

# EVALUASI KEKUATAN DAN DETAILING TULANGAN BALOK BETON BERTULANG SESUAI SNI 2847:2013 DAN SNI 1726:2012 (STUDI KASUS : HOTEL DI WILAYAH PEKALONGAN)

Syaeful Karim<sup>1)</sup>, Supardi,<sup>2)</sup>, Agus Supriyadi<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret,

<sup>2,3)</sup>Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: Syaeful\_Karim@Yahoo.com.

## Abstract

*Changes in regulation of SNI 03-1726-2002 earthquake to SNI 1726: 2012 affects the changing requirements of SNI 03-2847-2002 reinforced concrete into SNI 2847: 2013. Changes in regulation Indonesian earthquake caused buildings that have been designed with the old regulations become necessary evaluated.*

*The purpose of this study was to determine the strength and reinforcement detailing of reinforced concrete beam according SNI 1726: 2012 and SNI 2847: 2013 by taking into account drift rate ( $\Delta$ ), counting on a strong cross-section of the beam and check the terms of reinforcement detailing the existing installed in the field.*

*This study shows that all deviations between the rate for the 7 floor hotel building in Pekalongan ( $\Delta$ )  $< \Delta a / \rho$ . Evaluation of the existing beam elements to meet the requirements of style and geometry of the structure bending. Calculation of evaluation taking into account the strength of the beam moments and shear nominal nominal flexural. The results of the strength calculation nominal moment ( $M_n$ ) for all of the conditions on the beams meet the requirements of  $M_u < \phi M_n$ , while the result of the calculation of nominal shear ( $V_n$ ) on beam for all conditions meet the requirements  $V_e < \phi V_n$ . Detailing flexural existing requirements for detailing all conditions meet the requirements of SNI 2847: 2013.*

**Keywords:** *Evaluation of strength, Detailing Reinforcement Beams, Earthquake Resistant.*

## Abstrak

Perubahan peraturan gempa dari SNI 03-1726-2002 ke SNI 1726:2012 mempengaruhi berubahnya persyaratan beton bertulang dari SNI 03-2847-2002 menjadi SNI 2847:2013. Perubahan peraturan gempa Indonesia menyebabkan bangunan yang telah didesain dengan peraturan lama menjadi perlu dievaluasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan dan *detailing* tulangan balok beton bertulang sesuai SNI 1726:2012 dan SNI 2847: 2013 dengan memperhitungkan simpangan antar tingkat ( $\Delta$ ), menghitung kuat penampang pada balok dan memeriksa persyaratan *detailing* tulangan eksisting yang terpasang di lapangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh simpangan antar tingkat untuk gedung hotel 7 lantai di Pekalongan ( $\Delta$ )  $< \Delta a / \rho$ . Evaluasi elemen balok eksisting memenuhi persyaratan gaya dan geometri struktur lentur. Perhitungan evaluasi kekuatan pada balok dengan memperhitungkan momen nominal dan geser nominal pada tulangan lentur. Hasil perhitungan kekuatan momen nominal ( $M_n$ ) untuk semua kondisi pada balok memenuhi persyaratan  $M_u < \phi M_n$ , sedangkan hasil perhitungan geser nominal ( $V_n$ ) pada balok untuk semua kondisi memenuhi persyaratan  $V_e < \phi V_n$ . Persyaratan *detailing* tulangan lentur eksisting untuk semua kondisi memenuhi persyaratan *detailing* SNI 2847:2013.

**Kata kunci :** Evaluasi kekuatan, *Detailing* Tulangan Balok, Tahan Gempa.

## PENDAHULUAN

Indonesia memiliki standar kegempaan SNI 03-1726-2002. Menurut para ahli, Sejak dikeluarkan standar kegempaan tersebut dengan rentang waktu yang cukup lama, peraturan ini dirasa 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 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.

Pada saat suatu peraturan gempa yang baru muncul dan diberlakukan, hal pertama yang menjadi pertanyaan bagi para pelaku industri konstruksi adalah seberapa besar perubahan persyaratannya dan seberapa besar peningkatan

bebannya. Perubahan peraturan gempa Indonesia menyebabkan bangunan yang telah didesain dengan peraturan lama menjadi perlu dievaluasi.

Perubahan peraturan gempa dari SNI 1726:2002 ke SNI 1726:2012 mempengaruhi berubahnya persyaratan beton bertulang dari SNI 03-2847-2002 menjadi SNI 2847:2013. Adanya perubahan tersebut menyebabkan perbedaan persyaratan *detailing* tulangan dari SNI 03-2847-2002 ke SNI 2847:2013.

Pada penelitian ini, gedung hotel 7 lantai di pekalongan akan dievaluasi kekuatannya dengan memperhitungkan defleksi maksimum antar lantai, kemudian dari defleksi maksimum antar lantai akan dihitung simpangan antar tingkat pada setiap lantai yang diakibatkan oleh beban gempa. Setelah itu, berdasarkan analisis struktur *software etabs* dan spesifikasi elemen balok eksisting yang sudah terpasang di lapangan, kuat penampang elemen balok akan dihitung dan hasilnya akan dievaluasi berdasarkan momen *ultimate* ( $M_u$ ) dan geser *earthquake* ( $V_e$ ) yang diakibatkan oleh beban gempa dan beban gravitasi. Persyaratan *detailing* pada tulangan balok bertulang yang sudah terpasang akan dievaluasi kembali berdasarkan SNI 2847:2013.

## METODE

Metode penelitian ini menggunakan analisis dinamik respon spektrum. Analisis ini dibantu dengan menggunakan program ETABS. Langkah analisis yang hendak dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan. Data yang dikumpulkan untuk penelitian ini adalah *shop drawing* bangunan, rencana kerja dan syarat-syarat (RKS) dan data tanah untuk perancangan hotel. *Shop drawing* dipergunakan untuk pemodelan struktur 3D di dalam program ETABS., Menghitung dan menentukan jenis beban yang bekerja pada struktur. Beban tersebut berupa beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Untuk mendapat kurva respon spektrum sesuai wilayah gempa yang dianalisis dengan bantuan program ETABS. Selanjutnya adalah melakukan analisis pada model/run program ETABS. Hasil analisis akibat beban gravitasi dan beban gempa kemudian akan dievaluasi untuk mengetahui kekuatan penampang nominal pada balok eksisting ketika menerima beban rencana.

Tabel 1. Deskripsi Gedung

Deskripsi Gedung	Keterangan
Fungsi bangunan	Tempat Hunian / Hotel/ Apartemen
Lokasi Bangunan	Pekalongan
Jenis tanah	Lunak
Sistem Struktur	Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
Jumlah Lantai	7 Lantai
Tinggi lantai Typical	3,2 m
Tinggi lantai <i>basement</i>	4,5 m
Elevasi tertinggi gedung	23,60
Mutu Beton ( $f'_c$ )	25 MPa (balok), 30 MPa (kolom)
Mutu Baja Tulangan Ulir ( $f_y$ )	400 MPa
Mutu Baja Tulangan Polos ( $f_y$ )	240 MPa
Kategori Resiko	II
Faktor Keutamaan Gempa	1,0
SDS	0,6
SD1	0,5
T0	0,16
Ts	0,83
Koefisien Modifikasi respon	R = 0,8

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembebanan

Beban mati merupakan beban dari semua elemen gedung yang bersifat permanen termasuk peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung. Beban mati yang bekerja yaitu : Berat sendiri beton bertulang ( $24 \text{ kN/m}^3$ ), Dinding Pas.  $\frac{1}{2}$  bata ( $2,5 \text{ kN/m}^3$ ), Finishing Lantai ( $22 \text{ kN/m}^3$ ), Langit-langit + penggantung ( $0,20 \text{ kN/m}^3$ ), Mechanical Electrical ( $0,25 \text{ kN/m}^3$ ), Beban hidup merupakan beban yang bekerja pada lantai bangunan tergantung dari fungsi ruang yang digunakan. Pembagian beban hidup sebagai berikut : Atap ( $1,0 \text{ kN/m}^3$ ), Tangga ( $3,0 \text{ kN/m}^3$ ), lantai hotel ( $2,5 \text{ kN/m}^3$ ), Reduksi untuk beban hidup hotel adalah: Tinjauan beban gravitasi 0,75 dan Tinjauan beban gempa 0,3.

Tabel 2.Rekapitulasi Berat Struktur per Lantai

Lantai	Tinggi Lantai dari dasar $Z_x$ (m)	Berat Lantai $W_x$ (kN)	Momen $W_x Z_x$ (kN.m)
Atap Tangga & Lift	23.6	536.44	12659.98
Atap	20.5	2610.98	53525.06
5	17.3	3590.77	62120.35
4	14.1	3590.77	50629.88
3	10.9	3590.77	39139.41
2	7.7	3630.52	27954.97
1	4.5	4524.51	20360.31
$\Sigma$		22074.76	266389,96

Pembuatan grafik respon spektrum gempa rencana menggunakan peta gempa berdasarkan SNI 1726-2012. Pada peta tersebut didapatkan bahwa bangunan mempunyai nilai  $S_1$  0,25 g dan  $S_s$  0,60 g. Selanjutnya berdasarkan Tabel 4 dan 5 SNI 1726-2012 didapatkan nilai  $F_a$  1,5 dan  $F_v$  3.

$$SDS = 2/3 \times F_a \times S_s \dots\dots\dots [1]$$

$$SD1 = 2/3 \times F_v \times S_1 \dots\dots\dots [2]$$

Berdasarkan persamaan 1 dan 2 maka nilai SDS adalah 0,60 dan SD1 adalah 0,50

$$T_0 = 0,2(SD1/ SDS) \dots\dots\dots [3]$$

$$T_s = (SD1/ SDS) \dots\dots\dots [4]$$

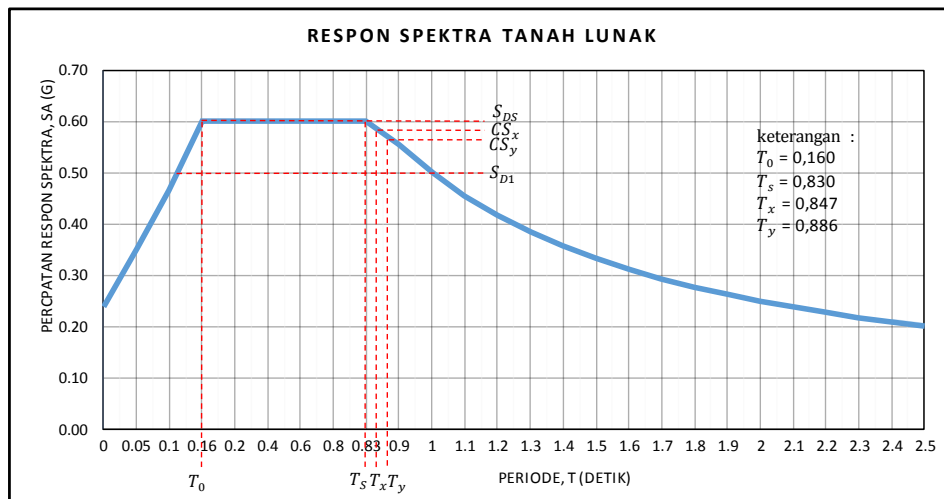
$$S_a \text{ untuk nilai } T = 0, \quad S_a = 0,4 S_{DS} \dots\dots\dots [5]$$

$$S_a \text{ untuk saat di } T_0 \leq T \leq T_s, \quad S_a = S_{DS} \dots\dots\dots [6]$$

$$S_a \text{ untuk nilai } T < T_0, \quad S_a = S_{DS} (0,4 + 0,6 (T/T_0)) \dots\dots\dots [7]$$

$$S_a \text{ untuk nilai } T > T_s, \quad S_a = (SD1/ T) \dots\dots\dots [8]$$

Sesuai persamaan 3 sampai 8 dapat dibuat grafik respon spektrum gempa rencana sesuai dengan lokasi bangunan. Gambar 1. Grafik respon spektrum gempa rencana.



Gambar 1. Grafik Respon Spektrum Gempa Rencana Wilayah Pekalongan

**Koefisien Respon Seismik (Cs)**

Menurut SNI 1726-2012 pasal 7.8.1.1, penentuan koefisien respon seismik suatu bangunan sama seperti penentuan periode getar bangunan yaitu terdapat batasan nilai minimum dan nilai maksimum berdasarkan arah

bangunannya

-Cs arah x

$$C_s \text{ minimum} = 0,044 SDS I_e \geq 0,01 \dots\dots\dots [9]$$

$$S_{DS} = 0,60$$

$I_e = 1,00$  (Tabel 2 SNI 1726-2012)

Berdasarkan persamaan 9, nilai  $C_s$  minimum adalah 0,264

$C_s$  maksimum = ..... [10]

$S_{D1} = 0,5$

$R = 8$  (Tabel 9 SNI 1726-2012)

$T = 0,847$  detik

Berdasarkan persamaan 10, nilai  $C_s$  maksimum adalah 0,0738

$C_s$  hitungan = ..... [11]

Berdasarkan persamaan 11, nilai  $C_s$  hitungan adalah 0,075. Karena  $C_s$  hitungan bernilai lebih dari  $C_s$  pada batas maksimal, maka  $C_s$  yang dipakai adalah  $C_s$  maksimum yaitu 0,0738.

-  $C_s$  arah y

Gedung pada arah y sama-sama bersistem rangka pemikul momen, sehingga nilai  $R$  adalah 8 sama pada arah x. Nilai  $T = 0,886$ . Jadi nilai  $C_s$  minimum berdasarkan persamaan 9 adalah 0,264, nilai  $C_s$  maksimum berdasarkan persamaan 10 adalah 0,0705, dan  $C_s$  hitungan berdasarkan persamaan 11 adalah 0,075. Karena  $C_s$  hitungan bernilai lebih dari  $C_s$  pada batas maksimal, maka  $C_s$  yang dipakai adalah  $C_s$  maksimum yaitu 0,0705.

### Periode Natural (Waktu Getar Alami) Struktur

Berdasarkan SNI 1726-2012, periode fundamental struktur dalam arah yang ditinjau harus diperoleh menggunakan

properti struktur dan karakteristik deformasi elemen penahan dalam analisis yang teruji. Periode fundamental struktur tidak boleh melebihi hasil koefisien batasan atas pada periode yang dihitung ( $C_u$ )

Periode getar arah x

$T_a$  minimum =  $C_t h_n x$  ..... [12]

$C_t = 0,0466$  (Table 15 SNI 1726-2012)

$x = 0,9$  (Table 15 SNI 1726-2012)

$h_n = 23,6$  m (Tinggi gedung)

Berdasarkan persamaan 12, nilai  $T_a$  minimum adalah 0,802 detik.

$T_a$  maksimum =  $C_u T_a$  minimum ..... [13]

$C_u = 1,4$  (Table 14 SNI 1726-2012)

Berdasarkan persamaan 13, nilai  $T_a$  maksimum adalah 1,123 detik.

- Periode getar arah x

Nilai periode getar alami bangunan dari program ETABS pada arah  $T_c$  adalah 0,886 detik. Karena  $T_a < T_c < T_a C_u$ , maka  $T_a$  yang digunakan adalah  $T_a = T_c$  yaitu 0,886 detik.

- Periode getar arah y

Untuk nilai  $T_a$  minimum dan  $T_a$  maksimum pada arah y sama dengan nilai pada arah x.

$T_a$  minimum = 0,802 detik

$T_a$  maksimum = 1,123 detik

Nilai periode getar alami bangunan dari program ETABS pada arah y adalah 0,847 detik. Karena  $T_a < T_c < T_a C_u$ , maka  $T_a$  yang digunakan adalah  $T_a = T_c$  yaitu 0,847 detik.

### Gaya Geser Dasar Seismik

Di dalam SNI 1726-2012 dijelaskan bahwa gaya geser seismik ditentukan dengan perkalian Koefisien respon Seismik dengan berat total gedung.

$V = C_s \cdot W_t$  ..... [14]

Karena nilai  $C_s$  arah x dan arah y berbeda, maka besarnya gaya geser pada gedung berdasarkan persamaan 14 adalah sebagai berikut:

$V_{ux} = 1572,245$  kN dan  $V_{uy} = 1645,839$  kN

### Gaya Lateral Ekuivalen

Beban gempa nominal statik ekuivalen yang bekerja pada saat massa lantai di tingkat " x " dengan menggunakan persamaan :

..... [15]

Keterangan

F<sub>x</sub> = beban gempa horizontal lantai

W<sub>x</sub> = berat lantai tingkat ke-i, termasuk beban hidup yang sesuai;

Z<sub>x</sub> = ketinggian lantai tingkat ke-i diukur dari taraf penjepitan lateral;

n = nomor lantai tingkat paling atas

v = gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur, dinyatakan dalam (KN)

k = eksponen terkait dengan periode,  $T \leq 0,5$  maka  $k = 1$  dan  $T \geq 2,5$  maka  $k = 2$   
jadi nilai  $K_x = 1,193$  dan  $K_y = 1,173$ .

Gaya – gaya lateral untuk lantai lainnya dirangkum pada Tabel 3 dan Tabel 4 di bawah ini. Gaya-gaya lateral ini bekerja di pusat-pusat massa di masing-masing lantai.

Tabel 3. Gaya Lateral Ekuivalen per Lantai Arah Barat-Timur (x)

Lantai	Tinggi Lantai Z <sub>x</sub> (m)	Berat Lantai W <sub>x</sub> (kN)	Momen W <sub>x</sub> Z <sub>x</sub> (kN.m)	Momen (kN.m)	Gaya Geser V (kN)	Lateral 100% Arah x (kN)	Lateral 100% Arah y (kN)
Atap Tangga & Lift	23.6	536.44	12659.98	23302.64	1572.25	82.89	25.76
Atap	20.5	2610.98	53525.06	95879.48	1572.25	341.07	106.30
5	17.3	3590.77	62120.35	107690,34	1572.25	383.08	119.80
4	14.1	3590.77	50629.88	84373.52	1572.25	300.14	94.24
3	10.9	3590.77	39139.41	62063.69	1572.25	220.78	69.68
2	7.7	3630.52	27954.97	41452.59	1572.25	147.46	46.87
1	4.5	4524.51	20360.31	27217.89	1572.25	96.82	31.10
Σ		22074.76	266389,96	441980.16			

Tabel 4. Gaya Lateral Ekuivalen per Lantai Arah Utara-Selatan (y)

Lantai	Tinggi Lantai Z <sub>x</sub> (m)	Berat Lantai W <sub>x</sub> (kN)	Momen W <sub>x</sub> Z <sub>x</sub> (kN.m)	Momen (kN.m)	Gaya Geser V (kN)	Lateral 100% Arah x (kN)	Lateral 100% Arah y (kN)
Atap Tangga & Lift	23.6	536.44	12659.98	21874.94	1645.84	24.87	85.87
Atap	20.5	2610.98	53525.06	90259.02	1645.84	102.32	354.32
5	17.3	3590.77	62120.35	101722.22	1645.84	114.93	399.32
4	14.1	3590.77	50629.88	80024.28	1645.84	90.04	314.15
3	10.9	3590.77	39139.41	59168.29	1645.84	66.23	232.27
2	7.7	3630.52	27954.97	39794.39	1645.84	44.24	156.22
1	4.5	4524.51	20360.31	26411.33	1645.84	29.05	103.68
Σ		22074.76	266389,96	441980.16			

Arah gempa yang sebenarnya tidak dapat dipastikan. Untuk mengantisipasi hal tersebut maka dalam SNI disebutkan bahwa pembebanan gempa arah utama dianggap efektif sebesar 100% dan ditambah dengan pembebanan gempa sebesar 30% pada arah tegak lurus nya. Selanjutnya besarnya gaya tersebut dibebankan pada pusat massa struktur tiap-tiap lantai tingkat.

**Hasil Analisis Displacement Akibat Beban Kombinasi**

Analisis dilakukan dengan *software* ETABS dan dari program tersebut didapatkan hasil *displacement* pada bangunan yang diteliti. Selanjutnya dari berbagai kombinasi yang digunakan diambil nilai *displacement* yang paling besar.

Tabel 5. Kombinasi Pembebanan yang digunakan

Kombinasi 1	1,4 D	1,4D + 1,4SIDL
Kombinasi 2	1,2D + 1,6L	1,2D + 1,2SIDL + 1,6L
Kombinasi 3	1,2D + 1,0L	1,2D + 1,2SIDL + 1,0L
Kombinasi 4	1,2D+0,2.S <sub>DS</sub> .D + 0,5L+E	1,2D+0,2.S <sub>DS</sub> .D + 0,5L+ 1,0Ex + 0,3Ey
Kombinasi 5		1,2D+0,2.S <sub>DS</sub> .D + 0,5L+ 0,3Ex + 1,0Ey
Kombinasi 6	0,9D+0,2.S <sub>DS</sub> .D+E	0,9D+0,2.S <sub>DS</sub> .D + 1,0Ex + 0,3Ey
Kombinasi 7		0,9D+0,2.S <sub>DS</sub> .D + 0,3Ex + 1,0Ey

Tabel 6. Displacement Maksimum yang Dihasilkan oleh Beban Gempa

No	Lantai	Elevasi (m)	Statik Ekuivalen Displacement (mm)	
			Arah x	Arah y

1	Atap Tangga & Lift	23.6	21.6	23.5
2	Atap	20.5	22	22.9
3	5	17.3	20.7	21.2
4	4	14.1	18.6	18.5
5	3	10.9	15.6	15.2
6	2	7.7	12	11.2
7	1	4.5	8.1	7.1

Tabel 7. Simpangan Antar Tingkat yang Dihasilkan oleh Beban Gempa Arah x

Lantai Ke	H (mm)	$\delta x_e$ (mm)	$\delta x = 5.5 \delta x_e$ (mm)	$\Delta$ (mm)	$\Delta a /$ (mm)	$\Delta \leq \Delta a /$
Atap tangga dan Lift	23600	21.6	118.80	2.20	47.69	ok
Atap	20500	22	121.00	7.15	49.23	ok
5	17300	20.7	113.85	11.55	49.23	ok
4	14100	18.6	102.30	16.50	49.23	ok
3	10900	15.6	85.80	19.80	49.23	ok
2	7700	12	66.00	21.45	49.23	ok
1	4500	8.1	44.55	44.55	69.23	ok

Tabel 8. Simpangan Antar Tingkat yang Dihasilkan oleh Beban Gempa Arah y

Lantai Ke	H (mm)	$\delta x_e$ (mm)	$\delta x = 5.5 \delta x_e$ (mm)	$\Delta$ (mm)	$\Delta a /$ (mm)	$\Delta \leq \Delta a /$
Atap tangga dan Lift	23600	23.5	129.25	3.30	47.69	ok
Atap	20500	22.9	125.95	9.35	49.23	ok
5	17300	21.2	116.60	14.85	49.23	ok
4	14100	18.5	101.75	18.15	49.23	ok
3	10900	15.2	83.60	22.00	49.23	ok
2	7700	11.2	61.60	22.55	49.23	ok
1	4500	7.1	39.05	39.05	69.23	ok

### Evaluasi Kekuatan Penampang Terhadap Lentur

#### Cek Apakah Balok B157 Memenuhi Definisi Komponen Struktur Lentur

- Beban aksial  $P_u < 0,1 A_g f'_c = 0,1 \times 350 \text{ mm} \times 600 \text{ mm} \times 25 \text{ MPa} = 525 \text{ KN} \dots$  (Terpenuhi)
- Bentang bersih komponen struktur  $L_n / d_e (6600/511 = 12,915 \text{ mm} > 4 \dots)$  (Terpenuhi)
- Perbandingan lebar terhadap tinggi  $b/h (350/600 = 0,583) \text{ Ratio} < 0,3 \dots$  (Terpenuhi)
- Lebar komponen  $250 \text{ mm} < b (350 \text{ mm}) \leq c + 2(3/4 h) \dots$  (Terpenuhi)

#### Cek Kekuatan Momen Nominal ( $M_n$ ) Lentur Balok

dimana .....[16]

- = kuat lentur rencana
- = momen ultimit atau kuat lentur perlu
- = kuat lentur nominal
- = faktor reduksi kuat lentur

Berdasarkan persamaan 16 diperoleh momen nominal balok pada masing-masing kondisi :

Tabel 9. Besarnya Nilai Momen Ultimate dan Momen Nominal Tulangan Eksisting

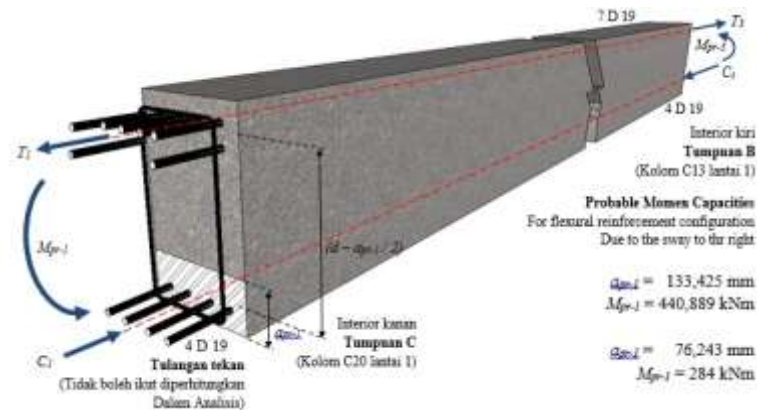
No	Lokasi	Arah Gempa	Reinforcing	As (mm <sup>2</sup> )	Mu (kNm)	$\phi M_n$ (kNm)
1	Tumpuan kiri (-)	Kiri	7D19	1984,701	-265,7170	333,0513
2	Tumpuan kiri (+)	Kiri	4D19	1134,115	134.8908	208,2260
3	Tumpuan kanan (-)	Kanan	7D19	1984,701	-259.9039	333,0513
4	Tumpuan kanan (+)	Kanan	4D19	1134,115	106.2696	208,2260
5	Tengah Bentang (+)	Kanan dan Kiri	6D19	1701,172	96.3013	287,8790

### Cek Kekuatan Geser Nominal ( $V_n$ ) pada balok

#### Hitung Probable Momen Capacities (Mpr)

Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 21.5.4.1 mengisyaratkan bahwa : "Geser rencana akibat gempa pada balok dihitung dengan mengasumsikan sendi plastis terbentuk di ujung-ujung balok dengan tegangan lentur balok mencapai  $1,25 f_y$  dan faktor reduksi kuat lentur  $\phi = 1$ ."

Kapasitas momen ujung-ujung balok bila struktur bergoyang ke kanan.



Gambar 3. Sketsa Kuat Lentur Mungkin Maksimum (Mpr-1 dan Mpr-3) Balok Akibat Goyangan ke Kanan

Tabel 10. Konfigurasi penulangan dan kapasitas momen penampang balok 157 (G4)

No	Lokasi	Arah Gempa	Reinforcing	As (mm <sup>2</sup> )	Mu (kNm)	ØMn(kNm)	Mpr(kNm)
1	Tumpuan kiri (-)	Kiri	7D19	1984,701	-265.7170	333,0513	440,889 (clock wise)
2	Tumpuan kiri (+)	Kiri	4D19	1134,115	134.8908	208,2260	284,834 (clock wise)
3	Tumpuan kanan (-)	Kanan	7D19	1984,701	-259.9039	333,0513	440,889 (counter-cw)
4	Tumpuan kanan (+)	Kanan	4D19	1134,115	106.2692	208,2260	284,834 (counter-cw)

$V_u = 114,1569$  kN

Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 21.5.4.2 : kontribusi beton dalam menahan geser, yaitu  $V_c$  harus diambil = 0 pada perencanaan geser di daerah sendi plastis apabila :

a.  $V_{sway} > \frac{1}{2} V_u$  perlu maksimum, baik di muka kolom interior kiri pada saat struktur bergoyang ke kiri maupun di muka kolom interior kanan pada saat struktur bergoyang ke kanan. Gaya Geser di muka kolom interior kiri dan kanan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 11. Gaya Geser di Muka Kolom Interior Kiri dan Kanan.

Arah Gerakan Gempa	$V_{sway}$ (kN)	Left Interior Sup . Reaction		Left Interior Sup . Reaction	
		$V_e$ (kN)	$\frac{1}{2} V_e$ (kN)	$V_e$ (kN)	$\frac{1}{2} V_e$ (kN)
Kanan	109,956	4,1994	2,0997	224,1114	112,0557
Kiri	109,956	224,114	112,0557	4,1994	2,0997

b. Gaya tekan aksial terfaktor, termasuk akibat pembebanan gempa

$$P_u = 0 < A_g f_c / 20 = 262,5 \text{ kN}$$



Kuat nominal Lentur .....[19]  
 Berdasarkan persamaan 19 didapatkan nilai geser nominal yang dapat dilihat pada tabel 13

Tabel 12. Besarnya Nilai Geser Ultimate dan Geser Nominal Tulangan Eksisting

No	Lokasi	Arah Gempa	Reinforcing	Ve (kN)	ØVn(kN)
1	Tumpuan kiri	Kanan dan kiri	D10-100	224, 1114	240, 681
2	Tumpuan kanan	Kanan dan kiri	D10-100	224, 1114	240, 681
3	Tengah bentang	Kanan dan kiri	D10-150	182,6003	272,236

### Cek Persyaratan *Detailing* Tulangan SRPMK Sesuai SNI-2847-2013

Persyaratan *detailing* tulangan lentur untuk semua kondisi, spasi bersih untuk lapis 1 memenuhi persyaratan  $> 25$  mm, spasi bersih antar lapis memenuhi persyaratan  $> 40$  mm. Tulangan transversal yang terpasang pada tumpuan D10-100 dipasang sejauh  $1/4L$  (1650 mm). Tulangan transversal yang terpasang pada tumpuan memenuhi persyaratan *detailing*  $100 \text{ mm} < d/4$  (127 mm),  $100 \text{ mm} < 6db$  (114 mm), dan  $100 < 150$  mm. Pada tumpuan tulangan transversal dipasang sejauh  $> 2h$  (1200 mm) sesuai persyaratan *detailing*. Sedangkan tulangan transversal yang terpasang pada tengah bentang dipasang D10-150, memenuhi persyaratan *detailing*  $< d/2$  ( 255,5 mm). Panjang sambungan lewatan untuk tulangan memanjang  $l_d$  (740 mm)  $<$  persyaratan *detailing* 48db (912 mm).

### SIMPULAN

Kesimpulan hasil penelitian pengujian model hubungan kebutuhan ruang parkir sepeda motor dengan penggunaan waktu mahasiswa di kampus adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh simpangan antar tingkat untuk gedung hotel 7 lantai di pekalongan  $(\Delta) < \Delta_a/$  .
2. Hasil perhitungan kekuatan momen nominal ( $M_n$ ) untuk semua kondisi pada balok memenuhi persyaratan  $M_u < \phi M_n$ .
3. Hasil perhitungan geser nominal ( $V_n$ ) pada balok untuk semua kondisi memenuhi persyaratan  $V_e < \phi V_n$ .
4. Tulangan yang terpasang dilapangan, memenuhi persyaratan *detailing* SNI 2847: 2013.

### REFERENSI

- ACI Committe 318 (2011). "Building Code requirement for Structural Concrete (ACI 318-11) am commentary (ACI 318R-99)", ACI, Farmington Hills, MI.
- Badan Standarisasi Nasional (2002). "Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 1726:2002)", BSN, Bandung, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional (2002). "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2002)", BSN, Bandung, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional (2012). "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012)", BSN, Jakarta, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional (2013). "SNI-2847-2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013)", BSN, Jakarta, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional (2014). "Baja Tulangan Beton (SNI 2052-2014)", BSN, Jakarta, Indonesia.
- Direktorat Penyelidikan Masalah bangunan (1983). "Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983)", Bandung Indonesia.
- Habibullah, A. (1998). "ETABS-Nonlinear, Three Dimensional Analysis and Design of Building Systems", Computer and Structures, Inc., Berkeley, California, USA.
- Imran, Iswandi dan Ediansjah Zulkifli (2014). "Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang", ITB, Bandung, Indonesia.
- Imran, Iswandi dan Fajar Hendrik (2014). "Perencanaan Lanjut Struktur Gedung Beton Bertulang Taban Gempa", ITB, Bandung, Indonesia.
- Rachmat Purwono, Prof, Ir, Msc(2010). "Perencanaan Struktur Beton Bertulang Sesuai SNI 1726 dan SNI-2847 Terbaru", ITS, Surabaya, Indonesia.