

## **PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG MENARA BRI SEMARANG**

Linda Permatasari, Rahadhiyan Putra W, Parang Sabdono <sup>\*)</sup>, Hardi Wibowo <sup>\*)</sup>

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

### **ABSTRAK**

*Struktur Gedung Menara BRI Semarang didesain pada zona gempa wilayah Kota Semarang dengan menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) berdasarkan "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)", sedangkan analisis beban gempa menggunakan metode spektrum respon berdasarkan "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012)". Perencanaan Struktur Gedung Menara BRI Semarang menggunakan konsep Desain Kapasitas. Penggunaan konsep ini bertujuan agar apabila terjadi gempa kuat yang menyebabkan terbentuknya sendi plastis pada elemen struktur diharapkan dapat terjadi pada balok. Guna menjamin terjadinya sendi plastis pada balok tersebut, maka kolom harus didesain lebih kuat dari balok (Strong Column Weak Beam). Analisis struktur dihitung dengan bantuan program SAP2000 v14. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa elemen struktur Gedung Menara BRI ini aman secara analisis.*

**kata kunci :** *sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK), SNI 03-1726-2012, desain kapasitas, sendi plastis, kolom kuat balok lemah*

### **ABSTRACT**

*The structural of BRI tower building Semarang is designed in seismic zone of Semarang city, which is designed by using the Special Moment Resisting Frame System (SMRFS) based on "Indonesian Concrete Code (SNI 03-2847-2002)", while the analysis of earthquake load uses response spectrum method based on "Indonesian Seismic Code (SNI 03-1726-2012)". The design structural of BRI tower building Semarang using "Capacity Design" concept. As for using this concept has purpose what if strong earthquake happens, that cause forms plastic hinge on structural elements which is desired appeared on the beams. To guarantee plastic hinge happens on the beams, so the columns must be designed stronger than the beams (Strong Column Weak Beam Concept). The analysis of the structure is using SAP2000 computer program version 14. As the result of calculations showed that structural element of BRI tower building is safe based on analyze.*

---

<sup>\*)</sup> Penulis Penanggung Jawab

**keywords:** *spesial moment resisting frame system (SMRFS), SNI 03-1726-2012, capacity design, plastic hinge, strong column weak beam*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Kota Semarang sebagai ibu kota Jawa Tengah saat ini sedang mengalami perkembangan yang cukup pesat, baik dari segi sosial maupun segi ekonomi. Perkembangan ini memberikan dampak meningkatnya kebutuhan sarana dan prasarana di kota Semarang, termasuk dalam hal sarana gedung perkantoran. Dengan terbatasnya lahan yang dapat digunakan untuk membangun gedung, alternatif yang tersedia adalah dengan membangun gedung bertingkat tinggi.

Gedung bertingkat tinggi memiliki resiko yang lebih besar terhadap gaya gempa. Semakin tinggi suatu gedung, perpindahan horisontal yang diterima oleh lantai teratas akibat gaya gempa akan semakin besar. Oleh karena itu, gaya gempa menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam pembangunan gedung bertingkat tinggi.

### **Maksud Dan Tujuan**

Maksud dan tujuan dari perencanaan struktur gedung kantor ini adalah untuk merencanakan gedung bertingkat tinggi berdasarkan SNI 03-1726-2012 untuk Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung dan SNI 03-2847-2002 untuk Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.

## **PERHITUNGAN STRUKTUR**

### **Gambaran Umum Struktur**

Gedung menara BRI Semarang terdiri dari 10 lantai dengan 1 lantai atap dan 1 lantai dak dengan fungsi bangunan sebagai gedung perkantoran. Tinggi total gedung adalah 32 meter dan berlokasi di Semarang, Jawa Tengah. Seluruh komponen struktur gedung menggunakan beton bertulang.

Gedung menara BRI Semarang direncanakan dengan mutu beton K350 ( $f'_c = 29,05$  Mpa), mutu tulangan 400 Mpa untuk tulangan ulir dan 240 Mpa untuk tulangan polos.

### **Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012)**

Perhitungan beban gempa menggunakan SNI 03-1726-2012 dengan analisis dinamik respon spektrum. Langkah pertama dalam penentuan respon spektrum adalah menentukan nilai  $S_s$  dan  $S_1$  dari peta zonasi gempa. Gedung menara BRI ini terletak di kota Semarang, maka didapatkan  $S_s = 0,8g$  dan  $S_1 = 0,3g$ . Dari data tanah didapatkan  $NSPT_{rata-rata} = 6,815$ . Karena  $NSPT_{rata-rata} \leq 15$ , maka tanah termasuk dalam kelas situs SE (Tanah Lunak).

Darinilai  $S_s$ ,  $S_1$ , dan kelas situs SE, didapatkan nilai  $F_a = 1,14$  dan  $F_v = 2,8$ . Kemudian dapat ditentukan nilai  $S_{MS}$ ,  $S_{M1}$ ,  $S_{DS}$ ,  $S_{D1}$ ,  $T_0$ , dan  $T_s$  yang nantinya akan digunakan dalam penggambaran grafik respons spektrum. Gedung menara BRI Semarang termasuk dalam kriteria tipe D, sehingga harus menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

### **Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)**

SRPMK adalah suatu sistem di mana struktur gedung mampu mengalami simpangan pasca *elastic* pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan yang paling besar (struktur daktail). Maksud dari system ini adalah apabila terjadi gempa yang kuat, struktur masih dapat berdiri (tidak terjadi keruntuhan) sehingga jatuhnya korban jiwa masih dapat dihindari.

Sistem ini menggunakan konsep kolom kuat balok lemah, yang artinya kolom didesain agar dapat menahan balok pada saat balok mencapai sendi plastis. Pada konsep ini, sendi plastis harus terlebih dahulu terjadi pada balok.

### **Beban dan Kombinasi Pembebanan**

Pembebanan meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Beban mati meliputi beban penutup lantai, adukan/spesi lantai, beban plafond dan penggantung, serta beban dinding. Besarnya beban hidup diambil sesuai dengan ketentuan dalam Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1987 dengan fungsi utama gedung sebagai kantor. Beban gempa pada perencanaan gedung menara BRI Semarang menggunakan Analisis Dinamik Respon Spektrum.

Kombinasi pembebanan yang digunakan:

- 1)  $U = 1,4D$
- 2)  $U = 1,2D + 1,6L$
- 3)  $U = 1,2D + 1,0L + 1,0 (I/R) E_x + 0,3 (I/R) E_y$
- 4)  $U = 1,2D + 1,0L + 0,3 (I/R) E_x + 1,0 (I/R) E_y$
- 5)  $U = 0,9D + 1,0 (I/R) E_x + 0,3 (I/R) E_y$
- 6)  $U = 0,9D + 0,3 (I/R) E_x + 1,0 (I/R) E_y$

Dimana:

D	= beban mati
L	= beban hidup
I	= faktor keutamaan
R	= faktor reduksi
E	= beban gempa

### **Perencanaan Pelat dan Tangga**

Pembebanan pelat dan tangga meliputi beban hidup dan beban mati dengan kombinasi  $1,2D + 1,6L$ . Besarnya beban hidup disesuaikan dengan fungsi ruangan berdasarkan PPIUG 1987.

Dari hasil penulangan pelat didapat tulangan pokok D10-200 mm untuk di daerah lapangan dan tumpuan pada arah X dan Y. Tulangan susut Ø8-200mm diberikan pada tiap daerah tumpuan. Sedangkan untuk penulangan tangga didapat D13-200 mm untuk arah X dan Y pada tangga tipe 1. Untuk tangga tipe 2 didapat tulangan D13-200 mm pada arah X dan D10-150 mm pada arah Y.

### Perencanaan Balok Induk

Balok induk harus direncanakan sesuai dengan konsep SRMPK (SNI 03-2847-2002 pasal 23.3.1), yaitu:

- ✓  $P_u < 0,1 A_g f'_c$
- ✓  $L_n > 4d$
- ✓  $b/h > 0,3$
- ✓  $b > 250 \text{ mm}$

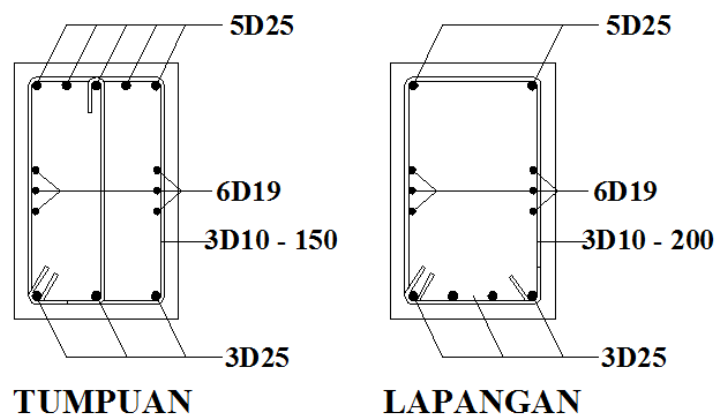
Pada perhitungan tulangan balok induk perlu dilakukan pengecekan terhadap Momen nominal ketika tulangan tulangan sudah terpasang dengan momen nominal ( $M_n$ ) lebih besar sama dengan dari momen *ultimate* ( $M_u$ ) dan momen nominal tumpuan positif lebih besar sama dengan dari setengah momen nominal tumpuan negatif.

Gaya geser rencana balok direncanakan berdasarkan kuat lentur maksimum ( $M_{pr}$ ) pada daerah sendi plastis dengan asumsi tegangan lentur baja menjadi  $1,25f_y$  dan faktor reduksi 1,0. Gaya geser terfaktor pada muka tumpuan dihitung sebagai berikut:

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} \pm \frac{W_u \times L_n}{2} \quad (1)$$

Di mana  $W_u$  didapatkan dari rumus berikut:

$$W_u = 1,2D + 1,0L \quad (2)$$



**Gambar 1:** Detail Penulangan Balok Induk

### Perencanaan Kolom Terhadap Beban Lentur dan Aksial

Kolom dengan konsep SRPMK direncanakan berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 23.4.1, yaitu:

$$P_u \geq 0,1.A_g.f'_c$$

$$b > 300 \text{ mm}$$

$$b/h > 0,4$$

dengan syarat rasio tulangan:

$$0,01 < \rho < 0,06$$

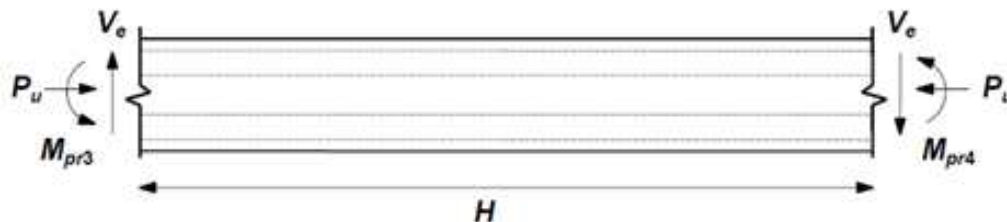
Kuat lentur minimum kolom dihitung dengan persyaratan sebagai berikut:

$$\Sigma M_c \geq \left(\frac{6}{5}\right) \Sigma M_g \quad (3)$$

### Perencanaan Kolom Terhadap Beban Geser

Kuat gaya geser rencana  $V_e$  yang digunakan dalam perencanaan kolom didapat dengan menjumlahkan  $M_{pr}$  kolom atas dan  $M_{pr}$  kolom bawah, kemudian dibagi dengan tinggi bersih kolom. Nilai  $V_e$  tidak boleh lebih kecil dari gaya geser terfaktor hasil analisis struktur.

$$V_e = \frac{M_{pr3} + M_{pr4}}{H} \quad (4)$$



Sumber: SNI 03-2847-2002

**Gambar 2:** Gaya Geser Rencana Kolom SRPMK

### Perencanaan Hubungan Balok-Kolom

Perencanaan pertemuan balok-kolom dalam SRPMK dilakukan dengan perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada *joint*, yakni gaya geser akibat balok dan kolom. Kuat geser nominal pada HBK tidak boleh lebih besar dari:

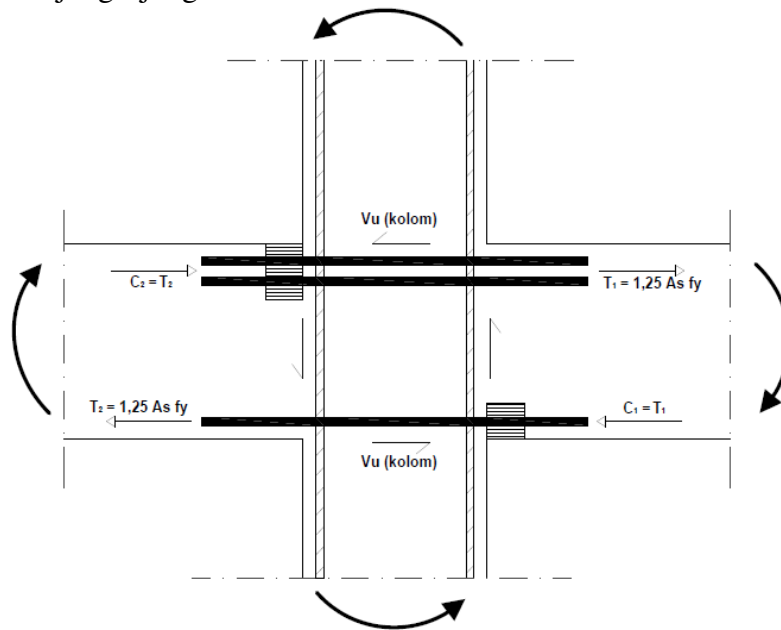
$$V_n = 1,7\sqrt{f'_c} \times A_j \quad (5)$$

untuk HBK yang terkekang pada keempat sisinya:

$$V_n = 1,25\sqrt{f'_c} \times A_j \quad (6)$$

untuk HBK yang terkekang pada ketiga atau dua sisinya.

Jumlah tulangan geser untuk *joint* interior dibutuhkan setidaknya setengah dari tulangan yang dipasang di ujung-ujung kolom.



**Gambar 3:** Gaya-gaya yang Bekerja pada Hubungan Balok-Kolom di Tengah Portal

### Perencanaan Pondasi

Pondasi pada gedung menara BRI Semarang menggunakan pondasi *square pile* dengan ukuran 45x45 cm dan kedalaman 34,5 m. Daya dukung tanah dihitung berdasarkan kekuatan bahan tiang pancang dan kekuatan tanah. Kekuatan tanah dihitung dari hasil uji *bor log* dan hasil sondir. Dari ketiga hasil tersebut diambil nilai terkecil sebagai nilai daya dukung tanah.

### Kontrol Beban Maksimum ( $P_{max}$ ) Tiang Pancang

Perhitungan gaya  $P_{max}$  dan  $P_{min}$  pada tiang pancang dihitung menggunakan formula:

$$P = \frac{P_u}{n} \pm \frac{M_x \cdot y}{b \cdot \Sigma y^2} \pm \frac{M_y \cdot x}{a \cdot \Sigma x^2} \quad (7)$$

### Kontrol Gaya Lateral

Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui gaya lateral yang mampu ditahan oleh tiang pancang. Gaya lateral ditentukan berdasarkan kuat momen maksimum ( $M_{pr}$ ) pada kedua ujung kolom.

Dari grafik Broms didapatkan nilai momen *ultimate* yang harus ditahan oleh tiang pancang.

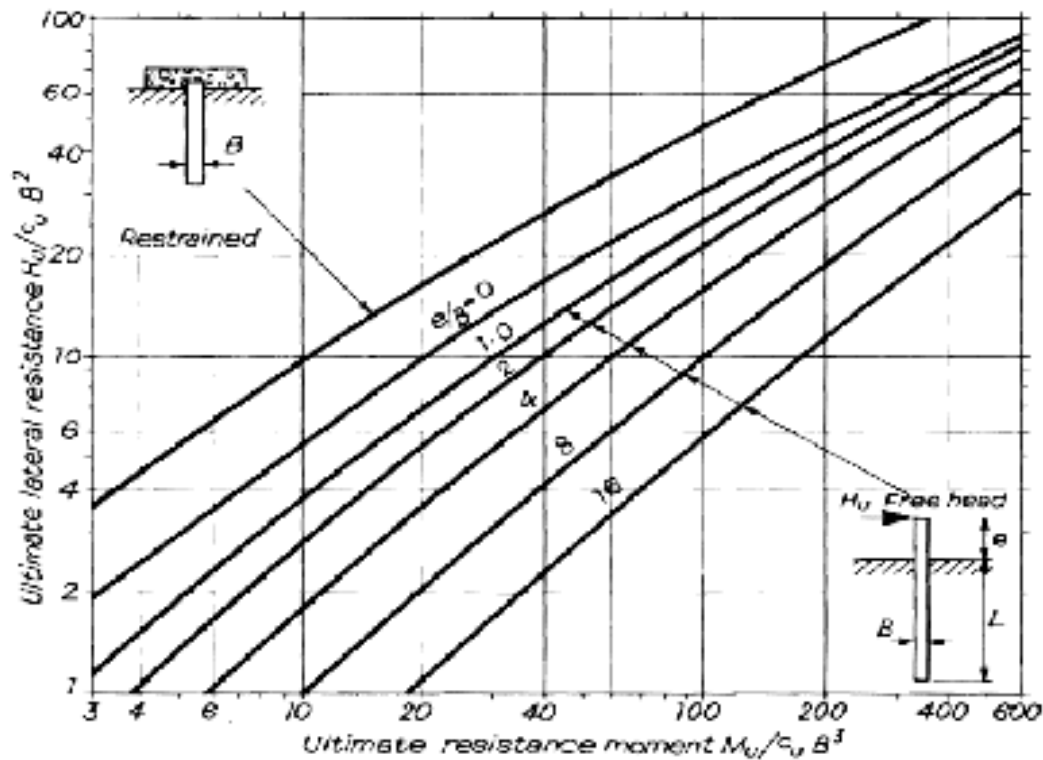


Fig. 6.30 Ultimate lateral resistance of long pile in cohesive soil related to ultimate resistance moment (after Broms<sup>(6.1.3)</sup>)

Sumber: Das (2004)

**Gambar 4:** Grafik Broms

## KESIMPULAN

1. Menurut SNI 03-1726- 2012 pasal 7.2.5.5, Gedung Menara BRI Semarang termasuk dalam kategori desain seismic tipe D, sehingga di desain menggunakan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
2. Dari hasil analisis program SAP2000 V.14, ragam pertama dan kedua pada struktur gedung dominan translasi, sehingga perencanaan sudah sesuai dengan persyaratan.
3. Dari hasil analisis program SAP2000 V.14 didapatkan nilai waktu fundamental awal  $T_x = 1,456$  detik dan  $T_y = 1,396$  detik, yang lebih kecil daripada  $T_{max} = 1,472$  detik, sehingga sudah memenuhi persyaratan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 03-1726-2012. Bandung: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SNI 03-2847-2002. Bandung: BSN.
- Chu-Kia Wang, and Charles G. Salmon. 1994. *Disain Beton Bertulang*. Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.

- Das, Braja, Noor Endah, dan Indrasurya B. Mochtar. 1998. *Mekanika Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung*. Bandung: Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan Gedung.
- Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Provinsi Jawa Tengah. 2013. *Harga Satuan Pekerjaan Bahan dan Upah Pekerjaan konstruksi Provinsi Jawa Tengah*, Edisi Januari 2013. Semarang : Balai Pengujian dan Informasi Konstruksi.
- Ervianto, Wulfram I. 2007. *Cara Tepat Menghitung Biaya Bangunan*. Yogyakarta : CV Andi Offset.
- Satyarno, Iman, Purbolaras Nawangalam, dan Indra Pratomo. 2012. *Belajar SAP2000 Analisis Gempa*. Yogyakarta: Zamil Publishing.
- Sunggono. 1995. *Buku Teknik Sipil*. Bandung: Nova.
- Vis, W.C., Gideon Kusuma.1993. *Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.