

Analisis Hubungan Balok Kolom Beton Bertulang Pada Proyek Pembangunan Gedung Perkantoran di Jakarta

Eliza Siti Syarifah ^{*1}

1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"
Jawa Timur, Indonesia

*e-mail: 21035010087@student.upnjatim.ac.id

Abstrak

Hubungan balok kolom merupakan elemen struktural yang sangat penting dalam menjaga kestabilan dan keamanan bangunan, terutama pada gedung perkantoran yang memiliki beban dinamis dan statis yang signifikan. Nilai parameter percepatan desain spektra Jakarta termasuk kategori desain seismik D. Berdasarkan ketentuan pada Badan Standar Nasional, perencanaan bangunan gedung tinggi di Jakarta menggunakan konsep desain Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Salah satu prinsip desain SRPMK adalah *strong column weak beam* yaitu kolom harus lebih kuat dibanding balok. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji kekuatan balok kolom bertulang pada struktur. Pada penelitian ini hasil analisa berdasarkan SNI 2847:2019 didapatkan nilai kuat geser terfaktor (V_u) sebesar 2626,71 kN lebih kecil dari gaya geser nominal (V_n) 18112,5 kN. Analisa *strong column weak beam* didapat hasil kapasitas lentur kolom (M_{nc}) 6452,84 kNm lebih besar 1,2 kali dari kapasitas lentur balok (M_{nb}) yaitu 3123,102 kNm.

Kata kunci: gaya geser, hubungan balok kolom, kolom kuat balok lemah

Abstract

Beam-column connection is a very important structural element in maintaining the stability and safety of a building, especially in office buildings that have significant dynamic and static loads. The design spectral acceleration value for Jakarta is included in seismic design category D. Based on the provisions of the National Standardization Agency, the design of high-rise buildings in Jakarta uses the Special Moment Resisting Frame (SMRF) system design concept. One of the design principles of SMRF is *strong column weak beam*, which means that the column must be stronger than the beam. The purpose of this study is to test the strength of reinforced concrete beams and columns in the structure. In this study, the results of the analysis based on SNI 2847:2019 obtained a factored shear strength value (V_u) of 2626.71 kN, which is smaller than the nominal shear strength (V_n) of 18112.5 kN. The analysis of *strong column weak beam* obtained a column flexural capacity (M_{nc}) of 6452.84 kNm, which is 1.2 times greater than the beam flexural capacity (M_{nb}) of 3123.102 kNm.

Keywords: shear force, beam column connection, strong column weak beam

PENDAHULUAN

Dalam konstruksi bangunan gedung, hubungan balok kolom beton bertulang memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan kestabilan, kekuatan, dan durabilitas struktur secara keseluruhan. Elemen ini juga berfungsi menahan beban lateral yang timbul akibat gempa bumi, angin, dan faktor luar lainnya (Alfen Putri Asyari dkk., 2023). Oleh karena itu, perencanaan dan analisis hubungan balok kolom perlu dilakukan dengan teliti agar memenuhi standar keamanan yang ditetapkan, terutama di wilayah rawan gempa seperti Jakarta (Setiawan, 2012).

Berdasarkan data dari Desain Spektra Indonesia Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PUPR untuk kota Jakarta didapat SDs sebesar 0,47 g dan Sd1 sebesar 0,21 g (Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021, 2021). Dimana berdasarkan SNI 1726-2019 nilai parameter percepatan desain spektra tersebut termasuk kategori desain seismik D. Sehingga bila dilihat berdasarkan ketentuan pada Badan Standar Nasional 2019a pasal 7.2.2, perencanaan bangunan gedung tinggi di Jakarta menggunakan konsep desain Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). SRPMK adalah salah satu jenis sistem struktur tahan gempa yang dirancang untuk memiliki daktilitas tinggi dan mampu menyerap serta mendistribusikan energi gempa secara optimal. Salah satu prinsip desain SRPMK adalah *strong column weak beam* yaitu kolom harus lebih kuat dibanding balok (Mahendrayu & Kartini, 2012).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah hubungan balok kolom pada pembangunan gedung perkantoran di Jakarta sudah memenuhi konsep *strong column weak beam* dan persyaratan kuat geser atau sebaliknya. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk menganalisa

hubungan balok kolom beton bertulang pada pembangunan gedung perkantoran di Jakarta. Penelitian ini memiliki batasan yaitu hanya memperhitungkan hubungan balok kolom utama.

METODE

Penelitian dilakukan dengan mengambil kasus pada salah satu proyek pembangunan gedung di Jakarta. Pengolahan data dilakukan secara bertahap yaitu perencanaan balok, perencanaan kolo, dan analisis hubungan balok kolom. Perencanaan balok dan kolom dilakukan untuk menentukan dimensi penulangan pada kedua struktur tersebut. Perencanaan pada struktur dilakukan setelah mendapatkan data momen dan gaya geser yang didapatkan secara perhitungan berdasarkan SNI 2847:2019 (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Perencanaan kolom dilakukan dengan bantuan *software spColum* untuk mendapat nilai jumlah kekuatan lentur nominal kolom. Kemudian dilakukan perhitungan untuk analisis hubungan balok kolom berdasarkan hasil perhitngan pada struktur balok dan kolom.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan Hubungan Balok dan Kolom

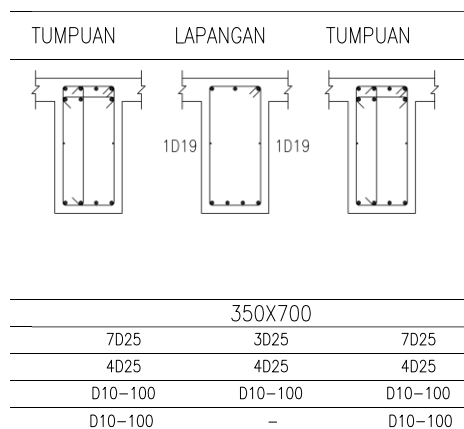
Spesifikasi balok dan kolom yang dianalisis ditampilkan dalam Gambar 1 dan Gambar 2 berikut. Mutu beton balok yang digunakan adalah 35 MPa, sedangkan untuk kolom digunakan mutu beton 45 MPa.

1. Balok

Dimensi Balok : 350 x 750 mm

Mutu beton (f_c') : 35 MPa

Mutu baja (f_y) : 420 MPa



Gambar 1. Spesifikasi Balok

Tulangan tarik tumpuan balok 7D25 mm, $A_s = 3436 \text{ mm}^2$

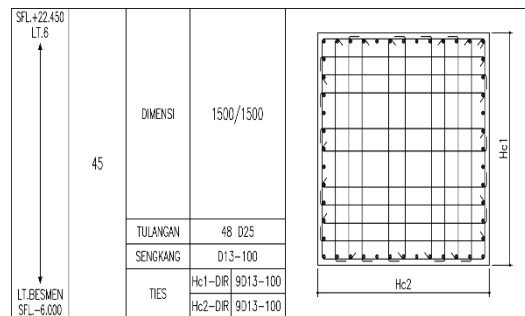
Tulangan tekan tumpuan balok 4D25 mm, $A_s = 1963 \text{ mm}^2$

2. Kolom

Dimensi kolom : 1500 x 1500 mm

Mutu beton (f_c') : 45 MPa

Mutu baja (f_y) : 420 MPa



Gambar 2. Spesifikasi Kolom

Perhitungan Hubungan Balok Kolom

1. Menghitung T1 dan T2

Gaya tarik pada baja tulangan akibat momen negatif (T1)

$$\begin{aligned} T1 &= 1,25 \times A_s \text{ tulangan atas balok} \times f_y \\ &= 1,25 \times 3436 \times 420 \\ &= 1803900 \text{ N} = 1803,9 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya tarik pada baja tulangan akibat momen positif (T2)

$$\begin{aligned} T2 &= 1,25 \times A_s \text{ tulangan bawah balok} \times f_y \\ &= 1,25 \times 1963 \times 420 \\ &= 1030575 \text{ N} = 1030,575 \text{ kN} \end{aligned}$$

3. Menghitung gaya geser kolom (V_h)

$$\begin{aligned} a &= \frac{T1}{0,85 \times f_c' \times b \text{ balok}} \\ &= \frac{1803900}{0,85 \times 35 \times 350} \\ &= 173,244 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{pr+} &= T2 \left(d - \left(\frac{a}{2} \right) \right) \\ &= T2 \left(722 - \left(\frac{173,244}{2} \right) \right) \\ &= 654804838,2 \text{ Nmm} = 654,805 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{pr-} &= T1 \left(d - \left(\frac{a}{2} \right) \right) \\ &= 1030575 \left(722 - \left(\frac{173,244}{2} \right) \right) \\ &= 1146158647 \text{ Nmm} = 1146,159 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_h &= \frac{M_{pr+} + M_{pr-}}{L_n} \\ &= \frac{654,805 + 1146,159}{8650} \\ &= 208203,8711 \text{ N} = 208,204 \text{ kN} \end{aligned}$$

4. Menghitung V_u

$$\begin{aligned} V_u &= T1 + T2 - V_h \\ &= 1803,9 + 1030,575 - 208,204 \\ &= 2626,271 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kontrol Tulangan Geser Hubungan Balok Kolom

Berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 11.5.1.1, besarnya V_u tersebut harus dibandingkan

dengan kuat geser nominal HBK yang diatur pada data.

$$\begin{aligned} V_n &= 1,2 \times A_g \times \sqrt{f_c'} \\ &= 1,2 \times 225000 \times \sqrt{45} \\ &= 18112150,62 \text{ N} = 18112,15 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat, } V_n &> V_u \\ 18112,15 &> 2626,271 \quad (\text{OK!}) \end{aligned}$$

Hubungan balok kolom cukup kuat. Maka, penulangan geser di daerah HBK tidak perlu dihitung, tetapi tulangan sengkang pada daerah sendi plastis diteruskan pada hubungan balok kolom tersebut.

Panjang Penyaluran (Ldh)

Menurut SNI 2847:2019 Pasal 19.9.5.1 panjang penyaluran pada beton normal tidak boleh kurang dari yang terbesar dari sebagai berikut:

Syarat panjang penyaluran,

$$\begin{aligned} 1. \quad 10D &= 10 \times 42 = 420 \text{ mm} \\ 2. \quad 250 \text{ mm} & \\ 3. \quad L_{dh} &= \frac{f_y \times d_b}{5,4\sqrt{f_c'}} \\ &= \frac{420 \times 42}{5,4\sqrt{35}} \end{aligned}$$

Maka, panjang penyaluran yang dipakai, $L_{dh} = 550 \text{ mm}$

Hitung Kuat Lentur Nominal Balok (ΣM_{nb})

ΣM_{nb} adalah jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint. Maka, nilai ΣM_{nb} :

$$\begin{aligned} 1. \quad B_{eff1} &= b_w + \frac{1}{4} L \\ &= 1500 + \frac{1}{4} 4300 \\ &= 2575 \text{ mm} \\ 2. \quad B_{eff2} &= b_w + 8 t_p \\ &= 1500 + 8 \times 120 \\ &= 2460 \text{ mm} \\ 3. \quad A_s \text{ tul. tarik} &= 3436 \text{ mm}^2 \\ 4. \quad A_s \text{ tul. tekan} &= 1963 \text{ mm}^2 \\ 5. \quad A_s \text{ tul. total} &= 5399 \text{ mm}^2 \\ 6. \quad y &= \frac{A_s \text{ tul. tekan} \left(40 + 13 + \frac{25}{2}\right) + \left(3 \times \frac{\pi}{4} \times 25^2\right) \times \left(40 + \frac{25}{2}\right) + \left(3 \times \frac{\pi}{4} \times 25\right) \times \left(120 - 13 - \frac{25}{2}\right)}{A_s \text{ tul. total}} \\ &= \frac{1963 \left(40 + 13 + \frac{25}{2}\right) + \left(3 \times \frac{\pi}{4} \times 25^2\right) \times \left(40 + \frac{25}{2}\right) + \left(3 \times \frac{\pi}{4} \times 25\right) \times \left(120 - 13 - \frac{25}{2}\right)}{5399} \\ &= 40,976 \text{ mm} \\ 7. \quad D \text{ atas} &= h - y \\ &= 1500 - 40,976 \\ &= 1459,024 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$8. \text{ D bawah} = 1500 - 40 - 13 - \frac{25}{2}$$

$$= 1434,5 \text{ mm}$$

Pada posisi atas (Mnb+)

$$a = \frac{A_s \text{ tul. tekan} \times f_y}{0,8 \times f_c' \times b_{eff1}}$$

$$= \frac{1963 \times 420}{0,8 \times 35 \times 2575}$$

$$= 11,435 \text{ mm}$$

$$M_{nb+} = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \times 0,8$$

$$= 1963 \times 420 \times \left(1459,024 - \frac{11,435}{2}\right) \times 0,8$$

$$= 958554575,2 \text{ mm} = 958,555 \text{ kNm}$$

Pada posisi bawah (Mnb-)

$$a = \frac{A_s \text{ tul. tarik} \times f_y}{0,8 \times f_c' \times b_{eff2}}$$

$$= \frac{3436 \times 420}{0,8 \times 35 \times 2460}$$

$$= 20,951 \text{ mm}$$

$$M_{nb-} = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \times 0,8$$

$$= 3436 \times 420 \times \left(1434,5 - \frac{20,951}{2}\right) \times 0,8$$

$$= 1644030462 \text{ Nmm} = 1644,03 \text{ kNm}$$

Maka, nilai ΣM_{nb} :

$$\Sigma M_{nb} = (M_{nb+}) + (M_{nb-})$$

$$= 958,555 + 1644,03$$

$$= 2602,686 \text{ kNm}$$

Hitung Kuat Lentur Nominal Kolom (ΣM_{nc})

Besarnya momen nominal kolom (M_{nc}) adalah jumlah kuat nominal dari kolom di muka pada sisi atas dan bawah HBK dari hasil penulangan pasangan akibat kombinasi beban berfaktor. Kuat momen ini harus di cek pada beban aksial maksimum yang memberikan kuat momen terendah. Nilai jumlah kekuatan lentur nominal kolom (ΣM_{nc}) diperoleh dengan bantuan diagram interaksi kolom (SPColumn):

$$\Sigma M_{nc} = 6452,84 \text{ kNm}$$

Syarat *Strong Column Weak Beam*

$$\Sigma M_{nc} > 1,2 \times \Sigma M_{nb}$$

$$6452,84 \text{ kNm} > 1,2 \times 2602,686 \text{ kNm}$$

$$6452,84 \text{ kNm} > 3123,102 \text{ kNm}$$

Maka, syarat yang ditentukan pada SNI 2847:2019 Pasal 18.7.3.2 (Syarat *Strong Column Weak Beam*) memenuhi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan uraian pembahasan pada penelitian tentang “Analisis Hubungan Balok Kolom Pada Proyek Pembangunan Gedung Perkantoran di Jakarta” dengan menggunakan pedoman dari SNI 2847-2019 dapat disimpulkan bahwa struktur pada HBK untuk balok utama (350 x 750 mm) dengan kolom utama (1500 x 1500 mm) didapatkan nilai geser $V_u = 2626,71 \text{ kN}$ lebih kecil dari nilai geser nominal $V_n = 18112,15 \text{ kN}$. Menandakan struktur mampu menahan gaya geser yang terjadi pada hubungan balok kolom. Konsep analisis kuat lentur nominal kolom wajib lebih besar dari 1,2 kuat lentur nominal balok. Sehingga, konsep tersebut juga telah terpenuhi karena didapat hasil $6452,84 \text{ kNm} > 3123,102 \text{ kNm}$.

Berdasarkan dua perhitungan nilai geser dan kuat nominal balok kolom, maka dapat diketahui bahwa perencanaan hubungan balok kolom struktur gedung perkantoran sudah memenuhi konsep *strong column weak beam* sesuai dengan pedoman SNI 2847-2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfen Putri Asyari, S., Ramadhani Wardana, Z., & Kartini, W. (2023). Analisis Hubungan Balok-Kolom (HBK) Beton Bertulang Pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Biologi UNESA Ketintang Kota Surabaya. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 7.
- Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021. (2021). *Desain Spektra Indonesia*. Kementerian PUPR.
- Mahendrayu, B., & Kartini, W. (2012). Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Struktur Beton Bertulang pada Gedung Graha SIANTAR TOP Surabaya. *Jurnal Teknik Sipil KERN*, 2(2).
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan*.
- Setiawan, A. (2012). Analisis Hubungan Balok Kolom Beton Bertulang Proyek Pembangunan Gedung DPRD-Balai Kota DKI Jakarta. *ComTech*, 3.