the T building by comparing SNI 03-1726-2012 with SNI 03-1726-2019, the comparison results obtained in the column of longitudinal reinforcement requirements experienced an increase of 50% and the need for shear reinforcement has increased by 12.04%, while for the comparison of beams the need for longitudinal reinforcement has increased in field reinforcement by 25%, and the shear reinforcement has increased by 25%*

**Keywords:** *Comparison of earthquake, Psychology, Flexibility, Shifting SNI 2012 with SNI 2019*

## **BAB 1.PENDAHULUAN**

### **1.1.Latar Belakang**

Perkembangan konstruksi pada saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat baik konstruksi jalan,jembatan, dan gedung. Berbagai desain dan arsitektur modern banyak dijumpai diberbagai daerah. Salah satunya adalah kota Semarang yang saat ini banyak mengembangkan konstruksi khususnya bangunan gedung. Dengan pengembangan tersebut maka desain perencanaan harus diperhatikan baik dari segi

struktur,arsitektur,mekanikal elektrikalse serta amdalnya. Salah satu negara yang termasuk kedalam daerah rawan gempa di dunia, Indonesia menempati zona tektonik yang sangat aktif karena tiga lempeng besar dunia dan sembilan lempeng kecil lainnya saling bertemu di wilayah Indonesia dan membentuk jalur-jalur pertemuan lempeng yang kompleks (Bird, 2003).

Mengingat beberapa tahun terakhir telah banyak gempa besar yang terjadi di Indonesia. Sebagai contoh, gempa Aceh pada tahun 2004, gempa Jogja pada tahun 2006, gempa Padang dan Bengkulu pada tahun 2007. Dari gempa tersebut menyebabkan banyak terjadi kerusakan pada struktur bangunan. Setelah dilakukan kajian yang mendalam tentang hal ini, bahwa gempa besar yang terjadi ternyata percepatan batuan dasar lebih besar daripada percepatan batuan dasar yang telah ditetapkan dalam peta gempa SNI 03- 1726-2012. Berdasarkan penemuan tersebut menyebabkan peta gempa SNI 03-1726-2012 dinilai sudah tidak sesuai lagi diaplikasikan sebagai pedoman perencanaan struktur tahan gempa.

Oleh karena itu, untuk

mendorong perkembangan peraturan perencanaan struktur gedung tahan gempa di Indonesia, maka SNI 03-1726-2012 direvisi menjadi RSNI 03-1726-2019. Oleh sebab suatu peraturan gempa terbaru muncul dan diberlakukan, maka hal tersebut mengakibatkan perlunya revisi atau peninjauan ulang bangunan-bangunan yang sudah berdiri untuk dikaji ulang menggunakan peraturan terbaru.

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan perbandingan tulangan lentur pada bangunan gedung perkuliahan fakultas psikologi USM pada gedung T dengan membandingkan antara SNI 03-1726-2012 dengan SNI 03-1726-2019.
2. Mendapatkan perbandingan tulangan geser pada bangunan gedung perkuliahan fakultas psikologi USM pada gedung T dengan membandingkan antara SNI 03-1726-2012 dengan SNI 03-1726-2019

Manfaat yang dapat diambil adalah :

1. Mendapatkan model perancangan bangunan tahan gempa secara cepat dengan tingkat akurasi dengan Struktur Analisis Program (SAP 2000 versi 14).
2. Manfaat teoritis yaitu untuk pengembangan ilmu pengetahuan dibidang teknik sipil khususnya untuk mendapatkan pedoman penentuan kriteria perencanaan bangunan gedung tahan gempa dengan respon spectra serta dalam pemilihan suatu sistem struktur bangunan tahan gempa dinamis yang selama ini sering digunakan dalam perencanaan.

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1.Sistem Struktur**

Suatu struktur dapat tersusun dari beberapa elemen dengan sifat atau karakteristik yang berlainan, struktur dapat dibedakan menjadi 4 yaitu Struktur Balok- Kolom, Struktur *Trusses* (Struktur Rangka Batang), Struktur *Frame* (Struktur Rangka Kaku), dan Struktur Shell (meliputi *plate*, *Shell* dan *Membrane*). (SNI 1726:2012).

Menurut Schodek (1999:8) struktur yang dibentuk dengan cara meletakkan elemen kaku horizontal di atas elemen kaku vertical adalah struktur yang umum dijumpai. Elemen horizontal (balok) memikul beban yang bekerja secara transversal dari panjangnya dan mentransfer beban tersebut ke kolom vertikal yang menumpunya. Kolom tersebut dibebani secara aksial oleh balok, kemudian mentransfer beban itu ke tanah. Kolom-kolom menerima gaya terpusat, umumnya dari ujung-ujung balok. Jadi jelas ada hubungan yang erat antara pola dari sistem tumpuan yang membentang vertikal dan sistem tumpuan yang membentang horizontal.

Menurut Schodek (1999:10), plat datar dan dinding adalah struktur kaku pembentuk permukaan. Suatu dinding pemikul beban biasanya dapat memikul baik beban yang bekerja dalam arah vertikal maupun beban leteral (angin, gempa, dan lain-lain). Suatu plat datar biasanya digunakan secara horizontal dan memikul beban sebagai lentur, dan meneruskannya ke tumpuan.

Hambali, Ahmad (2016) hasil perhitungan pembebanan gaya lateral gempa menggunakan SNI 03-1726-2012 memiliki selisih 15,6% dari peraturan pembebanan gempa gempa SNI 03-1726-2002, artinya pada pembebanan gaya lateral bangunan itu bertambah dari perhitungan semula, pada perancangan penulangan lentur balok menggunakan

peraturan pembebanan gempa SNI 03-1726-2012 diperoleh jumlah tulangan yang lebih banyak dengan selisih 15,7% di tumpuan balok dan lebih banyak 22,7% di lapangan balok, pada perencanaan ulang untuk perhitungan perancangan penulangan geser balok di tumpuan lebih banyak 13,1% dan jumlah tulangan geser balok di lapangan lebih banyak 0,11%, untuk perencanaan analisis kolom pada penulangan lentur kolom menggunakan peraturan pembebanan gempa SNI 03-1726-2012 diperoleh jumlah penulangan kolom lebih banyak dibandingkan perencanaan sebelumnya yaitu dengan selisih 17,5%, perencanaan tulangan geser kolom mengalami pengurangan penulangan geser ditumpuan maupun lapangan dengan selisih 14,3 % dari perencanaan sebelumnya. Jadi dapat dikatakan bahwa hasil analisa penelitian ini menunjukkan banyak kenaikan dari segi tulangan.

Monikha, Meassa (2013) Hasil kajian respon spektra desain Kota Tarutung berdasarkan SNI 1726:2012 menunjukkan adanya kenaikan nilai spectral acceleration dibandingkan SNI 03-1726-2002. Berdasarkan SNI 03-1726-2002 nilai spectral acceleration maksimum adalah 0,85 sedangkan berdasarkan SNI 1726:2012 nilai maksimumnya 1,0. Bangunan di Kota Tarutung yang dibangun dengan mengacu pada SNI 1726:2012 akan lebih aman apabila dilanda gempa di masa depan dibandingkan dengan bangunan yang dibangun berdasarkan SNI-03-1726-2002.

## 2.2 Pembebanan

Konsep pembebanan untuk gedung bertingkat harus memastikan bahwa gedung yang direncanakan harus mampu menahan beban-beban yang diterima. Dalam perencanaan gedung bertingkat

diperhitungkan terhadap jenis-jeni beban anantara lain sebagai berikut :

### 2.2.1 Beban Mati ( Dead Load )

Beban mati (*Dead Load*) adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layanan yang terpasang lain termasuk berat kreas (SNI 1727:2013). Beban mati dapat dinyatakan sebagai gaya statis yang disebabkan oleh berat setiap unsur didalam struktur. Gaya-gaya yang menghasilkan beban mati tersiri dari berat unsur pendukung beban dari bangunan, lantai, penyelesaian langit-langit, dinding partisi tetap, penyelesaian fasade, tangki simpanan, system distribusi mekanis, dan seterusnya. Gabungan beban semua unsur ini menjadi beban mati dari suatu bangunan (Schueller, 1989:8). Pada analisis permodelan software *ETABS v.16.0.2*, pembebanan mati dapat dihitung secara langsung.

### 2.2.2 Beban Hidup ( Live Load )

Beban hidup (*Live Load*) adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati (SNI 1727:2013).

Beban tersebut sewaktu-waktu ada pada struktur. Meskipun dapat berpindah-pindah, beban hidup masih dapat dikatakan bekerja secara perlahan-lahan pada struktur yang direncanakan.

### 2.2.3 Beban Gempa (*Earthquake*).

Beban gempa adalah besarnya getaran yang terjadi di dalam struktur pada dasarnya adalah ada dua metode Analisis

Perencanaan Gempa, Yaitu :

1. Analisis Beban Statik Ekuivalen (*Equivalent Static Load Analysis*)  
Analisis ini adalah suatu cara analisis sstruktur, dimana pengaruh gempa pada struktur dianggap sebagai beban st horizontal untuk menirukan pengaruh gempa yang sesungguhnya akibat gerakan tanah. Metode ini digunakan untuk bangunan struktur yang beraturan dengan ketinggian tidak lebih dari 40 m.
2. Analisis dinamik (*dynamuc analysis*).  
Metode ini digunakan untuk bangunan dengan struktur yang tidak beraturan. Perhitungan gempa dengan analisis dinamika ini terdiri dari :
  - a. Analisa Ragam Spektrum Respons.  
Analisa ragam spektrum respons adalah cara analisa dinamik struktur, dimana suatu model dari matematik struktur diperlakukan suatu spektrum respond gempa rencana, dan ditentukan respons struktur terhadap gempa rencana tersebut.
  - b. Analisa Respons Riwayat Waktu  
Analisa respons riwayat waktu adalah suatu acuan analisa dinamik struktur, dimana suatu model matematik dari struktur dikenakan riwayat waktu dari gempa-gempa hasil pencatatan atau gempa-gemoo tiruan terhadap riwayat waktu dari respons struktur ditentukan.

Struktur atas dimodelkan sebagai open frame yang dirancang sebagai sistem rangka pemikul momen. Sistem



struktur ini pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravi-tasi secara lengkap dan beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur. Pelat pada struktur gedung ini dimodelkan dengan elemen *shell* sehingga beban yang bekerja dalam per  $m^2$ . Metode tributari area untuk membagi beban pelat ke balok tidak lagi dilakukan karena telah didistribusikan elemen *shell* ke elemen *frame*.

### 2.3 Balok

Sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 9.5, desain dimensi balok mengacu pada table dibawah ini.

Tabel 2.1 Tebal Minimum Balok Non-Prategang atau Pelat Satu Arah Bila Lendutan Tidak Dihitung

Komponen struktur	Tebal minimum, <i>h</i>			
	Tertumpu sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar			
Pelat masif satu-arah	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Balok atau pelat rusuk satu-arah	$l/16$	$l/18,5$	$l/21$	$l/8$

**CATATAN:**  
 Panjang bentang dalam mm.  
 Nilai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan beton normal dan tulangan tulangan Mutu 420 MPa. Untuk kondisi lain, nilai di atas harus dimodifikasikan sebagai berikut:  
 (a) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis (*equilibrium density*),  $w_c$ , di antara 1440 sampai 1840  $kg/m^3$ , nilai tadi harus dikalikan dengan  $(1,65 - 0,0003w_c)$  tetapi tidak kurang dari 1,09.  
 (b) Untuk  $f_c$  selain 420 MPa, nilainya harus dikalikan dengan  $(0,4 + f_c/700)$ .

Untuk  $b = \frac{1}{2} s/d \frac{2}{3}$

Sumber SNI 2847:2013

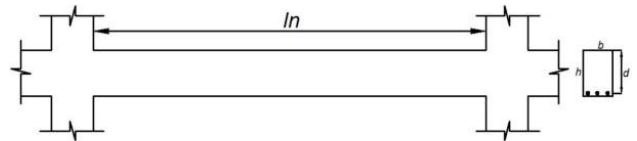
#### 2.3.1 Menentukan Persyaratan Komponen Struktur Balok SRPMK.

Prinsip perencanaan balok induk SNI 2847:2013 pasal 21.5.1.1 adalah sebagai berikut:

- Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur,  $P_u$ , tidak boleh melebihi  $\frac{A_g \times f_c}{10}$
- Bentang bersih untuk komponen struktur  $L_n$ , tidak boleh kurang dari

empat kali tinggi efektifnya.

- Lebar komponen  $b_n$  tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari 0,3h dan 250mm



$$\frac{l_n}{d} \geq 4; \frac{b}{h} \geq 0,3 \text{ dan } 250 \text{ mm} < b \leq c \pm 2\left(\frac{2}{3}h\right)$$

Gambar 2.1 Ketentuan Dimensi Penampang Balok

#### 2.3.2 Perhitungan Tulangan Utama

Tahapan perhitungan tulangan balok induk adalah sebagai berikut :

- Tinggi efektif balok

$$D = h - d'$$

$$= h - t_s - d_s - \frac{1}{2} D_{tul}$$

- Luas tulangan tarik tidak boleh kurang dari (SNI 2847:2013 pasal 10.5.1)

$$A_{S_{min}} = \frac{\sqrt{f_c}}{4f_y} \times b_w \times d$$

Dan tidak boleh lebih kecil dari (SNI 2847:2013 pasal 10.5.1) :

$$A_{S_{min}} = \frac{1,4}{f_y} \times b_w \times d$$

- Rasio tulangan harus memenuhi  $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$ , (SNI 2847:2013) dimana :

$$\rho_{balance} = \frac{0,85 \times \beta \times f_c}{f_y} \left[ \frac{600}{600 + f_y} \right]$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \times \rho_{balance}$$

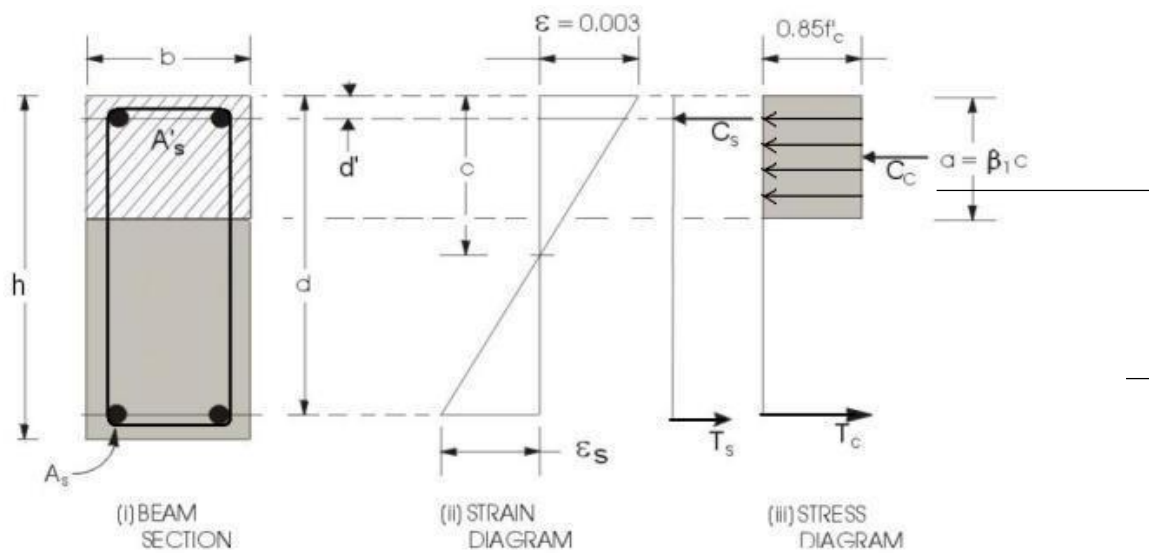
Atau,

$$\rho_{maks} = 0,025 \text{ (SNI 2847:2 pasal 21.5.2)}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$m = \left( \frac{f_y}{0,85 \times f_c} \right)$$

d. Analisa perhitungan tulangan tarik dan tekan. Diagram tegangan-tegangan pada balok yang ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut :



Langkah-langkah perencanaan tulangan balok sebagai berikut :

1. Momen lentur nominal (Mn)

$$Mn = \frac{Mu}{\phi}$$

2. Rasio tulangan

$$Rn = \left( \frac{Mn}{b \times d^2} \right)$$

$$m = \left( \frac{f_y}{0,85 \times f_c} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right]$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$$

$$AS \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

- e. Jumlah tulangan

$$n = \frac{AS \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2}$$

f. Kontrol

- Jarak spasi ulangan pakai

$$S_{maks} = \frac{b - (2 \times t_{deking}) \times (2 \times \phi_{geser}) \times (n \times D_{lent})}{n - 1}$$

Syarat :

$$S_{maks} \geq 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1}$$

lapis

$$S_{maks} \leq 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun}$$

lebih dari 1 lapis

Syarat :

$S_{maks} \geq 25 \text{ mm} \rightarrow$  susun 1 lapis.

$S_{maks} \leq 25 \text{ mm} \rightarrow$  susun lebih dari 1 lapis.

- Momen nominal penampang kesetimbangan gaya internal  $C_c = 0,85 \times f'_c \times a \times b$

$$T_s = A_s \times f_y$$

Sehingga  $C_c = T_s$

$$0,85 \times f'_c \times a \times b = A_s \times f_y$$

$$a = \frac{A_s \text{ terpasang} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$$

Kapasitas momen ( $\phi M_n$ )  $M_n$

$$= A_s \times f_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

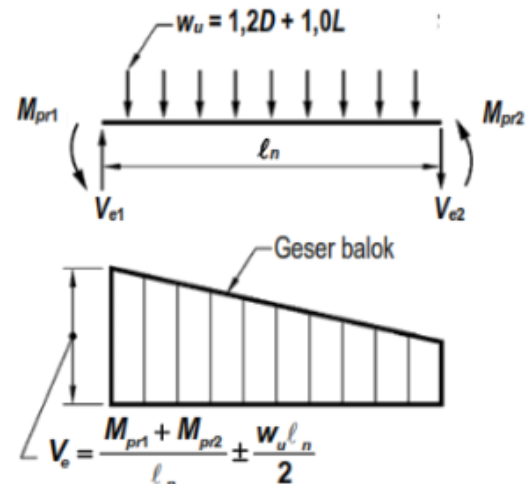
Syarat :

$$M_n \text{ pasang} \geq M_n \text{ perlu}$$

### 2.3.3 Perhitungan Penulangan Geser

Tulangan geser/Sengkan daerah tumpuan pada balok induk harus tetap berperilaku elastis pada saat terjadi sendi plastis maka harus diperhitungkan gaya lintang tambahan berdasarkan tulangan nominal balok terpasang, sehingga penulangan geser/Sengkan didaerah tumpuan balok induk dihitung berdasarkan gaya lintang :

$$V_e = \left( \frac{1}{2} \times q \times L \right) + \left( \frac{M_{pr \text{ kiri}} + M_{pr \text{ kanan}}}{l_n} \right)$$



Gambar 2.2 Geser Desain untuk Balok

Sumber : SNI 2847:2013

Tahapan perencanaan tulangan geser sebagai berikut :

1. Momen Primer ( $M_{pr}$ )

Desain kapasitas (Capacity Design) untuk menjadinkan bahwa struktur tidak runtuh pada gempa kuat. Momen kapasitas dari sendi plastis atau yang disebut dengan “the probable flexural strength”  $M_{pr}$  adalah momen nominal berdasarkan tulangan yang terpasang. Dalam menghitung  $M_{pr}$  didasarkan pada tegangan Tarik  $F_s = 1,25 f_y$ , dimana nilai  $f_y$  adalah kuat leleh yang disyaratkan dengan factor reduksi  $\phi = 1$ . Kedua momen harus diperhitungkan untuk 2 arah, yaitu searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam.

$$M_{pr} = 1,25 \times A_s \times f_y \times \left( d - \frac{a_{pr}}{2} \right),$$

dimana

$$a_{pr} = \frac{1,25 \times A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$$



2. Menentukan gaya geser desain

$$V_{eb} = \max(V_{eb1}, V_{eb2}) \geq Vu$$

$$V_{eb1} =$$

$$\left( \frac{M_{pr1}^- + M_{pr1}^+}{ln} \right) + \left( \frac{1}{2} \times W_u \times L \right)$$

$$V_{eb2} =$$

$$\left( \frac{M_{pr1}^+ + M_{pr1}^-}{ln} \right) + \left( \frac{1}{2} \times W_u \times L \right)$$

3. Kuat geser beton  $V_c$

Didaerah sendi plastis :  $V_c = 0$

bilamana :

$$V_{eb1} = \left( \frac{M_{pr1}^- + M_{pr1}^+}{ln} \right) \geq 0,5 Vu$$

atau

$$V_{eb2} = \left( \frac{M_{pr1}^+ + M_{pr1}^-}{ln} \right) \geq 0,5 Vu \text{ dan } \sqrt{\dots}$$

$$Pu < \frac{Ag \times f'c}{10}$$

4. Menentukan tulangan geser yang diperlukan. Didaerah sendi plastis (luas/unit Panjang) :

$$Av = \frac{Veb}{0 \times fy \times d}$$

5. Cek syarat tulangan geser

a. Di daerah sendi plastis harus digunakan tulangan Sengkang tertutup, yaitu :

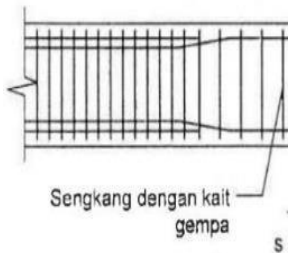
- Di daerah 2h dari muka kolom.
- Di daerah 2h pada sendi plastis ditengah bentang.

b. Cek persyaratan tulangan transversal/ geser pada daerah

sendi plastis (SNI 2847:2013 pasal 21.5.3.2).

- Sengkang tertutup pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu.
- Spasi Sengkang tertutup tidak boleh melebihi nilai terkecil dari :
  1.  $d/4$
  2. enam kali diameter tulangan longitudinal
  3. 150 mm
- c. Cek persyaratan tulangan transversal/ geser diluar daerah sendi plastis (SNI 2847:2013 pasal 21.5.3.4).
- $d/2$

$$s \leq \begin{cases} d/4, \\ 6d, \text{ tul. longitudinal} \\ 6 \text{ in. (15 cm)} \end{cases}$$



Gambar 2.3 PENyaluran Tulangan Transversal

2.3.4 Perhitungan Penulangan Puntir

Perencanaan penulangan torsi mengacu pada SNI 2847:2013 Pasal 11.5 dan menurut pasal 11.5.2.2, pengaruh torsi boleh diabaikan bila momen torsi terfaktor kurang dari :

$$Tc = \phi \times 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f'c} \times \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

SNI 03-28472013 pasal

11.5.2.2 (a)

Dimensi penampang melintang harus memenuhi ketentuan berikut :

$$\sqrt{\left( \frac{Vu}{bw \times d} \right)^2 + \left( \frac{Tu \times Ph}{1,7 \times A_{oh}^2} \right)^2} \leq \phi \times \left( \frac{Vc}{bw \times d} + 0,66 \times \sqrt{f'c} \right)$$

SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.1 (a)

Tulangan punter lentur tambahan yang diperlukan untuk menahan punter direncanakan berdasarkan berikut :

$$A_l = \frac{A_t}{s} \times P_h \times \left( \frac{f_{yv}}{f_{yt}} \right) \times \cot^2 \theta$$

SNI 2847:2013 pasal 11.5.3.7

Dimana  $\frac{A_t}{s}$  dihitung dari persamaan dibawah ini :

$$T_n = \left( \frac{2A_0 \times A_t \times f_{yv}}{s} \right) \times \cot \theta$$

SNI 2847:2013 pasal 11.5.3.6

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_n}{2A_0 \times f_{yv} \times \cot \theta}$$

Tetapi  $\frac{A_t}{s}$  tidak boleh kurang dari  $\frac{0,175 \times b_w}{f_{yv}}$

Tetapi A tidak boleh kurang dari :

$$\left( \frac{0,42 \times \sqrt{f_c} \times A_{cp}}{f_{yt}} \right) - \left( \frac{A_t}{s} \right) \times P_h \times \left( \frac{f_{yv}}{f_{yt}} \right)$$

Keterangan :

Acp : luas yang dibatasi oleh keliling luar penampang beton (mm<sup>2</sup>)

Ao : luas bruto yang dibatasi oleh lintasan geser (mm<sup>2</sup>)

Aoh : luas yang dibatasi garis pusat tulangan Sengkang torsi terluar (mm<sup>2</sup>)

At : luas kaki Sengkang tertutup yang menahan punter sejarak s (mm<sup>2</sup>)

A1 : luas tulangan longitudinal yang memikul punter (mm<sup>2</sup>)

f<sub>yt</sub> : kuat leleh tulangan torsi

longitudinal (MPa)

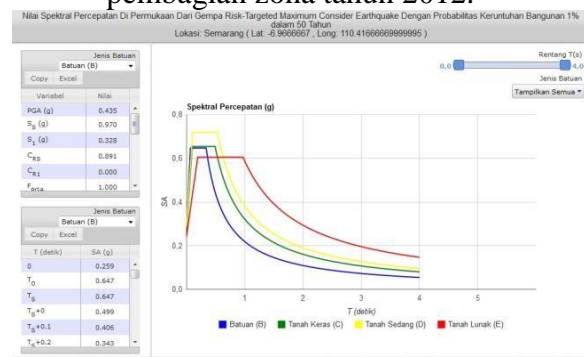
f<sub>yv</sub> : kuat leleh tulangan torsi longitudinal (MPa)

P<sub>cp</sub> : keliling dari garis pusat tulangan Sengkang torsi lentur (mm)

P<sub>h</sub> : keliling dari garis arah parallel tulangan longitudinal (mm)

## 2.4 Respon Spectra

Untuk menentukan pengaruh gempa rencana pada struktur Gedung, masing-masing wilayah gempa ditetapkan spektrum respons gempa rencana C-T seperti ditunjukkan dalam gambar 2. Yang disesuaikan dengan percepatan gempa sesuai pembagian zona tahun 2012.



**Gambar 2.4** Spektrum Respon Gempa Rencana berdasarkan Zona Peta Wilayah Gempa Kota Semarang SNI 2019.

Dalam gambar tersebut Sa adalah factor Respons Gempa yang dinyatakan dalam percepatan gravitasi dan T adalah waktu getar alami struktur Gedung yang dinyatakan dalam detik.

Gelombang gempa merambat melalui batuan dasar dibawah permukaan tanah. Dari kedalaman batuan dasar ini gelombang gempa tersebut kemudian merambat ke permukaan tanah sambil mengalami pembesaran (amplifikasi), bergantung pada jenis lapisan tanah yang berada diatas batuan dasar tersebut. Dengan adanya pembesaran Gerakan ini, maka pengaruh Gempa Rencana di permukaan tanah harus

ditentukan dari hasil analisis perambatan gelombang gempa dari kedalaman batuan dasar ke permukaan tanah.

## 2.5 Keaslian Penelitian

Beberapa penelitian sejenis yang pernah dilakukan sebagai referensi tambahan yaitu :

Hambali, Ahmad (2016) hasil perhitungan pembebanan gaya lateral gempa menggunakan SNI 03-1726-2012 memiliki selisih 15,6% dari peraturan pembebanan gempa gempa SNI 03-1726-2002, artinya pada pembebanan gaya lateral bangunan itu bertambah dari perhitungan semula, pada perancangan penulangan lentur balok menggunakan peraturan pembebanan gempa SNI 03-1726-2012 diperoleh jumlah tulangan yang lebih banyak dengan selisih 15,7% di tumpuan balok dan lebih banyak 22,7% di lapangan balok, pada perencanaan ulang untuk perhitungan perancangan penulangan geser balok di tumpuan lebih banyak 13,1% dan jumlah tulangan geser balok di lapangan lebih banyak 0,11%, untuk perencanaan analisis kolom pada penulangan lentur kolom menggunakan peraturan pembebanan gempa SNI 03-1726-2012 diperoleh jumlah penulangan kolom lebih banyak dibandingkan perencanaan sebelumnya yaitu dengan selisih 17,5%, perencanaan tulangan geser kolom mengalami pengurangan penulangan geser ditumpuan maupun lapangan dengan selisih 14,3 % dari perencanaan sebelumnya. Jadi dapat dikatakan bahwa hasil analisa penelitian ini menunjukkan banyak kenaikan dari segi tulangan.

Monikha, Meassa (2013) Hasil kajian respon spektra desain Kota Tarutung berdasarkan SNI 1726:2012 menunjukkan adanya kenaikan nilai spectral acceleration dibandingkan SNI 03-1726-

2002. Berdasarkan SNI 03-1726-2002 nilai spectral acceleration maksimum adalah 0,85 sedangkan berdasarkan SNI 1726:2012 nilai maksimumnya 1,0. Bangunan di Kota Tarutung yang dibangun dengan mengacu pada SNI 1726:2012 akan lebih aman apabila dilanda gempa di masa depan dibandingkan dengan bangunan yang dibangun berdasarkan SNI 03-1726-2002. Oleh sebab itu dalam upaya mitigasi bencana gempa di Kota Tarutung, diperlukan evaluasi terhadap rumah dan bangunan yang dibangun berdasarkan SNI-03-1726-2002.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya, karena yang dianalisa adalah perbandingan SNI Gempa 1726 :2012 dengan SNI Gempa 1726:2019 mengenai perbandingan jumlah tulangan lentur dan tulangan geser.

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

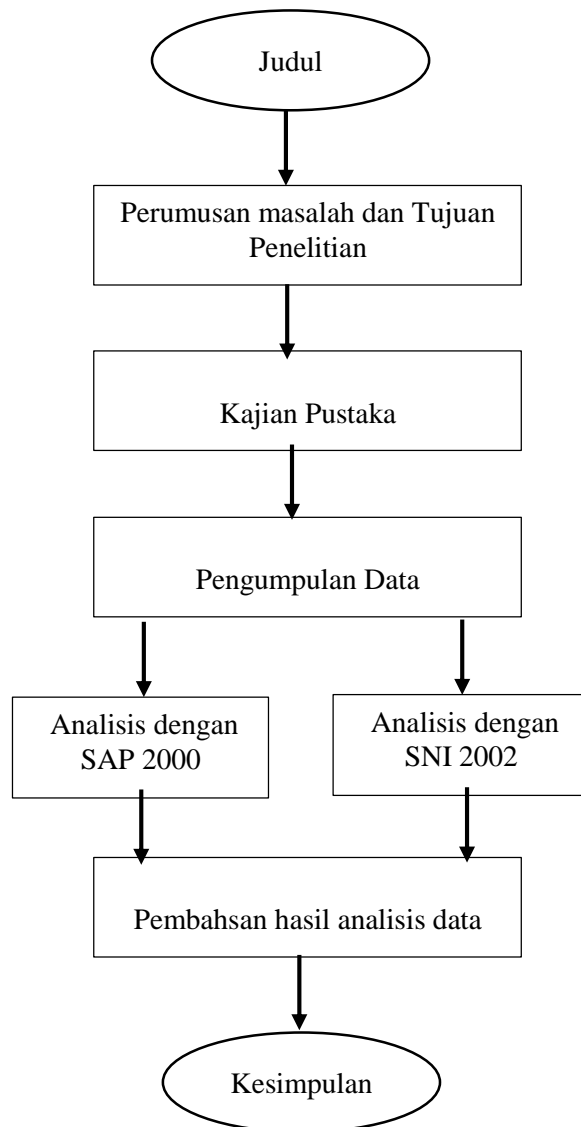
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode simulasi komputerisasi dengan SAP 2000 versi 14 untuk mendapatkan perbandingan gaya gempa yang terjadi antara SNI Gempa 03-1726-2012 dengan SNI Gempa 03-1726-2019.

Simulasi komputerisasi ini dilakukan dengan memodelkan bentuk bangunan 3 dimensi dengan SAP 2000 versi 14 dari model bangunan gedung U USM yang nantinya akan difungsikan sebagai gedung perkuliahan, dengan kondisi pembebanan yaitu beban hidup, beban mati, beban angin, dan beban gempa.

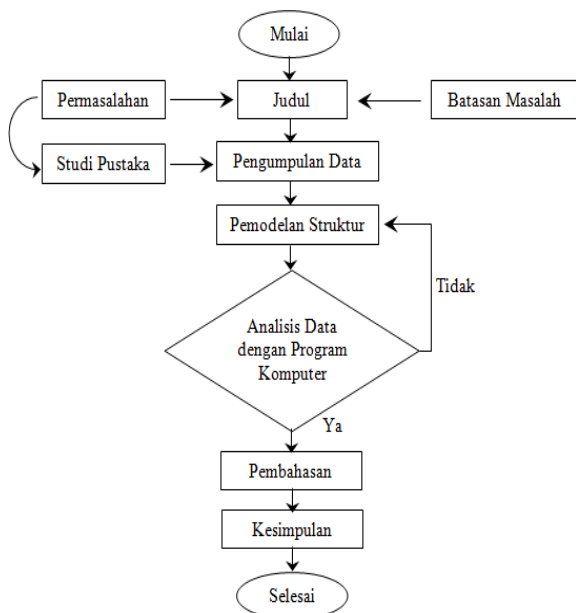
### 3.2 Diagram Alir Penelitian

- Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut :
1. Komplikasi data bangunan seperti data tanah, dimensi struktur bangunan yang sudah ada (kolom, plat, balok), fungsi layanan bangunan, data zona gempa daerah gedung tersebut.
  2. Membuat dan merancang pemodelan gedung yang akan diteliti.
  3. Menguji dan menganalisa dengan bantuan komputerisasi (SAP 2000 versi 14) dari dua model struktur dengan beban layan bangunan yang akan digunakan.
  4. Temuan gaya gempa dari dua model struktur bangunan baik gaya-gaya dalam mau- pun simpangan bangunan tersebut.
  5. Membuat simpulan dari dua model struktur bangunan tersebut dengan membandingkan hasil dari tinjauan terhdap gaya gempa yang terjadi sehingga dapat diketahui peningkatan gaya gempa yang terjadi antara SNI Gempa 03-1726-2012 dengan SNI Gempa 03-1726-2019.

**Gambar 3.1** Diagram Alur Penelitian

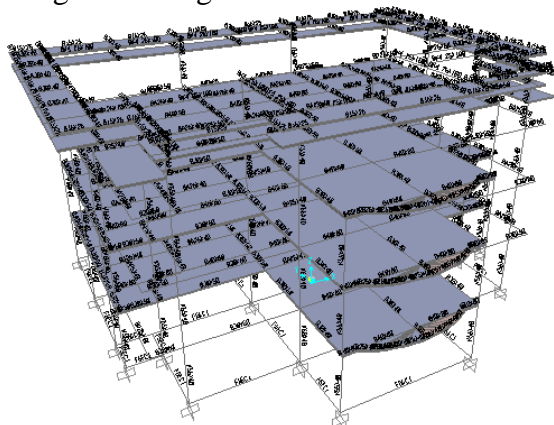


**Ga, Gambar 3.2** Diagram Alur Program 2000



### 3.3 Desain Penelitian

Dalam simulasi komputasi untuk bangunan Gedung dimodelkan dengan metode elemen hingga, yang merupakan kumpulan elemen-elemen solid tiga dimensi yang satu sama lainnya terkoneksi dengan frame, shell, node atau join sehingga menjadi struktur yang menyatu dan monolit sebagai model bangunan sebagai berikut :



Gambar 3.3 Model elemen hingga

### 3.4 Kriteria Desain

1. Bentuk bangunan 3 Dimensi
2. Luas bangunan =  $(24 \times 30 \times 4) = 280 \text{ m}^2$
3. Lokasi Tlogosari
4. Fungsi bangunan = ruang kuliah
5. Jumlah lantai = 4 lantai (termasuk atap)
6. Tebal lat lantai = 12cm
7. Jenis tanah = tanah lunak

### 3.5 Dimensi dan Penampang Struktur Bangunan

1. Kolom lantai = 50cm x 50cm
2. Balok lantai = 40cm x 80cm
3. Ring balk = 30cm x 50cm

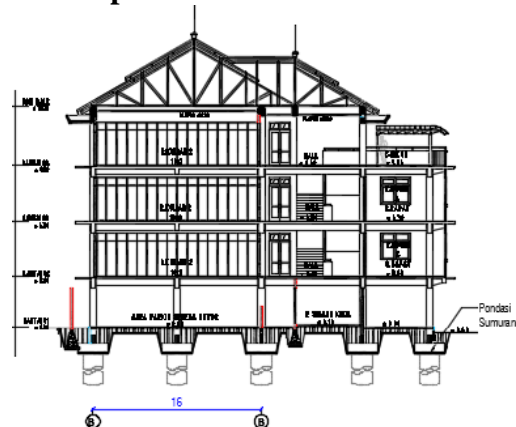
### 3.6 Mutu Bahan

1. Masa jenis beton bertulang = 24  $\text{KN/m}^3$
2. Mutu beton ( $f_c$ ) = 35 Mpa
3. Mutu besi tulangan pokok ( $f_y$ ) = 400 Mpa
4. Mutu besi tulangan geser ( $f_y$ ) = 240

Mpa

5. Angka Poisson = 0,2

### 3.7 Sampel Penelitian

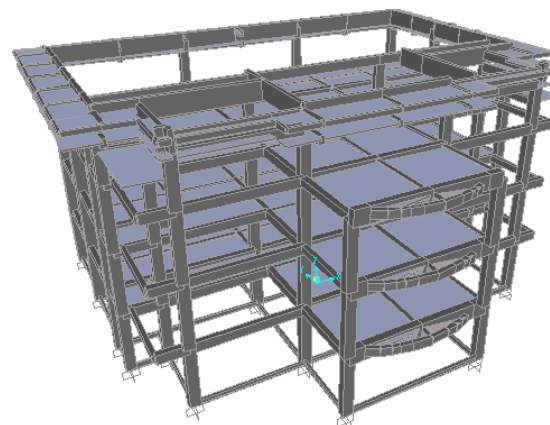


Gambar 3.4 Potongan AS A\_B

## BAB 4 HASIL DAN LUARAN

### 4.1 Sistem Struktur

Permodelan struktur dilakukan dengan Program SAP 2000 (*Extended Three Dimensional Analysis of Building System*). Perencanaan dengan sistem ganda. Permodelan struktur Gedung 4 lantai diperuntukan untuk perkantoran, rencana permodelan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



### 4.2 Peraturam dan Standar Perencanaan

Peraturam dan standar yang digunakan sebagai acuan perencanaan ini adalah :



- a. SNI 1726-2012, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- b. SNI 2847-2013, Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung.
- c. ASCE 7 – 10 *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*
- d. SNI 1727-2013, Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain.
- e. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung PPPURG 1987

### 4.3 Data Struktur

Struktur Gedung menggunakan bahan beton bertulang dengan mutu bahan seperti berikut

#### Beton dan Tulangan

1. Masa jenis beton/bertulang = 24 KN/m<sup>3</sup>
2. Mutu beton (fc) = 35 Mpa
3. Mutu besi tulangan pokok (fy) = 400 Mpa
4. Mutu besi tulangan geser (fy) = 240 Mpa
5. Angka Poisson = 0,2

### 4.4 Rencana Pembebanan

Berikut ini tabel rencana pembebanan untuk tiap fungsi ruang yang ada dengan mempertimbangkan perubahan fungsi ruang selama masa layan bangunan.

**Table 4.1** Rencana Pembebanan Umum Serta Beban-Beban Khusus Lainnya Sesuai Kebutuhan dan Tata Ruang

Fungsi Ruang	Pembebanan (ton/m <sup>2</sup> )	
	Beban Hidup (LL)	Beban Mati (DL)

Lantai atap	0.20	0.15 + Berat Sendiri
Tangga dan bordes	0.40	0.15 + Berat Sendiri
Lantai ruang kuliah	0,25	0,15+ Berat Sendiri

### 4.5 Analisis Struktur

Struktur frame 3 dimensi akan dianalisis strukturnya dengan kombinasi pembebanan untuk balok dan kolom sebagai berikut :

$$1.2DL + 1.6LL$$

Sedangkan kombinasi pembebanan untuk perhitungan pondasi adalah sebagai berikut :

$$DL + LL$$

### 4.6 Kombinasi Pembebanan

Disain beton bertulang didasarkan pada metode kekuatan batas. Kombinasi pembebanan dan faktor reduksi beban hidup didasarkan pada peraturan Standar Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung SNI 1726: 2019

$$1,4D$$

$$1,2D + 1,6L + 0,5 (L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$$

$$1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } )$$

$$1,2D + 1,0E + L$$

$$0,9D + 1,0W$$

$$0,9D + 1,0E$$

### 4.7 faktor Keutamaan Bangunan

**table 4.2** Faktor Keutamaan untuk kategori Gedung Factory



Jenis Pemanfaatan Bangunan	Kategori Risiko
Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk : - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat	IV

**Table 4.3** Faktor Keutamaan Gempa ( $I_e$ )

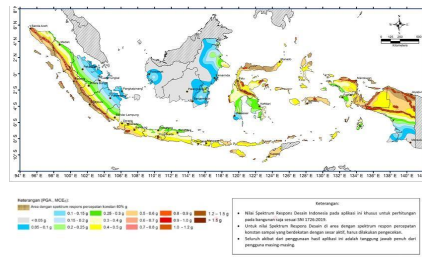
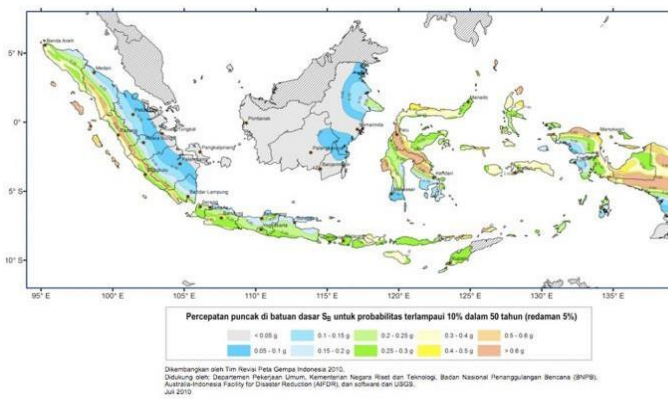
**Tabel 2.** Faktor keutamaan gempa ( $I_e$ )

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

$S_a$  adalah nilai Faktor Respon Gempa yang didapat dari Respon Spektrum Gempa Rencana menurut peta wilayah gempa (Gambar 1)

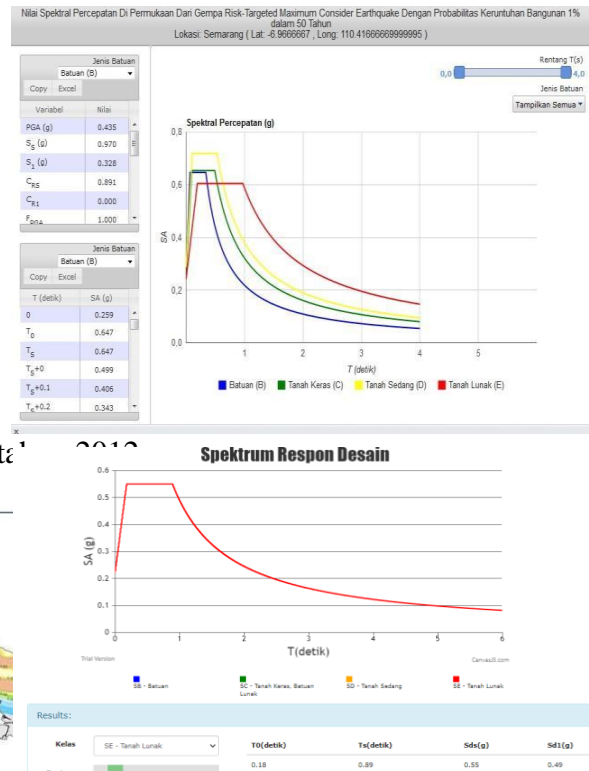
$C$  adalah nilai Faktor Respon Gempa yang didapat dari Respon Spektrum Gempa Rencana menurut peta wilayah gempa (Gambar 1)

peta zona gempa tahun 2012



**Gambar 4.2** Peta Wilayah Gempa Indonesia 2019

Untuk menentukan pengaruh Gempa Rencana pada struktur Gedung, masing-masing wilayah gempa ditetapkan Spektrum Respon Gempa Rencana C-T seperti ditunjukkan dalam Gambar 2. Yang disesuaikan dengan percepatan gempa sesuai pembagian zona



**Gambar 4.3.** Spektrum Respon Gempa Rencana berdasarkan Zona Peta wilayah kurva spectrum Gedung fakultas psikologi USM

Dikoreksi dengan peta zona gempa tahun 2019

Dalam gambar tersebut  $S_a$  adalah factor respons gempa yang dinyatakan dalam percepatan gravitasi, dan  $T$  adalah waktu getar dalam struktur Gedung yang dinyatakan dalam detik

### 4.8 Kategori Desain Seismik

Tabel 6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

Nilai $S_{DS}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik

Nilai $S_{D1}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

Tabel 9 Faktor  $R$ ,  $C_d$ , dan  $\Omega_d$  untuk sistem penahan gaya gempa (lanjutan)

Sistem penahan-gaya gempa	Koefisien modifikasi respons, $R^a$	Faktor kuat-lebih sistem, $\Omega_d^b$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d^c$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur (m) <sup>e</sup>					
				Kategori desain seismik					
				B	C	D <sup>f</sup>	E <sup>g</sup>	F <sup>h</sup>	T <sup>i</sup>
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4%	TB	TB	TI	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2%	TB	TI	TI	TI	TI	TI

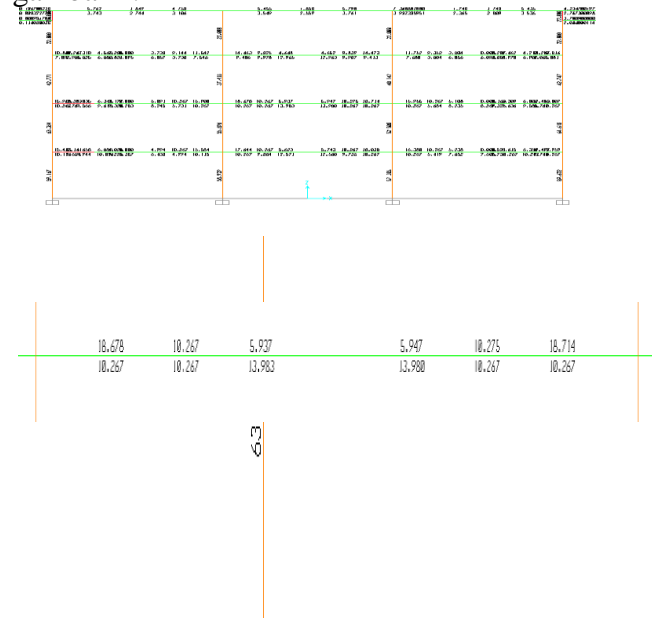
Untuk kategori risiko IV, dari Tabel 6 dan Tabel 7, didapatknt KDS gedung : D

Untuk KDS : D, dari Tabel 9, didapatkan sistem penahan gempa yang disarankan adalah **SRPMK**, karena untuk KDS D, SRPMM dan SRPMB tidak diijinkan (TI).

#### 4.8. Hasil analisa dengan SNI gempa 2019

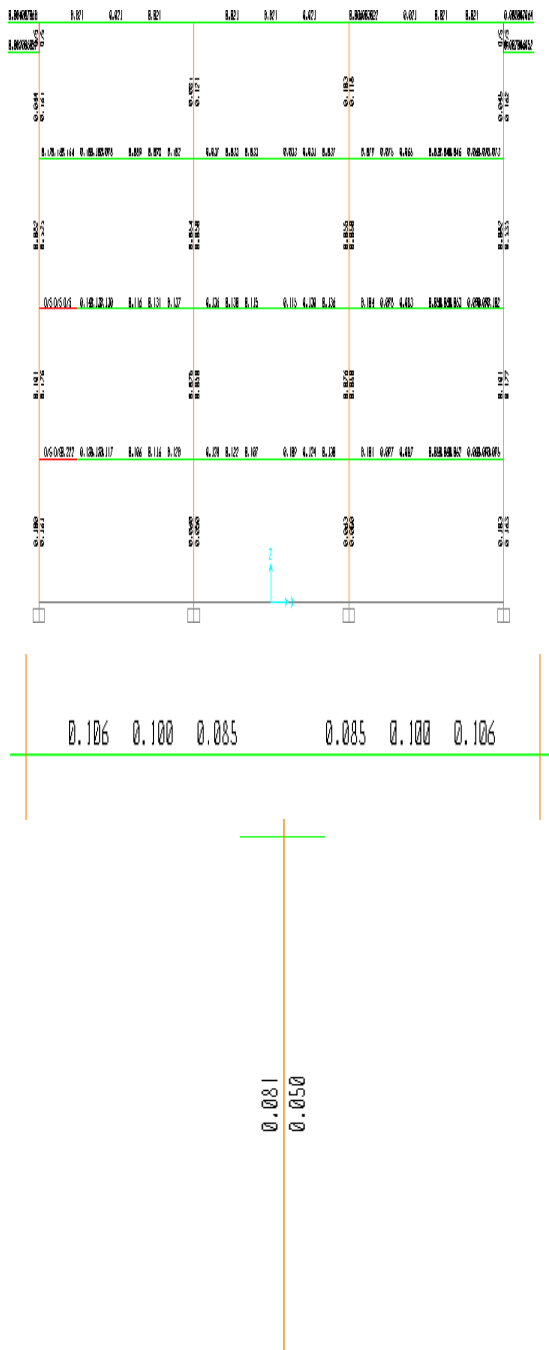
Berdasarkan simulasi dari SAP versi 14 konfigurasi 3 dimensi dari model bangunan gedung T fakultas Psikologi USM didapat tulangan longitudinal berdasar SNI gempa 2019 dengan analisa pada potongan AS B pada kolom dengan dimensi 50 x 50 cm didapat luas tulangan 63,364 cm<sup>2</sup> sedangkan pada balok dengan dimensi 40 x 80 cm pada bagian tumpuan atas didapat luas tulangan sebesar 18,74 cm<sup>2</sup>, dan pada bagian tumpuan bawah didapat luas tulangan

10,267 cm<sup>2</sup>, sedangkan untuk tulangan longitudinal pada bagian lapangan bawah didapat luas tulangan sebesar 13,98 cm<sup>2</sup> dan untuk bagian lapangan atas didapat luas tulangan sebesar 5,947 cm<sup>2</sup>. Untuk luas tulangan hasil analisa perhitungan tulangan longitudinal dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Kebutuhan Tulangan Longitudinal Kolom dan Balok AS-B SNI 2019

Berdasarkan simulasi dari SAP versi 14 konfigurasi 3 dimensi dari model bangunan gedung T fakultas Psikologi USM didapat tulangan geser berdasar SNI gempa 2019 dengan analisa pada balok AS B pada kolom dengan dimensi 50 x 50 cm didapat luas tulangan 8,1 cm<sup>2</sup> sedangkan pada balok dengan dimensi 40 x 80 cm pada bagian tumpuan didapat luas tulangan sebesar 10,6 cm<sup>2</sup>. Untuk luas tulangan hasil analisa perhitungan tulangan geser dapat dilihat pada gambar 4.5

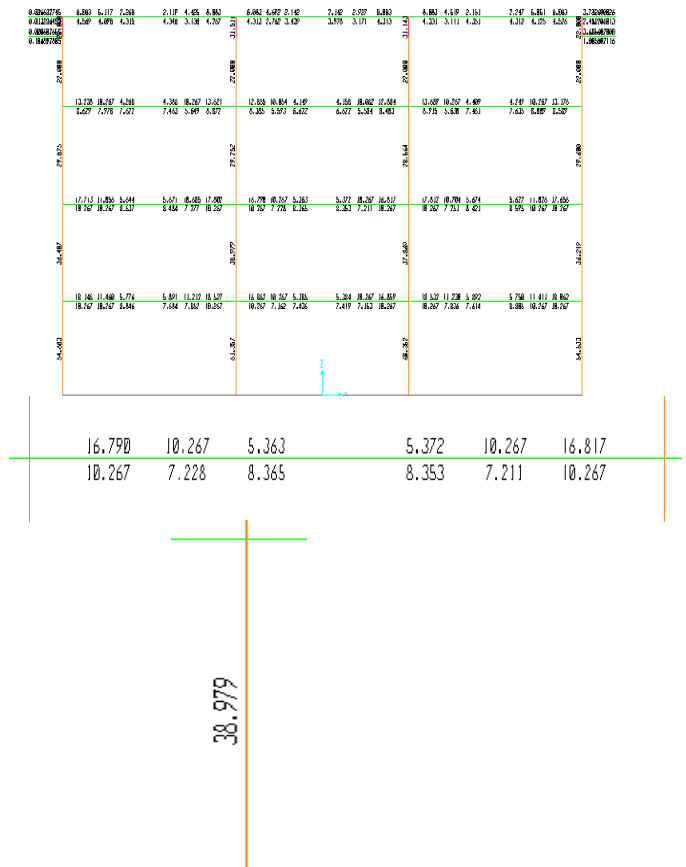


**Gambar 4.5.** Kebutuhan tulangan Geser Kolom dan Balok AS –B SNI 2019

**4.9. Hasil analisa dengan SNI gempa 2012**

Berdasarkan simulasi dari SAP versi 14 konfigurasi 3 dimensi dari model bangunan gedung T fakultas Psikologi

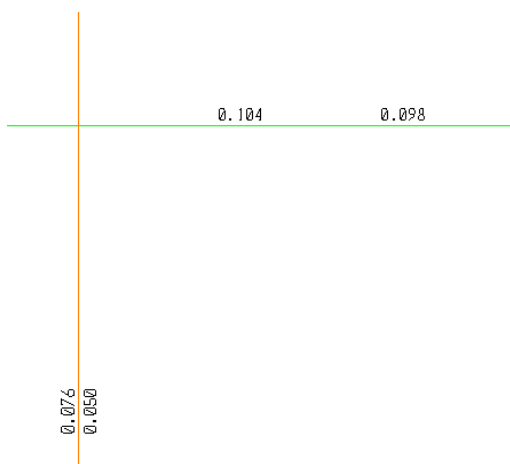
USM didapat tulangan longitudinal berdasar SNI gempa 2012 dengan analisa pada potongan AS B pada kolom dengan dimensi 50 x 50 cm didapat luas tulangan 38,979 cm<sup>2</sup> sedangkan pada balok dengan dimensi 40 x 80 cm pada bagian tumpuan atas didapat luas tulangan sebesar 16,790 cm<sup>2</sup>, dan pada bagian tumpuan bawah didapat luas tulangan 10,267 cm<sup>2</sup>, sedangkan untuk tulangan longitudinal pada bagian lapangan bawah didapat luas tulangan sebesar 8,353 cm<sup>2</sup> dan untuk bagian lapangan atas didapat luas tulangan sebesar 5,372 cm<sup>2</sup>. Untuk luas tulangan hasil analisa perhitungan tulangan longitudinal dapat dilihat pada



gambar 4.6

**Gambar 4.6.** Kebutuhan tulangan Longitudinal Kolom dan Balok AS –B SNI 2012

Berdasarkan simulasi dari SAP versi 14 konfigurasi 3 dimensi dari model bangunan gedung T fakultas Psikologi USM didapat tulangan geser berdasar SNI gempa 2019 dengan analisa pada balok AS B pada kolom dengan dimensi 50 x 50 cm didapat luas tulangan 7,6 cm<sup>2</sup> sedangkan pada balok dengan dimensi 40 x 80 cm pada bagian tumpuan didapat luas tulangan sebesar 10,4 cm<sup>2</sup>. Untuk luas tulangan hasil analisa perhitungan tulangan geser dapat dilihat pada gambar 4.7



**Gambar 4.7.** Kebutuhan tulangan Geser Kolom dan Balok AS –B SNI 2012

#### 4.10. Hasil Perbandingan tulangan

Berdasarkan luas tulangan yang dianalisa berdasarkan SNI gempa 2019 maka jumlah tulangan longitudinal balok dengan dimensi 40 x80 cm dengan menggunakan tulangan Ulir diameter 22 ( D 22) dengan luas tulangan 3,79 cm<sup>2</sup> didapat jumlah tulangan tumpuan atas 5D22 dan untuk tulangan tumpuan bawah didapat jumlah 3D22 dengan tulangan peminggang sebesar 2D16, pada tulangan longitudinal lapangan bawah

didapat jumlah tulangan 4D22 serta untuk tulangan lapangan bagian atas didapat jumlah 2D22. Analisa tulangan geser dengan balok dimensi 40 x 80 dengan menggunakan tulangan polos dengan diameter 12 ( Ø12 ) dengan luas tulangan 1,13 cm<sup>2</sup> maka didapat jarak tulangan pada bagian tumpuan sebesar Ø12 -100 mm dan untuk tulangan geser pada bagian lapangan didapat jarak sebesar Ø12 -150 mm.

Sedangkan ditinjau berdasarkan luas tulangan yang dianalisa berdasarkan SNI gempa 2012 maka jumlah tulangan longitudinal balok dengan dimensi 40 x80 cm dengan menggunakan tulangan Ulir diameter 22 (D22) dengan luas tulangan 3,79 cm<sup>2</sup> didapat jumlah tulangan tumpuan atas 5D22 dan untuk tulangan tumpuan bawah didapat jumlah 3D22 dengan tulangan peminggang sebesar 2D16, pada tulangan longitudinal lapangan bawah didapat jumlah tulangan 3D22 serta untuk tulangan lapangan bagian atas didapat jumlah 2D22. Analisa tulangan geser dengan balok dimensi 40 x 80 dengan menggunakan tulangan polos dengan diameter 12 ( Ø12 ) dengan luas tulangan 1,13 cm<sup>2</sup> maka didapat jarak tulangan pada bagian tumpuan sebesar Ø12 -125 mm dan untuk tulangan geser pada bagian lapangan didapat jarak sebesar Ø12 - 150 mm. Untuk hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 4.8

Dimensi Balok	40 x 80	
Posisi Bertang	Tumpuan (< 2h)	Lapangan (> 2h)
BALOK B1 SNI 2019		
Tulangan Atas	5D22	3D22
Tulangan Bawah	3D22	4D22
Selangang	Ø12-100	Ø12-150
Tulangan Samping	2D16	2D16
Sebelum Beton	4 cm	
Beton	K-300	

Dimensi Balok	40 x 80	
Posisi Bertang	Tumpuan (< 2h)	Lapangan (> 2h)
BALOK B1 SNI 2012		
Tulangan Atas	5D22	2D22
Tulangan Bawah	3D22	3D22
Selangang	Ø12-125	Ø12-150
Tulangan Samping	2D16	2D16
Sebelum Beton	4 cm	
Beton	K-300	

**Gambar 4.8.**DetailPerbandingan Balok AS – B SNI 2012 dengan SNI 2019

Berdasarkan luas tulangan yang dianalisa berdasarkan SNI gempa 2019 maka jumlah tulangan longitudinal kolom dengan dimensi 50 x 50 cm dengan menggunakan tulangan Ulir diameter 22 ( D 22) dengan luas tulangan 3,79 cm<sup>2</sup> didapat jumlah tulangan tumpuan dan lapangan 18D22. Analisa tulangan geser dengan kolom dimensi 50 x 50 dengan menggunakan tulangan polos dengan diameter 12 ( Ø12 ) dengan luas tulangan 1,13 cm<sup>2</sup> maka didapat jarak tulangan pada bagian tumpuan sebesar Ø12 -125 mm dan untuk tulangan geser pada bagian lapangan didapat jarak sebesar Ø12 -150 mm.

Sedangkan berdasarkan luas tulangan yang dianalisa berdasarkan SNI gempa 2012 maka jumlah tulangan longitudinal kolom dengan dimensi 50 x 50 cm dengan menggunakan tulangan Ulir diameter 22 ( D 22) dengan luas tulangan 3,79 cm<sup>2</sup> didapat jumlah tulangan tumpuan dan lapangan 12D22. Analisa tulangan geser dengan kolom dimensi 50 x 50 dengan menggunakan tulangan polos dengan diameter 12 ( Ø12 ) dengan luas tulangan 1,13 cm<sup>2</sup> maka didapat jarak tulangan pada bagian tumpuan sebesar Ø12 -140 mm dan untuk tulangan geser pada bagian lapangan didapat jarak sebesar Ø12 -150 mm. Untuk hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 4.9

Dimensi Kolom	50 x 50	
	Tumpuan (L1)	Lapangan (L2)
Profil Bentang		
KOLOM K1 SNI 2019		
Tulangan Utama	12D22	18D22
Sengkang Luar	Ø12 - 125	Ø12 - 150
Sengkang Dalam		
Selutut Beton	4 cm	
Beton	K.350	

Dimensi Kolom	50 x 50	
	Tumpuan (L1)	Lapangan (L2)
Profil Bentang		
KOLOM K1 SNI 2012		
Tulangan Utama	12D22	12D22
Sengkang Luar	Ø12 - 140	Ø12 - 150
Sengkang Dalam		
Selutut Beton	4 cm	
Beton	K.350	

**Gambar 4.9.** Detail Perbandingan kolom AS – B SNI 2012 dengan SNI 2019

## BAB 5.KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis terhadap Gedung T Fakultas PSikologi memberikan hasil sebagai berikut :

1. Pda bangunan Gedung perkuliahan fakultas psikologi USM pada Gedung T dengan membandingkan antara SNI 03-1726-2012 dengan SNI 03-1726-2019 pada kolom kebutuhan tulangan longitudinal mengalami kenaikan sebesar 50% yaitu pada perhitungan dengan SNI gempa 2012 dihasilkan jumlah tulangan 12 buah dengan diameter 22 sedangkan pada perhitungan SNI gempa 2019 dihasilkan jumlah tulangan 18buah dengan diameter 22 sehingga ada penambahan tulangan sebesar 6buah tulangan dengan diameter 22, dan dilihat dari tulangan geser mengalami kenaikan 12,04% yaitu pada pehitungan dengan SNI gempa 2012 dihasilkan jarak Sengkang pada tumpuan memakai diameter 12-140mm, sedangkan dengan perhitungan menggunakan SNI gempa 2019 dihasilkan jarak Sengkang pada tumpuan diameter 12-125mm, sehingga ada selisih jarak sebesar 15mm.
2. Untuk perbandingan balok antara SNI 03-1726-2012 dengan SNI 03-1726-2019 kebutuhan tulangan longitudinal mengalami kenaikan pada tulangan



lapangan sebesar 25% yaitu pada perhitungan SNI gempa 2012 dihasilkan jumlah tulangan lapangan 3 buah dengan diameter 22 sedangkan pada perhitungan SNI gempa 2019 dihasilkan jumlah tulangan 4 buah dengan diameter 22 sehingga ada penambahan tulangan sebesar 1 buah tulangan dengan diameter 22, dan tulangan geser mengalami kenaikan 25% yaitu pada perhitungan dengan SNI gempa 2012 dihasilkan jarak Sengkang pada tumpuan memakai diameter 12 – 100mm. sedangkan dengan perhitungan menggunakan SNI gempa 2019 dihasilkan jarak Sengkang pada tumpuan diameter 12 – 125 mm. sehingga ada selisih jarak sebesar 25 mm.

*Bangunan Gedung dan Non Gedung”,  
Badan Standarisasi Nasional*

Badan Standar Nasional, 2002, “SNI 07-2042-2002 Baja Tulangan Beton”, Bandung

Diphusodo, I., 1994, “Struktur Beton Bertulang”, Gramedia, Jakarta

Pamono, Hadi & Rekan, “Desain Konstruksi Plat dan Rangka Beton Bertulang dengan SAP 2000 Versi 9, 2001”, Penerbit Andi, Yogyakarta

Himpunan Ahli Konstruksi Indonesia, 2004, “Excellence In Construction”, HAKI, Jakarta

Indarto, H. Tri. Cahyo, =H. Adiputra, Kukuh., 2013, “Aplikasi SNI Gempa 1726:2012 for Dummies (Hand-out shortcourse)”, Teknik Sipil UNNES, Semarang

## DAFTAR PUSTAKA

Indarto, H., 2005, “Buku Ajar Mekanika Getaran Dan Rekayasa Gempa”, Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.

ASCE, 2010, ASCE Standard ASCE/SEI 7-10, “Minimum design loads for buildings and other structures”, ASCE.

Badan Standart Nasional, 2002, “SNI-03-2847-2002,” Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur bangunan Gedung dan Non Gedung Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standar Nasional, 2012, “SNI 1726:2012,” Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur