

Analisis Joint Balok Kolom dengan Metode SNI 2847-2013 dan ACI 352R-2002 pada Hotel Serela Lampung

Eddy Ristanto¹⁾

Suyadi²⁾

Laksmi Irianti³⁾

Abstract

This study aimed to analyze the relationship beam-column design at Building Serela Lampung Hotel, which refers to SNI 2847-2013 and Methods ACI 352R-2002. In the analysis, the existing shear force on beam-column joint relationship is greater than the shear forces that are on the beams and columns. Therefore it is necessary that the relationship between the shear reinforcement. From a review of existing columns and beam size is sufficient to carry the shear forces that occur. There are differences between the results of the review of planning method SNI 2847-2013 and methods ACI 352R-2002. From the results obtained with SNI 2847-2013 shear force to review the interior, roof interior, exterior, roof exterior, corner, and roof corner sequentially as follows: 1682.544 KN; 1380.365 KN; 607.759 KN; 364.932 KN; 607.759 KN; 364.932 KN. While the method of ACI 352R-2002 as follows: 1712.750 KN; 1440.799 KN; 632.642 KN; 413.498 KN; 632.642 KN; 413.498 KN. Although both methods are considered safe in the planning of the object of study Serela Lampung Hotel but in general planning methods ACI 352R-2002 a higher level of safety and efficiency in terms of planning method SNI 2847-2013 even greater levels of efficiency.

Keywords: SNI 2847-2013, ACI 352R-2002, joint, beams, columns, seismic load, shear force, inelastic.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis desain hubungan balok-kolom pada Gedung Hotel Serela Lampung, yang mengacu pada, SNI 2847-2013 dan Metode ACI 352R-2002. Dalam analisis yang dilakukan, gaya geser yang ada pada joint hubungan balok kolom lebih besar dari pada gaya geser yang terdapat pada balok dan kolom. Oleh sebab itu diperlukan tulangan geser diantara hubungan tersebut. Dari tinjauan yang ada ukuran kolom dan balok sudah mencukupi untuk memikul gaya geser yang terjadi. Terdapat perbedaan hasil tinjauan antara metode perencanaan SNI 2847-2013 dan metode ACI 352R-2002. Dari hasil didapat gaya geser dengan SNI 2847-2013 untuk tinjauan interior, roof interior, eksterior, roof eksterior, corner, dan roof corner secara berurutan sebagai berikut: 1682,544 KN; 1380,365 KN; 607,759 KN; 364,932 KN; 607,759 KN; 364,932 KN. Sedangkan metode ACI 352R-2002 sebagai berikut: 1712,750 KN; 1440,799 KN; 632,642 KN; 413,498 KN; 632,642 KN; 413,498 KN. Jadi dapat disimpulkan kedua metode perencanaan tersebut aman namun metode perencanaan ACI 352R-2002 lebih tinggi tingkat keamanannya dan dari segi efisiensi metode perencanaan SNI 2847-2013 lebih besar tingkat efisiensinya.

Kata kunci : SNI 2847-2013, ACI 352R-2002, joint, balok, kolom, beban gempa, gaya geser, inelastik.

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Surel: ristanto123@yahoo.co.id

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini, pembangunan di wilayah Indonesia berkembang dengan sangat pesat. Banyaknya gedung-gedung yang dibangun membuat lahan yang tersedia semakin lama semakin sempit. Oleh karena itu, banyak daerah yang mulai membangun gedung-gedung bertingkat untuk mengatasi kekurangan lahan yang tersedia. Pembangunan gedung bertingkat saat ini sebagian besar menggunakan struktur beton bertulang. Struktur ini meliputi struktur plat, struktur balok dan struktur kolom. Antara struktur balok dan struktur kolom memiliki pertemuan sambungan di antara keduanya.

Daerah pertemuan balok kolom ini merupakan daerah kritis pada suatu struktur rangka beton bertulang, yang harus didesain secara khusus untuk berdeformasi inelastik pada saat terjadinya gempa. Sebagai akibat yang timbul dari momen kolom di atas dan di bawahnya, serta momen-momen dari balok pada saat memikul beban gempa, daerah hubungan balok kolom akan mengalami gaya geser horizontal dan vertikal yang besar. Gaya geser ini akan timbul pada balok dan kolom yang terhubung. Akibatnya apabila daerah sambungan balok kolom tidak didesain dengan benar akan menimbulkan keruntuhan geser yang bersifat getas dan membahayakan pengguna bangunan.

Karena pertemuan sambungan balok dan kolom merupakan daerah interaksi tegangan yang sangat tinggi akibat gaya gempa, maka perencanaan harus memperhatikan peraturan gempa yang ada. Di Indonesia peraturan gempa sudah ada sejak tahun 1966 sampai yang terbaru 2012.

Guna mendapatkan suatu struktur bangunan yang aman dan tahan terhadap bencana, terutama akibat gempa bumi, struktur harus didesain sedemikian rupa mematuhi kaidah atau aturan konstruksi yang sudah ada. Untuk peraturan dalam menganalisis pertemuan sambungan balok kolom meliputi: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI-2847-2013, dan Recommendations For Design of Beam-Column Connections In Monolithic Reinforced Concrete Structure ACI 352-2002. Peraturan-peraturan tersebut mengatur mengenai dasar-dasar pertemuan sambungan balok kolom struktur beton bangunan gedung.

Dari latar belakang diatas maka perlu adanya sambungan balok kolom dengan membandingkan perbandingan metode perencanaan antara SNI 2847:2013 dan metode perencanaan ACI 352R:2002 terhadap beban gempa pada Hotel Serela Lampung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Balok

Balok beton adalah bagian dari struktur yang berfungsi sebagai penyalur momen menuju struktur kolom. Balok dikenal sebagai elemen lentur, yaitu elemen struktur yang dominan memikul gaya dalam berupa momen lentur dan gaya geser.

Menurut Prof Widodo dalam buku “Analisis Tegangan Regangan” beton memiliki sifat rangka yang terjadi pada beton yang dibebani secara tetap dalam jangka waktu yang lama. Oleh karena itu pada balok beton dikenal istilah short-term (immediate) deflection dan long-term deflection yang membuat lendutan

2.1. Kolom

Berdasarkan SNI 2847 2013 Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi

2.2 Pertemuan Sambungan Balok Kolom

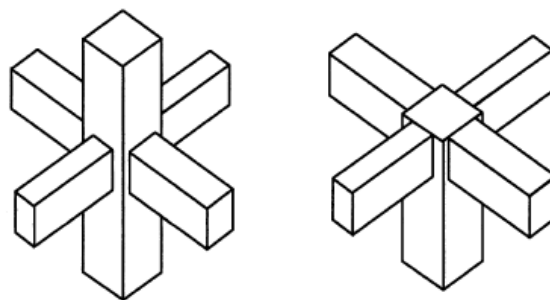
Menurut Agus Setiawan hubungan pertemuan balok dan kolom pada perencanaan struktur perlu mendapat perhatian yang sebaik-baiknya. Karena pada pertemuan sambungan balok kolom tersebut memiliki konsentrasi tegangan yang tinggi dari gaya gempa yang ada. Tulangan atas balok pada suatu sisi kolom mengalami tegangan tarik dan bersamaan dengan itu tulangan atas balok pada sisi yang lain mengalami tulangan tekan. Sedangkan tulangan bawah balok masing-masing mengalami tegangan yang sebaliknya.

Dalam buku “Reinforced Concrete Structure” oleh R.Park dan T. Pauly tahun 1983 memberikan syarat-syarat penting bagi pertemuan balok dan kolom pada struktur beton bertulang antara lain:

1. Harus menunjukan kualitas penampilan dari balok atau kolomnya
2. Mempunyai kekuatan yang minimal sama dengan kombinasi pembebanan paling berbahaya.
3. Kekuatannya tidak boleh mempengaruhi kekuatan struktur misalnya karena terjadinya degradasi kekuatan.
4. Mudah pelaksanaanya, baik pada pekerjaan pengecoran maupun pada saat pematatannya.

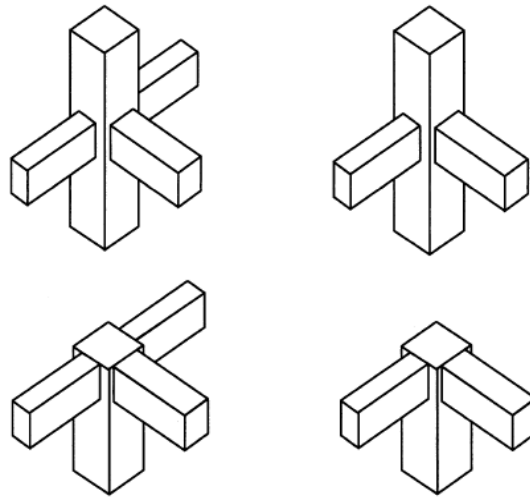
Dengan memberikan perhatian yang sebaik-baiknya pada pertemuan balok dan kolom akan mencegah terbentuknya sendi plastis dan terjadinya kehancuran pada daerah pertemuan tersebut. Gambaran geometris dari beberapa bentuk pertemuan balok dan kolom baik interior maupun ekterior dapat dilihat pada Gambar 1. dan Gambar 2. sebagai berikut:

1. Interior



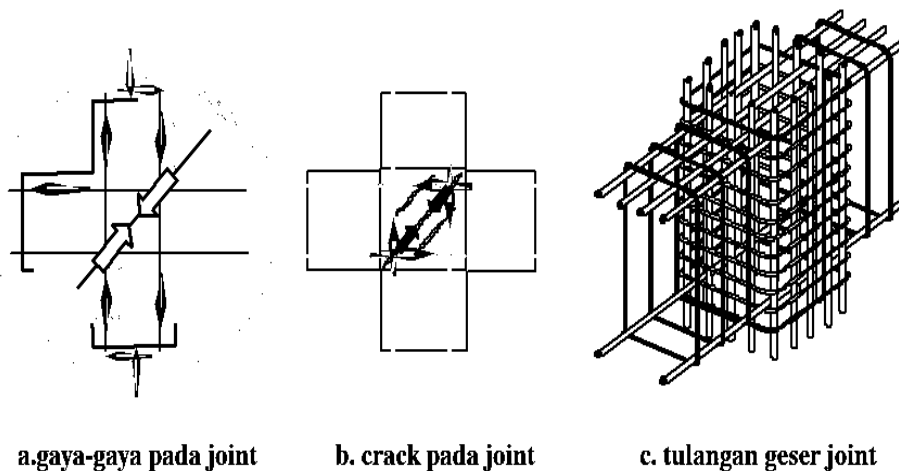
Gambar 1. Geometris Sambungan Balok Kolom Interior (Wang, *et. al*, 2002).

2. Eksterior



Gambar 2. Geometris Sambungan Balok Kolom Eksterior (Wang *et.al*, 2002).

Menurut Widyawati (2009), retak awal (*first crack*) hubungan balok kolom terjadi pada saat beton telah melampaui regangan tarik maksimumnya akibat pembebanan. Setelah terjadi retak awal, maka kuat tarik beton maupun kuat geser beton akan bernilai nol, sehingga tulangan longitudinal maupun tulangan sengkang akan mengambil alih tugas beton untuk menahan gaya tarik maupun gaya gesernya.



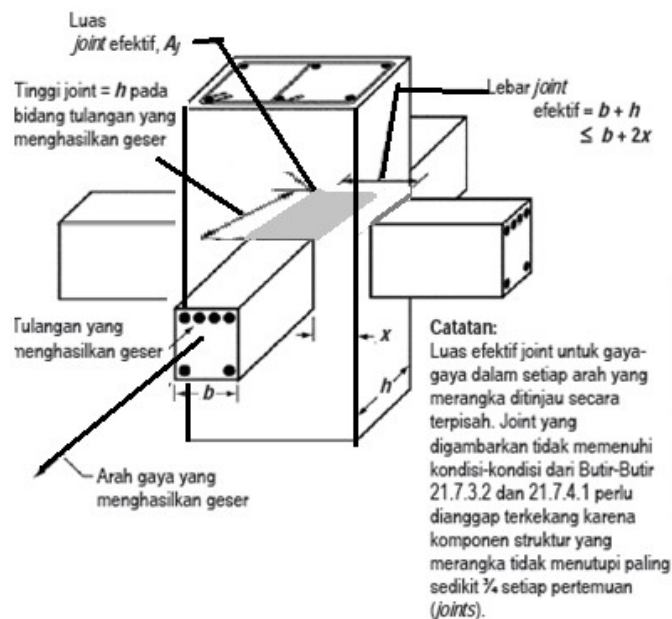
Gambar 3. Pola Retak Hubungan Balok Kolom.

Berdasarkan ilustrasi gambar 3 diatas Purwanto (2013) menjelaskan pola retak awal untuk benda uji hubungan balok kolom beton dimulai dengan retak rambut pada joint, kemudian retak geser mulai menyerang joint. Kerusakan cenderung terjadi pada joint sehingga terjadi kegagalan struktur pada joint itu sendiri. Oleh sebab itu perlu adanya pengekanan yang sesuai pada daerah joint hubungan tersebut.

2.4 Peraturan Sambungan Balok Kolom

2.4.1 Pedoman Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2013

Berdasarkan SNI 2847 (2013) memberikan suatu penjelasan bahwa gaya geser desain, V_e , harus ditentukan dari peninjauan gaya statis pada bagian komponen struktur antar muka joint. Harus diasumsikan bahwa momen-momen dengan tanda berlawanan yang berhubungan dengan kekuatan momen lentur yang mungkin, M_{pr} , bekerja pada muka-muka joint dan bahwa komponen struktur dibebanin dengan beban gravitasi terfaktor sepanjang batangnya. Adapun ilustrasinya sebagai berikut:



Gambar 4. Ilustrasi Sambungan Balok Kolom SNI 2847 (2013).

Gaya geser terfaktor yang bekerja pada hubungan balok-kolom, V_u , dihitung sebagai berikut:

Untuk joint interior

$$V_u = 1,25 (A_s + A_s) f_y - V_{kol} \quad (1)$$

Untuk joint eksterior (ambil nilai terbesar dari)

$$V_u = 1,25 \cdot A_s \cdot f_y - V_{kol} \quad (2)$$

$$V_u = 1,25 \cdot A_s \cdot f_y' - V_{kol} \quad (3)$$

Gaya geser pada kolom, V_{kolom} , dapat dihitung berdasarkan nilai M_{pr-} dan M_{pr+} dibagi dengan setengah tinggi kolom atas (h_1) ditambah setengah tinggi kolom bawah (h_2). Jika dituliskan dalam bentuk persamaan adalah:

$$V_{kol} = \frac{Mpr^+ + Mpr^-}{\frac{h_1}{2} + \frac{h_2}{2}} \quad (4)$$

Menghitung Tegangan Geser Nominal dalam joint

$$v_n = \frac{V_u}{b_j \cdot h_c} \quad (5)$$

dengan:

v_n = Tegangan geser nominal joint

V_u = Gaya geser terfaktor

b_j = Lebar efektif hubungan balok kolom

h_c = Tinggi efektif kolom pada hubungan balok kolom

Lebar efektif dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut

$$b_j = b + h_j \quad (6)$$

$$b_j \leq b + 2x \quad (7)$$

dengan:

b_j = Lebar efektif hubungan balok kolom

h_j = Tinggi joint

b = Lebar Balok

x = selisih antara sisi terluar balok ke sisi terluar kolom

Nilai gaya geser V_n tidak boleh lebih besar dari persyaratan berikut ini:

Untuk hubungan balok kolom yang terkekang pada keempat sisinya maka

$$1,7 \sqrt{f' c A_j} \text{ (Mpa)} \quad (8)$$

Untuk hubungan yang terkekang pada ketiga sisinya atau dua sisi yang berlawanan maka

$$1,25 \sqrt{f' c A_j} \text{ (Mpa)} \quad (9)$$

Untuk hubungan lainnya maka

$$1 \sqrt{f' c A_j} \text{ (Mpa)} \quad (10)$$

Menghitung tegangan geser yang dipikul oleh beton (v_c)

$$v_c = \frac{2}{3} \sqrt{\left(\left(\frac{N_{n,k}}{A_g} \right) - 0,1 f' c \right)} \quad (11)$$

dengan:

v_c = Tegangan geser yang dipikul beton
 $N_{n,k}$ = Gaya aksial kolom
 A_g = Luas Penampang kolom
 f'_c = kuat tekan beton

Tulangan transversal pada hubungan balok-kolom diperlukan untuk memberikan kekangan yang cukup pada beton, sehingga mampu menunjukkan perilaku yang daktail dan tetap dapat memikul beban vertikal akibat gravitasi meskipun telah terjadi pengelupasan pada selimut betonnya.

Merencanakan penulangan geser :

Bila $V_n \leq V_c$ digunakan tulangan geser minimum

Bila $V_n > V_c$ perlu tulangan geser

Luas total tulangan transversal tertutup persegi tidak boleh kurang dari pada

$$A_{sh} = 0,09 \frac{S_{bc} f'_c}{f_{yt}} \quad (12)$$

$$A_{sh} = 0,3 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{S_{bc} f'_c}{f_y} \quad (13)$$

dengan:

A_{sh} = luas tulangan transversal yang disyaratkan
 bc = lebar inti kolom yang diukur dari as tulangan longitudinal kolom
 A_g = luas penampang kolom
 A_{ch} = luas inti penampang kolom
 f'_c = Kuat tekan beton
 f_y = kuat leleh tulangan baja
 s = jarak antar tulangan transversal

Sesuai SNI 03-2847-2002 pasal 23.4.4. disyaratkan bahwa tulangan transversal diletakkan dengan spasi tidak lebih dari: (1) 0,25 kali dimensi terkecil struktur,; (2) 6 kali diameter tulangan longitudinal, (3) sesuai persamaan

$$S_x = 100 + \frac{350 - h_x}{3} \quad (14)$$

dengan h_x dapat diambil sebesar 1/3 kali dimensi inti kolom, Disyaratkan bahwa nilai s_x tidak lebih besar dari 150 mm dan tidak perlu lebih kecil dari 100 mm.

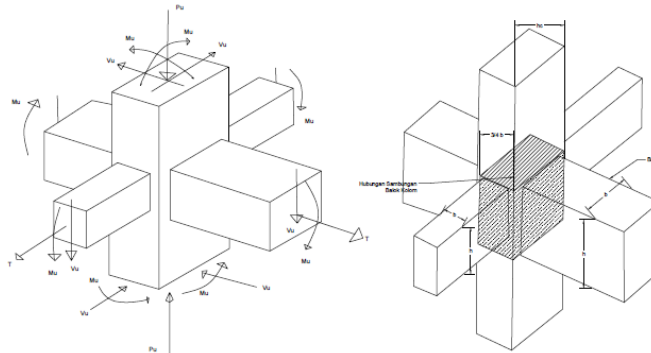
Panjang penyaluran batang tulangan pada beton normal tidak boleh kurang dari 8 db, 150 mm dan panjang dapat didekati dengan persamaan:

$$L_{dh} = \frac{f_y d b}{5,4 \sqrt{f'_c}} \quad (15)$$

dimana:

L_{dh} = Panjang Penyaluran
 f_y = Tegangan leleh baja tulangan
 d_b = diameter tulangan
 f'_c = Kuat tekan beton

2.4.2 Pedoman American Concrete Institute 352R:2002



Gambar 5. Ilustrasi Sambungan Balok Kolom ACI 352-2002.

Perencanaan pertemuan balok kolom telah disimpulkan oleh komite 318 dari ACI – ASCE dalam Joint and Connection in Monolithic Reinforced Concrete Structure. Laporan tersebut terdapat 2 tipe pertemuan sambungan balok kolom

Type 1 = untuk pembebanan statis dimana kekuatan menjadi kreteria utama dan tidak diharapkan terjadinya deformasi

Type 2 = untuk pembebanan gempa atau ledakan, dimana dibutuhkan kekuatan yang dipertahankan melalui tegangan bertukar kedalam daerah inelastis.

Didalam laporan tersebut membedakan hubungan sambungan balok kolom yakni:

Pertama = pertemuan sambungan balok kolom dengan kolom yang menerus

Kedua = pertemuan sambungan balok kolom dengan satu tumpuan kolom

Umumnya pertemuan tipe satu hanya membutuhkan daktilitas nominal saja, tetapi tipe 2 membutuhkan daktilitas yang berarti seperti yang diisyaratkan peraturan gempa. Adapun perencanaanya sebagai berikut:

Menghitung gaya geser horizontal yang melalui joint

Untuk joint sebelah dalam (Interior)

$$V_u = f_y A_s + f_y A_s' - V_u (\text{kolom}) \quad (16)$$

Untuk joint sebelah luar (Eksterior) (Ambil nilai terbesar)

$$V_u = f_y A_s - V_u (\text{kolom}) \quad (17)$$

$$V_u = f_y A_s' - V_u (\text{kolom}) \quad (18)$$

Catatan :

Joint tipe 1 f_y = f_y

$$\text{Joint tipe 2} \quad f_y = 1,25 f_y$$

$$V_{u \text{ kolom}} = \frac{M_u (\text{Balok})}{\left(\frac{h1c}{2} + \frac{h2c}{2} \right)} \quad (19)$$

$$V_{u \text{ kolom}} = \frac{0,9 M_n (\text{balok})}{\left(\frac{h1c}{2} + \frac{h2c}{2} \right)} \quad (20)$$

Sedangkan tegangan geser nominal dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$v_n = \frac{V_u}{b_j h_c} \quad (21)$$

dimana:

v_n = Tegangan geser nominal
 V_u = Gaya geser
 b_j = Lebar efektif sambungan balok kolom
 h_c = Tinggi efektif

Gaya geser V_n tidak lebih dari persamaan berikut

$$V_n = 0,0083 \gamma \sqrt{f'c b_j h_c} \quad (22)$$

dimana:

V_n = Gaya geser nominal yang melalui joint
 γ = koefisien hubungan banlok kolom yang tertera pada tabel 1.
 $f'c$ = kuat tekan beton
 b_j = lebar efektif
 h_c = lebar kolom

Tabel. 1 Nilai Koefisien γ untuk Hubungan Sambungan Balok Kolom.

klasifikasi	Tipe Hubungan	
	1	2
A. Sambungan dengan kolom menerus		
A.1. Sambungan dengan terkekang keempat sisinya	24	20
A.2. Sambungan dengan terkekang pada ketiga sisinya atau dua sisi yang berlawanan	20	15
A.3. Sambungan lainnya	15	12
B. Sambungan dengan satu tumpuan kolom		
A.1. Sambungan dengan terkekang keempat sisinya	20	15
A.2. Sambungan dengan terkekang pada ketiga sisinya atau dua sisi yang berlawanan	15	12
A.3. Sambungan lainnya	12	8

Sumber: ACI 352 R-02

Lebar efektif dihitung berdasarkan nilai terbesar dari tiga persyaratan berikut:

$$\frac{bb+bc}{2} \quad (23)$$

$$bb+\frac{bc}{2} \quad (24)$$

$$bb \quad (25)$$

Dimana:

bb = lebar penampang balok

bc = lebar penampang kolom

Menghitung tegangan geser yang mampu dipikul beton harus memenuhi persamaan berikut ini:

$$V_c = 0,17 \beta \gamma \sqrt{f'c \left(1 + \frac{Nu}{14 Ag}\right)} \quad (26)$$

dimana:

β = Koefisien β = 1,4 (untuk pertemuan tipe 1)

β = 1 (untuk pertemuan tipe 2)

γ = Koefisien γ = 1,4 (kolom menerus)

γ = 1 (kolom satu sisi)

$f'c$ = Kuat tekan beton

Nu = Gaya aksial kolom

Ag = Luas penampang kolom

Perhitungan tulangan geser dirumuskan sebagai berikut:

Bila $V_n \leq V_c$ digunakan tulangan geser minimum

Bila $V_n > V_c$ perlu tulangan geser

$$A_{sh} = 0,09 \frac{S_{bc} f'c}{f_y t} \quad (27)$$

$$A_{sh} = 0,3 \left(\frac{Ag}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{S_{bc} f'c}{f_y} \quad (28)$$

dengan:

A_{sh} = Luas tulangan transversal yang diisyaratkan

S = Jarak antar tulangan transversal

bc = Lebar Inti Kolom

Ag = Luas Penampang Kolom

$f'c$ = Kuat tekan beton

A_{ch} = Luas inti penampang kolom

f_y = Kuat leleh tulangan baja

Panjang penyaluran batang tulangan pada beton normal tidak boleh kurang dari 8 db, 150 mm dan panjang dapat didekati dengan persamaan:

$$L_{dh} = \frac{f_y db}{4,2 \sqrt{f'_c}} \quad (29)$$

dimana:

L_{dh} = Panjang Penyaluran
 f_y = Tegangan leleh baja tulangan
 db = diameter tulangan
 f'_c = Kuat tekan beton

2.5 Pembebanan

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia, Pembebanan berarti proses, cara, perbuatan membebani atau membebankan. Dalam hal ini yaitu suatu proses atau cara membebankan suatu elemen struktur terhadap tinjauan tertentu. Tinjauan pembebanan dapat dibedakan menjadi:

2.5.1 Beban Mati

Berdasarkan SNI 1727:2013 Beban mati adalah seluruh beban konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafond, tangga, dinding partisi tetap, finishing, dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan. Dalam hal ini dapat berupa:

a. Beban mati akibat berat sendiri

Beban mati didefinisikan sebagai beban yang ditimbulkan oleh elemen-elemen struktur bangunan; balok, kolom, dan pelat lantai. Beban ini akan dihitung secara otomatis oleh program SAP 2000.

b. Beban mati tambahan

Beban mati tambahan didefinisikan sebagai beban mati yang diakibatkan oleh berat dari elemen-elemen tambahan atau finishing yang bersifat permanen.

2.5.2 Beban Hidup

Berdasarkan SNI 1727:2013 beban hidup 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

2.5.3 Beban Angin

Beban angin merupakan beban yang diakibatkan oleh faktor lingkungan yaitu faktor angin itu sendiri. Adapun parameter dalam perencanaan beban angin adalah: kecepatan angin, faktor arah angin, kategori eksopur, faktor topografi, faktor efek tiupan, klasifikasi ketertutupan, koefisien tekanan internal.

2.5.4 Beban Gempa

Beban gempa adalah semua beban yang bekerja pada bangunan atau bagian bangunan dari pergerakan tanah akibat gempa itu. Pengaruh gempa pada struktur ditentukan berdasarkan analisa dinamik, maka yang diartikan dalam beban gempa itu gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh tanah akibat gempa itu sendiri.

2.6 Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727:2013 menjelaskan konsep kombinasi pembebanan antara lain:

$$U = 1,4 D \quad (30)$$

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R \text{ atau } S) \quad (31)$$

$$U = 1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R) \quad (32)$$

$$U = 1,2 D + 1,0 L + 1,0 E + 0,2 S \quad (33)$$

$$U = 0,9 D + 1,0 E \quad (34)$$

$$U = 0,9 D + 1,0 W \quad (35)$$

3. METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif, karena hasil penelitian yang dilakukan berupa angka atau bilangan yaitu merupakan hasil analisis struktur gedung dengan menggunakan program SAP 2000 Ver.14. dan diolah dengan bantuan Ms Excel.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian merupakan tempat dilakukannya penelitian. Dalam hal ini, penelitian dilakukan di daerah Bandar Lampung, tepatnya pada bangunan Hotel Serela Lampung.

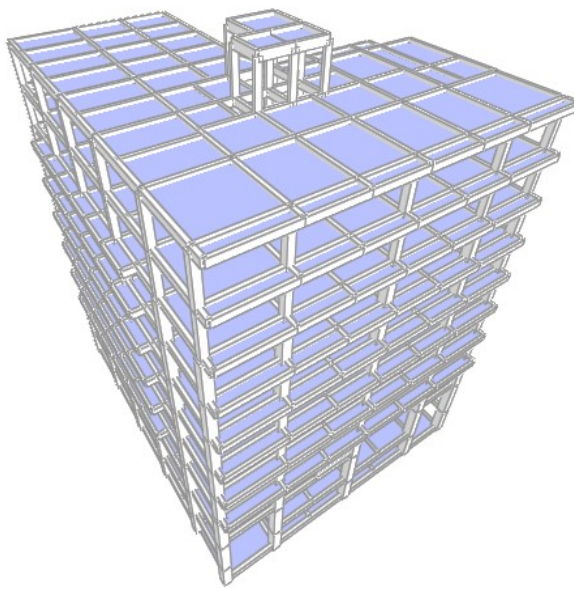
3.3 Data Penelitian

Data penelitian menjelaskan mengenai objek yang akan diteliti. Objek dari penelitian ini yaitu struktur gedung Hotel Serela Lampung yang memiliki 7 lantai yang tipikal, dengan tambahan lantai *basement*, lantai dasar, lantai *mazzanine*, dan lantai *roof*. Berikut klasifikasi tanah dan denah struktur lantai 1 gedung Hotel Serela Lampung.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis Struktur Bangunan Program SAP 2000

Adapun pemodelan struktur bangunan Hotel Serella Lampung sebagai berikut:



Gambar 6. Pemodelan Struktur Bangunan Hotel Serella Lampung.

Dari hasil pemodelan dengan program SAP 2000 maka didapat periode alami struktur bangunan sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil analisis periode dengan SAP 2000

Tabel: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
MODAL	Mode	1.000000	1.267790	7.8877E-01	4.9560E+00	2.4562E+01
MODAL	Mode	2.000000	1.198511	8.3437E-01	5.2425E+00	2.7484E+01
MODAL	Mode	3.000000	1.133103	8.8253E-01	5.5451E+00	3.0748E+01
MODAL	Mode	4.000000	0.413186	2.4202E+00	1.5207E+01	2.3124E+02
MODAL	Mode	5.000000	0.399449	2.5034E+00	1.5730E+01	2.4742E+02
MODAL	Mode	6.000000	0.376634	2.6551E+00	1.6682E+01	2.7831E+02
MODAL	Mode	7.000000	0.232436	4.3023E+00	2.7032E+01	7.3072E+02
MODAL	Mode	8.000000	0.230375	4.3408E+00	2.7274E+01	7.4386E+02
MODAL	Mode	9.000000	0.215115	4.6487E+00	2.9208E+01	8.5313E+02
MODAL	Mode	10.000000	0.172547	5.7955E+00	3.6414E+01	1.3260E+03
MODAL	Mode	11.000000	0.167455	5.9718E+00	3.7522E+01	1.4079E+03
MODAL	Mode	12.000000	0.154319	6.4801E+00	4.0715E+01	1.6578E+03

Dari hasil diatas maka dapat dibandingkan dengan periode fundamental empiris sebagai berikut:

Tabel 3. Perbandingan hasil periode dengan rumus empiris dan program SAP2000		
Periode dengan Rumus Empiris	Periode dengan Program SAP 2000	Periode Maksimum
1,2764	1,2678	1,2890

Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa perioda alami atau perioda fundamental dapat diambil maksimal 1,2764 detik.

Dari hasil pemodelan dengan bantuan program SAP 2000 maka didapat gaya aksial dari titik yang ditinjau yaitu:

Tabel 4. Hasil gaya aksial dengan Program SAP 2000.

Gaya Aksial (KN)	Tipe Pertemuan Sambungan Balok Kolom					
	Interior	Roof Interior	Eksterior	Roof Eksterior	Corner	Roof Corner
Kombinasi 1	4774,917	359,439	2956,562	164,798	2175,327	132,428
Kombinasi 2	6081,584	537,388	3600,935	238,865	2541,564	185,241
Kombinasi 3a	5610,107	484,101	2860,273	213,797	1844,801	158,587
Kombinasi 3b	5442,179	486,988	3567,381	221,173	2747,402	167,817
Kombinasi 3c	5664,009	464,215	3039,112	213,747	1820,756	156,349
Kombinasi 3d	5394,788	504,701	3377,803	219,213	2744,509	168,467
Kombinasi 4a	5512,848	470,165	3187,216	209,884	2270,710	158,193
Kombinasi 4b	5514,514	469,626	3194,664	209,931	2271,436	158,179
Kombinasi 4c	5034,423	509,788	5019,641	245,549	4483,103	203,626
Kombinasi 4d	6117,532	545,547	3877,169	228,285	4239,574	201,121
Kombinasi 5a	3072,794	231,081	1886,958	105,789	1381,445	84,984
Kombinasi 5b	3074,485	230,542	1894,403	105,835	1382,171	84,969
Kombinasi 5c	3544,812	270,705	3719,380	141,454	3593,837	130,416
Kombinasi 5d	3677,476	306,463	2576,908	124,189	3350,308	127,912
Kombinasi 6a	3153,180	228,543	1552,913	103,341	950,645	81,670
Kombinasi 6b	2985,252	231,431	2260,021	110,717	1853,247	90,900
Kombinasi 6c	3207,082	208,658	1731,752	103,292	926,601	79,432
Kombinasi 6d	2937,862	249,144	2070,442	108,758	1850,354	91,550

Dari hasil di atas diambil hasil gaya aksial tertinggi untuk dianalisis pada tinjauan hubungan balok kolom. Nilai diatas diperlukan saat menghitung nilai gaya geser yang dipikul oleh beton. Dari hasil pemodelan dengan bantuan program SAP 2000 maka didapat juga gaya geser dari struktur balok dan struktur kolom dari titik yang ditinjau yaitu:

Tabel 5. Hasil gaya aksial dengan Program SAP 2000.

Gaya geser (KN)	Tipe Pertemuan Sambungan Balok Kolom					
	Interior	Roof Interior	Eksterior	Roof Eksterior	Corner	Roof Corner
Balok	972,650	411,882	546,295	137,004	385,961	63,561
Kolom	208,504	51,353	245,706	66,917	253,858	66,752

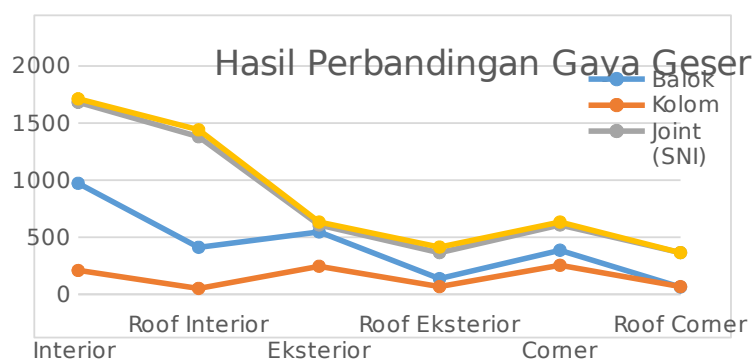
Dari hasil diatas akan dibandingkan nilai gaya geser di joint sambungan balok kolom dari titik yang ditinjau.

4.2 Hasil Analisis Perbandingan Sambungan Balok Kolom

Dari hasil perhitungan pertemuan sambungan balok kolom pada Hotel Serela Lampung menggunakan metode SNI 2847:2013 dan metode ACI 352 R2002 didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Perbandingan Gaya Geser.

Gaya geser (KN)	Tipe Pertemuan Sambungan Balok Kolom					
	Interior	Roof Interior	Eksterior	Roof Eksterior	Corner	Roof Corner
Balok	972,650	411,882	546,295	137,004	385,961	63,561
Kolom	208,504	51,353	245,706	66,917	253,858	66,752
Joint (SNI)	1682,533	1380,365	607,759	364,932	607,759	364,932
Joint (ACI)	1712,750	1440,799	632,642	413,498	632,642	364,932



Gambar 7. Grafik Perbandingan Gaya Geser.

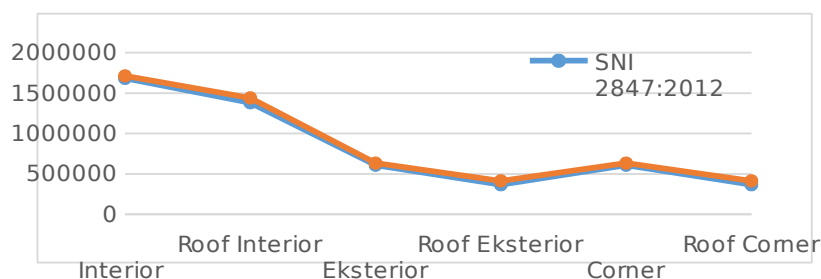
Dari hasil yang digambarkan grafik di atas didapat bahwa gaya geser dalam joint baik metode SNI dan metode ACI lebih besar dari pada gaya geser yang ditimbulkan balok dan kolom. Oleh karena itu perlu diperhatikan sambungan balok kolom agar tidak terjadi kegagalan struktur yang tidak diinginkan. Adapun perbandingan dari setiap tipe dengan menggunakan metode SNI 2847:2013 dan metode ACI 352 R2002 dapat disimpulkan beberapa pembahasan sebagai berikut:

a. Gaya Geser pada sambungan Balok Kolom

Perbedaan gaya geser dalam sambungan balok kolom antara metode SNI 2847-2013 dan metode ACI 352 R 2002 dapat terlihat dari tabel 7 dan gambar grafik 8 berikut ini:

Tabel 7. Gaya Geser dalam Sambungan Balok Kolom.

Tipe	Hasil Analisis	
	SNI 2847:2012	ACI 352 R2002
Interior	1682533,55 N	1712750,25 N
Roof Interior	1380365,95 N	1440799,45 N
Eksterior	607759,50 N	632642,20 N
Roof Eksterior	364932,80 N	413498,10 N
Corner	607759,50 N	632642,20 N
Roof Corner	364932,80 N	364932,80 N



Gambar 8. Grafik Gaya Geser dalam Sambungan Balok Kolom.

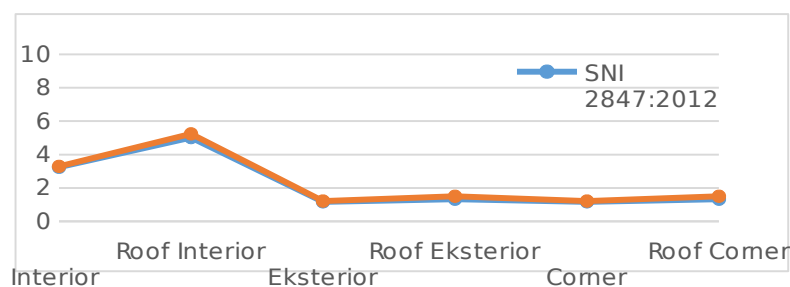
Dari hasil yang ada didapat gaya geser dalam sambungan balok kolom dengan metode ACI 352R:2002 lebih besar dari pada gaya geser yang didapat dari metode SNI 2847:2013. hal ini dikarenakan adanya perbedaan gaya geser kolom sehingga gaya geser kolom pada metode ACI 352R:2002 lebih kecil yang mengakibatkan gaya geser sambungan balok kolom lebih besar dibandingkan metode SNI 2847:2013. sehingga gaya yang terjadi dengan metode ACI 352R 2002 lebih besar dibandingkan SNI 2847:2013

b. Tegangan Geser dalam Sambungan Balok Kolom

Perbedaan tegangan geser dalam sambungan balok kolom antara SNI 2847:2013 dan ACI 352 R 2002 dapat terlihat dari tabel 8 dan gambar grafik 9 berikut ini:

Tabel 8. Tegangan Geser dalam Sambungan Balok Kolom

Tipe	Hasil Analisis	
	SNI 2847:2012	ACI 352 R2002
Interior	3,2356 N/mm ²	3,2938 N/mm ²
Roof Interior	5,0195 N/mm ²	5,2393 N/mm ²
Eksterior	1,1688 N/mm ²	1,2155 N/mm ²
Roof Eksterior	1,3270 N/mm ²	1,5036 N/mm ²
Corner	1,1688 N/mm ²	1,2155 N/mm ²
Roof Corner	1,3270 N/mm ²	1,5036 N/mm ²



Gambar 9. Grafik Tegangan Geser dalam Sambungan Balok Kolom.

Dari hasil yang ada didapat tegangan geser dalam sambungan balok kolom dengan metode ACI 352R:2002 lebih besar dari pada tegangan geser yang didapat dari metode SNI 2847:2013. hal ini dikarenakan adanya hubungan gaya geser dan tegangan geser yang mengakibatkan keterkaitan diantara keduanya. Karena gaya geser sambungan balok kolom besar maka tegangan geser dalam sambungan

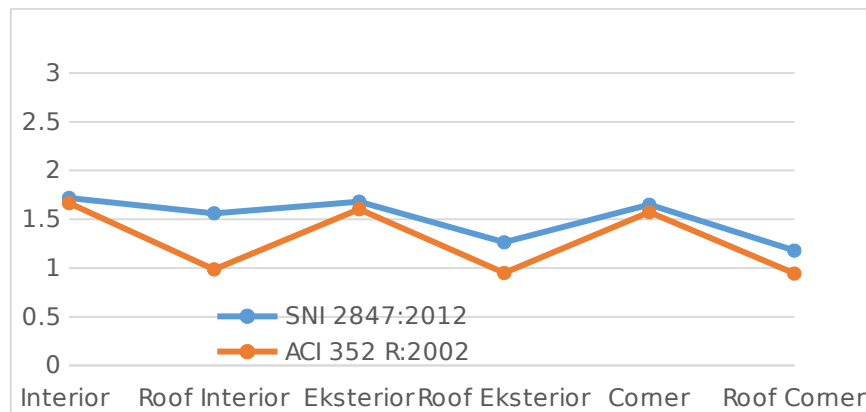
balok kolom juga besar sebaliknya, jika gaya geser sambungan balok kolom kecil maka tegangan geser dalam sambungan balok kolom juga kecil. sehingga tegangan yang terjadi dengan metode ACI 352R 2002 lebih besar dibandingkan tegangan geser dengan metode SNI 2847:2013.

c. Tegangan Geser yang dipikul Beton pada Sambungan Balok Kolom

Perbedaan tegangan geser yang dipikul beton dalam sambungan balok kolom antara SNI 2847:2013 dan ACI 352 R 2002 dapat terlihat dari tabel 9 dan gambar grafik 10 berikut ini:

Tabel 9. Tegangan Geser yang dipikul Beton dalam Sambungan Balok Kolom.

Tipe	Hasil Analisis	
	SNI 2847:2012	ACI 352 R2002
Interior	1,7190 N/mm ²	1,6655 N/mm ²
Roof Interior	1,5616 N/mm ²	0,9856 N/mm ²
Eksterior	1,6807 N/mm ²	1,6037 N/mm ²
Roof Eksterior	1,2637 N/mm ²	0,9487 N/mm ²
Corner	1,6990 N/mm ²	1,5726 N/mm ²
Roof Corner	1,1790 N/mm ²	0,9434 N/mm ²



Gambar 10. Grafik Tegangan Geser yang dipikul beton dalam Sambungan Balok Kolom

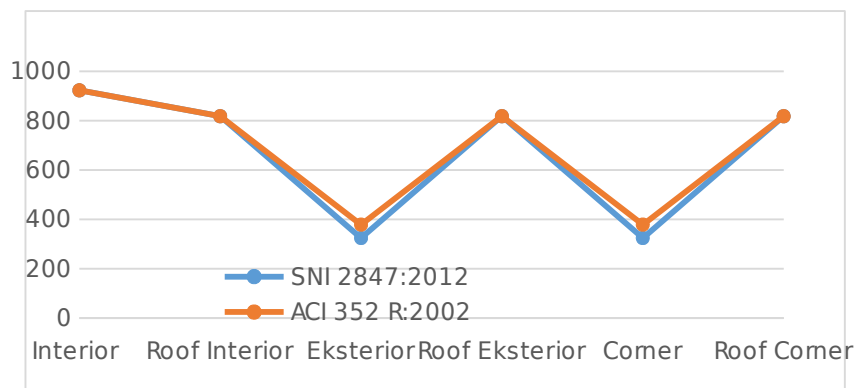
Dari hasil yang ada didapat gaya geser yang dipikul beton dalam sambungan balok kolom dengan metode SNI 2827:2013 lebih besar dari pada tegangan geser yang didapat dari metode ACI 352R:2002. Hal ini dikarenakan adanya faktor-faktor koefisien yang lebih spesifik dalam metode ACI 352R:2002 sedangkan metode SNI 2847:2013 tidak melibatkan faktor-faktor pembeda antara perbedaan tinjauan struktur sehingga analisis sambungan balok kolom dengan metode SNI 2847:2013 direncanakan secara umum dan langsung sehingga hasil yang didapat lebih besar dibandingkan dengan hasil yang diperoleh oleh metode ACI 352R:2002.

d. Luas Tulangan pada Sambungan Balok Kolom

Perbedaan luas tulangan dalam sambungan balok kolom antara SNI 2847:2013 dan ACI 352 R 2002 dapat terlihat dari tabel 10 dan grafik 11 berikut ini:

Tabel 10. Luas Tulangan dalam Sambungan Balok Kolom.

Tipe	Hasil Analisis	
	SNI-2847-2012	ACI 352 R2002
Interior	923,5 mm ²	923,5 mm ²
Roof Interior	818,4450 mm ²	818,4450 mm ²
Eksterior	324,9121 mm ²	379,0675 mm ²
Roof Eksterior	818,4450 mm ²	818,4450 mm ²
Corner	324,9150 mm ²	379,0675 mm ²
Roof Corner	818,4450 mm ²	818,4450 mm ²

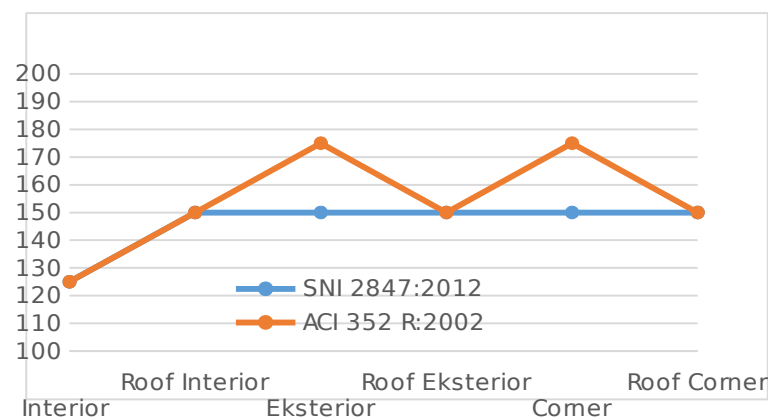


Gambar 11. Grafik Luas Tulangan dalam Sambungan Balok Kolom.

Dari hasil yang ada didapat Luas tulangan dalam sambungan balok kolom baik metode ACI 352R:2002 dan metode SNI 2847:2013 dapat dikatakan sama hanya saja ada perbedaan sedikit dari keduanya pada sambungan eksterior dan sambungan corner.

e. Jarak Tulangan Pada Sambungan Balok Kolom

Perbedaan jarak tulangan dalam sambungan balok kolom antara SNI 2847:2013 dan ACI 352 R 2002 dapat terlihat gambar grafik 12 berikut ini:



Gambar 12. Grafik Luas Tulangan dalam Sambungan Balok Kolom

Dari hasil yang ada didapat jarak tulangan dalam sambungan balok kolom baik metode ACI 352R:2002 dan metode SNI 2847:2013 dapat dikatakan sama hanya saja ada perbedaan sedikit dari keduanya pada sambungan eksterior dan sambungan corner. Perbedaan ini didasarkan pada ketentuan jarak yang ada. Metode ACI 352R:2002 memberi syarat jarak tulangan tidak harus lebih besar dari 100mm dan tidak boleh kurang dari 175 mm. Sedangkan metode SNI 2847:2013 memberi syarat jarak tulangan tidak perlu lebih besar dari 100 mm dan tidak boleh kurang dari 150 mm.

f. Panjang Penyaluran Tulangan Longitudinal Balok pada Sambungan Balok Kolom

Panjang penyaluran tulangan longitudinal balok pada sambungan balok kolom diperoleh 340 mm dengan menggunakan metode ACI 352R:2002 hal ini lebih besar dari pada metode SNI 2847:2013 yang sebesar 265 mm. Hal ini dikarenakan faktor pembagi dari persyaratan yang ada.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan hasil pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil analisis didapat gaya geser struktur balok dan struktur kolom lebih kecil dari pada gaya geser elemen *joint* sambungan balok kolom. Oleh karena itu perlu adanya perhatian khusus pada *joint* sambungan balok kolom dengan diperlukannya tulangan geser pada *joint* sambungan balok kolom tersebut.
2. Dari hasil analisis secara umum metode perencanaan ACI 352R:2002 lebih tinggi segi keamanan sambungan balok kolom dikarenakan hasil gaya geser, tegangan geser dan panjang penyaluran lebih besar serta tegangan geser yang dipikul beton lebih kecil dari pada metode perencanaan SNI 2847:2013. dan dari segi efisiensi metode perencanaan SNI 2847:2013 lebih besar dikarenakan dengan gaya geser, tegangan geser, dan panjang penyaluran lebih kecil dibandingkan metode ACI 352R:2002.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 352-02, 2002, *Recommendations for Design of Beam Column Connection in Monolithic Reinforced Concrete Structures* ACI 352-02, American Concrete Institute, Amerika.
- ASCE 7-10, 2010, *Minimum Design Loads for Building and Other structure* ASCE 7-10 American Society Civil Engineering, Amerika.
- Wang et. al, Chu Kia, 1993, *Reinforcement Concrete Design Fourth Edition*, PT Glora Aksara Pratama, Jakarta
- SNI-1726-2012, 2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI-2847, 2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI-1727, 2013, *Beban Minimum untuk Perencanaan Gedung dan Struktur Lain*, Departemen Pekerjaan Umum.
- Park, I., 1975, *Reinforced Concrete Structures*, John Willy Inc. Amerika.
- Pawirodikromo, Widodo, 2013, *Analisis Tegangan Bahan*. Penerbit Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Purwanto, Edy, 2013, *Kinerja Hubungan Balok Kolom Beton Bertulang Dengan*

Pembebanan Statik, Jurnal Matrik Teknik Sipil, Universitas Negeri Surakarta.
Widyawati, Ratna, 2009, *Keruntuhan Lentur Balok Pada Struktur Balok Kolom Beton Bertulang Eksterior Akibat Beban Siklik*, Jurnal Rekayasa Vol. 13 No. 3, Universitas Lampung, Lampung