

Perbandingan perencanaan struktur berdasarkan SNI-03-1276-2002 dan SNI 1726:2012 (Studi Kasus : Apartemen Malioboro City Yogyakarta)¹

Achmad Hambali², Bagus Soebandono³, Restu Faizah⁴
*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

Abstrak. Beberapa tahun ini, Indonesia sering terjadi bencana alam terutama gempa. Hal ini terjadi karena Indonesia berada di kawasan Pasific Ring Of Fire yang merupakan jalur rangkaian berapi aktif di dunia. Yogyakarta merupakan salah satu kota di Indonesia yang masuk di kawasan rawan gempa. Banyak gedung di Yogyakarta yang masih menggunakan peraturan gempa SNI 03-1276-2002 sehingga perlu dikaji dengan peraturan gempa yang baru yaitu SNI 03-1276-2012. Karena kedatangan gempa tidak dapat diprediksi maka harus dibuat antisipasi dengan pembangunan gedung yang tahan gempa agar tidak memakan korban jiwa. Di Indonesia terdapat standar mengenai Peraturan mengenai Tata Cara Perencanaan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung yang diatur dalam SNI 03-1726-2002. Akan tetapi menurut para ahli gempa di Indonesia, peraturan ini dirasa sudah tidak sesuai lagi, sehingga dilakukan pembaharuan dengan disusunnya standar kegempaan SNI 03-1726-2012. Dalam penelitian ini, peneliti membandingkan hasil perencanaan gedung oleh owner yang masih menggunakan peraturan gempa SNI 03-1276-2002 dengan SNI 03-1726-2012. Tujuan dibandingkannya SNI tersebut untuk merancang ulang tulangan lentur dan tulangan geser pada balok dan kolom gedung kompleks apartemen Malioboro city Yogyakarta dengan mengacu pada SNI 2847-2002 dan SNI 1726-2012. Gedung yang akan dikaji adalah Apartemen Malioboro City 11 lantai. Perbandingan perencanaan gedung dimodelkan dengan menggunakan software SAP2000 versi 14. Analisa gempa dilakukan dengan metode statik ekuivalen. Statik ekuivalen adalah cara analisis pembagian beban geser tingkat akibat beban gempa dengan menirukan perilaku beban dinamik dengan batasan arah gempa tertentu. Struktur yang di analisa adalah balok dan kolom. 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.

Kata kunci : Gempa, SNI 03-1726-2002, SNI 1726:2012, SNI 2847-2002, SAP2000.versi 14.

¹ Disampaikan Pada Seminar Tugas Akhir

² Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UMY (20120110106)

³ Dosen Pembimbing I

⁴ Dosen Pembimbing II

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beberapa tahun ini, Indonesia sering dikejutkan dengan berbagai macam bencana alam, terutama gempa. Hal ini terjadi karena Indonesia berada di kawasan *Pasific Ring Of Fire* yang merupakan jalur rangkaian gunung berapi aktif di dunia. Kedatangan gempa tidak dapat diprediksi secara pasti tempat dan waktunya, oleh sebab itu, harus ada sistem pemberitahuan dini terhadap bahaya gempa dan juga dibuat pengantisipasi dengan pembangunan gedung yang tahan gempa agar tidak memakan korban jiwa dalam jumlah banyak. Di Indonesia terdapat standar mengenai Peraturan mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung yang diatur dalam SNI 03-1726-2002. Akan tetapi menurut para ahli gempa di Indonesia, peraturan ini dirasa sudah tidak sesuai lagi diaplikasikan sebagai pedoman perencanaan struktur tahan gempa karena mengingat banyak gempa besar yang terjadi dan menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan. Seiring berjalannya waktu dan teknologi, maka dilakukan pembaharuan dengan disusunnya standar kegempaan SNI 03-1726-2012. Di standar tersebut, terdapat faktor respons gempa yang nilainya bergantung pada parameter percepatan gerak tanah yang kemudian dibuat kurva terlebih dahulu sehingga dapat ditentukan nilai faktor respons gempa berdasarkan waktu getar alami. Dengan adanya perubahan pada standar perencanaan yang baru tersebut, muncul pertanyaan seberapa besar perubahan faktor respons gempa dari standar perencanaan yang lama yang mempengaruhi beban horizontal (gempa) dan besar simpangan antar lantainya yang nantinya berdampak pada perencanaan penulangan struktur portal bangunan itu sendiri. Salah satu bangunan yang ditinjau dilakukan pembangunan adalah gedung kompleks apartemen Malioboro City yang berada di jalan JL. Raya Solo, Catur Tunggal, Sleman, Yogyakarta dengan perencanaannya masih menggunakan peraturan gempa tahun 2002, maka dalam hal ini studi dilakukan

analisis perbandingan antara SNI 03-1726-2002 dengan SNI 03-1726-2012. Perbandingan dilakukan pada beban gempa, hasil analisis gempa statis linier dengan model 3 dimensi gedung 11 lantai dengan fungsi bangunan sebagai kompleks apartemen, nantinya dapat diketahui pada perencanaan penulangan struktur portal bangunan sebelumnya menggunakan peraturan gempa yang lama dapat diketahui selisih prosentasi pemakaiannya dengan membandingkan hasil perencanaan penulangan struktur portal dengan menggunakan SNI 03-1726-2012 pada penelitian ini.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui perbandingan gaya horizontal akibat beban gempa SNI tahun 2002 dan SNI tahun 2012 dan besar simpangan antar lantai
- 2) Merancang ulang tulangan lentur dan tulangan geser pada balok dan kolom gedung kompleks apartemen Malioboro City Yogyakarta dengan mengacu pada SNI beton 2847-2002 dan SIN gempa 03-1726-2012
- 3) Untuk mengetahui perbandingan hasil perencanaan gedung oleh pihak desainer dari *owner* yang masih menggunakan peraturan lama dengan hasil perencanaan ulang gedung khususnya penulangan struktur portalnya berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 2847-2002.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada umumnya sangatlah tidak ekonomis untuk merancang struktur yang berespon elastis akibat gempa yang memberikan gaya inersia yang sangat besar. Pengalaman menunjukkan bahwa struktur yang dirancang dengan beban yang diatur oleh peraturan-peraturan gempa dapat menahan beban gempa yang cukup besar. Hal ini disebabkan, pertama karena struktur-struktur tersebut yang dirancang dengan baik

dapat berdeformasi sampai keadaan inelastisnya tanpa menunjukkan keruntuhan, kedua karena berkurangnya respon akibat kekakuannya berkurang, dan ketiga akibat interaksi tanah dengan struktur. (Gideon. dkk, 1994).

Sistem struktur selama gempa bumi berlangsung, bangunan mengalami gerakan vertikal dan horizontal, sehingga gaya gempa dalam arah vertikal maupun horisontal akan menjadi titik-titik pada massa struktur. Gaya gempa pada arah vertikal hanya berpengaruh sedikit pada gaya gravitasi yang bekerja pada struktur, karena struktur biasanya dirancang terhadap gaya-gaya vertikal dengan faktor keamanan yang memadai, sehingga jarang terjadi struktur rumah runtuh terhadap gaya vertikal. Sebaliknya gempa horisontal banyak menimbulkan keruntuhan (collapse) atau kegagalan (failure). Atas alasan ini prinsip utama dalam perancangan struktur tahan gempa (earthquake resistant design) dengan meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral (ke samping) yang umumnya tidak memadai. (Muto, 1987).

III. LANDASAN TEORI

A. Gempa 03-1726-2002

1. Analisis statik ekuivalen

Metode ini digunakan untuk mengetahui nilai gaya gempa yang nilai dari perhitungannya akan dimasukkan dalam pemodelan dalam SAP2000.

Setiap struktur gedung harus dirancang untuk menahan suatu beban gempa nominal statik ekuivalen (V).

$$V = \frac{C_1 \cdot I}{R} W_t$$

dengan :

- W_t = berat total bangunan
- C_1 = nilai faktor *respons* gempa
- I = faktor keutamaan
- R = faktor reduksi gempa

a) Waktu getar alami

Waktu getar alami struktur gedung (T) ditentukan dengan rumus empiris :

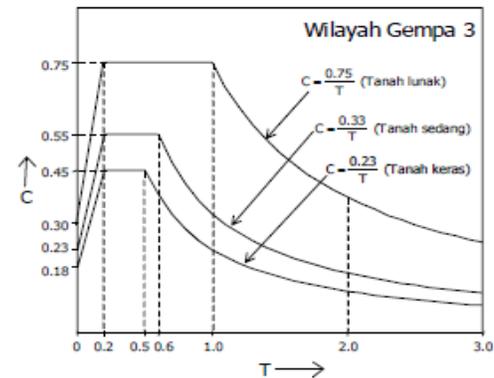
$$T_1 = \zeta \times H^{3/4}$$

Dengan :

H = tinggi total struktur bangunan

ζ = Koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung .

b) Koefisien gempa dasar (C_1)



Gambar 3.1 Respons Spektrum Gempa Rencana

Koefisien gempa dasar berfungsi untuk menjamin agar struktur mampu memikul beban gempa yang dapat menyebabkan kerusakan besar pada struktur. Nilai C_1 tergantung pada waktu getar alami fundamental (T) yang berbeda-beda pada tiap wilayah gempa dan kondisi tanah setempat sesuai SNI 03 – 1726 – 2002.

c) Kinerja batas layan

SNI 03-1726-2002 memberi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar-tingkat akibat pengaruh gempa rencana, yaitu untuk menjaga kenyamanan penghunian, mencegah kerusakan non-struktur, membatasi terjadinya pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan. Untuk memenuhi persyaratan berdasarkan SNI 03-1726-2002 pasal 8.1, batasan simpangan antar tingkat (Δ_s) dalam struktur gedung antar tingkat tidak boleh lebih besar dari :

$$\Delta_{s_{max}} = \frac{0,03}{R} \times h_i , \text{ atau } 30 \text{ mm.}$$

B. Gempa 03-1726-2012

1. Periode fundamental pendekatan.

Dalam menentukan periode fundamental struktur T dapat diperoleh dari hasil analisis struktur yang akan ditinjau. Periode pendekatan ditentukan berdasarkan Persamaan berikut ini :

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

dengan h_n adalah ketinggian struktur bangunan gedung dalam satuan meter, sedangkan nilai C_t dan x dapat diperoleh dari Tabel 3.1

Tabel 3.1 Nilai parameter periode pendekatan

Tipe Struktur	C_t	X
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka pemikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0.0724	0.8
Rangka beton pemikul momen	0.0466	0.9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0.0731	0.75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0.0731	0.75
Semua sistem struktur lainnya	0.0488	0.75

2. Gaya dasar seismik

Gaya geser dasar seismik adalah total dari seluruh gaya lateral akibat gempa yang diterima oleh bangunan gedung yang sedang ditinjau dan merupakan total dari gaya lateral gempa yang diterima setiap lantainya. Besarnya gaya geser dasar seismik seperti pada Persamaan

$$V = C_s \cdot W$$

dimana :

V = gaya geser dasar seismik,

C_s = koefisien respons seismik,

W = berat gravitasi total struktur gedung efektif.

3. Distribusi vertical gaya gempa

Setelah didapatkan nilai total gaya lateral yang diterima gedung akibat gempa, pendistribusian beban ke setiap lantai mengikuti Persamaan F_x dengan menggunakan koefisien faktor distribusi vertikal berupa C_{vx} sesuai dengan Persamaan berikut :

$$F_x = C_{vx} \cdot V$$

$$C_{vx-y} = \frac{W_x \cdot h_x^k}{\sum_i^n W_i \cdot h_i^k}$$

dimana :

C_{vx} = Faktor distribusi vertikal,

V = Geser dasar seismik,

w_x dan w_i = Berat seismik efektif total struktur (W) pada tingkat atau x ,

h_x dan h_i = Tinggi tingkat i atau x yang diukur dari dasar struktur.

k = eksponen yang berhubungan dengan periode getar struktur, nilainya adalah 1,0 untuk periode getar $< 0,5$ detik, dan bernilai 2,0 jika periode getar $> 2,5$ detik. Untuk periode getar diantara 0,5 detik dan 2 detik perlu untuk dilakukan interpolasi.

4. Kombinasi kuat perlu

Kuat perlu merupakan kekuatan komponen struktur yang dibutuhkan untuk menahan beban terfaktor baik momen maupun gaya dalam yang terjadi berkaitan dengan beban tersebut dalam suatu kombinasi yang ditetapkan dalam Standar pada peraturan pembebanan gempa tahun 2002 dan 2012.

$$U = 1,4D$$

$$U = 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$$

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

$$U = 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$$

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

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

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

Dengan :

D = beban mati

L = beban hidup

R = beban hujan

W = beban angin

E = beban gempa

Tabel 3.2 Perbedaan perhitungan gaya lateral

Keterangan	SNI 03-1726-2002	SNI 03-1726-2012
Gaya Dasar Seismik	$V = \frac{C \cdot I}{R} Wt$	$V = C_s \cdot Wt$
Gaya Gempa Lateral	$F = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot V$	$F = \frac{W_i \cdot h_i^k}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot V$
Koefisien C	Berdasarkan grafik faktor zonasi 6 wilayah Indonesia	$C_s = \frac{S_d s}{\left(\frac{R}{I_e}\right)}$
Koefisien k	-	eksponen yang berhubungan dengan periode getar struktur

C. SNI Beton 03-2847-2002

SNI ini digunakan sebagai perencanaan ulang pada balok dan kolom sebagai acuan syarat tulangan terhadap lendutan dan kapasitas momen sebagai berikut :

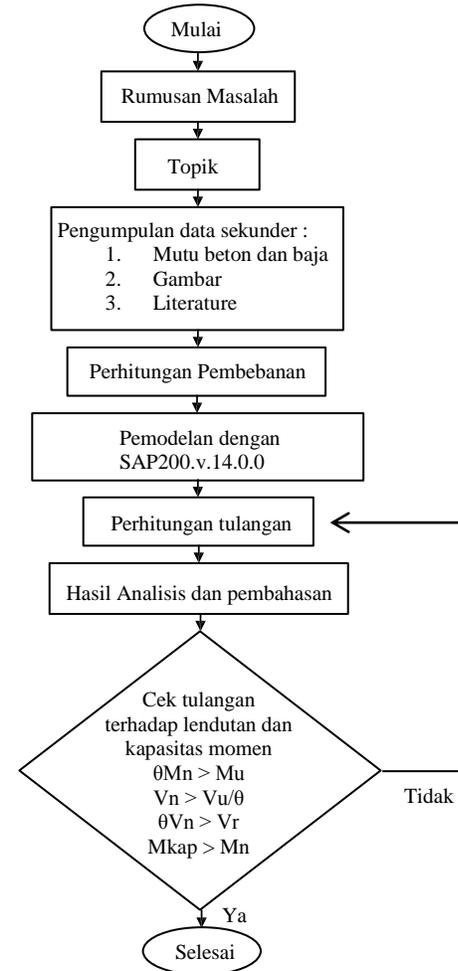
$$\begin{aligned} \theta M_n &> M_u \\ V_n &> V_u / \theta \\ \theta V_n &> V_r \\ M_{kap} &> M_n \end{aligned}$$

Menurut SNI T-03-2847-2002 pasal 23.3 ayat 1 untuk komponen –komponen struktur pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus yang memikul gaya akibat beban gempa dan dirancang untuk memikul lentur, batasan penampang komponen struktur tersebut harus memenuhi syarat-syarat di bawah ini :

- 1) gaya aksial tekan terfaktor pada komponen struktur tidak boleh melebihi $0,1 \cdot A_g \cdot f_c'$.
- 2) bentang bersih komponen struktur tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya.
- 3) perbandingan lebar terhadap tinggi tidak boleh kurang dari 0,3.

IV. METODE PENELITIAN

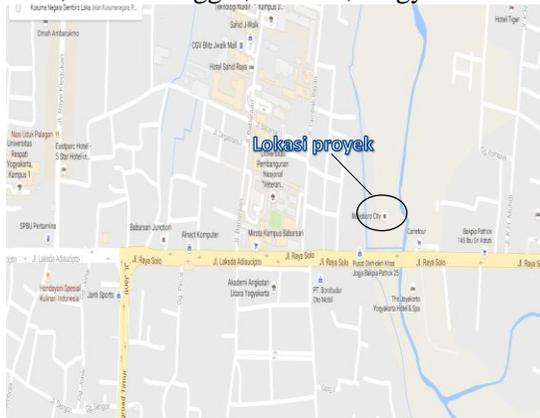
A. Diagram Alir Analisis



Gambar 4.1 Diagram alir proses pelaksanaan penelitian

B. Lokasi Proyek

Apartemen Malioboro City terletak di JL. Raya Solo, Catur Tunggal, Sleman, Yogyakarta



Gambar 4.2 Lokasi proyek

C. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan untuk menunjang kebutuhan penelitian meliputi :

1. Gambar bestek
2. Mutu beton yang digunakan yaitu $f_c' = 25$ Mpa dan $f_c' = 30$
3. Modulus Elastisitas beton 23500Mpa dan 25743Mpa
4. Mutu baja tulangan yang digunakan adalah $f_y = 240$ Mpa (tulangan geser $f_y \Phi < 10$ mm)
5. Mutu baja tulangan yang digunakan adalah $f_y = 400$ Mpa (tulangan geser $f_y \Phi > 13$ mm)

Tabel 4.1 Frame pemodelan balok kolom

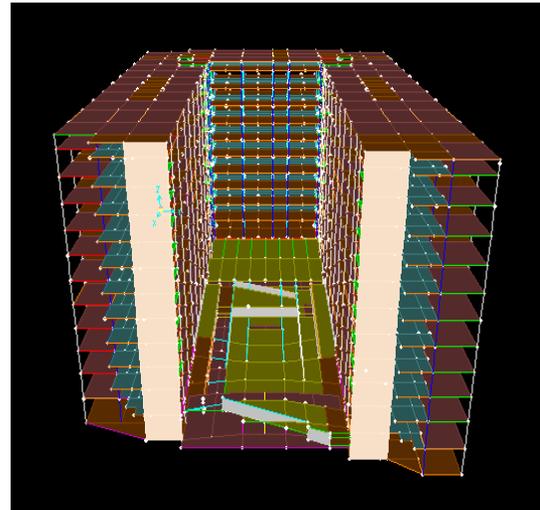
Tipe balok	Dimensi	
	b (mm)	h (mm)
BP1	500	700
BP2	250	400
BP3	300	700
BP4	400	600
BP6	500	700
BP7	700	600
BP9	800	1000
BP11	1000	1200
BP12	1300	1600
B1	500	800
B2	300	600
B3	300	700
B4	400	650
B5	300	400
B6	300	500
B7	500	700
RB1	300	500
RB2	300	500
RB3	400	600

RB4	300	600
RB5	300	500
RB6	300	500

Tipe kolom	Dimensi	
	b (mm)	h (mm)
K1	1000	1000
K2	800	900
K3	700	800
K4	1000	1000
K5	600	600

D. Pemodelan Bangunan di SAP2000.14.0

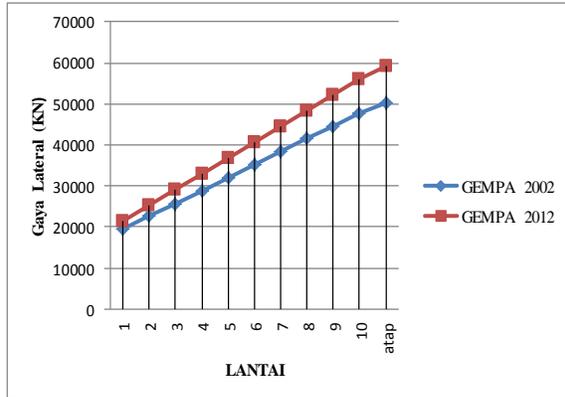
Software SAP2000.v.14. digunakan untuk memodelkan bangunan dalam tipe 3D, data yang dihasilkan dari pemodelan di software ini adalah nilai nilai gaya dan momen pada bangunan dalam format excel. Hasil permodelan dapat dilihat di gambar 4.3.



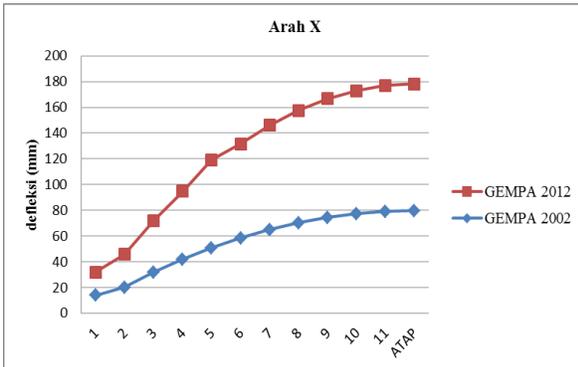
Gambar 4.3 Pemodelan gedung dengan SAP2000.v.14

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

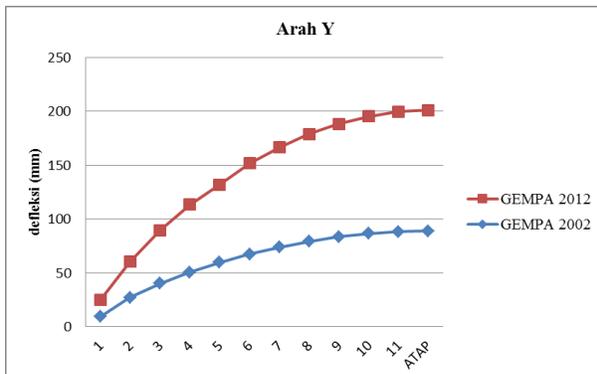
Hasil perhitungan gaya lateral gedung dapat dilihat di grafik 5.1 dan perbandingan simpangan antar lantai dapat dilihat di grafik 5.2 dan grafik 5.3



Grafik 5.1 perbandingan gaya lateral SNI gempa



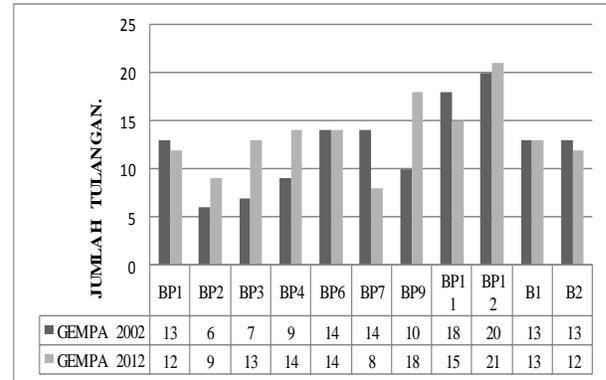
Grafik 5.2 Perbandingan simpangan antar lantai arah X



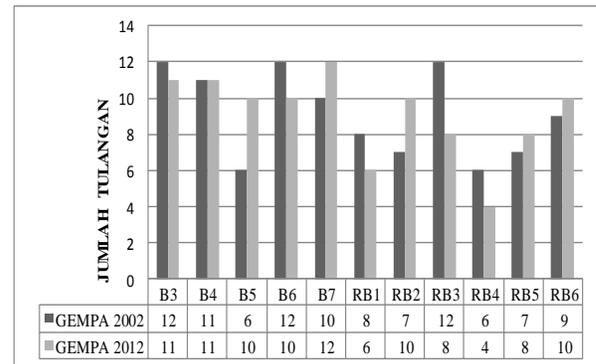
Grafik 5.3 Perbandingan simpangan antar lantai arah Y

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.

Hasil perbandingan jumlah tulangan lentur tumpuan balok dapat dilihat di grafik 5.4 dan grafik 5.5.



Grafik 5.4 Perbandingan jumlah tulangan lentur tumpuan pada balok dengan SNI gempa 2002 dan 2012

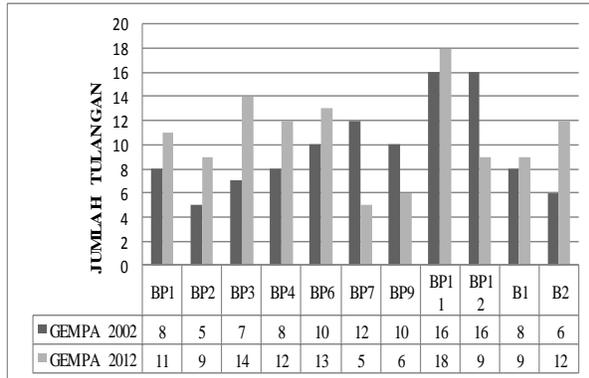


Grafik 5.5 Perbandingan jumlah tulangan lentur tumpuan pada balok dengan SNI gempa 2002 dan 2012

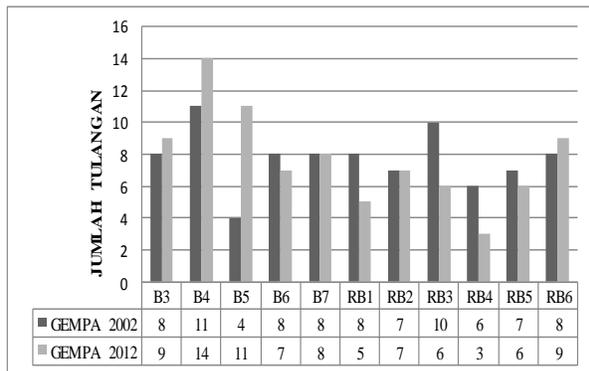
$$\begin{aligned} \text{Selisih tul. Lentur rata rata} &= \frac{\text{Jumlah selisih tul}}{\text{jumlah tumpuan}} \\ &= \frac{690,9127}{44} \\ &= + 15,7 \% \end{aligned}$$

Dari hasil grafik didapat penulangan lentur tumpuan balok ada penambahan 15,7 % dari hasil penulangan sebelumnya.

Hasil perbandingan jumlah tulangan lentur lapangan balok dapat dilihat di grafik 5.6 dan grafik 5.7.



Grafik 5.6 Perbandingan jumlah tulangan lentur lapangan pada balok dengan SNI gempa 2002 dan 2012

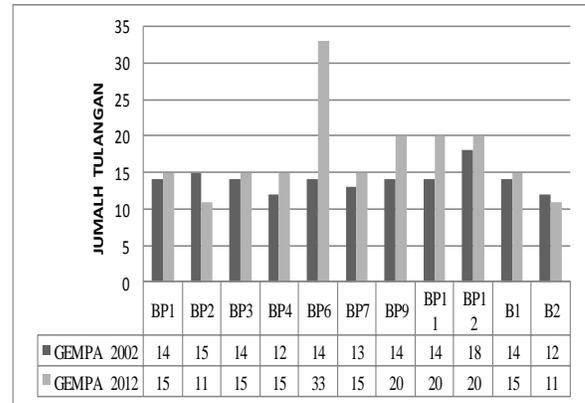


Grafik 5.7 perbandingan jumlah tulangan lentur lapangan pada balok dengan SNI gempa 2002 dan 2012

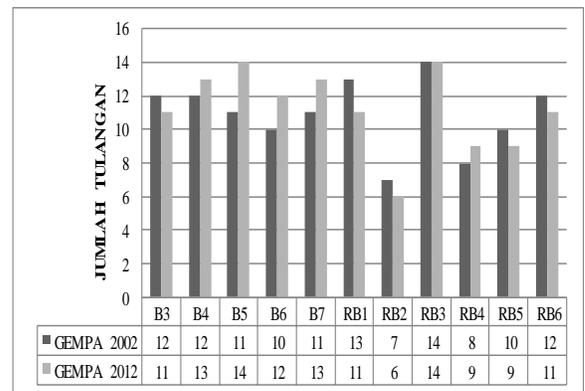
$$\begin{aligned} \text{Selisih tul. Lentur rata rata} &= \frac{\text{Jumlah selisih tul}}{\text{jumlah lapangan}} \\ &= \frac{+998,3}{44} \\ &= +22,7\% \end{aligned}$$

Dari hasil grafik diatas, didapat penulangan lentur lapangan balok ada penambahan 22,7 % dari hasil penulangan sebelumnya.

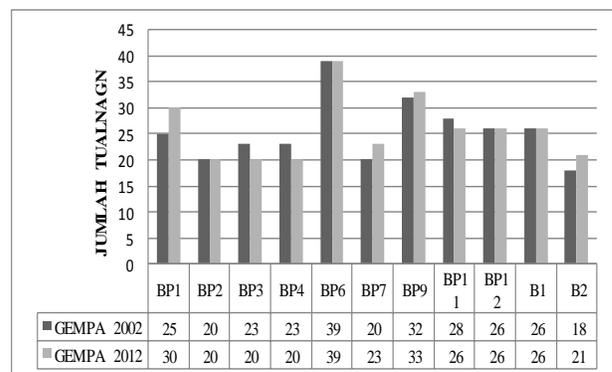
Hasil perbandingan jumlah tulangan geser balok pada tumpuan dan lapangan dapat dilihat di grafik 5.8, grafik 5.9, grafik 5.10 dan grafik 5.11.



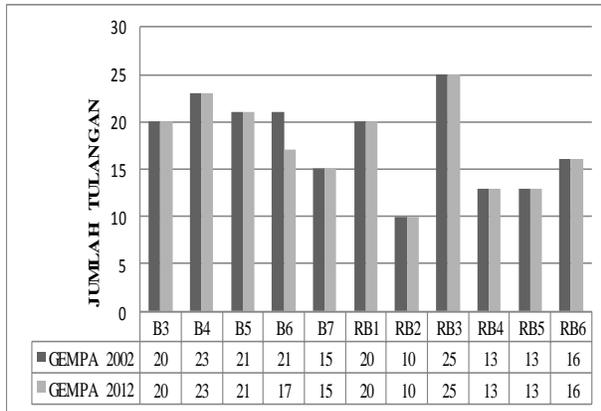
Grafik 5.8 perbandingan jumlah tulangan geser tumpuan pada balok dengan SNI gempa 2002 dan 2012



Grafik 5.9 perbandingan jumlah tulangan geser tumpuan pada balok dengan SNI gempa 2002 dan 2012



Grafik 5.10 perbandingan jumlah tulangan geser lapangan pada balok dengan SNI gempa 2002 dan 2012



Grafik 5.11 perbandingan jumlah tulangan geser lapangan pada balok dengan SNI gempa 2002 dan 2012

a. Penulangan geser tumpuan balok

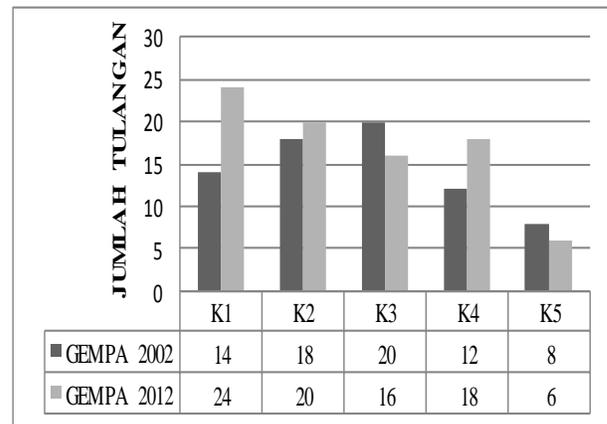
$$\begin{aligned} \text{Selisih n tul. rata-rata} &= \frac{\text{Jumlah Selisih Tul.}}{\text{Jumlah Balok}} \\ &= \frac{+289,3}{22} \\ &= +13,1\% \end{aligned}$$

b. Penulangan geser lapangan balok

$$\begin{aligned} \text{Selisih n tul. rata-rata} &= \frac{\text{Jumlah Selisih Tul.}}{\text{Jumlah Balok}} \\ &= \frac{+2,51}{22} \\ &= +0,11\% \end{aligned}$$

Dari hasil rata-rata diatas, jadi penulangan geser tumpuan dan lapangan balok mengalami penambahan pada jumlah penulangan geser balok .

Hasil perbandingan jumlah tulangan lentur kolom dapat dilihat di grafik 5.12

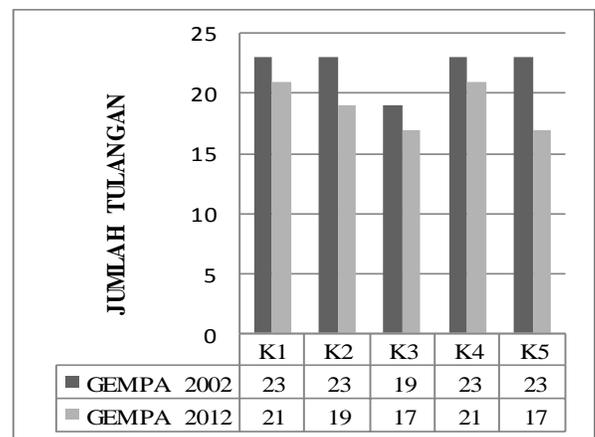


Grafik 5.12 perbandingan jumlah tul. Lentur kolom

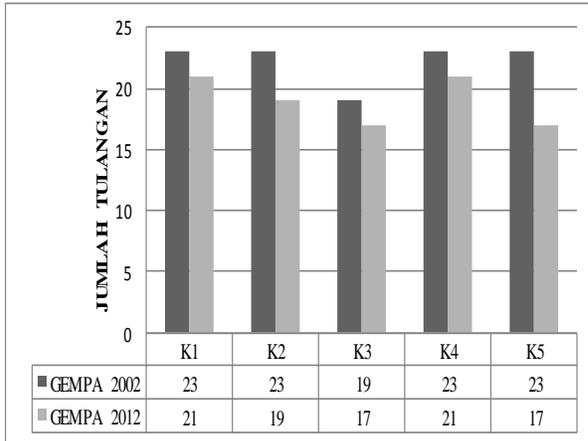
$$\begin{aligned} \text{Selisih n tul. rata rata} &= \frac{\text{Jumlah Selisih Tul.}}{\text{Jumlah Kolom}} \\ &= \frac{+87,53}{5} \\ &= +17,5\% \end{aligned}$$

Dari hasil rata-rata diatas, jadi penulangan lentur pada kolom mengalami penambahan sebesar 17,5 % dari hasil penulangan sebelumnya.

Hasil perbandingan tulangan geser kolom pada tumpuan dan lapangan dapat dilihat di grafik 5.13 dan grafik 5.14



Grafik 5.13 perbandingan tulangan geser pada tumpuan kolom



Grafik 5.14 perbandingan tulangan geser kolom pada lapangan

a. Penulangan geser tumpuan kolom

$$\begin{aligned} \text{Selisih n tul. rata-rata} &= \frac{\text{Jumlah Selisih Tul.}}{\text{Jumlah Kolom}} \\ &= \frac{-71,4\%}{5} \\ &= -14,3\% \end{aligned}$$

b. Penulangan geser lapangan kolom

$$\begin{aligned} \text{Selisih n tul. rata-rata} &= \frac{\text{Jumlah Selisih Tul.}}{\text{Jumlah Kolom}} \\ &= \frac{-71,4\%}{5} \\ &= -14,3\% \end{aligned}$$

Dari hasil rata-rata diatas, jadi penulangan geser tumpuan dan lapangan balok mengalami pengurangan pada jumlah penulangan geser kolom sebesar 14,3%.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan struktur portal kolom-balok dalam tugas akhir menggunakan peraturan pembebanan gempa SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012 dan peraturan penulangan SNI 03-2847-2002, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini :

1. Hasil perhitungan pembebanan gaya lateral gempa menggunakan SNI 03-1726-2012 memiliki selisih 15,6% dari peraturan pembebanan gempa SNI 03-1726-2002, artinya pada pembebanan gaya lateral bangunan itu bertambah dari perhitungan semula.
2. Hasil perhitungan 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.
3. Hasil perhitungan perancangan penulangan geser balok di tumpuan lebih banyak 13,1% dan pada lapangan memiliki penambahan sebesar 0,11%.
4. Dari 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%.
5. Perbedaan hasil yang cukup signifikan antara perencanaan menggunakan SNI 03-1726-2002 dengan perencanaan menggunakan SNI 03-1726-2012 dapat disebabkan beberapa faktor diantaranya:
 - a. Perbedaan pemetaan pada Wilayah Gempa Indonesia.
 - b. Desain respon spektra.
 - c. Perhitungan beban geser dasar nominal bangunan antar tingkat.

B. Saran

1. Perencanaan struktur agar selalu memperhatikan beban gempa dengan pedoman yang berlaku, agar memberikan kenyamanan terutama pada daerah dengan tingkat resiko wilayah gempa tinggi sesuai dengan fungsi bangunannya.
2. Perlu diperhatikan perencanaan pendetailan tulangan, agar struktur berperilaku sesuai yang direncanakan dengan memperhitungkan *low cost*.
3. Untuk menambah ketelitian perencanaan, perlu adanya perencanaan ulang dengan metode yang berbeda, misalkan SRPMK atau SRPMB.
4. Untuk perancangan sistem struktur tahan gempa sebaiknya dengan bangunan yang dibuat simetri karena pada bangunan tahan gempa permodelan ditekan pada bentuk simetris dan walaupun tidak simetris dibuatkan pemisak atau kolom pemisah menghinadi dari puntiran atau distorsi
5. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kolom pendek pada bangunan bertingkat karena hasil dari penulangan lebih boros dibandingkan kolom dengan tinggi standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Gideon H. K., Takim Indarto., *Desain Struktur Rangka Beton bertulang di Daerah Rawan Gempa*, 1994, Erlangga, Jakarta.
- Kiyoshi Muto., *Analisis Perancangan Gedung Tahan Gempa*, 1987, Erlangga, Jakarta.
- PPIUG 1983., *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, 1983, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Standar Nasional Indonesia., SNI 03-2847-2002 *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, 2002.
- Standar Nasional Indonesia., SNI 03-1726-2002 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung*, 2002.
- Standar Nasional Indonesia., SNI 03-1726-2012 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan*, 2012.