

EVALUASI KEKUATAN DAN DETAILING TULANGAN HUBUNGAN BALOK KOLOM (JOINT) BETON BERTULANG SESUAI SNI 2847:2013 DAN SNI 1726:2012 (STUDI KASUS: HOTEL PESONNA SEMARANG)

Supardi¹⁾ Edy Purwanto²⁾ Bakhtiyar Adi Kurniawan³⁾

³⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

1) 2) Pengajar Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524.

Email : bakhtiyaradi@gmail.com

Abstract

The safety of building is measurement by the strength of the building structure due to loads. One of the loads is earthquake load which arranged by Indonesian National Standard (SNI) 1726:2012. The connection of beam and column is a critical area from the reinforced concrete building. Many of that structure collapse caused by the failure of beam-column design. The purpose of this research is to evaluate the strength and beam-column connection detail according to the recent standard SNI 2847:2013.

This research use case study with three steps. The steps are input, analysis and output. The input step from this research is inputting data which needed by analysis step. The analysis step is use a computer model and manually analysis in beam column connection. The output step of this research is comparison of the result of the analysis with the real condition.

The conclusion of this research is the existing of beam-column connection satisfy the strength and detailing based on SNI 2847:2013 and 1726:2012.

Keywords: beam-column connection, Indonesian National Standard (SNI) 2847:2013, Indonesian National Standard (SNI) 1726:2012.

Abstrak

Keselamatan bangunan diukur dari kekuatan struktur bangunan tersebut dalam menerima beban-beban yang bekerja terhadapnya. Salah satunya adalah beban gempa yang diatur oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726:2012. Daerah Hubungan balok kolom merupakan bagian penting dari struktur bangunan beton bertulang. Struktur tersebut sering mengalami keruntuhan yang disebabkan oleh kesalahan desain hubungan balok kolom. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kekuatan dan detailing hubungan balok kolom menurut standar terbaru dari SNI 2847:2013.

Penelitian ini menggunakan metode studi kasus yang terdiri dari tiga tahap yaitu tahap input, analisis dan output. Tahap input pada penelitian adalah memasukan data yang diperlukan untuk tahap selanjutnya yaitu tahap analisis. Tahap analisis dilakukan dengan dua cara yaitu menggunakan model komputer dan analisis manual pada hubungan balok kolom. Tahap output dari penelitian ini adalah perbandingan antara hasil analisis dengan data yang ada di lapangan.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa hubungan balok kolom eksisting telah memenuhi kekuatan dan detailing yang disyaratkan pada SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012.

Kata kunci: hubungan balok kolom, Standar Nasional Indonesia (SNI) 2847:2013, Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726:2012.

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya zaman membuat kebutuhan akan suatu hal harus mengikuti perkembangan tersebut. Salah satunya adalah kebutuhan akan keamanan suatu bangunan. Indonesia memiliki aturan untuk mengatur tentang standar keamanan bangunan yang ditulis dalam Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI yang dipakai untuk bangunan gedung beton bertulang adalah SNI 2847:2013 yang menggantikan SNI 03-2847-2002 dan Aturan tentang perencanaan bangunan tahan gempa diatur pada SNI 1726:2012 yang menggantikan SNI 1726-2002.

Daerah hubungan balok-kolom merupakan daerah kritis pada suatu struktur rangka beton bertulang. Hubungan balok kolom adalah struktur yang akan mengalami gaya geser horizontal dan vertikal yang besar pada saat terjadi gempa kuat. Banyak struktur mengalami kegagalan karena kurang diperhatikannya daerah hubungan balok kolom. Salah satu hotel di Semarang memiliki struktur dengan tinggi 10 lantai. Sebagaimana fungsinya, hotel harus dapat menjamin keamanan dan keselamatan penghuninya. Data gedung tersebut menunjukkan masih digunakannya SNI lama sebagai dasar acuan yang dipakai.

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Iswandi Imran dan Fajar Hendrik (2014), sistem struktur sangat berpengaruh terhadap bangunan ketika terjadi gempa. Selain sistem struktur hal lain yang berpengaruh dalam kinerja bangunan ketika menghadapi gempa adalah detailing tulangan dan kualitas material. Salah satu sistem rangka adalah sistem rangka pemikul

momen yang terdiri dari tiga jenis, Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Hubungan Balok Kolom

Hubungan balok-kolom atau joint adalah bagian yang dipakai bersama pada komponen struktur yang berpotongan dalam hal ini adalah balok dan kolom. Ada berbagai macam jenis hubungan balok kolom yaitu interior, eksterior, ekterior tepi, interior atap, eksterior atap, eksterior tepi atap. Beberapa syarat harus dipenuhi dalam meninjau hubungan balok kolom: syarat geometri (dimensi), syarat kekuatan dan syarat detailing.

Konsep Dasar Perancangan

Penentuan sistem struktur beton bertulang penahan beban gempa harus disesuaikan dengan Kategori Desain Seismik yang diatur dalam SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012. Konsep desain terhadap beban gempa yang disesuaikan dengan SNI 1726:2012 tentang desain bangunan yang harus mampu menahan beban gempa 2500 tshunan serta adanya faktor modifikasi respon (Faktor R) dimana elemen tertentu diperbolehkan untuk mengalami kerusakan sebagai sarana pendisipasian energi gempa yang diterima struktur. Persyaratan Material konstruksi sesuai dari arahan SNI 2847:2013 disebutkan bahwa untuk kuat tekan beton (f_c') minimal 20 MPa untuk beton biasa dan 35 MPa untuk beton ringan. Sedangkan untuk baja tulangan, SNI 2847:2013 hanya mengizinkan penggunaan tulangan polos pada tulangan spiral. Jenis tulangan sirip/ulir digunakan pada penulangan elemen beton lainnya. Hal ini karena terdapat lekatan lebih dan memiliki ketahanan lekatan ketika terjadi beban bolak-balik atau beban siklik pada baja tulangan ulir. Parameter lain pada baja tulangan menurut SNI 2847:2013 adalah kuat leleh maksimal yang sebesar 400 MPa. Penggunaan mutu baja yang lebih besar disarankan untuk tidak digunakan karena akan berpengaruh pada perilaku plastifikasi elemen struktur.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode studi kasus berupa pembuatan ulang dengan menggunakan model yang dibuat sesuai kondisi bangunan yang tercantum dalam *Shopdrawing* dan Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS) dengan menggunakan software ETABS. Metode penelitian yang digunakan memiliki tiga tahap penelitian. Tahap penelitian tersebut adalah tahap input, analisis dan output. Pada tahapan input akan dijelaskan tentang geometri struktur, dimensi dan spesifikasi elemen struktur, penentuan beban yang bekerja dan pemodelan tiga dimensi. Tahapan analisis antara lain pemodelan struktur dengan menggunakan software ETABS, memasukan perhitungan gempa dan perhitungan gaya dalam elemen struktur pada ETABS. Tahap akhir yaitu tahap output membahas tentang dimensi, kekuatan, detailing yang disesuaikan dengan gaya-gaya dalam yang terjadi pada hubungan balok kolom atau joint dan membandingkannya dengan keadaan yang ada pada kenyataan sehingga dapat ditarik kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Kondisi Eksisting Gedung

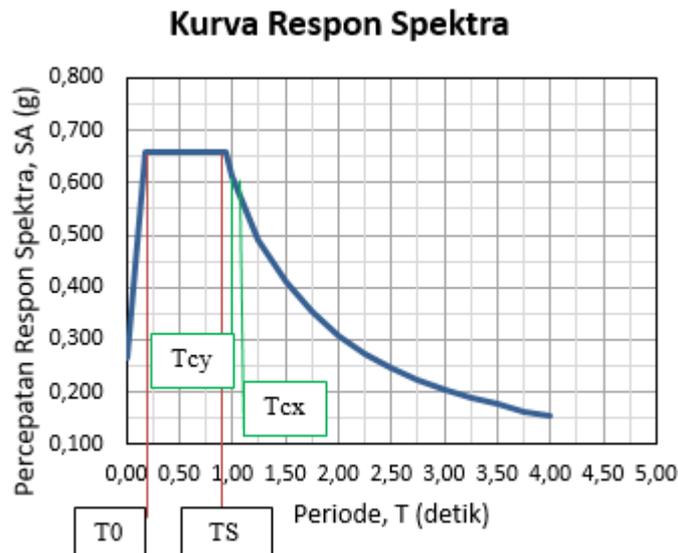
Gedung tempat studi kasus berada di Kota Semarang dan merupakan bangunan gedung dengan fungsi hotel. Tinggi struktur bangunan tersebut mencapai 30,9 m dengan 10 lantai terdiri dari lantai dasar, lantai mezzanine, lantai 1-7 (tipikal), lantai 8 (atap) yang berfungsi juga sebagai sky lounge. Struktur bangunan menggunakan struktur beton bertulang dengan sistem rangka menggunakan Sistem Ranka Pemikul Momen Khusus.

Pembebanan

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) : 0,36g
- 4) Kelas situs : Tanah Lunak (SE)
- 5) Koefisien situs
 - Periode pendek (F_a) : 0,9
 - Periode 1 detik (F_v) : 2,26
- 6) Parameter respon spektra
 - Periode pendek (S_{MS}) : $F_a S_s = 0,90 \times 1,10 = 0,990$
 - Periode 1 detik (S_{M1}) : $F_v S_1 = 2,60 \times 0,36 = 0,922$
- 7) Parameter respon spektra desain

Periode pendek (S_{DS}) : $\frac{2}{3}S_{MS} = 0,660$
 Periode 1 detik (S_{D1}) : $\frac{2}{3}S_{M1} = 0,614$
 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
 $T_{ETABS\ x} (T_{cx}) = 1,176$ detik
 $T_{ETABS\ y} (T_{cy}) = 1,029$ detik
 $T_{max} = C_u \times T_a = 1,4 \times 1,022 = 1,431$ detik
 $T_a < T_c < T_{max}$
 $1,022 < 1,176$ atau $1,029 < 1,431 \rightarrow$ Digunakan T_c
 $T_0 = 0,2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,2 \times \frac{0,614}{0,660} = 0,186$ detik
 $T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{0,614}{0,660} = 0,931$ detik



Gambar 1. Kurva Respon Spektra Tempat Studi Kasus

Dengan rumus $C_{sx} = \frac{S_{D1}}{T_{cx}(\frac{R}{T_e})}$ dan $V = C_{sx} \times W$ 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. Beban gempa diasumsikan bekerja secara 100% pada salah satu sumbu sedangkan pada sumbu lain hanya bekerja 30% seperti tabel berikut:

Tabel 1. Perhitungan Beban Gempa

Lantai	100% F (kN)	x	30% F y (kN)	30% Fx (kN)	100% Fy (kN)
Top Lift	73,772		24,412	22,132	81,375
Lantai 8	471,684		157,264	141,505	524,213
Lantai 7	471,549		158,633	141,465	528,777
Lantai 6	391,653		133,106	117,496	443,686
Lantai 5	315,688		108,567	94,706	361,890
Lantai 4	244,101		85,142	73,230	283,807
Lantai 3	177,493		63,002	53,248	210,008
Lantai 2	118,857		43,172	35,657	143,906
Lantai 1	65,370		24,558	19,611	81,859
Mezzanine	21,182		8,320	6,355	27,734

Beban mati berat sendiri (*Dead*) menggunakan faktor pengali yang terdapat pada ETABS sebesar 1.
 Beban mati tambahan (*Superimpose*) mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) dan didapat nilai sebagai berikut:

Pelat Lantai Mezzanine – Pelat Lantai 7 dan <i>sky lounge</i>	= 1,19 kN/m ²
Pelat Atap	= 0,21 kN/m ²
Dinding menggunakan bata ringan (habel)	= 0,65 kN/m ²
Dinding kaca tebal 3-4 mm	= 0,10 kN/m ²

Beban hidup (*Live*) yang dimasukkan kedalam analisis ETABS mengacu pada SNI 1727:2013 dan didapat nilai-nilai sebagai berikut:

Kamar – kamar pada hotel	: 1,92 kN/m ²
Koridor	: 4,79 kN/m ²
Atap digunakan untuk taman atap	: 4,79 kN/m ²
Atap datar	: 0,96 kN/m ²

Beban – beban tersebut kemudian dikombinasikan dan menghasilkan gaya dalam berupa momen, geser dan aksial seperti tertera pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Gaya Dalam Maksimum Analisa ETABS

Gaya Dalam	Balok	Kolom
Momen (+)	192,421 kN.m	608,445 kN.m
Momen (-)	-250,478 kN.m	-580,557 kN.m
Geser (+)	180,186 kN	179,496 kN
Geser (-)	-186,979 kN	-186,742 kN
Aksial	-	3042,752 kN

Evaluasi Hubungan Balok Kolom

Lokasi hubungan balok kolom yang ditinjau berdasarkan nilai gaya geser pada kolom dari hasil analisa ETABS terbesar di setiap jenis hubungan balok kolom. Berikut tabel lokasi hubungan balok kolom yang ditinjau:

Tabel 3. Lokasi Hubungan Balok Kolom yang ditinjau

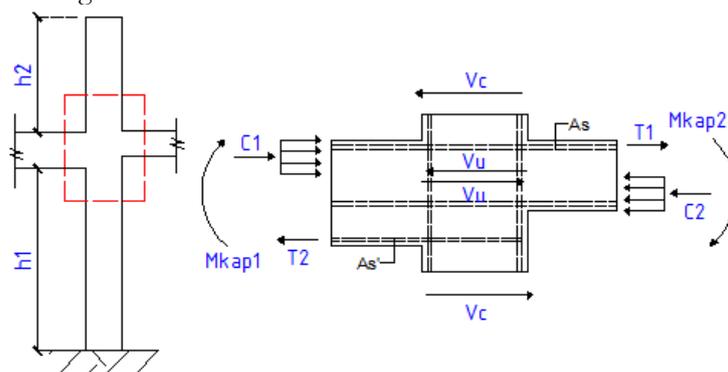
Lokasi Joint	Koordinat struktur	V kolom (kN)
Interior	B, 06, Lantai 1	-186,74
Eksterior	A, 08, Mezzanine	119,198
Interior Atap	C, 07, Lantai 8`	74,271
Eksterior Atap	D, 05, Lanti 8	-78,063

Evaluasi pertama adalah dimensi dari hubungan balok kolom tersebut. Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 21.7.3. disebutkan bahwa panjang daerah yang menyebabkan geser pada *joint* adalah tinggi *joint* (h_j) sebesar minimal 20 kali tulangan terbesar balok dan tinggi joint merupakan tinggi keseluruhan kolom. Berikut adalah besarnya tinggi hubungan balok kolom eksisting dan dimensi minimal daerah yang menyebabkan geser:

Tabel 4. Dimensi Joint Eksisting Dan Daerah Yang Menyebabkan Geser

Lokasi Joint	h_j eksisting	Dimensi minimal (20D)	$h_j < 20 D$
Interior	450 mm	380 mm	OK
Eksterior	800 mm	380 mm	OK
Interior Atap	450 mm	380 mm	OK
Eksterior Atap	600 mm	380 mm	OK

Evaluasi kuat geser joint ditentukan dari kuatnya geser nominal joint (V_n) dalam menahan gaya geser (V_u). Besarnya gaya geser dipengaruhi oleh gaya geser kolom (V_c) dan tegangan tarik (T) dan tekan (C) dari tulangan balok yang merangka ke hubungan balok kolom.



Gambar 3. Gaya – gaya yang bekerja pada hubungan balok kolom

$$V_u = T_1 + C_1 - V_C \dots\dots\dots [1]$$

$$V_u = T_1 - V_C \dots\dots\dots [2]$$

dengan,

$$T_1 = 1,25Asf_y \dots\dots\dots [3]$$

$$C_1 = T_1 = 1,25Asf_y \dots\dots\dots [4]$$

$$V_C = \frac{M_{kap1} + M_{kap2}}{\frac{1}{2} \times (h_1 + h_2)} \dots\dots\dots [5]$$

$$M_{kap} = T \left(d - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots [6]$$

dengan,

$$a = \frac{T}{0,85f_c' b} \dots\dots\dots [7]$$

Kuat geser nominal (V_n) bergantung dengan besarnya luas efektif joint (A_j). Menurut SNI 2847:2013 Pasal 21.7.4.1. Luas efektif joint dihitung dengan tinggi joint (h_j) dikali lebar joint efektif (b_j). Tinggi joint (h) merupakan tinggi keseluruhan penampang kolom sedangkan lebar joint efektif merupakan lebar keseluruhan penampang kolom. Apabila balok yang menuju joint memiliki dimensi yang lebih kecil daripada lebar kolom maka lebar joint tidak boleh lebih kecil dari: Lebar balok ditambah tinggi joint; Dua kali jarak tegak lurus terkecil dari sumbu balok ke sisi kolom. Pada pasal tersebut dijelaskan bahawan kuat geser nominal hubungan balok kolom dihitung dengan persamaan:

$$\text{Untuk joint terkekang oleh balok pada keempat sisinya} = 1,7\sqrt{f_c'} A_j \dots\dots\dots [8]$$

$$\text{Untuk joint terkekang oleh balok pada tiga sisinya} = 1,2\sqrt{f_c'} A_j \dots\dots\dots [9]$$

$$\text{Untuk kasus lain} = 1,0\sqrt{f_c'} A_j \dots\dots\dots [10]$$

Dari data spesifikasi eksisiting sebagai berikut, maka dapat dihitung momen kapasitas balok (M_{kap}), gaya geser (V_u) dan Kuat geser nominal (V_n) yang dapat dilihat pada Tabel 5:

f_c' balok = 25 MPa db = 19 mm
 ρ = 30 mm f_y = 390 MPa

Tabel 5. Besarnya Momen Kapasitas

	Interior	Eksterior	Intr. Atap	Ekst. Atap
Balok Kanan	b (mm)	300	-	200
	h (mm)	600	-	400
	n	6	-	3
	d (mm)	550,5	-	350,5
	T1 (kN)	829,321	-	414,661
	a1 (mm)	130,09	-	97,567
	Mkap (kN.m)	402,598	-	125,110
Balok Kiri	b (mm)	250	250	300
	h (mm)	450	450	600
	n	3	5	3
	d (mm)	400,5	400,5	550,5
	T1 (kN)	414,661	691,101	414,661
	a1 (mm)	78,054	130,089	65,045
	Mkap (kN.m)	149,889	231,833	214,785

Tabel 6. Perhitungan Kuat Geser Nominal Joint (Reduksi $\emptyset = 0,75$)

Lokasi Joint	Mkap1 (kN.m)	Mkap2 (kN.m)	h1 (m)	h2 (m)	Vc (kN)	C (kN)	Vu (kN)	Aj (m2)	$\emptyset V_n$ (kN)	Rasio	Ket.
Interior	402,60	149,89	3,2	2,5	194,12	691,10	1326,29	0,315	2199,79	0,603	OK
Eksterior	-	231,83	2,5	3,0	84,30	-	606,79	0,240	1183,08	0,513	OK
Int. Atap	125,11	214,79	0,0	3,2	212,43	691,10	893,32	0,270	1885,54	0,474	OK
Eks. Atap	-	149,89	0,0	3,2	93,68	-	320,98	0,270	1330,96	0,241	OK

Evaluasi detailing hubungan balok kolom yaitu evaluasi tulangan transversal yang terdapat pada hubungan balok kolom tersebut dan panjang penyaluran dari tulangan balok yang melewati hubungan balok kolom. Kebutuhan tulangan transversal hubungan balok kolom dihitung dengan persamaan menurut SNI 2847:2013 pasal 21.7.3 sebagai berikut (diambil nilai yang terbesar):

$$A_{sh} = 0,3 \frac{sbcfc'}{f_y} \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] \dots\dots\dots [11]$$

$$A_{sh} = 0,09 \frac{sbcfc'}{f_y} \dots\dots\dots [12]$$

Dengan

- Ash = luas penampang total tulangan transversal (termasuk kait silang) (mm²)
- s = spasi pusat ke pusat tulangan transversal (mm)
- bc = dimensi penampang inti kolom yang diukur ke tepi luar tulangan transversal (mm)
- Ach = luas penampang inti kolom yang diukur sampai tepi luar tulangan transversal (mm²)
- Ag = luas penampang kolom (mm²)

Spasi tulangan transversal pada hubungan balok kolom harus memenuhi yang terkecil dari persyaratan berikut :

- a) Seperempat dimensi komponen minimum;
- b) Enam kali diameter batang tulangan longitudinal yang terkecil dan;
- c) $s_o = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3} \right)$ dengan h_x dapat diambil sebesar 1/3 kali dimensi inti kolom.

Nilai s_o tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100 mm. Apabila balok merangka pada keempat sisi joint dan nilai dari h_x lebih dari atau sama dengan tiga perempat lebar kolom maka jumlah tulangan yang diperlukan dapat direduksi sebesar setengah dari hasil yang didapat dari perhitungan serta spasi tulangan transversal dapat dibesarkan menjadi 150 mm.

Kondisi eksisting yang berkaitan dengan tulangan transversal joint adalah sebagai berikut dan perhitungan disajikan seperti Tabel 7. berikut:

- f_c' kolom = 30 MPa
- p = 35 mm
- db = 10 mm
- s = 100 mm
- f_y = 390 MPa

Tabel 7. Perhitungan Tulangan Transversal Joint

Lokasi Joint	b (mm)	h (mm)	bc (mm)	hc (mm)	Ash1 (mm ²)	Ash2 (mm ²)	n eksist. (hoop)	n hit. (hoop)	s hit. (mm)	Ket.
Interior	600	700	530	630	315,39	366,92	4	3	150	OK
Eksterior	300	800	230	730	227,92	159,23	3	3	75	OK
Int. Atap	450	600	380	530	298,69	263,08	3	2	150	OK
Eks. Atap	450	600	380	530	298,69	263,08	3	3	112	OK

Evaluasi detailing panjang penyaluran tulangan balok dihitung dengan persamaan sesuai SNI 2847:2013 Pasal 21.7.5. Kondisi eksisting menunjukkan bahwa panjang penyaluran tulangan balok menggunakan jenis tanpa kait atau lurus dan tinggi beton yang dicetak dalam satu kali angkat di bawah batang tulangan tidak melebihi 300 mm. Menurut SNI 2847:2013 penyaluran seperti kondisi eksisting tersebut harus memenuhi Persamaan 13.:

$$ldh = 2,5 \times \frac{f_y db}{5,4\sqrt{f_c'}} \dots\dots\dots [13]$$

Panjang penyaluran pada data eksisting telah disediakan berdasarkan besarnya diameter tulangan yang digunakan dan mutu beton pada balok tersebut. Data eksisting menunjukkan diameter tulangan yang digunakan yang berhubungan dengan hubungan balok kolom yang ditinjau adalah diameter 19 mm dan diameter 10 mm. Tegangan leleh (f_y) eksisting sebesar 390 MPa(BJTD 40) dan kuat tejan beton (f_c) eksisting sebesar 25 MPa. Maka secara perhitungan panjang penyaluran adalah sebesar:

$$ldh_{19} = 2,5 \times \frac{390 \times 19}{5,4\sqrt{25}} = 686,11 \text{ mm} \text{ dan } ldh_{10} = 2,5 \times \frac{390 \times 10}{5,4\sqrt{25}} = 361,11 \text{ mm}$$

Tabel 8. Data panjang penyaluran hubungan balok kolom eksisting

Mutu	Tulangan db (mm)	Mutu beton			
		25	30	35	40
Panjang penyaluran (ld)					
BJTD 40	D10	450	430	390	330
	D13	590	590	560	400
	D16	730	730	690	620
	D19	860	860	810	740
	D22	1420	1250	1180	1060
	D25	1420	1420	1340	1210

Berdasarkan perbandingan antara panjang penyaluran hitungan dan eksisting maka panjang penyaluran tersebut telah memenuhi syarat.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 2847:2013, sistem bangunan studi kasus berupa Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRMPK).
2. Dimensi hubungan balok kolom yang ditinjau telah memenuhi standar Sistem Rangka Momen Khusus (SRMPK) yang disyaratkan oleh SNI 2847:2013.
3. Kekuatan geser nominal joint yang ditinjau mampu menerima gaya-gaya yang bekerja terhadapnya.
4. Detailing tulangan hubungan balok kolom yang ditinjau telah memenuhi standar Sistem Rangka Momen Khusus (SRMPK) yang tercantum dalam SNI 2847:2013.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Bapak Ir. Supardi, M.T. dan Edy Purwanto, S.T., M.T. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Anonim. 2012. SNI 1726:2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. 2013. SNI 2847:2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Imran, Iswandi dan Hendrik, Fajar. 2014. *Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Imran, Iswandi dan Hoedajanto Drajat. 2008. *Permasalahan Detailing Pada Bangunan Beton Bertulang Sederhana Taban Gempa*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Purwanto, Edi dan Santosa Bambang. 2013. *Kinerja Hubungan Balok Kolom (HBK) Beton Bertulang dengan Bahan Beton Berserat Baja Dramix dan Fly Ash pada Pembebanan Statik (195S)*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Ridwan. 2009. *Pemodelan Joint Balok Kolom Beton Bertulang Akibat Beban Gempa Dengan Vektor-5*. Riau: Universitas Riau.
- Riza, Muhammad Miftakhur. 2012. *Desain Perencanaan Hubungan Balok Kolom*. (<http://www.perencanaanstruktur.com/2014/08/desain-perencanaan-hubungan-balok-kolom.html>, diakses 20 Agustus 2015).
- Setiawan, Agus. 2012. *Analisa Hubungan Balok Kolom Beton Bertulang Proyek Pembangunan Gedung DPRD-Balai Kota DKI Jakarta*. Jakarta: Universitas Bina Nusantara.
- Wight, James K. dan MacGregor James G. 2012. *Reinforced Concrete Mechanics and Design*. New Jersey: Pearson Education, Inc.