

EVALUASI KEKUATAN DAN DETAILING TULANGAN KOLOM BETON BERTULANG SESUAI SNI 2847:2013 DAN SNI 1726:2012 (STUDI KASUS : HOTEL 10 LANTAI DI SEMARANG)

Lanjar Aji Nugraha¹⁾, Supardi²⁾, Agus Supriyadi³⁾

¹⁾Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret,

^{2),3)}Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: nugrahalanjar@gmail.com.

Abstract

The strength of a building is measurement by its ability to accept forces and loads that works against building, including the earthquake loads . Indonesia, a region with high seismic risk level requires a system of existing structures to fulfill the standards of earthquake resistant buildings under to SNI 1726:2012. Column as the main structure of the building taking a very important in earthquake resistant buildings. The regulations are constantly updated requires an evaluation of the strength and reinforcement columns detailing the existing building needs to be done based on the latest regulations SNI 2847:2013.

Building evaluation obtained through equivalent static analysis method with ETABS program. Various combinations of gravitation loads and earthquake loads according to SNI 1726:2012 distributed to the structural elements of the building. Based on the analysis of ETABS program then define the maximum deflection of each story to get the value of deviation between story in the building structure and then obtained the force for each of the structural elements of the building. Of the result chosen a column that representing to evaluated strengths and reinforcement detailing requirements based on SNI 2847: 2013.

The results showed that the whole displacement for each story in a 10 stories Hotel in Semarang (Δ) $< \Delta_a/\rho$. Evaluation of the existing column element meet the requirements of the geometry of the structure of the column. The results of the column calculations presented in form of diagram interaction. To the condition which the column being evaluated to meet the requirements because it is in the diagram interaction area and terms of strong column-weak beam $\sum M_{nc} \geq \sum 1,2M_{nb}$ fulfilled. Nominal shear strength (V_n) in the column for all conditions meet the requirements $V_e < \phi V_n$. Terms of column longitudinal reinforcement detailing eligible $0,01A_g < A_{st} < 0,06A_g$. Transverse reinforcement that is attached to and beyond l_o and outside l_o to meet the requirements under SNI 2847:2013.

Keywords: Column Reinforcement Detailing, Earthquake Resistant, Evaluation of Strength, Strong Column-Weak Beam

Abstrak

Kekuatan suatu bangunan adalah ditinjau dari kemampuannya dalam menerima gaya-gaya dan beban-beban yang bekerja terhadapnya, termasuk salah satunya adalah beban gempa. Indonesia, daerah dengan tingkat resiko kegempaan tinggi mengharuskan sistem struktur yang ada memenuhi kaidah-kaidah bangunan tahan gempa yang diatur di dalam SNI 1726:2012. Kolom sebagai struktur utama bangunan memegang peranan yang sangat penting dalam bangunan tahan gempa. Adanya peraturan yang terus diperbarui mengharuskan evaluasi terhadap kekuatan dan detailing tulangan kolom bangunan yang ada perlu dilakukan sesuai dengan peraturan terbaru yaitu SNI 2847:2013.

Evaluasi bangunan dilakukan menggunakan metode analisis statik ekuivalen dengan program ETABS. Berbagai macam kombinasi pembebanan gravitasi dan pembebanan gempa sesuai SNI 1726:2012 didistribusikan ke struktur bangunan. Berdasarkan hasil analisis ETABS kemudian dicari defleksi maksimum masing-masing lantai untuk mendapatkan nilai simpangan antar lantai dan didapatkan gaya dalam untuk masing-masing elemen struktur bangunan. Dari hasil tersebut dipilih kolom yang mewakili untuk dievaluasi kekuatan dan persyaratan detailing tulangannya berdasarkan SNI 2847:2013.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh simpangan antar tingkat untuk gedung hotel 10 lantai di Semarang memenuhi persyaratan (Δ) $< \Delta_a/\rho$. Kolom eksisting memenuhi persyaratan geometri struktur kolom. Hasil perhitungan kolom disajikan dalam bentuk diagram interaksi. Untuk kondisi kolom yang dievaluasi memenuhi persyaratan kekuatan kolom karena masuk area diagram interaksi dan konsep strong column-weak beam terpenuhi dengan $\sum M_{nc} \geq \sum 1,2M_{nb}$. Kekuatan geser nominal (V_n) pada kolom untuk semua kondisi memenuhi persyaratan $V_e < \phi V_n$. Persyaratan detailing tulangan memanjang kolom memenuhi syarat $0,01A_g < A_{st} < 0,06A_g$. Persyaratan tulangan transversal yang terpasang pada l_o dan di luar l_o memenuhi persyaratan detailing sesuai SNI 2847:2013.

Kata kunci : Detailing Tulangan Kolom, Evaluasi Kekuatan, Strong Column-Weak Beam, Tahan Gempa.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan tingkat kerawanan gempa yang cukup tinggi, hal ini didasarkan kepulauan Indonesia terletak pada pertemuan 3 lempeng utama dunia yaitu Lempeng Indo Australia, Eurasia, dan Pasifik. Lempeng tektonik tersebut saling bergerak mendekati dan atau menjauhi lempeng lainnya. Pergerakan tersebut mengakibatkan terjadinya gempa yang berada di daerah pertemuan antara lempeng dan juga menimbulkan cesar regional yang selanjutnya menjadi daerah pusat gempa. Semarang merupakan salah satu kota yang rawan dilanda akan gempa tersebut.

Sebagai negara dengan tingkat aktivitas gempa yang tinggi, diperlukan bangunan yang memiliki keamanan terhadap gempa yang tinggi pula. Bangunan yang memiliki keamanan terhadap gempa harus memiliki kehandalan dalam menahan gaya gempa yang terjadi sehingga dapat meminimalisir dari segala kerugian yang diakibatkan seperti jatuhnya korban dan tingkat kerusakan bangunan.

Kolom sebagai struktur utama bangunan memegang peranan yang sangat penting dalam bangunan tahan gempa. Adanya peraturan yang terus diperbarui mengharuskan evaluasi terhadap kekuatan dan detailing tulangan kolom bangunan yang ada perlu dilakukan sesuai dengan peraturan terbaru yaitu SNI 2847:2013.

Analisis permasalahan dirumuskan sebagai berikut:

1. Dengan memperhitungkan simpangan antar tingkat pada setiap lantai, mampukah gedung hotel 10 lantai di Semarang ini menahan defleksi maksimum yang diakibatkan oleh beban gempa?
2. Apakah kuat lentur, kuat tekan aksial dan kuat geser dari kolom eksisting mampu menahan beban rencana?
3. Apakah detailing tulangan elemen kolom beton bertulang yang terpasang di gedung hotel 10 lantai di Semarang sesuai dengan persyaratan SNI 2847:2013?

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis yaitu kajian secara analisis terhadap kekuatan detailing struktur kolom pada bangunan hotel 10 lantai di Semarang. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah shop drawing bangunan, rencana kerja dan syarat-syarat (RKS) dan data tanah untuk perancangan bangunan. Dengan pendekatan metode statik ekuivalen dan berdasarkan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK) yang diperlakukan pada bangunan akan dihitung kemampuan kekuatan penampang kolom dan mengevaluasinya apakah penerapan di lapangan sesuai dengan peraturan yang berlaku yaitu (SNI 1726:2012) tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung dan (SNI 2847:2013) tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Kondisi Eksisting Gedung

Tabel 1. Deskripsi Gedung

Deskripsi Gedung	Keterangan
Fungsi bangunan	Tempat Hunian/Hotel
Lokasi Bangunan	Semarang
Jenis tanah	Lunak
Sistem Struktur	Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
Jumlah Lantai	10 Lantai
Tinggi lantai	4,5 m (lantai dasar), 3,2 m (lantai tipikal)
Elevasi tertinggi gedung	30,90 m
Mutu Beton (f_c')	25 MPa (balok dan pelat), 30 MPa (kolom)
Mutu Baja Tulangan Ulir (f_y)	400 MPa
Mutu Baja Tulangan Polos (f_y)	240 MPa
Koefisien Modifikasi respon	$R = 0,8$

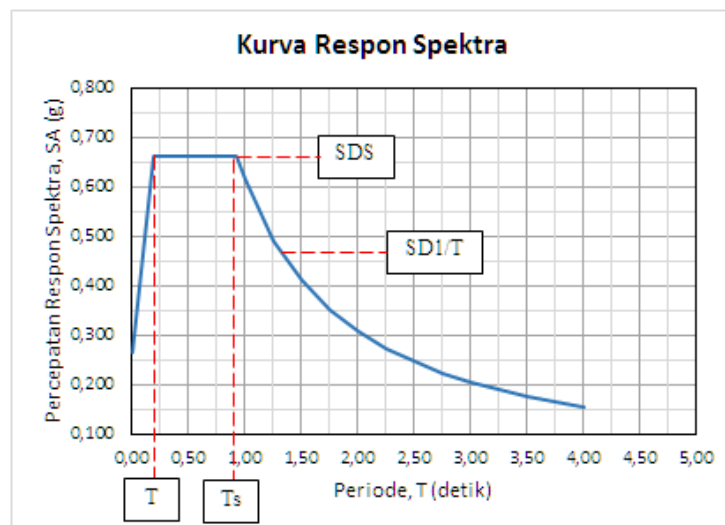
Pembebanan

Perencanaan pembebanan adalah pendefinisian beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan yang terdiri dari beban mati, beban hidup, dan beban gempa. 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 kN/m^3), dinding pas. bata ringan ($0,65 \text{ kN/m}^3$), finishing lantai (22 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 ($1,0 \text{ kN/m}^3$), lantai hotel ($2,5 \text{ kN/m}^3$).

Beban gempa (*Seismic*) dihitung dengan acuan dari SNI 1726:2012 dan didapat parameter sebagai berikut:

- 1) Kategori resiko gempa : II
- 2) Faktor Keutamaan gempa (I_e) : 1,0
- 3) Parameter percepatan tanah
 - Periode pendek (S_s) : 1,10 g
 - Periode 1 detik (S_1) : 0,35g
- 4) Kelas situs : Tanah Lunak (SE)

- 5) Koefisien situs
 Periode pendek (F_a) : 0,9
 Periode 1 detik (F_v) : 2,6
- 6) Parameter respon spektra
 Periode pendek (S_{MS}) : $F_a S_s = 0,90 \times 1,10 = 0,990$ [01]
 Periode 1 detik (S_{M1}) : $F_v S_1 = 2,60 \times 0,35 = 0,910$ [02]
- 7) Parameter respon spektra desain
 Periode pendek (S_{DS}) : $\frac{2}{3} S_{MS} = 0,660$ [03]
 Periode 1 detik (S_{D1}) : $\frac{2}{3} S_{M1} = 0,607$ [04]
 $T_0 = 0,2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,2 \times \frac{0,614}{0,660} = 0,186$ detik [05]
 $T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{0,614}{0,660} = 0,931$ detik [06]
- 8) Kategori Desain Seismik : D
- 9) Periode Fundamental Struktur (T) :
 $T_a = T_x = T_y = C_t \times h_n^x = 0,0466 \times 30,9^{0,90} = 1,022$ detik [07]
 $T_{cx} (T_{cB-T})$ hasil ETABS = 1,088 detik
 $T_{cy} (T_{cU-S})$ hasil ETABS = 0,958 detik
 $T_{max} = C_u \times T_a = 1,4 \times 1,022 = 1,431$ detik [08]
 $T_a < T_{cB-T} < T_{max}$
 $1,022 < 1,088 < 1,431 \rightarrow$ Digunakan $T = 1,088$
 $T_{cU-S} < T_a$
 $0,958 < 1,022 \rightarrow$ Digunakan $T = 1,022$



Gambar 1. Kurva Respon Spektra Gedung yang Ditinjau

Dengan koefisien respon seismik $C_{sx} = \frac{S_{D1}}{T_{cx} \left(\frac{R}{I_e}\right)}$ dan gaya geser dasar seismik $V = C_{sx} \times W$ serta eksponen k yang didapat dari interpolasi antara 1 dan 2 dari nilai T yang digunakan maka didapat gaya gempa (*seismic*) $F_x = C_{vx} V$ dimana $C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k}$. Gaya gempa tersebut bekerja di pusat massa tiap lantai dengan 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.

Gaya-gaya lateral untuk lantai lainnya dirangkum pada Tabel 2 dan Tabel 3 di bawah ini. Gaya-gaya lateral ini bekerja di pusat-pusat massa di masing-masing lantai.

Tabel 2. Gaya Lateral Ekuivalen per Lantai Arah Barat-Timur (x)

Lantai	Tinggi Lantai Z_x (m)	Berat Lantai W_x (kN)	Momen $W_x Z_x$ (kN.m)	Momen $Z_x^k W_x$ (kN.m)	Gaya Geser V (kN)	Lateral 100% Arah x (kN)	Lateral 30% Arah y (kN)
Atap Tangga & Lift	30,9	456,91	14118,61	38711,46	2520,33	71,75	22,74
Atap	27,9	3575,51	99756,62	265429,61	2520,33	492,00	156,45
7	24,7	4328,31	106909,23	274453,07	2520,33	508,72	162,42
6	21,5	4328,31	93058,64	229347,28	2520,33	425,11	136,35
5	18,3	4328,31	79208,05	186178,68	2520,33	345,10	111,27
4	15,1	4328,31	65357,46	145182,54	2520,33	269,11	87,32
3	11,9	4328,31	51506,87	106678,28	2520,33	197,74	64,67
2	8,7	4182,79	36390,27	68739,11	2520,33	127,41	42,10
1	5,5	3823,57	21029,63	34713,49	2520,33	64,34	21,59
Mezzanine	3	2479,39	7438,18	10274,01	2520,33	19,04	6,52
Σ		36159,71	574773,55	1359707,53			

Tabel 3. Gaya Lateral Ekuivalen per Lantai Arah Utara-Selatan (y)

Lantai	Tinggi Lantai Z_x (m)	Berat Lantai W_x (kN)	Momen $W_x Z_x$ (kN.m)	Momen $Z_x^k W_x$ (kN.m)	Gaya Geser V (kN)	Lateral 30% Arah x (kN)	Lateral 100% Arah y (kN)
Atap Tangga & Lift	30,9	456,91	14118,61	34567,74	2683,05	21,53	75,80
Atap	27,9	3575,51	99756,62	237817,84	2683,05	147,60	521,49
7	24,7	4328,31	106909,23	246893,18	2683,05	152,62	541,39
6	21,5	4328,31	93058,64	207263,64	2683,05	127,53	454,49
5	18,3	4328,31	79208,05	169148,85	2683,05	103,53	370,91
4	15,1	4328,31	65357,46	132741,94	2683,05	80,73	291,08
3	11,9	4328,31	51506,87	98306,66	2683,05	59,32	215,57
2	8,7	4182,79	36390,27	64002,92	2683,05	38,22	140,35
1	5,5	3823,57	21029,63	32814,54	2683,05	19,30	71,96
Mezzanine	3	2479,39	7438,18	9908,21	2683,05	5,71	21,73
Σ		36159,71	574773,55	1223557,30			

Hasil Analisis *Displacement* Akibat Beban Kombinasi

Analisis dilakukan dengan *software* ETABS dan dari program tersebut didapatkan hasil *displacement* pada bangunan yang diteliti. Selanjutnya dari *displacement* yang didapat digunakan untuk menghitung simpangan antar tingkat yang terjadi.

Tabel 4. Simpangan Antar Tingkat yang Dihasilkan oleh Beban Gempa Arah x

Lantai	H (mm)	Δx_e (mm)	$\delta x = 5.5 \delta x_e$ (mm)	Δ (mm)	$\Delta a / \rho$ (mm)	$\Delta \leq \Delta a / \rho$
Atap tangga dan Lift	30900	32,3	177,65	7,70	46,15	OK
Atap	27900	30,9	169,95	8,25	49,23	OK
7	24700	29,4	161,70	13,75	49,23	OK
6	21500	26,9	147,95	18,70	49,23	OK
5	18300	23,5	129,25	22,55	49,23	OK
4	15100	19,4	106,70	25,85	49,23	OK
3	11900	14,7	80,85	27,50	49,23	OK
2	8700	9,7	53,35	26,40	49,23	OK
1	5500	4,9	26,95	15,95	38,46	OK
Mezzanine	3000	2	11,00	11,00	46,15	OK

Tabel 5. Simpangan Antar Tingkat yang Dihasilkan oleh Beban Gempa Arah y

Lantai	H (mm)	Δx_e (mm)	$\delta x = 5.5 \delta x_e$ (mm)	Δ (mm)	$\Delta a / \rho$ (mm)	$\Delta \leq \Delta a / \rho$
Atap tangga dan Lift	30900	48,2	265,10	5,50	46,15	OK
Atap	27900	47,2	259,60	15,95	49,23	OK
7	24700	44,3	243,65	23,10	49,23	OK
6	21500	40,1	220,55	30,25	49,23	OK
5	18300	34,6	190,30	35,75	49,23	OK
4	15100	28,1	154,55	39,60	49,23	OK
3	11900	20,9	114,95	41,80	49,23	OK
2	8700	13,3	73,15	37,40	49,23	OK
1	5500	6,5	35,75	22,55	38,46	OK
Mezzanine	3000	2,4	13,20	13,20	46,15	OK

**Evaluasi Kekuatan Penampang Terhadap Lentur dan Axial
Pemilihan Struktur Kolom**

Kolom yang mewakili untuk dievaluasi kekuatan dan persyaratan detailing tulangnya adalah kolom yang menerima gaya aksial terbesar dengan dimensi terbesar dan dengan jumlah tulangan terbanyak, yaitu kolom K1 (kode kolom C18) berada di lantai dasar (pada As B dan As 4) mempunyai dimensi 600 mm x 700 mm, dan tinggi L = 3000 mm.

Cek Definisi Komponen Struktur Lentur dan Axial Kolom K1

- Gaya aksial terfaktor maksimum $P_u > 0,1 A_g \cdot f'_c = 3066,43 \text{ kN} > 1260 \text{ kN}$ (Terpenuhi)
- Sisi terpendek penampang kolom ($b > 300 \text{ mm}$). ($b = 660 \text{ mm} > 300 \text{ mm}$) (Terpenuhi)
- Rasio dimensi penampang ($b/h > 0,4$). ($450/700 = 0,643 > 0,4$) (Terpenuhi)

Cek Konfigurasi Penulangan Kolom

Rasio tulangan (ρ_g) dibatasi tidak kurang dari 0,01 dan tidak lebih dari 0,06
Kondisi eksisting dimensi kolom 600 mm x 700 mm dengan tulangan terpasang 14D22

$\rho_g = 5320 / (600 \times 700) = 0,0126$. (Terpenuhi)

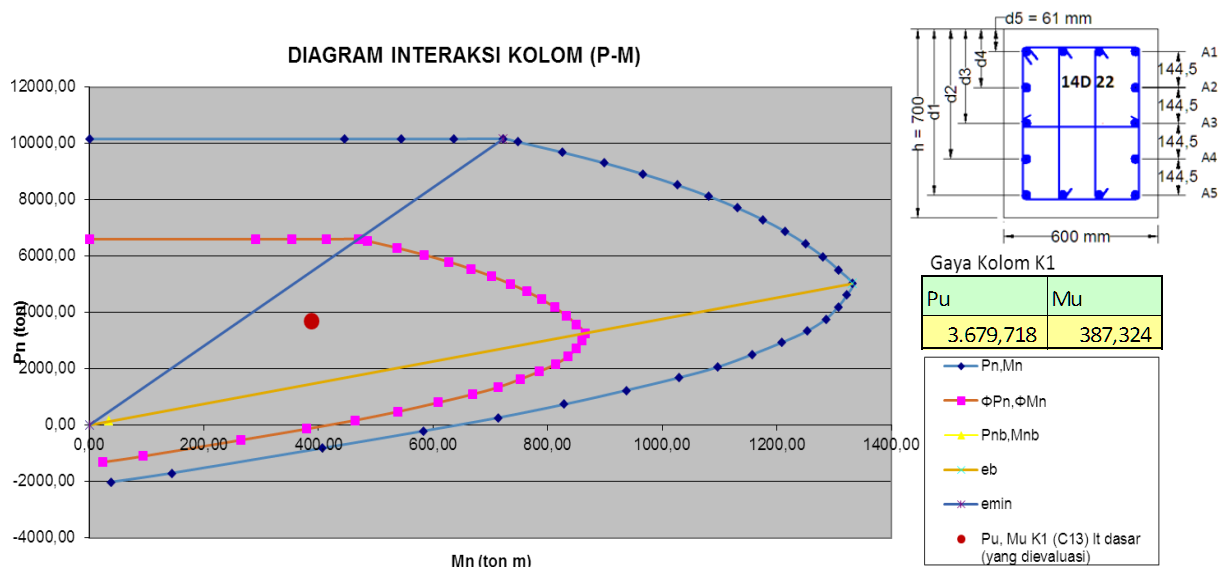
Cek Kekuatan Momen Nominal (M_n) Lentur dan Axial Nominal (P_n) Kolom

$\phi M_n \geq M_u$ [09]

$\phi P_n \geq P_u$ [10]

- dimana
- ϕM_n = kuat lentur rencana
 - M_u = momen ultimit atau kuat lentur perlu
 - M_n = kuat lentur nominal
 - ϕ = faktor reduksi
 - ϕP_n = kuat axial rencana
 - P_u = Gaya axial atau kuat axial perlu
 - P_n = kuat axial nominal

Hasil perhitungan kuat kolom disajikan dalam diagram interaksi (M_n - P_n) kolom seperti berikut:



Gambar 2. Diagram Interaksi P_n - M_n

Titik kolom K1 (C18) lantai dasar masuk dalam diagram interaksi, maka $\phi M_n > M_u$ dan $\phi P_n > P_u$ (Terpenuhi)

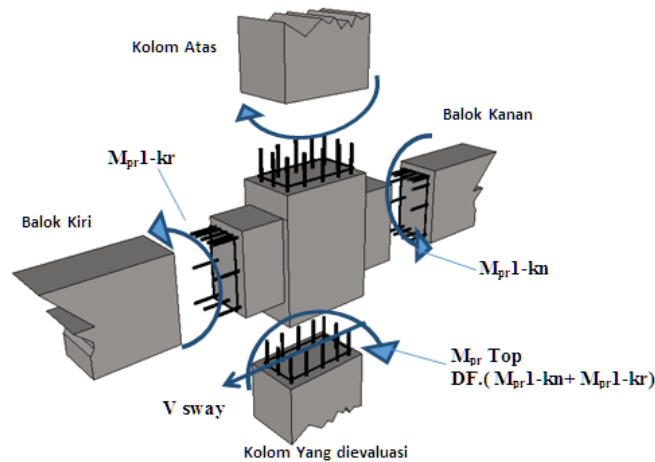
Cek Kekuatan Geser Nominal (V_n) pada kolom

Hitung Probable Moment Capacities (M_{pr})

Menentukan *probable moment capacities* (M_{pr}) kolom dibutuhkan *moment capacities* ujung balok yang merangka ke kolom. Kapasitas momen ujung-ujung balok dapat di tentukan sebagai berikut:

$$A_{pr} = \frac{1,25 A_g f_y a}{0,85 f_c b d_t} \quad [11]$$

$$M_{pr} = 1,25 A_g f_y \left(d \frac{a_{pr-1}}{2} \right) \quad [12]$$



Gambar 3. Free-body Diagram Gaya yang Merangkai pada Kolom

Tabel 6. Konfigurasi Penulangan dan Kapasitas Momen Penampang Balok yang Merangka ke Kolom K1

No	Lokasi	Arah Gempa	Penulangan	As (mm ²)	Mpr(kNm)
1	Balok di atas kolom	Kanan Kolom	Kiri	7D19	1984,701
		Kiri Kolom	Kiri	3D19	850,586
2	Balok di bawah kolom	Kanan Kolom	Kiri	7D19	1984,701
		Kiri Kolom	Kiri	3D19	850,586

Berdasarkan momen kapasitas dari balok yang merangka pada kolom, didapat momen kapasitas kolom sebesar $M_{pr\ top} = M_{pr\ bottom} = 0,5.(M_{pr,1,kr} + M_{pr,1,kn}) = 322,77 \text{ kN-m}$

Selanjutnya Mpr kolom digunakan untuk menghitung V_e yang terjadi

$$V_u = 202,949 \text{ kN}$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr-top} + M_{pr-btm}}{l_n} = 215,18 \text{ kN} \quad [13]$$

V_e tidak perlu lebih besar dari V_{sways} , tapi V_e tidak boleh lebih kecil dari gaya geser terfaktor hasil analisis (V_u), maka dapat diambil $V_e = V_{sway} = 215,18 \text{ kN}$

V_e dapat diambil = 0, bilamana keduanya terjadi yaitu jika V_e akibat gempa lebih besar dari $\frac{1}{2} V_u$ dan gaya aksial terfaktor pada kolom tidak melampaui $0,05 A_g f_c$. Selain itu, V_e dapat diperhitungkan. Kenyataannya, pada kolom yang didesain, gaya aksial terfaktornya melampaui $0,05 A_g f_c$. Jadi, V_e boleh dihitung:

$$\text{Pada bentang } l_o, \quad V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} .b.w.d \quad [14]$$

$$\text{Bentang di luar } l_o, \quad V_c = 0,17 \left[1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right] \lambda \sqrt{f'_c} b_w d \quad [15]$$

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} \quad [16]$$

$$V_n = V_s + V_c \quad [17]$$

$$\text{Kuat nominal Lentur } \phi V_n > V_e \quad [18]$$

Berdasarkan persamaan 17 didapatkan nilai geser nominal yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Besarnya Nilai Geser Ultimate dan Geser Nominal Tulangan Eksisting

No	Lokasi	Arah Gempa	Reinforcing	Ve (kN)	ϕV_n (kN)
1	Bentang l_0 (ujung kolom)	kiri	D10-100	215,18	864,753
2	Luar l_0 (tengah bentang)	kiri	D10-100	215,18	563,614

Berdasarkan tabel di atas, maka $\phi V_n > V_e$ (Terpenuhi)

Cek Persyaratan Detailing Tulangan Kolom Sesuai SNI 2847:2013

Detailing Tulangan Memanjang

$0,01 A_g$	<	A_{st}	<	$0,06 A_g$	
$0,01 \times (600 \times 700)$	<	$\frac{1}{4} \pi (22^2) \times 14$	<	$0,06 \times (600 \times 700)$	
4200 mm	<	5319,16 mm	<	25200 mm	(Terpenuhi)

Detailing Tulangan Transversal

Sengkang eksisting D10-100 dipasang di l_0 sejauh 700 mm, tulangan tersebut sudah memenuhi detailing tulangan transversal berikut :

- Tinggi komponen struktur pada muka joint atau pada penampang dimana pelelehan lentur sepertinya terjadi
 $= h_1 = 700$ mm (Terpenuhi)
- $\frac{1}{6} \times l_n = \frac{1}{6} \times (3000) = 500$ mm < 975 mm (Terpenuhi)
- 450 mm < 975 mm (Terpenuhi)

sedangkan di luar l_0 juga memenuhi persyaratan *detailing* 100 mm < 6db (132 mm), dan 100 mm < (150 mm)

Spasi pengikat silang atau kaki-kaki sengkang persegi pada l_0 memenuhi persyaratan detailing, sedangkan di luar l_0 lebih dari persyaratan detailing yaitu maksimal h_x adalah 350 mm

Lap splices

Panjang sambungan lewatan (*class B*) untuk tulangan memanjang memenuhi persyaratan detailing yaitu panjang sambungan lewatan > 0,8,1,3.l_d = 1100 mm dan sambungan lewatan dipasang di tengah bentang.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian evaluasi kekuatan dan detailing tulangan kolom beton bertulang sesuai SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012 (studi kasus: hotel 10 lantai di Semarang), dapat diperoleh simpulan sebagai berikut:

- Seluruh simpangan antar tingkat memenuhi persyaratan $(\Delta) < \Delta_a / \rho$.
- Kuat lentur dan aksial kolom memenuhi persyaratan yaitu kekuatan kapasitas kolom masuk dalam diagram interaksi P_n - M_n , sehingga $P_u < \phi P_n$ dan $M_u < \phi M_n$ Kuat geser nominal (V_n) pada kolom untuk semua kondisi memenuhi persyaratan $V_e < \phi V_n$
- Persyaratan detailing tulangan memanjang untuk semua kondisi sebagian besar memenuhi persyaratan detailing SNI 2847: 2013

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Ir. Supardi, M.T. dan Ir. Agus Supriyadi, M.T. dan semua pihak yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

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.
- Purwono, Rachmat (2010). “*Perencanaan Struktur Beton Bertulang Sesuai SNI 1726 dan SNI-2847 Terbaru*”, ITS, Surabaya, Indonesia.