

REDESAIN GEDUNG KANTOR JASA RAHARJA CABANG JAWA TENGAH JALAN SULTAN AGUNG - SEMARANG

Muhammad Razi, Syaiful Anshari
Windu Partono, Sukamta*)

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang 50239,
Telp.: (024) 7474770, Fax.: (024) 7460060

ABSTRAK

Perkembangan bangunan bertingkat tinggi di Indonesia saat ini telah menggunakan konsep struktur rangka kaku murni yang terdiri dari komponen utama struktur yakni balok dan kolom yang saling terhubung (terikat). Desain struktur gedung kantor Jasa Raharja menggunakan konsep Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), pemilihan konsep SRPMK dimaksudkan agar tidak akan terjadi kegagalan struktur pada saat gempa terjadi. Analisa struktur menggunakan program komputer SAP2000 untuk mendapatkan nilai dan arah gaya dalam yang digunakan dalam mendesain struktur tersebut. Standart ketentuan peraturan yang berlaku adalah "SK SNI 03-2847-2002". Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur gedung kantor Jasa Raharja aman dan mampu dipertanggungjawabkan secara analisis.

Kata kunci: Balok, kolom, dan SRPMK

ABSTRACT

The development of high-rise building in Indonesian are currently using the concept of pure rigid frame structure consisting of a main component of the structural beam and column are connected (bound). Jasa Raharja's office building structure design by using the concept of Special Moment Frame System (SMFS). Selection of SMFS concept intended to prevent structural failure would happen when an earthquake occurs. Frame structure analysis used SAP 2000 computer software to obtain the value and direction of the force that is used to design structure. Standard terms applicable regulation is "SK SNI03-2847-2002". The results of the analysis showed that the structure of Jasa Raharja's office building is safe and able to be accounted by analysis.

Keyword: Beam, column, and SMFS

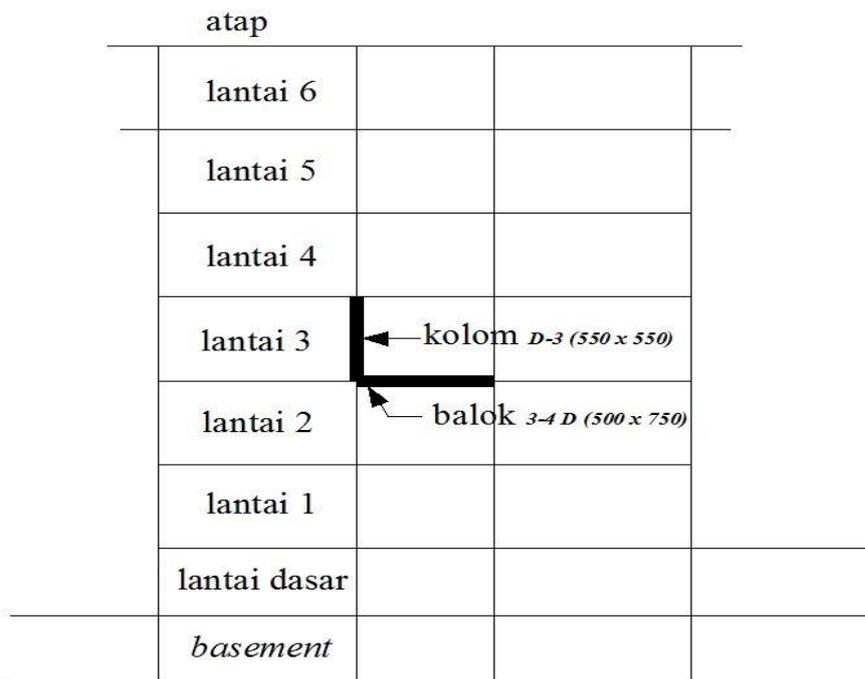
PENDAHULUAN

Pada awalnya letak kantor lama Jasa Raharja cabang Jawa Tengah berada di jalan Imam Bonjol – Semarang. Melihat kinerja perusahaan yang cukup baik dalam berkiprah sebagai penyedia asuransi kecelakaan transportasi di Jawa Tengah terutama di Semarang dan kapasitas gedung lama yang dinilai tidak cukup untuk mengimbangi eksistensi perusahaan yang terus berkembang, maka dibutuhkan gedung baru dengan kapasitas yang lebih besar, yakni dengan merelokasi gedung yang dahulu dipakai di jalan Imam Bonjol untuk dipindahkan ke jalan Sultan Agung – Semarang dengan membangun gedung baru 9 lantai sebagai kantor. Faktor yang paling berpengaruh dalam

desain gedung tersebut adalah kekuatan struktur yang terkait dengan keamanan, perilaku, dan ketahanan struktur dalam menerima beban-beban yang bekerja. Desain struktur gedung kantor Jasa Raharja mengacu pada peraturan “Tata Cara Perencanaan Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung” (SNI 03-2847-2002). Sedangkan dalam menganalisa perilaku/pengaruh gempa terhadap struktur gedung tersebut, ketentuan “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung” (SNI 03-1726-2002) digunakan sebagai acuan. Dengan demikian dalam penulisan ini dapat diketahui proses desain suatu permodelan dan pembebanan struktur berdasarkan ketentuan yang berlaku dengan akurasi yang paling mendekati keadaan sebenarnya.

STUDI KASUS

Pada gedung kantor Jasa Raharja cabang Jawa Tengah, konsep Sistem struktur yang direncanakan adalah Sitem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang memiliki faktor keutamaan struktur $I = 1$ dan faktor reduksi gempa maksimum $R = 8,5$ yang telah ditetapkan dalam SNI “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung” (SNI 03-1726-2003). Sedangkan komponen struktur utama dari gedung Jasa Raharja yang ditinjau adalah elemen balok (3-4 D) dan elemen kolom (D-3) dengan konstruksi rangka beton bertulang yang memiliki mutu beton ($f'c$) = 30 MPa, mutu tulangan (f_y) polos = 240 MPa dan ulir = 400 MPa. Adapun konfigurasi stuktur gedung kantor Jasa Raharja yang ditinjau tersaji seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 1: Konfigurasi struktur gedung kantor Jasa Raharja cabang Jawa Tengah dan bagian komponen struktur utama yang ditinjau

PERHITUNGAN STRUKTUR

Perhitungan Balok

Adapun analisa perhitungan berdasarkan SNI 03-2847-2002 pada salah satu balok yang ditinjau yakni balok 3-4 D yang bekerja momen (M_u) dengan desain selimut (p) = 40 mm, D (diameter tulangan), d_t (tinggi efektif), ϕ (faktor reduksi kuat rencana), dan nilai tinggi tegangan persegi ekuivalen pada diagram tegangan suatu penampang (a) adalah sebagai berikut:

Baja tulangan yang dibutuhkan untuk lentur:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot 0,85 \cdot d_t} \quad (1)$$

Cek momen nominal (M_n):

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \quad (2)$$

$$\phi M_n = 0,8 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d_t - \frac{a}{2} \right) \quad (3)$$

Tabel 1: Hasil rekapitulasi perhitungan balok yang ditinjau

Kondisi	M_u (kNm)	d_t (mm)	ϕM_n (kNm)	A_s (mm ²)	Kebutuhan Tulangan
1	333,339	676	393,018	1900,66	5D22
2	196,51	687	322,668	1520,23	4D22
3	334,04	676	393,018	1900,66	5D22
4	196,51	687	322,668	1520,23	4D22
5	145,326	687	322,668	1520,23	4D22



Gambar 2: Letak kritis (kondisi) bagian balok yang ditinjau

Menurut SNI 03-2847-06 Pasal 23.3.2.2 dinyatakan bahwa kapasitas momen positif dan negatif minimum pada sembarang penampang di sepanjang bentang balok tidak boleh kurang dari $\frac{1}{4}$ kali kapasitas momen maksimum yang disediakan pada kedua muka kolom tersebut.

Kapasitas momen positif / negatif terbesar pada bentang = 393,018 kNm

$\frac{1}{4}$ Kapasitas momen positif / negatif terbesar = 94,909 kNm

Kapasitas momen positif / negatif terkecil pada bentang = 322,668 kNm

Maka 322,668 kNm > 98,255 kNm (syarat terpenuhi)

Desain tulangan geser direncanakan dengan 3 leg D12 dan dipasang dengan spasi 175 mm di daerah sepanjang 2h (1500 mm) dari muka kolom, sedangkan untuk jarak maksimum tulangan geser pada balok SPRMK, SNI-03-2847-2002 pasal 23.3.3.4

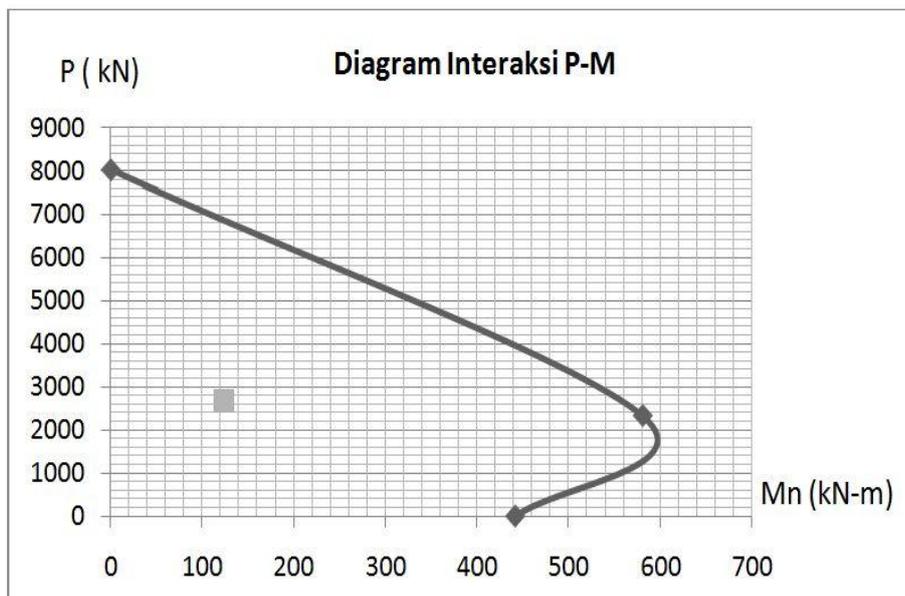
mensyaratkan $S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{676}{2} = 338 \text{ mm}$. Sehingga untuk daerah lapangan (diluar 2h dari muka kolom dipasang dengan spasi 300 mm).

Perhitungan Kolom

Perhitungan kolom menggunakan cara manual yang merujuk pada peraturan SNI 03-2847-2002 pasal 12 dan pasal 23, sedangkan gaya-gaya dalam didapat dari analisa SAP 2000.

Perhitungan kapasitas kolom

Kapasitas penampang kolom dinyatakan dalam bentuk diagram interaksi P-M kolom yang ditinjau (D-3), seperti yang tersaji pada gambar di bawah ini:



Gambar 3: Diagram interaksi P-M kolom D-3

Cek kuat kolom

Kuat kolom ϕM_n harus memenuhi $\sum M_c \geq 1,2 \sum M_g$, dimana $\sum M_c$ adalah jumlah M_n dua kolom yang bertemu di *joint*, diperoleh dari diagram interaksi P-M.

Sedangkan $\sum M_g$ adalah jumlah M_n dua balok yang bertemu di *joint*.

$$1,2 \sum M_g = 1,2 (379,637 + 379,637) = 911,129 \text{ kNm}$$

1. Kolom lantai atas

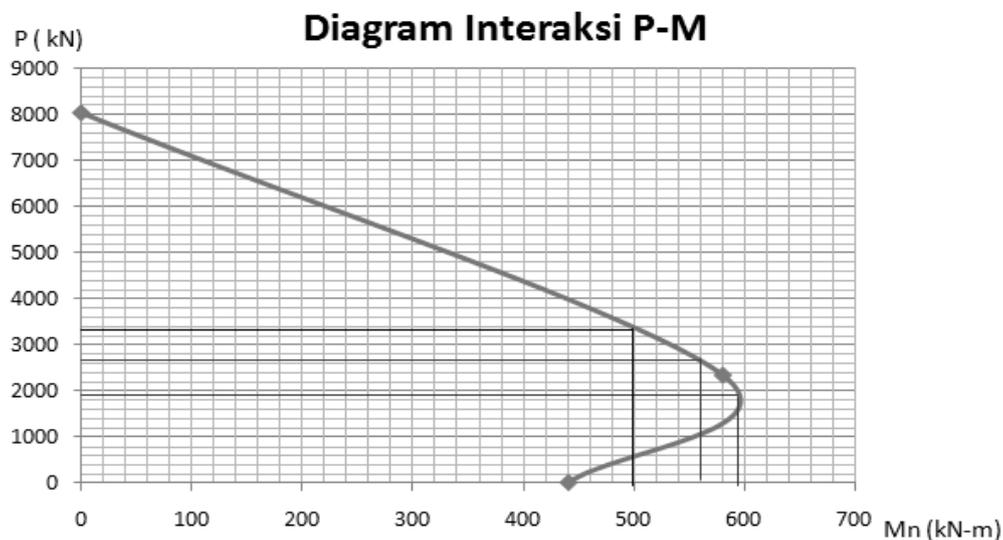
Gaya aksial terfaktor di kolom atas	= 1953,95 kN
Dari diagram interaksi P-M kolom diperoleh M	= 590 kNm

2. Kolom yang di desain

Gaya aksial terfaktor di kolom desain	= 2671,22 kN
Dari diagram interaksi P-M kolom diperoleh M	= 560 kNm
$590 + 560 = 1150 > 911,129 \text{ kNm}$	

3. Kolom lantai bawah

Gaya aksial terfaktor di kolom bawah	= 3397,75 kN
Dari diagram interaksi P-M kolom diperoleh M	= 500 kNm
$500 + 560 = 1060 > 911,129 \text{ kNm}$	



Gambar 4: Diagram interaksi P-M kolom D-3

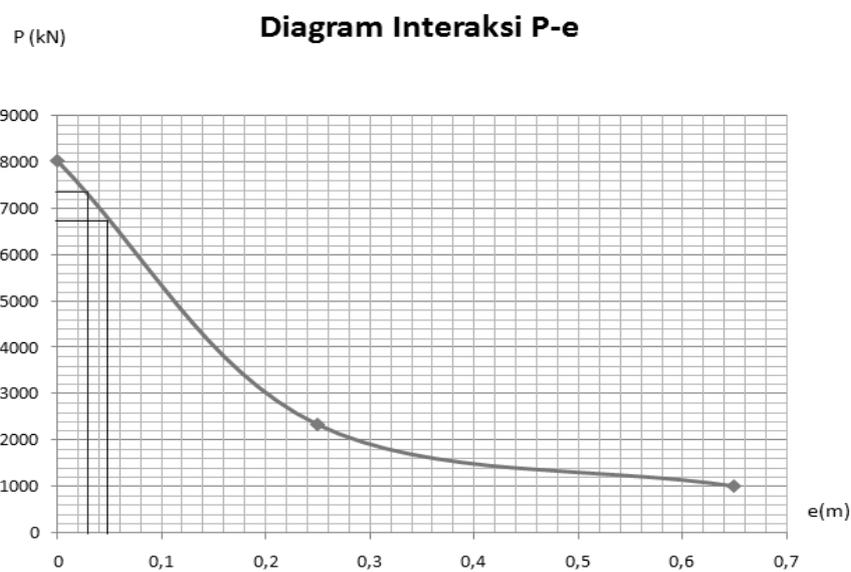
Cek biaxial kolom

Syarat *biaxial* kolom adalah $\phi P_n > P_u$, dimana P_n didapat dari diagram interaksi P-e, dan e adalah nilai eksentrisitas pada kolom.

$$e_y = \frac{M_{ux}}{P_u} ; e_x = \frac{M_{uy}}{P_u}$$

Tabel 2: Hubungan P-e

Kondisi	P (kN)	Mn (KN-m)	e (m)
Pn max	8026,6	0	0
Balance	2330,31	580,67	0,15
Keruntuhan Tarik	1000	540	0,65



Gambar 5: Diagram interaksi P-e kolom D-3

Berdasarkan grafik hubungan P-e didapatkan nilai P untuk masing-masing eksentrisitas adalah sebagai berikut:

$$P_x = 6700 \text{ kN} \quad P_y = 7300 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{P_n} \approx \frac{1}{P_i} = \frac{1}{P_x} + \frac{1}{P_y} - \frac{1}{P_o}$$

$$\frac{1}{\phi P_n} \approx \frac{1}{P_i} = \frac{1}{6700} + \frac{1}{7300} - \frac{1}{10033,25}$$

$$\frac{1}{\phi P_n} = 1,8657 \cdot 10^{-4}$$

$$\phi P_n = 5359,877 \text{ kN} > P_u (2671,22 \text{ kN})$$

Hubungan Balok & Kolom

Kekuatan M_{nt} (tulangan atas):

$$C_1 = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$\begin{aligned}
T_1 &= A_{st} \cdot f_y \\
C &= T, \text{ maka:} \\
M_{nt} &= T_1 \cdot \left(d \cdot \frac{a}{2} \right) \\
M_{ut} &= 0,8 \cdot M_{nt}
\end{aligned}$$

Kekuatan M_{nb} (tulangan bawah):

$$\begin{aligned}
C_2 &= 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a \\
T_2 &= A_{sb} \cdot f_y \\
C &= T, \text{ maka:}
\end{aligned}$$

$$M_{nb} = T_2 \cdot \left(d \cdot \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{ub} = 0,8 \cdot M_{nb}$$

$$V_u \text{ (pada kolom)} = \frac{M_{ut} + M_{ub}}{4,25} = \frac{393,018 + 322,684}{4,25} = 168,400 \text{ kN}$$

$$V_{u \text{ netto}} = T_1 + T_2 - V_u = 1200,076 \text{ kN}$$

Kontrol tegangan geser horisontal maksimum yang harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$V_n = \frac{V_u}{\Phi A_{cv}} < 1,5 \cdot f'_c$$

$$4,920 < 45 \text{ N/mm}^2 \text{ (memenuhi syarat)}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2002, "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan dan Gedung", untuk kapasitas geser beton ditentukan sebagai berikut:

$$V_c = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\left(\frac{N_{uk}}{A_g} - 0,1 \cdot f'_c \right)} \cdot b_j h_c = 425,508 \text{ kN}$$

$$V_s + V_c = V_u$$

$$V_s = V_u - V_c = 774,568 \text{ kN}$$

$$A_s = \frac{V_s}{f_y}$$

$$= 1936,42 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan geser rangkap 2D18 mm ($A_s = 508,938 \text{ mm}^2$)

$$\text{Jumlah lapis sengkang} = \frac{1936,42}{508,938} = 3,805 \approx 4 \text{ lapis}$$

KESIMPULAN

Sistem struktur yang digunakan pada desain gedung kantor Jasa Raharja ini adalah konsep Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan faktor reduksi gempa maksimum (R) = 8,5. Dari hasil analisa struktur dengan menggunakan *software* SAP 2000 dapat diketahui bahwa gaya dalam yang terjadi pada komponen kolom, semakin ke bagian bawah semakin besar nilai gaya dalam tersebut. Oleh sebab itu dalam mendesain suatu kolom bangunan tinggi, hendaknya direncanakan dimensi penampang kolom yang besar untuk lantai bawah dan dimensi penampang kolom yang semakin kecil untuk lantai atasnya. Proses perhitungan dalam mendesain struktur gedung kantor Jasa Raharja cabang Jawa Tengah telah sesuai dengan peraturan SNI 03-2847-2002 tentang “Tata Cara Perencanaan Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung” sehingga mampu dipertanggungjawabkan secara analisis.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Standar Nasional Indonesia: Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)*. Bandung: Author;
- Badan Standardisasi Nasional. (2003). *Standar Nasional Indonesia: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002)*. Bandung: Author;
- American Concrete Institute (ACI) 318-05*;
- Kusuma, G.H. & Vis, W.C. (1997). *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang: Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03 (Seri Beton 1)*. Jakarta: Erlangga;
- Imran, I. & Hendrik, F. (2008). *Seismic Design for Flexural Member in a Special Moment Resisting Frame*. Jakarta: Himpunan Ahli Konstruksi Indonesia;
- Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Provinsi Jawa Tengah. (2012). *Harga Satuan Pekerjaan Bahan dan Upah Pekerjaan Konstruksi Kota Semarang*. Semarang: Author;
- Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.