

Mata Kuliah : Struktur Beton Lanjutan
Kode : TSP - 407
SKS : 3 SKS

Desain Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa

Pertemuan - 11

- TIU :
 - Mahasiswa dapat mendesain berbagai elemen struktur beton bertulang

- TIK :
 - Mahasiswa mampu mendesain elemen balok bagian suatu Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus

- Sub Pokok Bahasan :
Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus :
 - Komponen Lentur Pada SRPMK

Persyaratan Desain Beton Bertulang Terhadap Beban Gempa

- Persyaratan untuk melakukan desain penampang beton bertulang yang direncanakan untuk memikul beban gempa ditentukan berdasarkan Kategori Desain Seismik (KDS) dari struktur tersebut.
- Struktur dengan KDS A cukup memenuhi persyaratan dalam SNI 2847:2013 Bab 1 hingga 19 dan diistilahkan sebagai Struktur Rangka Pemikul Momen Biasa/SRPMB (*Ordinary Moment Frame, OMF*).
- Untuk struktur dengan KDS B, persyaratan desain sama seperti struktur dengan KDS A, hanya saja ada sedikit persyaratan detailing yang dicantumkan pada pasal 21.2.
- Struktur-struktur yang digolongkan ke dalam KDS C didesain sebagai Struktur Rangka Pemikul Momen Menengah/SRPMM (*Intermediate Moment Frame, IMF*), harus memenuhi persyaratan desain dalam SNI 2847:2013 Bab 1 hingga 19 ditambah dengan persyaratan detailing dalam pasal 21.3

Persyaratan Desain Beton Bertulang Terhadap Beban Gempa

- Struktur yang terletak pada daerah/wilayah dengan tingkat resiko gempa yang tinggi akan dikategorikan sebagai KDS D, E atau F.
- Persyaratan khusus dalam desain penampang beton bertulang untuk struktur dengan KDS D, E dan F diberikan dalam 21.1.3 hingga 21.1.7 serta pasal 21.5 hingga pasal 21.8.
- Rangka pemikul momen yang didesain untuk KDS D, E atau F diistilahkan sebagai Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus/SRPMK (*Special Moment Frame, SMF*).
- Persyaratan tambahan untuk desain dinding geser, balok kopel, diafragma dan pondasi diberikan dalam pasal 21.9 hingga 21.12.

Tabel 15.12 Penggunaan Pasal Dalam SNI 2847:2013 Terkait Kategori Desain Seismik (KDS)

Komponen	Kategori Desain Seismik (KDS)			
	A	B	C	D, E, F
Analisis dan persyaratan desain	Tidak Ada	21.1.2	21.1.2	21.1.2 & 21.1.3
Material	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	21.1.4 s/d 21.1.7
Rangka Pemikul Momen (Balok dan Kolom)	Tidak Ada	21.2	21.3	21.5 & 21.6
Hubungan Balok-Kolom (HBK)	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	21.7
Dinding struktural dan balok kopel	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	21.9
Dinding struktural pracetak	Tidak Ada	Tidak Ada	21.4	21.4 & 21.10
Diafragma	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	21.11
Pondasi	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	21.12

- Penggunaan mutu material beton yang digunakan dalam struktur pemikul beban gempa yang termasuk KDS D, E serta F ditentukan dengan jelas dalam pasal 21.1.4 sebagai berikut :
 - Kuat tekan beton f'_c tidak boleh kurang dari 21 MPa
 - Untuk beton ringan, maka kuat tekannya f'_c tidak boleh melampaui 35 MPa, kecuali dapat dibuktikan dengan pengujian bahwa komponen struktur yang dihasilkan dari beton ringan tersebut memiliki kekuatan dan ketegaran yang sama atau lebih dari komponen struktur setara yang dibuat dari beton normal dengan kekuatan yang sama

Persyaratan mutu tulangan untuk struktur dengan KDS D, E, F yang dijelaskan dalam pasal 21.1.5 menyatakan bahwa tulangan pemikul lentur dan aksial atau kombinasi keduanya yang timbul akibat beban gempa bumi, harus berupa tulangan **ulir** yang memenuhi ASTM A706M mutu 420 MPa. Sedangkan tulangan yang memenuhi ASTM A615M mutu 280 MPa dan 420 MPa boleh dipergunakan asalkan :

- Kuat leleh aktual berdasarkan pengujian di pabrik tidak melampaui kuat leleh yang ditentukan sebesar lebih dari 125 MPa
- Rasio kuat tarik aktual terhadap kuat leleh aktual tidak kurang dari 1,25

ASTM A615/A615M-09

Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement

ASTM A706 / A706M - 14 ⓘ

Standard Specification for Deformed and Plain Low-Alloy Steel Bars for Concrete Reinforcement

Komponen Lentur Pada SRPMK

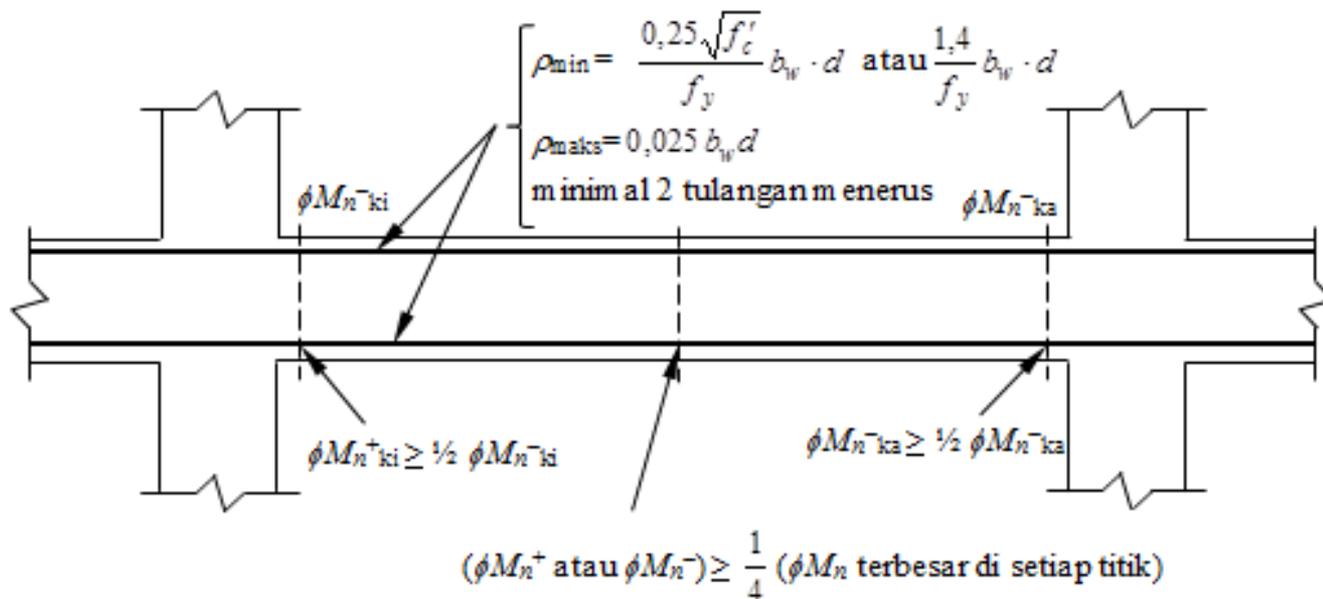
- **Syarat dimensi penampang (SNI 2847:2013 pasal 21.5.1)**

Sebuah komponen lentur bagian dari SRPMK, harus memenuhi kriteria yang ditetapkan di dalam SNI 2847:2013 pasal 21.5.1.1 hingga 21.5.1.4 sebagai berikut :

- Gaya tekan aksial terfaktor, P_u , tidak lebih dari $A_g f'_c / 10$. ($P_u \leq A_g f'_c / 10$)
- Panjang bentang bersih, l_n , harus lebih besar dari 4 kali tinggi efektif. ($l_n \geq 4d$)
- Lebar penampang, b_w , tidak kurang dari 0,3 kali tinggi penampang namun tidak boleh diambil kurang dari 250 mm. ($b_w \geq 0,3h$ atau 250 mm)
- Lebar penampang, b_w , tidak boleh melebihi lebar kolom pendukung ditambah nilai terkecil dari : lebar kolom atau $\frac{3}{4}$ kali dimensi kolom dalam arah sejajar komponen lentur

Komponen Lentur Pada SRPMK

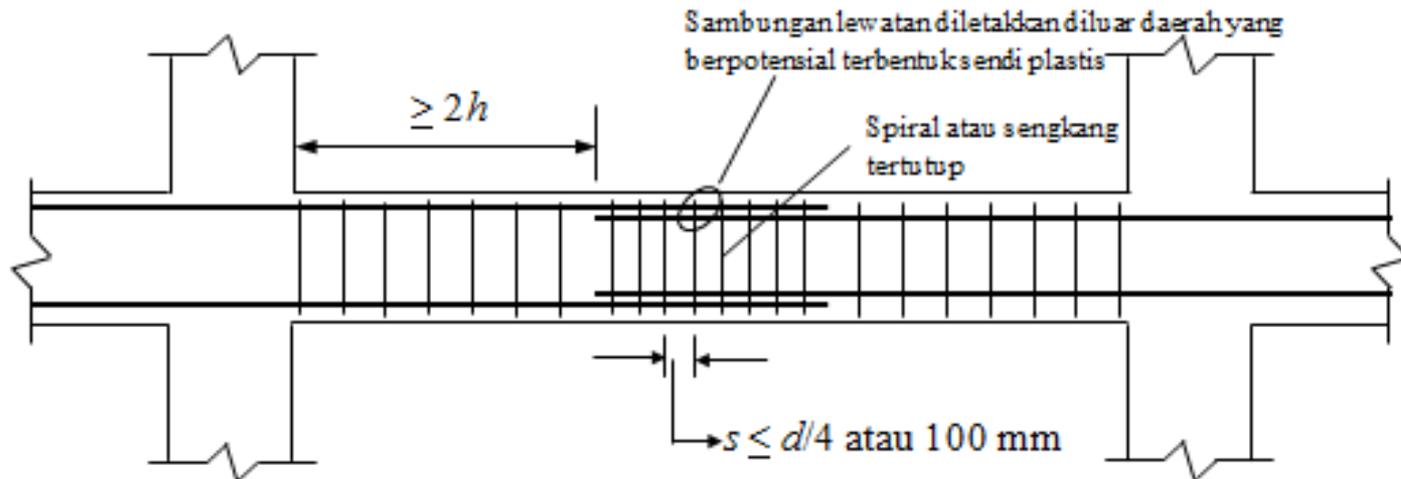
- Persyaratan Tulangan Lentur (SNI 2847:2013 pasal 21.5.2)



Gambar 15.7 Persyaratan Tulangan Lentur SRPMK

Komponen Lentur Pada SRPMK

- Persyaratan Tulangan Lentur (SNI 2847:2013 pasal 21.5.2)



Gambar 15.8 Persyaratan Sambungan Lewatan SRPMK

Komponen Lentur Pada SRPMK

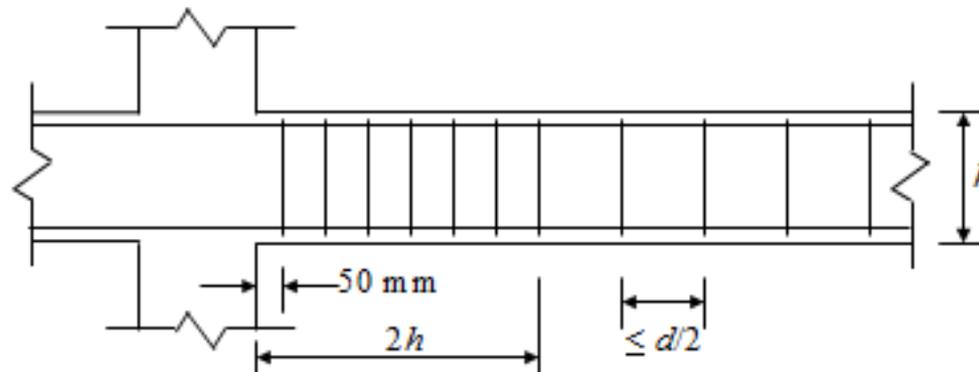
Persyaratan Tulangan Transversal (SNI 2847:2013 pasal 21.5.3)

- Sengkang tertutup harus disediakan pada daerah hingga dua kali tinggi balok diukur dari muka tumpuan pada kedua ujung komponen struktur lentur.
- Sengkang tertutup pertama harus dipasang tidak lebih dari 50 mm dari muka tumpuan. Jarak antar sengkang tertutup tidak boleh melebihi dari nilai terkecil antara
 - $d/4$
 - $6d_b$ (6 kali diameter tulangan memanjang terkecil)
 - 150 mm

Komponen Lentur Pada SRPMK

Persyaratan Tulangan Transversal (SNI 2847:2013 pasal 21.5.3)

- Pada daerah yang tidak memerlukan sengkang tertutup, sengkang dengan kait gempapada pada kedua ujungnya harus dipasang dengan jarak tidak lebih dari $d/2$ di sepanjang bentang komponen struktur lentur

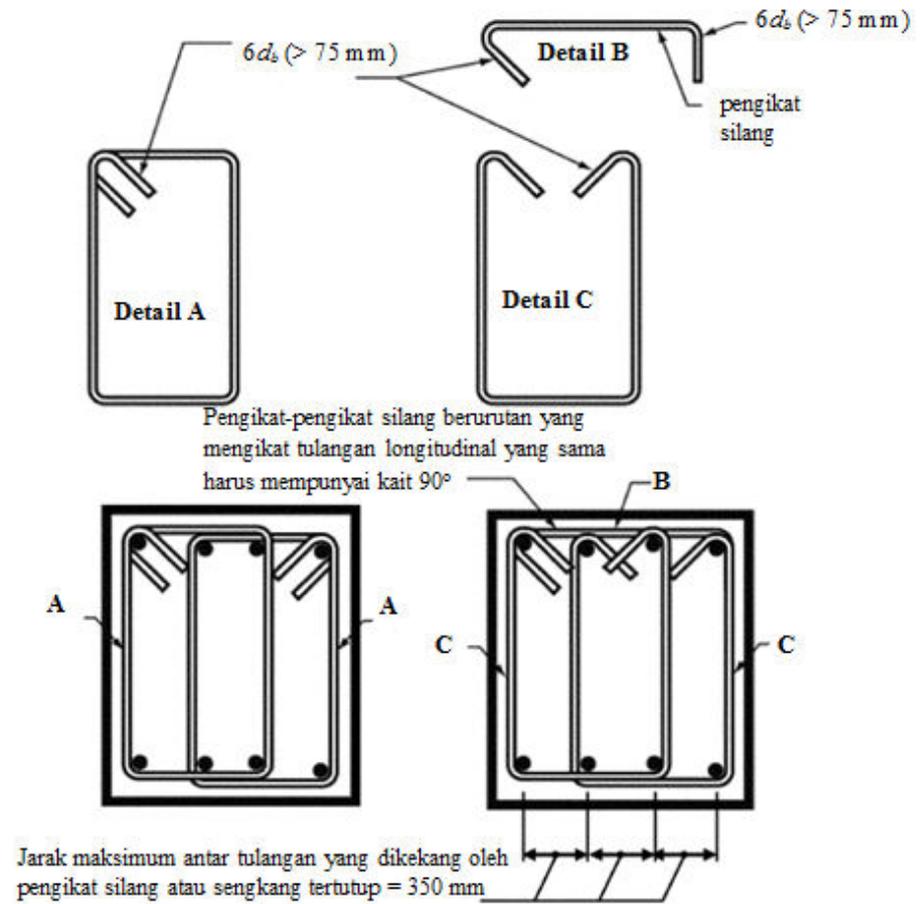


Gambar 15.9 Persyaratan Tulangan Transversal

Komponen Lentur Pada SRPMK

Persyaratan Tulangan Transversal (SNI 2847:2013 pasal 21.5.3)

Sengkang tertutup dapat terdiri dari dua buah tulangan, yaitu : sebuah sengkang dengan kait gempu pada kedua ujung dan ditutup oleh pengikat silang. Pada pengikat silang yang berurutan yang mengikat tulangan memanjang yang sama, kait 90°-nya harus dipasang berselang-seling



Gambar 15.10 Detail Sengkang Tertutup dan Pengikat Silang

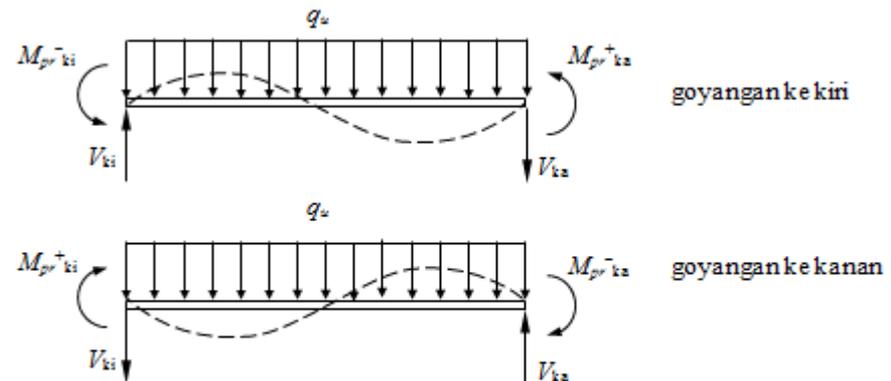
Komponen Lentur Pada SRPMK

Persyaratan Tulangan Transversal (SNI 2847:2013 pasal 21.5.3)

- Tulangan transversal untuk SRPMK harus didesain untuk memikul gaya geser rencana yang ditimbulkan oleh kuat lentur maksimum, M_{pr} , dengan tanda berlawanan, yang dianggap bekerja pada muka-muka tumpuan.
- Pada saat yang bersamaan komponen struktur tersebut dianggap memikul beban gravitasi terfaktor di sepanjang bentangnya. Besarnya gaya geser rencana tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V_{ki} = \frac{M_{pr}^- + M_{pr}^+}{l_n} + \frac{q_u l_n}{2}$$

$$V_{ka} = \frac{M_{pr}^+ + M_{pr}^-}{l_n} - \frac{q_u l_n}{2}$$



Gambar 15.11 Gaya Geser Rencana Pada Komponen Struktur Lentur

Komponen Lentur Pada SRPMK

Persyaratan Tulangan Transversal (SNI 2847:2013 pasal 21.5.3)

- Besarnya nilai M_{pr} , dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$M_{pr} = A_s (1,25 f_y) \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad \text{dengan} \quad a = \frac{A_s (1,25 f_y)}{0,85 f'_c b}$$

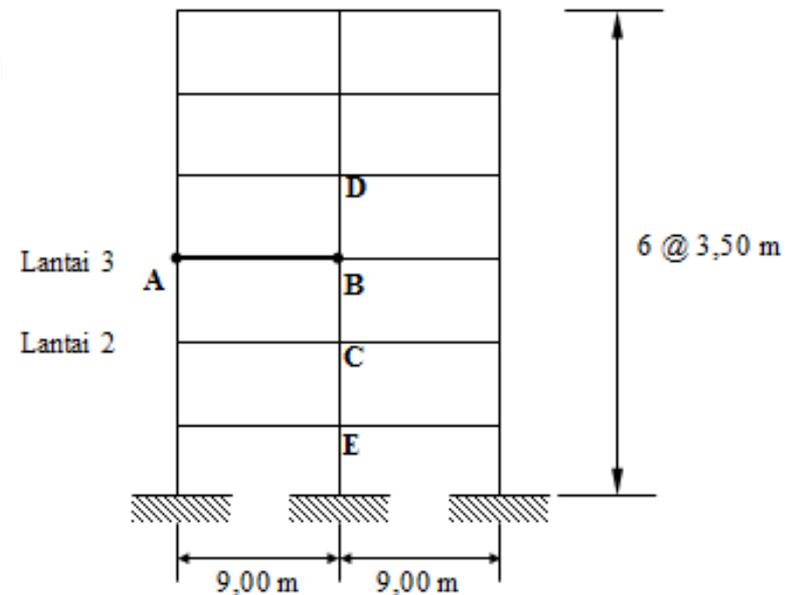
- Kuat geser yang disumbangkan oleh beton, V_c , dapat diambil sama dengan nol apabila gaya geser akibat gempa lebih besar atau sama dengan 50% dari kuat geser perlu maksimum di sepanjang daerah tersebut, serta apabila gaya aksial tekan terfaktor, termasuk akibat gempa, lebih kecil dari $A_g f'_c / 20$.

Contoh 15.3

Rencanakan balok AB pada lantai ketiga dari struktur portal gedung yang ditunjukkan dalam Gambar C.15.3. Bangunan merupakan struktur rangka beton bertulang pemikul momen khusus yang difungsikan sebagai rumah sakit, berlokasi pada daerah dengan nilai $S_s = 1,5$ dan $S_1 = 0,6$ serta kelas situs SB. Data lain yang diketahui :

Mutu beton : $f'_c = 25$ MPa
 Mutu baja : $f_y = 400$ MPa
 Ukuran struktur : balok = 450×650 mm
 Beban : $q_D = 20$ kN/m $q_L = 15$ kN/m

kolom = 600×600 mm
 tebal pelat = 150 mm



Gambar C15.3.a